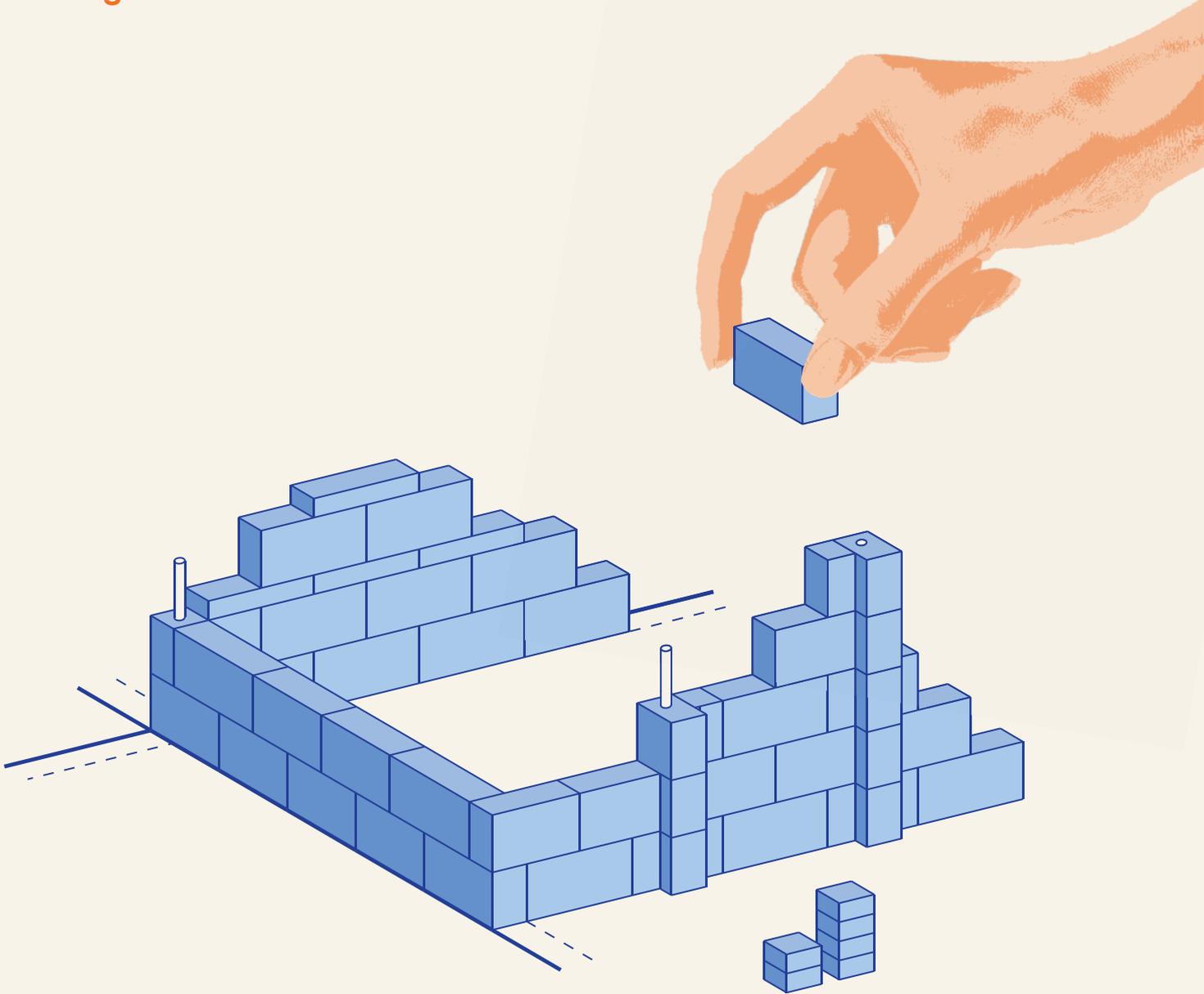


Lithologie

Ιστορίες Δομικής Πέτρας
Building Stories in Stone



Αμελί Περάκη

Επιβλέπων Διδάσκων Nicolas Remy
Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών | Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Σεπτέμβριος 2025

Lithologie

Ιστορίες δομικής πέτρας
Building stories in stone

Φοιτήτρια |
Επιβλέπων Διδάσκων |

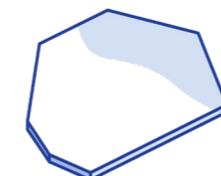
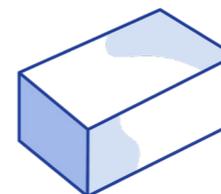
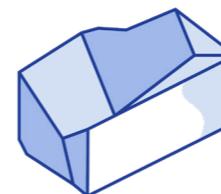
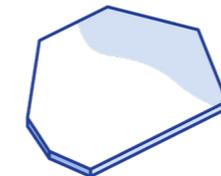
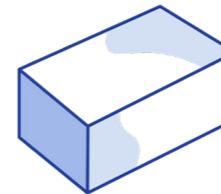
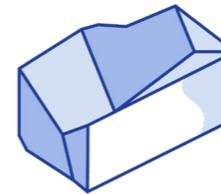
Ελέν-Αμελί Περάκη
Nicolas Remy

Σεπτέμβριος 2025

Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Student | Hélène-Am  lie Pérakis
Supervisor | Nicolas Remy

September 2025
Department of Architecture
University of Thessaly, Greece



Λέξεις Κλειδιά

- | Ογκόλιθοι
- | Μασίφ Πέτρα
- | Πέτρινος Φέρων Οργανισμός
- | Κατασκευαστικές Τεχνικές
- | Τοπική Αρχιτεκτονική
- | Παραδοσιακή Αρχιτεκτονική
- | Τεχνογνωσία

Key Words

- | Stone Blocks
- | Massive Stone
- | Stone Load-Bearing Structure
- | Construction Techniques
- | Vernacular Architecture
- | Traditional Building
- | Craftsmanship

Ερευνητικό πλαίσιο Abstract	6
Εισαγωγικό σημείωμα	8
Μεθοδολογία	11
Αφειτηρία	12

Κεφάλαιο 1°

Η πέτρα ως δομικό υλικό: Από το γεωλογικό υπόβαθρο στη χρήση της στην αρχιτεκτονική

1.1._ Γεωλογική προσέγγιση	16
1.1.1._ Πυριγενή Πετρώματα	17
1.1.2._ Μεταμορφωσιγενή Πετρώματα	22
1.1.3._ Ιζηματογενή Πετρώματα	24
1.2._ Εξόρυξη και επεξεργασία	32
1.2.1._ Υπαιθρια, ανοικτά ή επιφανειακά λατομεία	34
1.2.2._ Υπόγεια εκμετάλλευση	36
1.3._ Το τοπίο μετά την εξόρυξη	38
1.4._ Λάξευση	40
1.5._ Ιδιότητες φυσικών πετρωμάτων	42
1.6._ Ανακύκλωση και επανάχρηση της πέτρας	44

Κεφάλαιο 2°

Ιστορίες δομικής πέτρας: Τοπική αρχιτεκτονική και κατασκευαστικές τεχνικές στο σημερινό πλαίσιο

2.1._ Τοπική Αρχιτεκτονική και Βιώσιμη Αρχιτεκτονική	48
2.2._ Η δομική πέτρα στον ελληνικό χώρο	52
2.2.1._ Η Αρχιτεκτονική του Πηλίου	53
2.2.2._ Η Ελληνική Κυκλαδίτικη κατοικία	61
2.3._ 5 παραδείγματα σύγχρονης αρχιτεκτονικής με φέρων οργανισμό από πέτρινους ογκόλιθους	62
2.3.1._ Κατοικία Can Lis	66
2.3.2._ 8 Μονάδες Κοινωνικής Κατοίκησης από τοπική πέτρα	80
2.3.3._ Κατοικία πέτρα και μασίφ ξύλο στο Montélimar	90
2.3.4._ Σκεπαστή αγορά του Saint Dizier	100
2.3.5._ Pierre Massive *1	114

Βιβλιογραφικές Αναφορές	124
Πηγές Εικονογράφησης	128

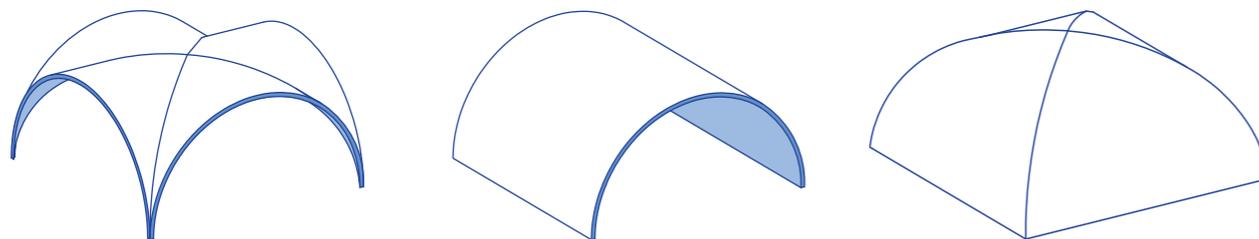
Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέπων καθηγητή κ. Nicolas Remy για την καθοδήγηση και τη βοήθεια που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια αυτής της ερευνητικής εργασίας.

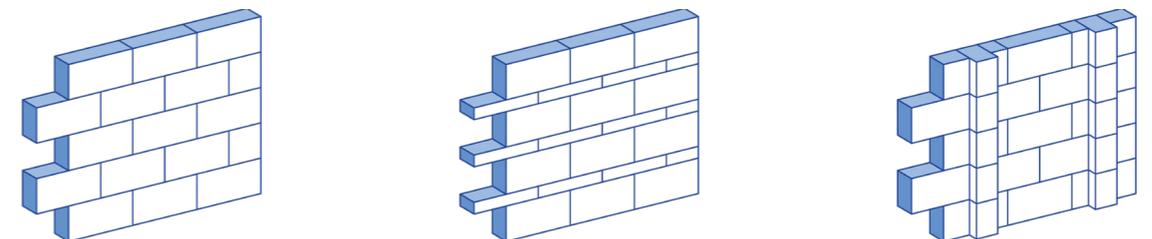
Ευχαριστώ επίσης τους φίλους και συμφοιτητές μου για τις χρήσιμες συμβουλές τους και τη πολύτιμη βοήθεια στην ολοκλήρωση του ερευνητικού θέματος.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου, για τη διαρκή υποστήριξη και την ενθάρρυνση που μου έδωσε σε όλη τη διάρκεια αυτής της σημαντικής προσπάθειας.

Η παρούσα ερευνητική εργασία επιχειρεί να εξετάσει πως η χρήση της πέτρας επαναπροσδιορίζεται στην αρχιτεκτονική με τα σημερινά δεδομένα. Στο πρώτο κεφάλαιο [Η πέτρα ως δομικό υλικό: Από το γεωλογικό υπόβαθρο στη χρήση της στην αρχιτεκτονική] προσεγγίζεται το υλικό με πιο θεωρητικό τρόπο. Γίνεται λόγος για την γεωλογική προέλευση των δομικών λίθων καθώς και των χαρακτηριστικών που αυτοί φέρουν. Εξετάζονται οι τρόποι εξόρυξης και λάξευσης αυτών καθώς επίσης η επαναξιοποίηση της δομικής πέτρας ως μέρος του κύκλου ζωής του υλικού. Στο δεύτερο κεφάλαιο [Ιστορίες δομικής πέτρας: Τοπική αρχιτεκτονική και κατασκευαστικές τεχνικές στο σημερινό πλαίσιο] γίνεται αναφορά στην τοπική αρχιτεκτονική και στη σημασία που έχει για τον εκάστοτε τόπο. Πως το υλικό συνδιαλέγεται με αυτή και πως μπορούμε να διατηρήσουμε και να εξελίξουμε την τοπική αρχιτεκτονική με δομική πέτρα σήμερα? Γι αυτό το σκοπό επιλέχθηκαν 4 case studies σε Ισπανία, Γαλλία και Ελβετία των οποίων ο φέρων οργανισμός είναι από μασίφ πέτρα. Τα έργα αυτά συνδιαλέγονται, το κάθε ένα με τον τρόπο του, με την τοπική αρχιτεκτονική διατηρώντας και εξελίσσοντας τις διάφορες τυπολογίες παραμένοντας πιστοί στην τεχνογνωσία και την αγάπη που έχει διαμορφωθεί γύρω από τις λίθινες κατασκευές.



This research project aims to explore how the use of stone is being redefined in contemporary architectural practice. The first chapter [Stone as a construction material: From a geological point of view to its use in architecture], approaches the subject from rather a theoretical perspective. It examines the geological origins of building stones, their properties as well as the techniques of extraction and carving. The chapter also addresses the reuse and recycling of construction stone, as part of the material's life cycle. The second chapter [Stories of construction stone: Local architecture and construction techniques/culture in today's context], focuses on local architecture and their significance to specific places. It focuses on how stone interacts with these architectural contexts and considers ways in which local architectural heritage can be preserved and evolved through contemporary stone construction. Therefore, four cases studies located in Spain, France and Switzerland were selected, all featuring massive stone load-bearing structures. Each project engages with its local architectural context in a unique way, preserving and advancing traditional stone typologies while honoring the craftsmanship and appreciation cultivated over centuries in stone construction.



Εισαγωγικό σημείωμα

Ο λίθος, από την αρχαιότητα έως και τον 20ο αιώνα, κυριαρχεί στην κατασκευή όντας συνδεδεμένος με την διάρκεια, την στιβαρότητα, τη μνημειακότητα και την παράδοση. Η παρουσία του στην αρχιτεκτονική λειτουργεί ως πεδίο συνάντησης μεταξύ παλαιού και νέου, παράδοσης και καινοτομίας. Γύρω από το υλικό διαμορφώνεται μια μεγάλη τεχνική γνώση από τους χτίστες που μαθαίνουν να αξιοποιούν τις δυνατότητές του στο μέγιστο.

Ωστόσο, με την πάροδο του χρόνου και την έλευση της βιομηχανικής επανάστασης, κάνουν την εμφάνισή τους νέα υλικά όπως το οπλισμένο σκυρόδεμα και το ασφάλι που υπόσχονται οικονομία, ταχύτητα και ευκολία κατασκευής. Αποτέλεσμα αυτού του γεγονότος ήταν η σημαντική μείωση των κατασκευών με φέροντα οργανισμό από φυσικούς λίθους και η άλλοτε δομική πέτρα άρχισε να παίρνει ρόλο κυρίως διακοσμητικό - συνώνυμο της πολυτέλειας.

Την ώρα που η αρχιτεκτονική σχεδίαζόταν με το σκυρόδεμα και το γυαλί, δεν ήταν λίγοι οι αρχιτέκτονες που εξακολουθούσαν να “σκέφτονται” με την πέτρα, αξιοποιώντας αλλά και εξελίσσοντας την τεχνογνωσία που είχε αναπτυχθεί γύρω από τους φυσικούς λίθους στην κατασκευή έως εκείνη την περίοδο. Σημαντικό παράδειγμα αποτελεί ο Γάλλος αρχιτέκτονας Fernand Rouillon¹ (1912-1986) που από τα μέσα του 20ου αιώνα δραστηριοποιήθηκε έντονα στη μεταπολεμική Γαλλία² και Αλγερία προτείνοντας έργα μεγάλης κλίμακας με δομική τοπική πέτρα. Στη Γαλλία, από το 1945 και περίπου μέχρι το 1970, η πέτρα ως δομικό υλικό σε ότι αφορά τουλάχιστον την κοινωνική κατοίκηση σχεδόν εξαφανίστηκε³. Ζητούμενο είναι η γρήγορη και οικονομικότερη ανοικοδόμηση για την κάλυψη των τεράστιων αναγκών (φαινόμενο Baby Boom), ζητήματα στα οποία η ταχύτητα, οικονομία και προκατασκευή του σκυροδέματος⁴ είχαν υπεροχή. Ο Rouillon μέσα από το έργο του πρότεινε μια αρχιτεκτονική προσέγγιση ικανή να απαντήσει στις ανάγκες τόσο των χρηστών αλλά και του περιβάλλοντα χώρου. Αξιοποιούσε τα χαρακτηριστικά της πέτρας - “λιτότητα”, αισθητική, αντοχή, διάρκεια -, υιοθετώντας, προσαρμόζοντας και εξελίσσοντας την ήδη υπάρχουσα τεχνογνωσία, σεβόμενος τον περιβάλλοντα χώρο, την ιστορία του και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του. Ήταν ο πρώτος που εισήγαγε την αυτοματοποίηση στον κλάδο των λίθων αφού οι πέτρες λαξεύονταν σε σταθερές διαστάσεις, χάρη σε νέες τεχνολογίας μηχανήματα κοπής, παίρνοντας την μορφή ογκόλιθων. Αυτό διευκόλυνε κατά πολύ την κατασκευή, ειδικά σε ότι αφορά την ταχύτητα⁵ αλλά και την οικονομία, ενώ συγχρόνως διατηρούσε όλες τις τεχνικές και αισθητικές ιδιότητες της πέτρας. Οι αρχιτεκτονικές προτάσεις του στην Αλγερία, και συγκεκριμένα στην πρωτεύουσα Αλγέρι παραμένουν έως και σήμερα αξιόλογο παράδειγμα μοντέρνας αρχιτεκτονικής που πέρα της εξέλιξης έχει ως μέλημα την διατήρηση της τοπικής αρχιτεκτονικής και τοπικών χαρακτηριστικών αλλά και την δημιουργία μίας βιώσιμης αρχιτεκτονικής.

1. Ο Rouillon παρέμεινε αφοσιωμένος στην δομική πέτρα για το χαμηλό της ενεργειακό αποτύπωμα, την κατασκευαστική/ ιστορική της κληρονομιά, τα τεχνικά χαρακτηριστικά της και τη θερμική άνεση που προσφέρει.
2. Υπολογίζεται πως κατά τη διάρκεια του πολέμου καταστράφηκαν 12,5 εκατομμύρια κατοικίες. Σύμφωνα με έρευνα που διεξήχθη από το EPFL (Ομοσπονδιακή Πολυτεχνική Σχολή της Λοζάνης), μόλις 15.000 κατοικίες σχεδιάστηκαν με δομική πέτρα στην περιοχή της πρωτεύουσας.
3. Η ετήσια εξόρυξη πέτρας στη Γαλλία το 1900 σε όγκο υπολογίζεται στα 1.200.000 κυβικά μέτρα και το 1937, πριν την έναρξη του 2ου παγκοσμίου πολέμου, σε 150.000 κυβικά μέτρα.
4. Οι κατασκευές με σκυρόδεμα δέχονταν μεγαλύτερη κρατική χρηματοδότηση και προτιμήθηκε η τυποποίηση της κατασκευής που υπόσχονταν το υλικό.
5. Μέχρι το 1945 υπολογίζεται πως 1 κυβικό μέτρο πέτρας χρειαζόταν κατά μέσο όρο 50 ώρες ώστε να εξορυχθεί.



Εικόνα 1

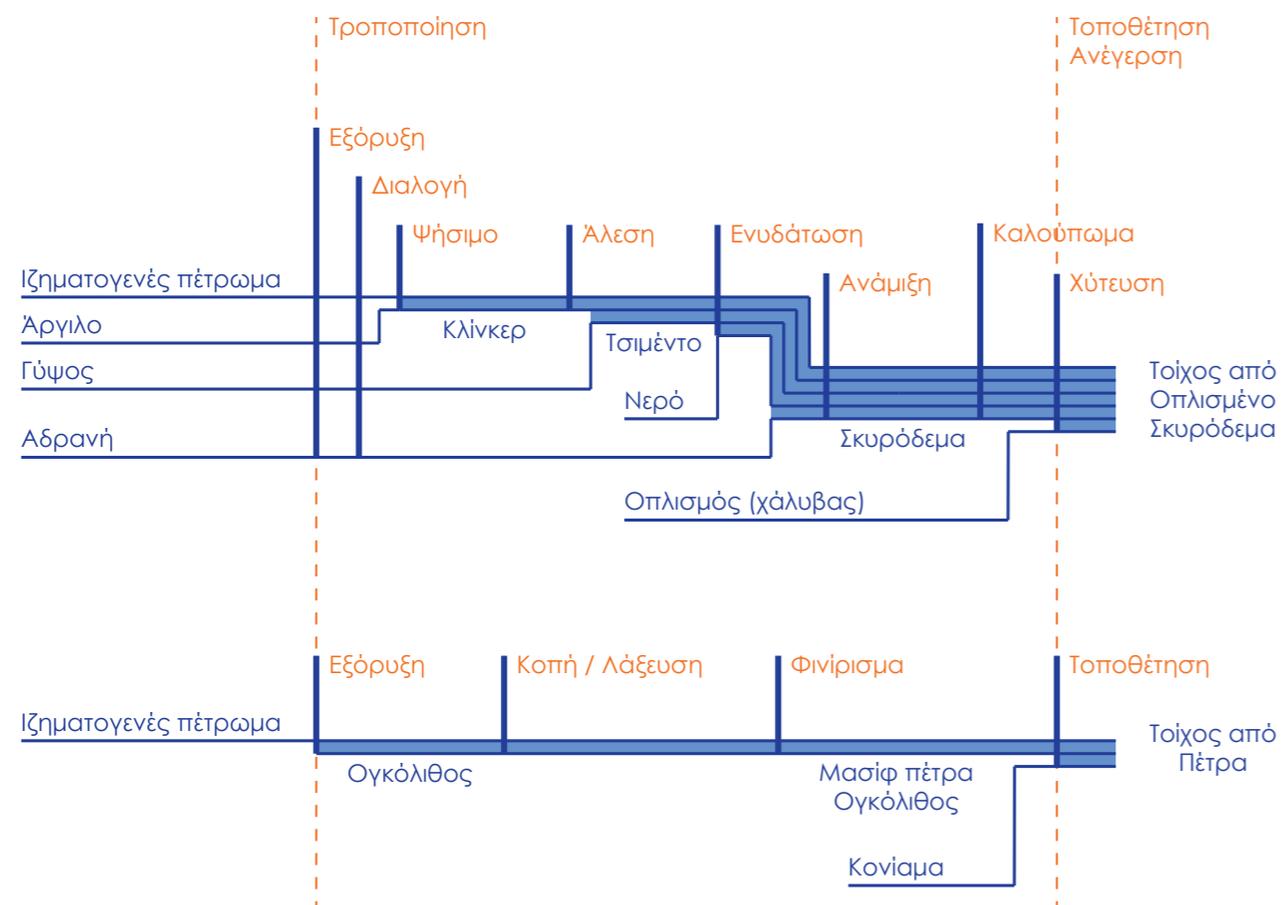
Πολυκατοικία στο παλιό λιμάνι,
Fernand Rouillon,
Μασσαλία, Γαλλία, 1951-1955
Εξωτερική άποψη
@Architecture de Collection



Εικόνα 2

Πολυκατοικία στο παλιό λιμάνι,
Fernand Rouillon,
Μασσαλία, Γαλλία, 1951-1955
Εσωτερική άποψη
@Architecture de Collection

Σήμερα, με το ζήτημα της κλιματικής αλλαγής να είναι πιο κρίσιμο από ποτέ, η αρχιτεκτονική στρέφεται σε πιο βιώσιμες και φιλικές προς το περιβάλλον εναλλακτικές. Τα φυσικά υλικά όπως η πέτρα ή ο πηλός κάνουν την επανεμφάνισή τους σε μία προσπάθεια επαναξιολόγησης των φυσικών πόρων. Έτσι, η πέτρα, με το ενεργειακό της αποτύπωμα να είναι στο ελάχιστο συγκριτικά με το σκυρόδεμα ή άλλα βιομηχανικά υλικά, επανέρχεται στο προσκήνιο, όχι μόνο ως μια παραπομπή στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική, αλλά ως ένα τεχνολογικά σύγχρονο υλικό του οποίου οι δυνατότητες αξιοποιούνται στο μέγιστο. Χάρη στην αισθητική, την αντοχή και την ανθεκτικότητά της, η πέτρα αποτελεί ένα υλικό που μπορεί να προσφέρει λύσεις σήμερα, συνδυάζοντας τεχνογνωσία χιλιετιών και καινοτομία. Οι νέες κατασκευαστικές τεχνικές, οι τρόποι κοπής, αυτοματοποίησης αλλά και η χρήση της σε υβριδικά συστήματα κατασκευής, ανοίγουν νέους δρόμους για τη δυναμική της παρουσία στην σύγχρονη αρχιτεκτονική. Τα ολοένα και περισσότερα έργα που υλοποιούνται σήμερα, επιτρέπουν στον κλάδο να εξελίσσεται ακόμα περισσότερο και χάρη στις δοκιμές να εμπλουτίζονται και να ενημερώνονται οι κανονισμοί της κατασκευής.



Μεθοδολογία

Ως μέρος της μεθοδολογίας για την εκπόνηση της παρούσας ερευνητικής εργασίας δημιουργήθηκε ένα κατάλογος διαφόρων projects των οποίων κύριο υλικό είναι η δομική πέτρα. Από αυτή τη βάση δεδομένων επιλέχθηκαν και αναλύθηκαν 4 projects με τον φέροντα οργανισμό τους να αποτελείται από ασβεστόλιθο ή ψαμμίτη (ιζηματογενή πετρώματα). Επιπρόσθετα, έλαβε χώρα μία μελέτη γύρω από την τοπική αρχιτεκτονική των 4 περιοχών, όπου προέκυψε ένα πλήθος ερωτημάτων τα οποία και επιχειρούνται να απαντηθούν και να κατανοηθούν - Πως χτίζω με πέτρα στην συγκεκριμένη περιοχή? Από που προέρχεται? Γιατί χρησιμοποιείται η πέτρα? Ποιες τυπολογίες δημιουργεί η χρήση της πέτρας? -. Στη συνέχεια τα ίδια και ακόμα περισσότερα ερωτήματα προκύπτουν στο σημερινό πλαίσιο με τα 4 projects⁶ - Γιατί η σχεδιαστική ομάδα επέλεξε την δομική πέτρα? Πως το έργο συνδυάζεται με την τοπική αρχιτεκτονική, μέσω των τυπολογιών, της άριστης υπάρχουσας τεχνογνωσίας και την ίδια την υλικότητα? Το έργο προσέφερε στην ήδη υπάρχουσα τεχνογνωσία εξελίσσοντάς τη? Πως κλήθηκαν οι αρχιτέκτονες να κάνουν τη συγκεκριμένη επιλογή στο σχεδιασμό? Γιατί αυτό το project εντάσσεται στην έννοια της βιώσιμης και φιλικής προς το περιβάλλον αρχιτεκτονικής? Τι ατμόσφαιρες δημιουργεί ο λίθος στο χρήστη? -

6. Τα 4 projects χρονολογούνται από το 1972 έως και σήμερα.

Μέρος των παραπάνω ερωτημάτων απαντήθηκαν από τον προσωπικό επανασχεδιασμό των αρχιτεκτονικών σχεδίων του κάθε έργου. Ο επανασχεδιασμός δεν αποτελεί απλώς μια γραφική άσκηση, αλλά ένα εργαλείο κατανόησης. Μέσα από την αναπαράσταση των κατόψεων, όψεων, τομών αλλά και τον εξ'ολοκλήρου προσωπικό σχεδιασμό ισομετρικών κατασκευαστικών τομών αλά Auguste Choisy (βλ σελίδες 77, 88, 99, 122, 123), ανέλυσά σε βάθος τη λογική οργάνωσης των χώρων, την κατασκευαστική δομή, τη σχέση των επιμέρους στοιχείων μεταξύ τους και φυσικά τη χρήση της δομικής πέτρας. Με αυτό τον τρόπο εντόπισα περιορισμούς και προτεραιότητες, κατανοώντας με μεγαλύτερη σαφήνεια πως το υλικό επηρεάζει τον συνολικό σχεδιασμό και κατ'επέκταση το αποτέλεσμα. Επιπλέον αυτός ο τρόπος συνέβαλε στη δημιουργία μιας κοινής σχεδιαστικής γραφής/ομοιογενούς βάσης δεδομένων που διευκόλυνε σημαντικά την συγκριτική μελέτη μεταξύ των 4 έργων.

Στα πλαίσια της έρευνας, πραγματοποιήθηκε ένα πλήθος επισκέψεων σε λατομεία - π.χ. Euville στην Ανατολική Γαλλία και s'Hostal στην Μινόρκα της Ισπανίας -, ταξιδιών - όπως στο νησί της Μαγιόρκα, στις Βαlearίδες Νήσους, τον Απρίλιο του 2025 όπου κατάφερα να δω από κοντά ένα από τα 4 case studies, αυτό των 8 Μονάδων κοινωνικής κατοίκησης (IBAVI, σελ.) καθώς και ένα σημαντικό project επαναξιολόγησης της πέτρας Social Housing 2104 (HARQUITECTES, σελ.) - αλλά και συζητήσεων τόσο με αρχιτέκτονες και φοιτητές αρχιτεκτονικής όσο και ανθρώπους που κατοικούν σε χώρους χτισμένους με δομική πέτρα.

Διάγραμμα 1

Στάδια κατασκευής ενός τοίχου από οπλισμένο σκυρόδεμα και ενός τοίχου από πέτρα.

Αφετηρία

Η παρούσα ερευνητική εργασία είναι καρπός ενός θαυμασμού για το υλικό της πέτρας που προέκυψε στα πλαίσια των σπουδών μου στην Αρχιτεκτονική Σχολή του Nancy της Γαλλίας (École Nationale Supérieure d'Architecture de Nancy - ENSA Nancy), μέσω του προγράμματος ανταλλαγής Erasmus+ 3 εξαμήνων και της Γαλλικής μου καταγωγής, σε μία χώρα όπως η Γαλλία που η πέτρινη δόμηση ήταν και συνεχίζει να είναι αρκετά πλούσια. Κατά τη διάρκεια της παρακολούθησης του μεταπτυχιακού προγράμματος AIE⁷ Architecture, Engineering, Environment στην γαλλική σχολή, ήταν σημαντική η ενασχόλησή μας ως φοιτητές με τα φυσικά υλικά -πέτρα, αργιλώδη γη και ξύλο- ενώ δόθηκε μεγάλη βαρύτητα στην βιώσιμη αρχιτεκτονική και την ευαισθητοποίηση που οφείλουμε να έχουμε ως μελλοντικοί αρχιτέκτονες και πολίτες, για το περιβάλλον, την κλιματική αλλαγή και το ενεργειακό αποτύπωμα που αφήνει πίσω του ο κλάδος της κατασκευής. Τον Σεπτέμβριο του 2024 είχα την τύχη να επισκεφθώ για πρώτη φορά το λατομείο ασβεστόλιθου της Euville στην Ανατολική Γαλλία και να μάθω για το υλικό της πέτρας από επαγγελματίες του χώρου, ενώ τον Ιανουάριο του 2025 συμμετείχα σε εργαστήρια λάξευσης της πέτρας που οργάνωσε η Αρχιτεκτονική Σχολή του Παρισιού (École Nationale Supérieure d'Architecture de Paris Val de Seine - ENSA Paris Val de Seine).

Μέσα από ένα πλήθος διαλέξεων, επισκέψεων, συζητήσεων και έρευνας, που έλαβαν χώρα στα πλαίσια της σύνθεσης του 9ου εξαμήνου με θέμα τον σχεδιασμό ενός "χώρου μικτών χρήσεων από δομική πέτρα", βρέθηκα σε μία διαδικασία επανεξέτασης του ρόλου της πέτρας στην αρχιτεκτονική και ειδικότερα εκείνη που έχει φέρουσα ιδιότητα. Εγείρονται ζητήματα τόσο οικονομικά και κοινωνικά, όσο και περιβαλλοντολογικών προκλήσεων. Δεδομένου ότι ο τομέας της κατασκευής αποτελεί έναν από τους κλάδους με το μεγαλύτερο ενεργειακό αποτύπωμα⁸ για το περιβάλλον, καθίσταται ιδιαίτερα επίκαιρη η μελέτη της αξιοποίησης των φυσικών πόρων στην αρχιτεκτονική, με στόχο την ανάπτυξη βιώσιμων κατασκευών που ενσωματώνουν τόσο σύγχρονες κατασκευαστικές τεχνικές όσο και την πλούσια τεχνογνωσία που έχει διαμορφωθεί γύρω από τα υλικά από τις κοινωνίες και την τοπική αρχιτεκτονική. Η πέτρα σε αυτό το πλαίσιο, δεν αποτελεί μόνο ένα υλικό με αντοχή, διάρκεια και χαμηλό ενεργειακό αποτύπωμα, αλλά ένα μέσο σύνδεσης με το παρελθόν και την αρχιτεκτονική ταυτότητα. Η εκ νέου χρήση της ανοίγει το δρόμο για νέες ερμηνείες της σχέσης ανάμεσα στον άνθρωπο και τη σχέση του με το (δομημένο) χώρο που τον περιβάλλει.

7. AIE: Architecture, Ingénierie, Environnement - Αρχιτεκτονική, Μηχανική, Περιβάλλον.

8. Υπολογίζεται πως κάθε χρόνο πάνω από 4 δισεκατομμύρια τόνοι σκυροδέματος παράγονται, αριθμός που αντιστοιχεί στο 8% των παγκόσμιων εκπομπών CO2.

(Πηγή Royal Institute of International Affairs (RIIA ή αλλιώς Chatham House)



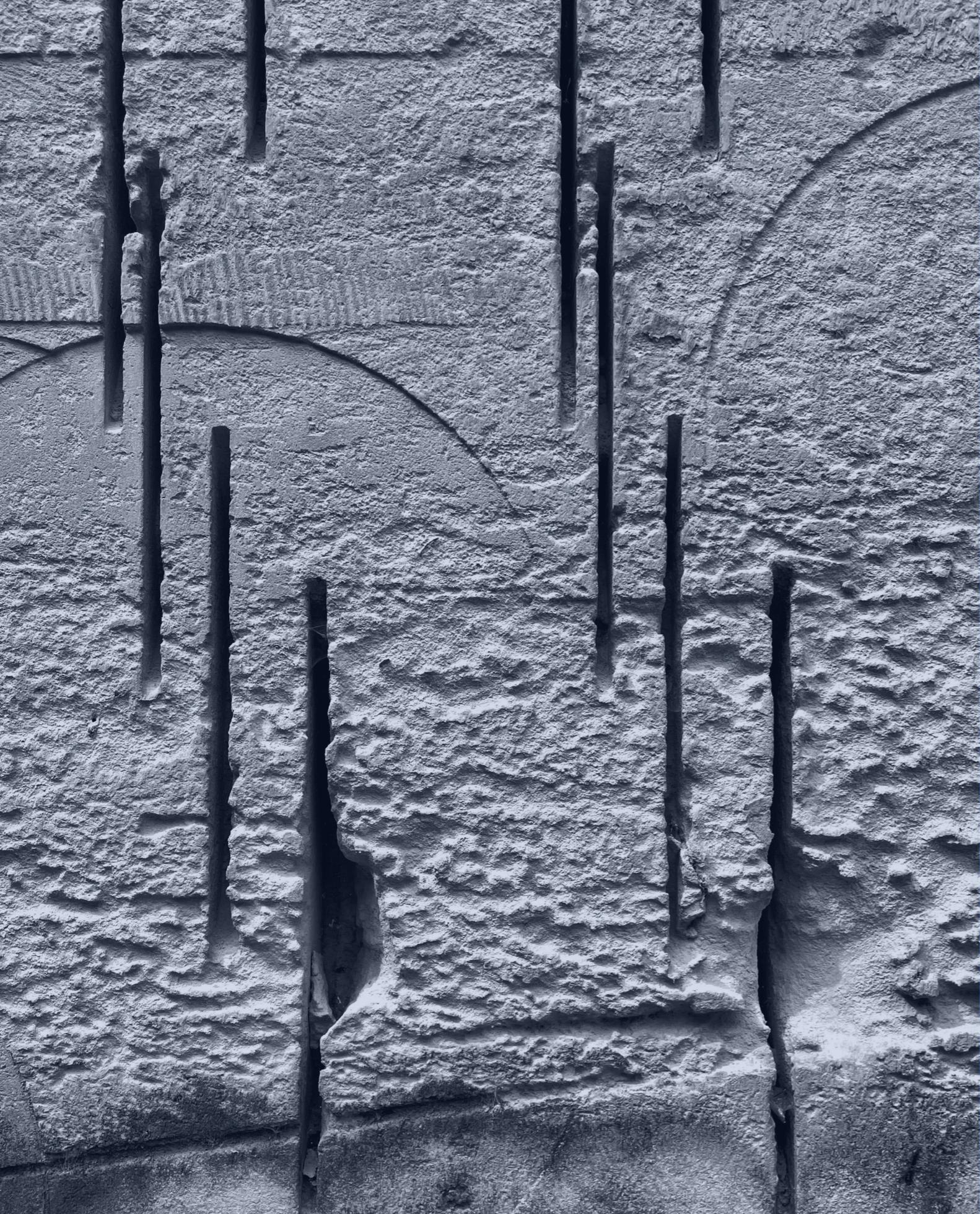
Εικόνα 3 [Πάνω]
Επίσκεψη της φοιτητικής ομάδας του ENSA Nancy στα λατομεία ασβεστόλιθου της Euville, Σεπτέμβριος 2024, Euville, Γαλλία
@Benoit Sindt

Εικόνα 4 [Μέση Αριστερά]
Συναρομολόγηση της πέτρινης δομής στο εργαστήριο λάξευσης πέτρας, Ιανουάριος 2025, Αρχιτεκτονική σχολή του Παρισιού, (ENSA Paris Val de Seine), Παρίσι, Γαλλία
@Alexandra Varouchas

Εικόνα 5 [Μέση Δεξιά]
Ολοκληρωμένη πέτρινη κατασκευή με ασβεστόλιθο Noyant (προέλευση Pays de la Loire, Γαλλία) στο εργαστήριο λάξευσης πέτρας, Ιανουάριος 2025, Αρχιτεκτονική σχολή του Παρισιού, (ENSA Paris Val de Seine), Παρίσι, Γαλλία
@ENSA Paris Val de Seine

Εικόνα 6 [Κάτω]
Εργαστήριο λάξευσης ασβεστόλιθου Noyant για την δημιουργία πέτρινης κατασκευής, Ιανουάριος 2025, Αρχιτεκτονική σχολή του Παρισιού, (ENSA Paris Val de Seine), Παρίσι, Γαλλία
@ENSA Paris Val de Seine





ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°

Η πέτρα ως δομικό υλικό

Από το γεωλογικό υπόβαθρο στη χρήση της στην αρχιτεκτονική

1.1. _ Γεωλογική προσέγγιση

Οι φυσικοί λίθοι⁹ είναι δομικά στοιχεία αποτελούμενα από κόκκους ύλης, συνδεδεμένους μεταξύ τους με συγκολλητικό ορυκτό υλικό, και κενά. Η εμφάνισή τους καθορίζεται από τον τύπο και την ποσότητα των ορυκτών αλλά και τη χημική τους σύσταση. Όσο για την υφή τους, αυτή καθορίζεται από το μέγεθος, το σχήμα και τον όγκο που καταλαμβάνουν τα συστατικά τους. Βάση της κοκκομετρίας, μπορούμε να διακρίνουμε τους λίθους σε δύο κατηγορίες, τους αδρόκοκκους και τους λεπτόκοκκους. Οι αδρόκοκκοι λίθοι (coarse-grained), όπως ο γρανίτης ή ο δολομίτης, παρουσιάζουν πιο τραχιά υφή και οι κόκκοι τους είναι ορατοί. Αντιθέτως, οι λεπτόκοκκοι λίθοι (fine-grained), όπως ο βασάλτης, έχουν πολύ μικρότερους κόκκους που είναι ελάχιστα ορατοί με γυμνό μάτι και αόρατοι.

Αδρόκοκκοι λίθοι



γρανίτης



διορίτης



γάββρος

Λεπτόκοκκοι λίθοι



ψαμμίτης



σχιστόλιθος

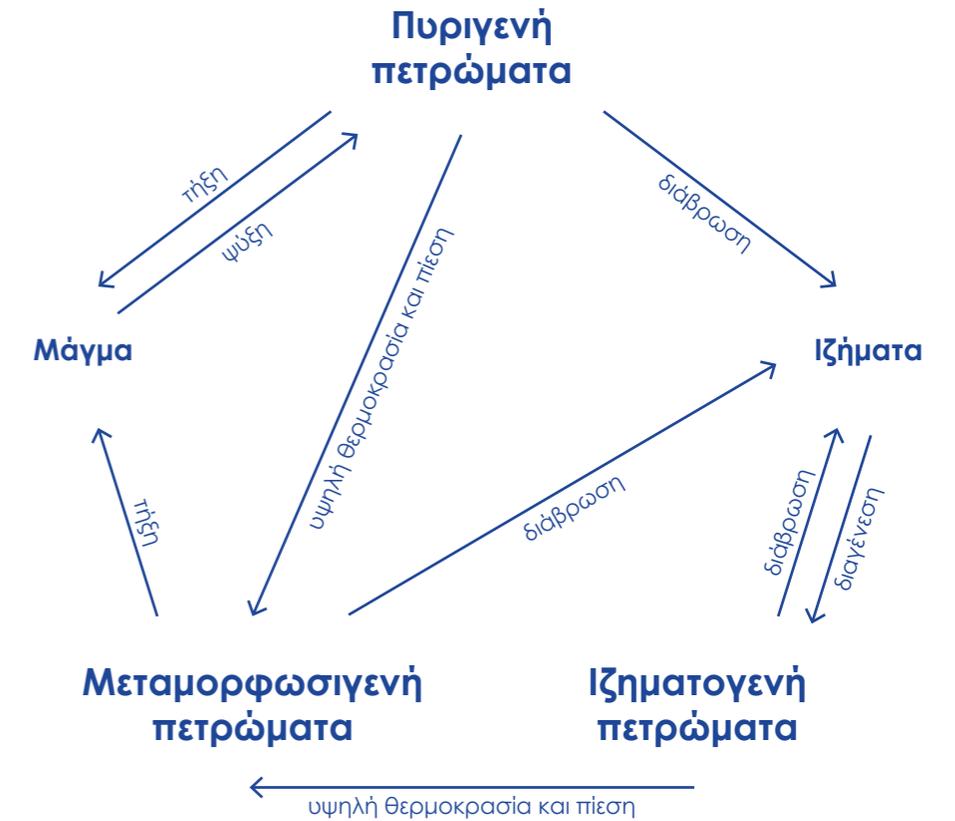


βασάλτιο

Κατά κανόνα, η γεωλογική κατηγοριοποίηση των φυσικών λίθων γίνεται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα των πετρωμάτων¹⁰ από τα οποία προέρχονται, δηλαδή τη διαδικασία του σχηματισμού τους. Συγκεκριμένα, πρόκειται για τα Πυριγενή πετρώματα (Igneous rocks), τα Μεταμορφωσιγενή πετρώματα (Metamorphic rocks) και τέλος τα Ιζηματογενή πετρώματα (Sedimentary rocks).

9. Φυσικός λίθος μπορεί να θεωρηθεί ένα κομμάτι πετρώματος του οποίου η μία τουλάχιστον διάσταση είναι μεγαλύτερη των 15 εκατοστών.

10. Τα πετρώματα αποτελούνται από ένα ή περισσότερα ορυκτά (ουσίες με καθορισμένη σύσταση).



Διάγραμμα 2

Ο κύκλος της πέτρας και οι οικογένειες των πετρωμάτων

1.1.1 _ Πυριγενή πετρώματα [ή εκρηξιγενή ή μαγματογενή πετρώματα - Igneous Rocks]

Τα πυριγενή πετρώματα, που αποτελούν το 95% του στερεού φλοιού της γης, σχηματίζονται από την ψύξη του μάγματος και κατ επέκταση στην στερεοποίησή του. Αυτός είναι και ο λόγος που θεωρούνται τα πιο σκληρά και ομογενή έναντι των μεταμορφωσιγενών και των ιζηματογενών. Δύο πετρώματα που προέρχονται από το ίδιο μάγμα μπορούν να παρουσιάσουν διαφορές ανάλογα με την ταχύτητα της ψύξης του και το αν η διαδικασία έγινε εσωτερικά ή εξωτερικά της γης. Ως εκ τούτου, τα πυριγενή πετρώματα κατηγοριοποιούνται εκ νέου στις εξής 3 κατηγορίες: τα πλουτωνικά, τα ηφαιστειακά και τα φλεβικά πετρώματα.

Τα **πλουτωνικά ή ενδογενή πυριγενή πετρώματα** (intrusive igneous rock) σχηματίζονται στο εσωτερικό της γης από μάγμα με αργό ρυθμό και συνήθως είναι αδρόκοκκοι λίθοι, σχετικά μεγάλου μεγέθους.



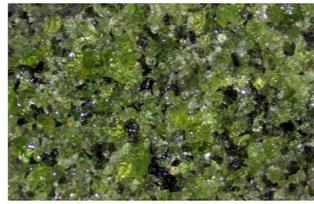
γρανίτης



διορίτης



γάββρος

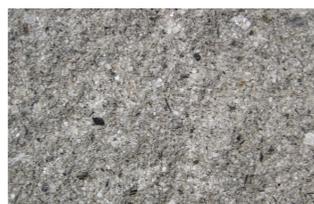


περιδοτίτης

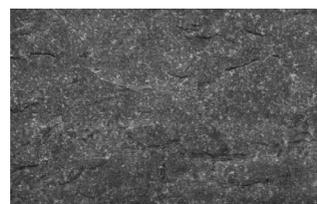
Τα **ηφαιστειακά ή εξώθερμα πυριγενή πετρώματα** (extrusive igneous rock) σχηματίζονται στο εξωτερικό της γης από την απότομη ψύξη του μάγματος. Λόγω αυτού, οι λίθοι είναι λεπτόκοκκοι αφού δεν έχουν αρκετό χρόνο να σχηματιστούν και άρα μη ορατοί με γυμνό μάτι.



ρολίτης



ανδειςίτης



βασάλτης



οψιανός

Τα **φλεβικά** (dyke rock), τα οποία σχηματίζονται σε ένα ενδιάμεσο βάθος της γης και έχουν μέτριο μέγεθος κόκκων.



Galician Center of Contemporary Art,
Álvaro Siza,
Santiago de Compostela, Ισπανία,
1988-1993

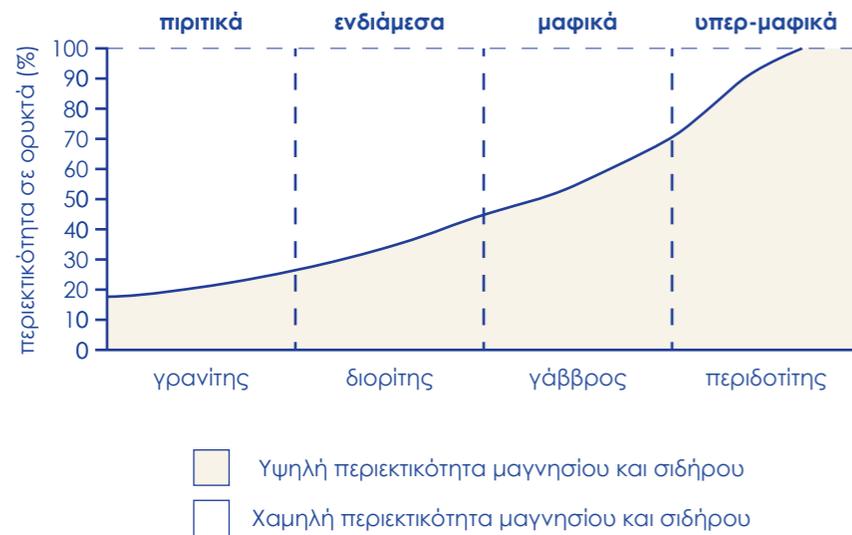
Το κτήριο έχει επενδυθεί εξωτερικά εξ'ολοκλήρου με τοπικό γρανίτη Γαλικίας, εναρμονίζοντάς το απόλυτα με την παραδοσιακή αρχιτεκτονική της περιοχής. Ολόκληρη η γειτονιά γύρω από το Γαλικιανό κέντρο όπως και το μοναστήρι San Domíngos de Bonaval που βρίσκεται απέναντι από το έργο του Álvaro Siza, είναι κτισμένη με τον τοπικό γρανίτη.

Εικόνα 7
Εξωτερική άποψη
@Fernando Guerra

Εικόνα 8
Εξωτερική άποψη
@Fernando Guerra

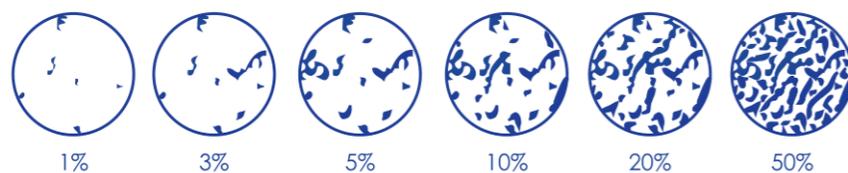


Βέβαια, ακόμα ένα κριτήριο που οδηγεί σε νέα κατηγοριοποίηση των πυριγενών πετρωμάτων είναι αυτό της περιεκτικότητας τους σε σκουρόχρωμα ορυκτά. Συγκεκριμένα, όσο πιο μαφικό είναι ένα πέτρωμα (πλούσιο σε περιεκτικότητα μαγνησίου και σιδήρου αλλά χαμηλό σε διοξείδιο του πυριτίου), τόσο πιο σκούρα ορυκτά θα περιέχει. Αντίθετα, όσο πιο πυριτικό είναι (υψηλή περιεκτικότητα σε διοξείδιο του πυριτίου) τόσο πιο ανοιχτόχρωμη όψη θα έχει. Γενικά, η σύσταση των πετρωμάτων αποτελείται από τα παρακάτω χημικά στοιχεία που βρίσκονται στο φλοιό της γης: οξυγόνο (O), πυρίτιο (Si), αλουμίνιο (Al), σίδηρο (Fe), ασβέστιο (Ca), νάτριο (Na), μαγνήσιο (Mg) και κάλιο (K), με τα κυριότερα να είναι το οξυγόνο και το πυρίτιο.



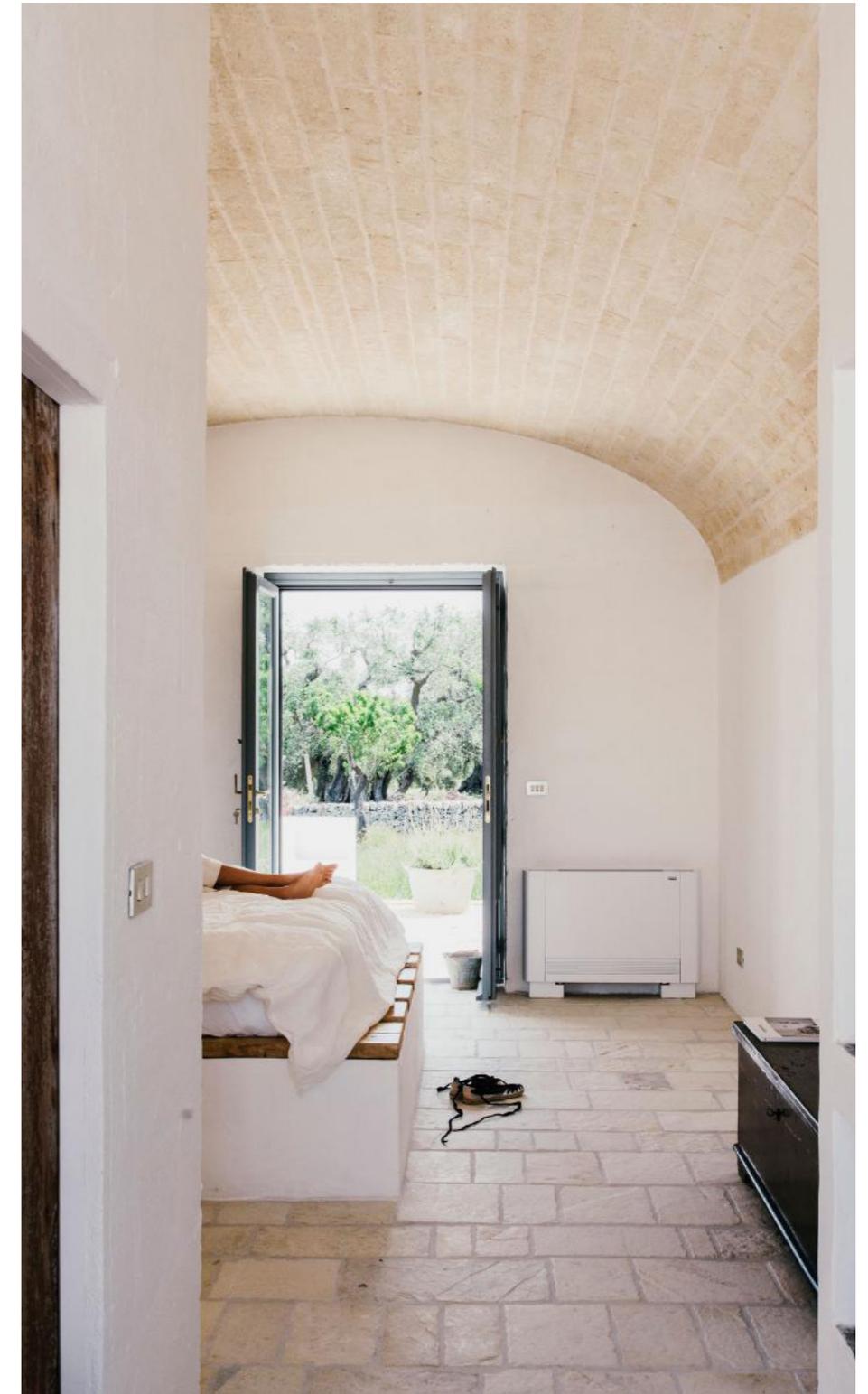
Διάγραμμα 3

Πίνακας κατηγοριοποίησης των πετρωμάτων έχοντας ως κριτήριο την περιεκτικότητά τους σε ανοιχτόχρωμα ή σε σκουρόχρωμα ορυκτά.



Διάγραμμα 4

Ποσοστιαία εκτίμηση των ορυκτών σκούρου χρώματος σε ένα πυριγενές πέτρωμα



Masseria Moroseta,
Andrew Trotter,
Ostuni, Ιταλία, 2015

Εικόνα 9

Εσωτερική άποψη τμηματικού θόλου από τόφφου (πυριγενές ηφαιστειακό πέτρωμα)

@Salva López

Στην Ελλάδα απαντάμε τους ηφαιστειακούς τόφφους στην δυτική Μακεδονία και τη Θράκη καθώς και σε ορισμένα νησιά των Κυκλάδων (π.χ. Σαντορίνη, Μήλος, Κίμωλος κ.ά.).

1.1.2 _ Μεταμορφωσιγενή πετρώματα [Metamorphic Rocks]

Τα μεταμορφωσιγενή ή κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα είναι αυτά τα οποία έχουν υποστεί “μεταμόρφωση” από ένα ήδη σχηματισμένο πέτρωμα (πυριγενές, ιζηματογενές ή άλλο μεταμορφωσιγενές) σε ένα άλλο. Αιτίες αυτής της αλλαγής είναι συνήθως η υψηλή θερμοκρασία ή/και η πίεση (βλ. διάγραμμα σελ 15) οι οποίες δεν λιώνουν το πέτρωμα αλλά κάνουν τη σύστασή του πιο πυκνή. Η μεταμόρφωση γίνεται σε ένα μεγάλο βάθος των φλοιών της γης, στο σημείο που συναντώνται οι τεκτονικές πλάκες.

Τα μεταμορφωσιγενή πετρώματα διακρίνονται σε 3 κύριες κατηγορίες με κριτήριο το είδος της μεταμόρφωσης που υπέστησαν, την γενική, την δυναμική και την εξ’επαφής μεταμόρφωση. Στην πρώτη περίπτωση, το βασικό ρόλο παίζουν η θερμοκρασία και η πίεση, ενώ στη δεύτερη περίπτωση ο βασικός παράγοντας της μεταμόρφωσης είναι η πίεση. Στην εξ’επαφής διαδικασία, υπεύθυνοι είναι η θερμοκρασία και τα ρευστά διαλύματα που περιέχονται στα πυριγενή πετρώματα.

Αυτή η κατηγορία πετρωμάτων χαρακτηρίζεται βάσει του βαθμού μεταμόρφωσης του πετρώματος: χαμηλού βαθμού όταν οι μεταμορφικοί παράγοντες είναι χαμηλοί, υψηλού βαθμού εάν οι παράγοντες είναι υψηλών επιπέδων και μέσου βαθμού όταν οι τιμές είναι ενδιάμεσες.

Γενικά, το πιο διαδεδομένο πέτρωμα της συγκεκριμένης οικογένειας είναι το μάρμαρο¹¹, ένας κρυσταλλοποιημένος ασβεστόλιθος που προήλθε από τη μεταμόρφωση ιζηματογενών πετρωμάτων, όπως του ασβεστόλιθου (ασβεστικά μάρμαρα) και του δολομίτη (δολομιτικά μάρμαρα).



11. Το μάρμαρο έχει ως βασικό χαρακτηριστικό την λεπτόκοκκη δομή του και τις πολύ καλές μηχανικές ιδιότητες όπως τη θλιπτική του αντοχή.

The Barcelona Pavilion,
Mies van der Rohe,
Βαρκελώνη, Ισπανία, 1929

Στο περίπτερο της Βαρκελώνης χρησιμοποιούνται φυσικά πετρώματα και μάρμαρα όπως το πράσινο μάρμαρο της Τήνου, το ιταλικό πράσινο μάρμαρο *Verde Antico*, τον όνυχα και τον τραβερτίνο (ο τελευταίος είναι ο μοναδικός που δεν αποτελεί μεταμορφωσιγενές πέτρωμα αλλά ιζηματογενές).

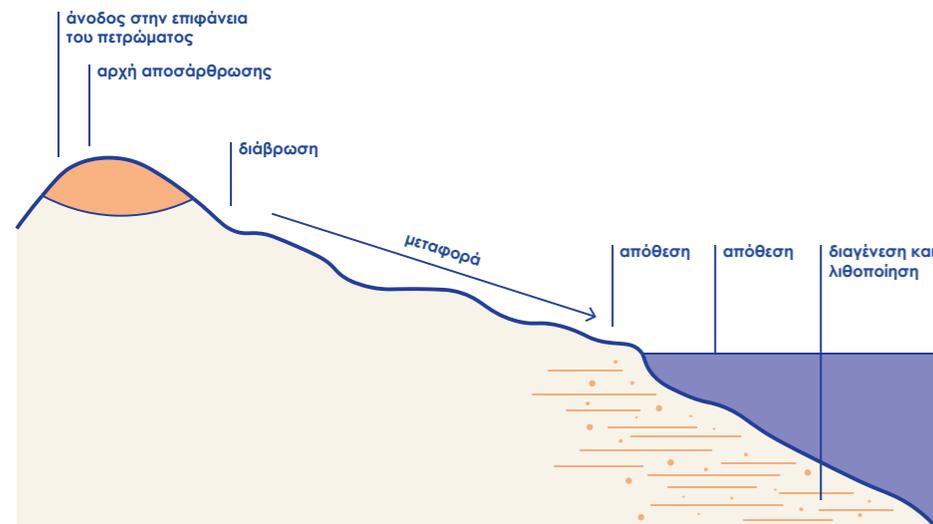
Εικόνα 10
Εσωτερική άποψη
@Pete Sieger



1.1.3 _ Ιζηματογενή πετρώματα [Sedimentary Rocks]

Τα ιζηματογενή πετρώματα¹² σχηματίζονται μέσω της διαδικασίας της διαγένεσης και κοντά στην επιφάνεια της γης.

Το πρώτο στάδιο του σχηματισμού του συγκεκριμένου τύπου πετρώματος είναι η **αποσάθρωση** και η **διάβρωση**, η επίδραση δηλαδή του ανέμου και της ελαφρώς όξινης βροχής που "σπάει" τους μητρικούς λίθους σε μικρότερους. Η διαδικασία γίνεται σε θερμοκρασίες μικρότερες των 100 βαθμών Κελσίου και η σύνθεση των νέων πετρωμάτων αλλάζει σε σχέση με την μητρική. Στο δεύτερο στάδιο, αυτό της **μεταφοράς**, τα προϊόντα της διάβρωσης μεταφέρονται, μέσω του νερού για το ανδρόκκοκο υλικό ή του αέρα για το λεπτόκκοκο, σε άλλες θέσεις. Η διαδικασία αυτή είναι μεγάλης σημασίας καθώς η μεταφορά των ιζημάτων επηρεάζει την κατανομή τους επιδρώντας στην διαμόρφωση του τελικού προϊόντος. Όταν τα υλικά δε μπορούν πλέον να μετακινηθούν μιλάμε για το στάδιο της **απόθεσης**, σε μέρη όπως ποτάμια, λίμνες, ωκεανούς και έρημους. Παράλληλα, άλλα υλικά έρχονται να συσσωρευτούν πάνω από τα πετρώματα δημιουργώντας επάλληλες στρώσεις. Το τελευταίο στάδιο είναι αυτό της **λιθοποίησης** με τα άλατα που έχουν μεταφερθεί μέσω του νερού να συγκολλούν τα διάφορα πετρώματα δημιουργώντας τα τελικά ιζηματογενή πετρώματα.



12. Τα ιζηματογενή πετρώματα είναι ένας πόρος που διαρκώς ανανεώνεται από την ίδια τη γη μέσω της διαδικασίας της ιζηματογένεσης. Η διαδικασία όμως αυτή γίνεται σε διάρκεια πολλών ετών καθιστώντας το υλικό μη άμεσο ανανεώσιμο πόρο.

13. Οι ψαμμίτες έχουν την ιδιότητα ενώ είναι μαλακοί όταν εξορυχθούν και επεξεργάζονται εύκολα, να "σκληραίνουν" αφού όντας εκτεθειμένοι στον αέρα, "ξερώνονται".

Ο σχηματισμός των **κλαστικών** πετρωμάτων γίνεται από την αποσάθρωση των υλικών λόγω φυσικών παραγόντων όπως το νερό, και αποτελούν το 80% όλων των ιζηματογενών πετρωμάτων.

Ψαμμίτης [Sandstone]

Οι ψαμμίτες¹³ αποτελούνται κατά κύριο λόγο από κόκκους χαλαζία (quartz) και από άστριο σε αναλογία 10-12% (λόγω της αφθονίας τους στον φλοιό της γης), αλλά και από μαρμαρυγίες, μερικές φορές άργυλο και το φυσικό υλικό που αφορά την συγκόλληση του τελικού πετρώματος. Με βάση το τελευταίο, οι ψαμμίτες διακρίνονται σε χαλαζιακούς, σε ασβεστικούς και σε αργιλώδεις. Αναλόγως την σύσταση, διακρίνονται σε Χαλαζιακούς Αρενίτες (Quartz Arenites) όταν η περιεκτικότητα του χαλαζία αγγίζει ποσοστά 90% και Αστριούχους Αρενίτες (Feldspathic Arenites). Το συνδετικό υλικό μπορεί να είναι άργιλος, ασβεστίτης κ.α., υλικά πυριτικής, αργιλικής ή ασβεστολιθικής προέλευσης. Οι πυριτικοί κόκκοι της άμμου έχουν μέγεθος από 1/16 έως 2 χιλιοστά.

Το ιζηματογενές αυτό πέτρωμα συναντάται σε τόπους όπου υπάρχει μεγάλη συσσώρευση άμμου όπως σε παράκτιες περιοχές ή σε ερήμους. Στην χώρα μας, μπορούμε να το βρούμε σε αφθονία. Το χρώμα του ποικίλει από λευκό έως κόκκινο και καφέ, ανάλογα με τη σύνθεση των ορυκτών. Μερικοί από τους τύπους ψαμμιτών, με βάση τη σύνθεση, την υφή και το χρώμα, είναι οι εξής:



Χαλαζιακός ψαμμίτης

Αποτελείται από 90% κόκκους χαλαζία, έχει ανοιχτόχρωμο χρώμα, ανθεκτικό, συμπαγές, σκληρό πέτρωμα



Αρκόζες

Έντονη παρουσία του άστριου (αστριούχου άμμου), ερυθρό ή γκρι χρώμα, χονδρόκοκκο πέτρωμα



Γραουβράκη (Greywacke)

Μείγμα χαλαζία, άστριου και θραύσματα βράχου, σκούρο χρώμα. Επικρατούν κρύσταλλοι μικρού μεγέθους



Κόκκινος Ψαμμίτης

Κοκκινωπό χρώμα λόγω της παρουσίας οξειδίου του σιδήρου. Στην κατηγορία αυτή ανήκει η πέτρα Μαρές που απαντάται στις παράκτιες περιοχές της Μεσογείου

Διάγραμμα 5

Τα στάδια της ιζηματογένεσης

Τα ιζηματογενή πετρώματα διακρίνονται σε 3 κατηγορίες με κριτήριο το μηχανισμό δημιουργίας τους: τα **κλαστικά** ή μηχανικά, τα **χημικά** και τα **βιογενή**. Ο σχηματισμός των τελευταίων γίνεται χάρη στη βοήθεια οργανικών υλών, ζωικών ή φυτικών οργανισμών.



*Jordi and África's House,
TEd' A Arquitectes,
Montüiri, Ισπανία, 2010-2015*

Στους εξωτερικούς τοίχους της κατοικίας, σε σχήμα κύβου, τοποθετείται ο τοπικός ψαμμίτης μαρές, τόσο νέων τεμαχίων όσο και επαναχρησιμοποιημένων λίθων από το κτήριο που υπήρχε σε παλαιότερο χρόνο στο οικόπεδο. Οι χαράξεις των προγενέστερων λίθων, οι οποίες έγιναν ώστε να δένουν μεταξύ τους με το συνδετικό κονίαμα, είναι εμφανείς στην όψη δημιουργώντας μία έντονη αντίθεση μεταξύ αυτών και των νέων λειασμένων λίθων μαρές. Με αυτή τους την κίνηση, οι αρχιτέκτονες "πμούν" τους τεχνίτες και μαστόρους που λάξευσαν τους λίθους της προγενέστερης κατοικίας. Οι νέες πέτρες τοποθετούνται κοντά στα ανοίγματα ώστε να τα υπογραμμίσουν.

Εικόνα 11
Εξωτερική άποψη
@TEd' A Arquitectes

Εικόνα 12
Λεπτομέρεια Όψης
@TEd' A Arquitectes

Αργιλικός Σχιστόλιθος [Shales]

Ο αργιλικός σχιστόλιθος είναι ένα πέτρωμα που ανήκει στην οικογένεια των αργιλωδών ιζημάτων. Βρίσκεται στο εύρος σκουρόχρωμων χρωματικών παλέτων και φέρει αρκετές ομοιότητες με τον ψαμμίτη, πλην των συγκολλημένων υλικών που βρίσκονται σε μορφή λεπτής σκόνης. Κύριο χαρακτηριστικό του είναι η όψη του με τα εμφανή επίπεδα στρώσεων πυκνής διάταξης και αποσχίζονται εύκολα σε πολύ λεπτές πλάκες μέχρι 5mm. Είναι ένα αρκετά ανθεκτικό λεπτόκοκκο πέτρωμα αποτελούμενο από ιλύ σε ποσοστό 65% και άργιλο σε ποσοστό 35%. Το μέγεθος των κόκκων των ορυκτών είναι μικρότερο των 0.002 χιλιοστών. Η ονομασία τους προέρχεται από τη στρωσιγενή δομή τους.

*Οινοποιείο Quinta do Vallado,
Menos é Mais Arquitectos,
Peso da Régua, Πορτογαλία, 2011*

Ο σχιστόλιθος έρχεται να επενδύσει εξωτερικά το έργο της προσθήκης ενώ ο φέρων οργανισμός αποτελείται από σκυρόδεμα. Η χρήση του σχιστόλιθου έχει ως στόχο το κτήριο να "αναδύεται" σαν βράχος από το έδαφος. Το υλικό είναι τοπικό, προέρχεται από την περιοχή Douro, τονίζοντας την σχέση του κτίριου με την τοπική αρχιτεκτονική.

Εικόνα 13
Εξωτερική άποψη
@Fernando Guerra / FG+SG



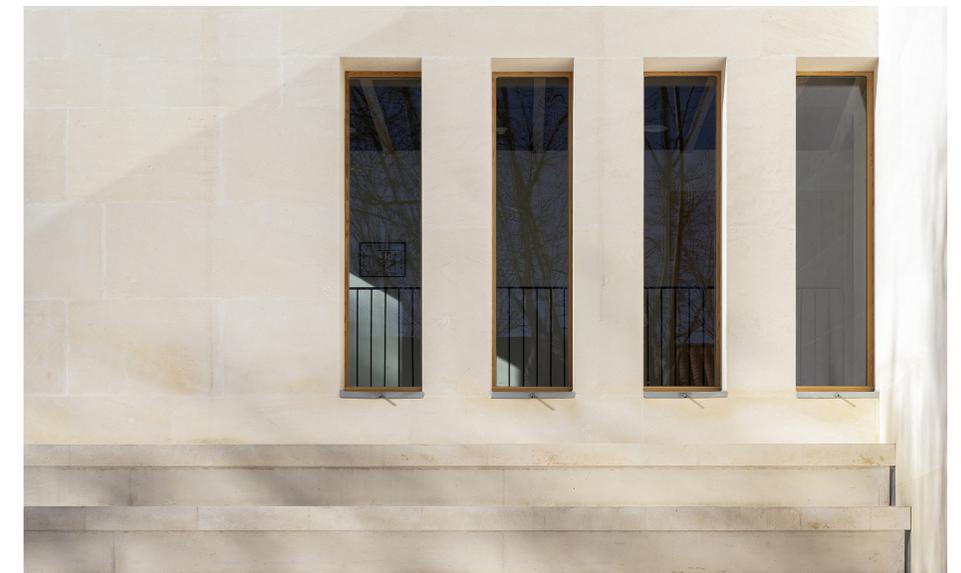
Ο σχηματισμός των **χημικών πετρωμάτων** γίνεται από τη συγκέντρωση των ορυκτών (ασβεστίου και μαγνησίου) καθώς αυτά αποτέθηκαν από υδάτινα διαλύματα με ανόργανες χημικές ιδιότητες. Συνήθως, αυτό το είδος απαντάται σε περιβάλλοντα όπως λίμνες και θάλασσες που εξατμίζονται. Η σημαντικότερη κατηγορία είναι αυτή των ανθρακικών πετρωμάτων τα οποία διακρίνονται στους δολομίτες και τους ασβεστόλιθους.

Ασβεστόλιθος [Limestone]

Το πιο κοινό χημικό πέτρωμα είναι ο ασβεστόλιθος που έχει ως κύριο ορυκτολογικό υλικό τον ασβεστίτη. Η προέλευση του εκτός από χημική μπορεί να είναι και βιογενής, όταν δηλαδή αποτελείται από κελύφη και σκελετικά στοιχεία ζωικών ή φυτικών οργανισμών μετά το θάνατο τους. Αυτός ο τύπος ασβεστόλιθου ονομάζεται και κογχυλιογενής ασβεστόλιθος. Είναι ένα λεπτόκοκκο πέτρωμα με κόκκους μεγέθους 0,001 χιλιοστών ενώ τα απολιθώματα των νεκρών οργανισμών είναι ορατά. Τα χαρακτηριστικά του ασβεστόλιθου διαφέρουν αναλόγως την ποικιλία και τον τόπο εξόρυξης. Το κύριο από αυτά είναι η μεγάλη αντοχή του καθώς μπορεί να υποστηρίξει μεγάλες πιέσεις και για αυτό το λόγο προτιμάται σε μορφή συμπαγούς πέτρας ως το κύριο κατασκευαστικό υλικό φέροντος οργανισμού. Επίσης, χάρη στην ανθεκτικότητά του, αντέχει τόσο σε φυσικές καταπονήσεις και φθορές όσο και στα καιρικά φαινόμενα και ιδιαίτερα την υγρασία. Σε ορισμένες κατηγορίες ασβεστόλιθου, η υγρασία δεν αποδυναμώνει το υλικό αλλά αντιθέτως το ενισχύει κάνοντάς το ακόμα πιο ανθεκτικό. Επιπλέον, λειτουργεί ως φυσικός ρυθμιστής της υγρασίας καθώς χάρη στην υγροσκοπία έχει τη δυνατότητα να απορροφά τα μόρια νερού και να τα απελευθερώνει όταν ο αέρας είναι ξηρός. Αξίζει να αναφερθεί η θερμική αδράνεια του πετρώματος, δηλαδή η μεγάλη του θερμοαπορροφητικότητα, καθώς είναι ικανό να απορροφά και να αποθηκεύει τη θερμότητα προσφέροντας θερμική σταθερότητα στους χώρους. Επιπλέον, όντας ένα υλικό με μεγάλη πυκνότητα, έχει υψηλές ηχομονωτικές ικανότητες. Πολλές φορές, παρουσιάζει δείγματα σκουριάς λόγω των οξειδίων που περιέχει.

Ανάλογα με τη σύστασή του και την επεξεργασία, απαντάται με διαφορετικές υφές, αρκετά λεία ή πιο τραχιά και πορώδη. Όσον αφορά την επεξεργασία που μπορεί να δεχθεί η πέτρα, όσο λιγότερο άργιλο περιέχει, τόσο πιο εύκολα γυαλίζεται. Τα χρώματα του ασβεστόλιθου είναι κυρίως ανοιχτόχρωμα, λευκό, μπεζ ή γκρι και επηρεάζονται από τα ποσοστά άργιλου, ιλύς και άμμου που περιλαμβάνει.

Επιπρόσθετα, ο ασβεστόλιθος, όπως και πλήθος άλλων πετρωμάτων, μπορεί να ανακυκλωθεί και να επαναχρησιμοποιηθεί στην κατασκευή.



Περιφερειακό Ωδείο Μουσικής και Χορού,
Boris Bouchet Architecture και Studio
1984,
Le Pradet, Γαλλία, 2020

Το ωδείο βρίσκεται στην καρδιά του αστικού ιστού, στο ιστορικό κέντρο της πόλης, στη θέση του πρώην σχολείου Jean Jaures. Η ογκοπλασία καθώς και τα υλικά βρίσκονται σε πλήρη εναρμόνηση με τον περίγυρο. Κύριο υλικό της κατασκευής είναι ο ασβεστόλιθος Estailade (από τα λατομεία της Provence σε μικρή απόσταση) και χρησιμοποιήθηκαν συνολικά πάνω από 1.200 μπλοκ πέτρας για την ολοκλήρωση του έργου. Το υλικό εξηπυρετεί απόλυτα το κτηριολογικό πρόγραμμα αφού οι πέτρινοι τοίχοι πάχους 35 εκατοστών καλύπτουν πλήρως τις ηχομονωτικές ανάγκες.

Εικόνα 14
Εξωτερική άποψη
@Benoit Alazard

Εικόνα 15
Λεπτομέρεια Όψης
@Benoit Alazard

Εικόνα 16
Εξωτερική άποψη
@Benoit Alazard





Οικοδομή 17 κοινωνικών κατοικιών,
Barrault Pressacco,
Παρίσι, Γαλλία, 2017

Το έργο των 17 κοινωνικών κατοικιών έχει ως στόχο τόσο να συνδυαστεί όσο και να επαναπροσδιορίσει τα κλασικά παριζιάνικα πέτρινα κτήρια τύπου Haussmannien. Εφαρμόζει σημαντικά χαρακτηριστικά του αρχιτεκτονικού αυτού στυλ (κύρια πρόσοψη ευθυγραμμισμένη με το δρόμο, επανάληψη-ρυθμό στην όψη, κτήριο σε σχήμα "Γ" που δημιουργεί εσωτερική αυλή) χρησιμοποιώντας συγχρόνως νέες κατασκευαστικές τεχνικές (συνδυασμός με υλικά όπως ο χάλυβας, το ξύλο μορφής CLT).

Εικόνα 17
Εξωτερική άποψη
@Barrault Pressacco

Εικόνα 18
Εξωτερική άποψη
@Barrault Pressacco

Εικόνα 19
Λεπτομέρεια κατασκευής
@Clement Guillaume



Δολομίτης [Dolostones]

Ο δολομίτης είναι ένα μεικτό ανθρακικό ίζημα που σχηματίζεται κατά βάση λόγω της απομάκρυνσης του ασβεστίτη και την αντικατάστασή του από το μαγνήσιο. Με λίγα λόγια είναι ένας ασβεστόλιθος που μετατρέπεται σε δολομίτη μέσω της επίδρασης του νερού. Αναλόγως με τα ποσοστά αφαιρούμενου ασβεστίτη, μπορούν να υπάρχουν όλα τα ενδιάμεσα πετρώματα μεταξύ του ασβεστόλιθου και του δολομίτη. Οι δολομίτες μοιάζουν αρκετά με τον ασβεστόλιθο, εμφανίζουν όμως αμώδη υφή, μεγαλύτερο βάρος και μεγαλύτερη σκληρότητα.

1.2. _ Εξόρυξη και επεξεργασία

Τύποι Λατομείων, Τρόποι Εξόρυξης και Λάξευσης

Τα θραύσματα των πετρωμάτων, ο λίθος, η άμμος ή άλλος τύπος ορυκτών, εξορύσσονται από την επιφάνεια της γης σε όγκους μεγάλου μεγέθους σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους, τα λατομεία, και στη συνέχεια δέχονται μία σχετική επεξεργασία με σκοπό να χρησιμοποιηθούν. Σήμερα, υπολογίζεται πως το μεγαλύτερο ποσοστό των λίθων που εξορύσσεται αφορά την κατασκευή¹⁴. Χρησιμοποιούνται αυτούσιοι χωρίς ειδική επεξεργασία ως λαξευτοί λίθοι¹⁵ και ογκόλιθοι για φέρουσες τοιχοποιίες, ως αδρανή¹⁶ που συμβάλλουν στην κατασκευή οπλισμένου ή άοπλου σκυροδέματος, ως κονίες και κονιάματα σε επιχρίσματα (μαρμαρόσκονη, γύψος) ή ακόμα και για λιθόστρωτα και οδοστρώσεις.

Κάθε λατομείο διαφέρει από το άλλο, τόσο αυτό καθ'αυτό όσο και τα προϊόντα τα οποία παράγουν. Οι διαφορές που έχουν κυρίως οφείλονται στα χαρακτηριστικά του εδάφους (γεωλογία) και την τοποθεσία τους (κλίμα). Ένα λατομείο μπορεί να παράξει την ίδια πέτρα σε διαφορετικές κλίμακες σκληρότητας. Για παράδειγμα, το λατομείο ασβεστόλιθου της Euville στην ανατολική Γαλλία, παράγει το συγκεκριμένο πέτρωμα σε συμπαγή σκληρή μορφή, κατάλληλο για φέρον οργανισμό, σε πιο πορώδη, μέτριας σκληρότητας μορφή και σε πέτρα μαλακής μορφής που έχει κυρίως διακοσμητικό ρόλο καθώς είναι εύκολο να λαξευτεί στη συνέχεια.

Σήμερα, με ολοένα και περισσότερους αρχιτέκτονες να προτιμούν την πέτρα ως δομικό υλικό, ο κλάδος της εξόρυξης των διαφόρων πετρωμάτων έχει εξελιχθεί αρκετά με τις διαδικασίες να γίνονται πλέον με πιο αυτοματοποιημένους τρόπους. Χρησιμοποιείται προηγμένος εξοπλισμός ανατίναξης (όταν κρίνεται απαραίτητο) και μεταφοράς, ενώ τα εργαλεία διάτρησης και κοπής των πετρωμάτων όπως τα αλυσοπρίονα έχουν διαμαντένιες άκρες. Σε ορισμένες περιπτώσεις, χρησιμοποιείται μέθοδος πίεσης νερού (water jet cutter)

Οι κυριότεροι τύποι λατομείων για την εξόρυξη φυσικών λίθων είναι τα υπαίθρια και τα υπόγεια. Στον ελλαδικό χώρο, σχεδόν το σύνολο των λατομείων είναι ανοικτά.

Εικόνα 20

Λατομεία Ασβεστόλιθου,
Euville, Grand Est, Γαλλία
@Amélie Pérakis

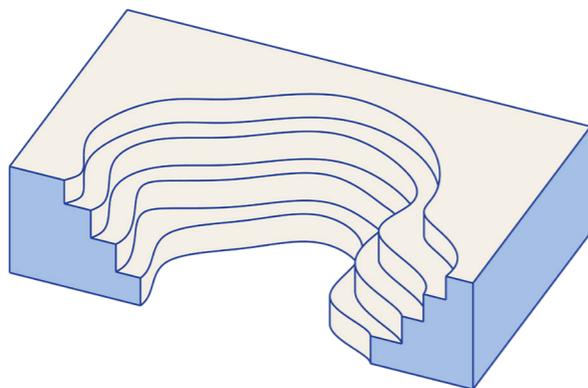
14. Υπολογίζεται πως τα 2/3 της εξορυγμένης πέτρας σε παγκόσμια κλίμακα προέρχονται από 7 χώρες και συγκεκριμένα την Κίνα, την Ινδία, την Τουρκία, το Ιράν, την Ιταλία, την Βραζιλία και την Ισπανία.
15. Με τον όρο “λαξευτός λίθος” αναφερόμαστε σε ένα φυσικό πέτρωμα που έχει εξορυχθεί και μορφοποιηθεί σε συγκεκριμένες διαστάσεις. Συνήθως, η μορφή που παίρνουν είναι αυτή των μπλοκ, των πλακών ή πλακιδίων.
16. Τα αδρανή (χαλίκι, άμμος) που αποτελούν συστατικό του σκυροδέματος, προέρχονται από ιζηματογενή πετρώματα.



1.2.1. _ Υπαιθρια, ανοικτά ή επιφανειακά λατομεία

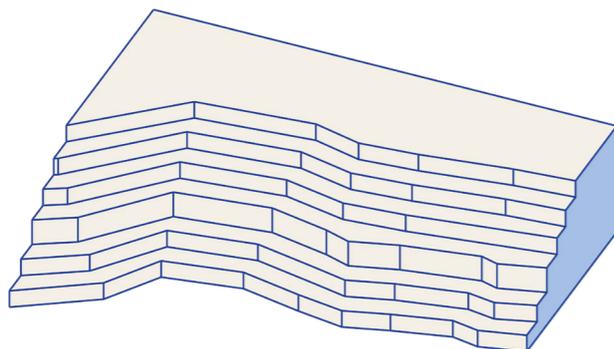
Λατομεία Επιφανειακής Εξόρυξης (Open-pit quarries) ή αλλιώς Λατομεία με Βαθμίδες (Bench Quarries)

Θεωρείται ο πιο κοινός τύπος λατομείων με την εξόρυξη να γίνεται από την ίδια την επιφάνεια του εδάφους. Η διαδικασία γίνεται αποκλειστικά μηχανικά σε οριζόντιες βαθμίδες ανοικτού τύπου και συγκεκριμένων διαστάσεων που μοιάζουν με σκαλοπάτια (μέτωπα εξόρυξης) σε αμφιθεατρική διάταξη. Το ύψος των βαθμίδων κυμαίνεται μεταξύ των 10 και 15 μέτρων και έχουν πλάτος 10 μέτρα. Τα λατομεία επιφανειακής εξόρυξης απαντώνται σε σχετικά επίπεδα εδάφη και εξορύσσουν κυρίως σκληρά πετρώματα όπως ο γρανίτης, ο ασβεστόλιθος και το μάρμαρο.



Κλιμακωτά Λατομεία (Contour ή Hillside Quarries)

Η συγκεκριμένη κατηγορία απαιτεί ίσως τη λιγότερη προετοιμασία για την εξόρυξη των πετρωμάτων μιας και βρίσκεται σε περιοχές με πλούσιο τοπογραφικό. Το λατομείο ακολουθεί τη φυσική κλίση του εδάφους, ξεκινά από την κορυφή της πλαγιάς και κατεβαίνει βαθμιδωτά μέχρι να φτάσει στο στρώμα του εδάφους που βρίσκεται το πέτρωμα. Το απαντάμε σε κυρίως ορεινές περιοχές και εξορύσσει λίθους όπως ο σχιστόλιθος.



Εικόνα 21
Λατομεία s'Hostal,
Menorca, Ισπανία
@Amélie Pérakis

Οι λατομικές εγκαταστάσεις s'Hostal καλύπτουν μία έκταση 7 στρεμμάτων και από το 1960 έως και το 1994 που σταμάτησε η λειτουργία, τους εξόρυσαν όγκους τοπικού ασβεστόλιθου μαρές - πέτρα συνώνυμη της αρχιτεκτονικής ταυτότητας των Βαλεαρίδων νήσων. Από το 2017 έχει ενταχθεί στους χώρους πολιτιστικής κληρονομιάς και είναι αναγνωρισμένο από την οργάνωση *Hispania Nostra* ως σημείο αναφοράς στον τομέα της αποκατάστασης της πολιτιστικής κληρονομιάς και της παρέμβασης στο τοπίο. Σήμερα, ο χώρος είναι επισκέψιμος στο κοινό.

Σχέδιο 1
Λατομεία επιφανειακής εξόρυξης

Σχέδιο 2
Κλιμακωτά λατομεία



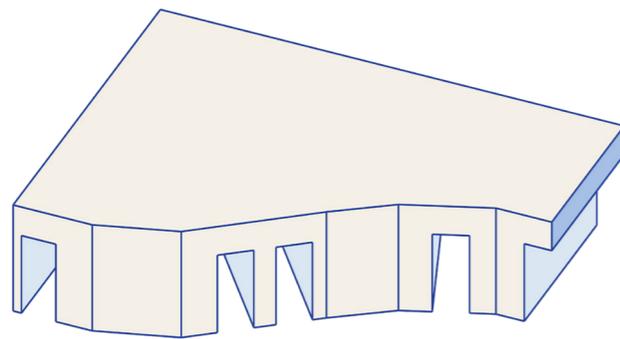
1.2.2. _ Υπόγεια Εκμετάλλευση

Τα υπόγεια λατομεία (Underground Quarrying) προτιμώνται όταν η πρόσβαση στα κοιτάσματα δεν είναι δυνατή από την επιφάνεια της γης κυρίως για λόγους οικονομικούς ή που αφορούν την προστασία του περιβάλλοντος. Η υπόγεια εκμετάλλευση δεν επεμβαίνει και δεν διαταράσσει το οικοσύστημα στην επιφάνεια του εδάφους.

Μέθοδος θαλάμων και στύλων (Room and Pillar Quarries) ή αλλιώς **Λατομεία σηραγών και γαλαριών (ή στοών)** (Galleries and Tunnels Quarries)

Η εξόρυξη γίνεται σε μεγάλους υπόγειους θαλάμους συγκεκριμένων διαστάσεων των οποίων η οροφή συγκρατείται από στύλους του εν λόγω πετρώματος. Οι στοές διανοίγονται με εργαλεία όπως ειδικά αλυσοπρίονα και αδαμαντοφόρο συρματοκοπή. Λόγω της ιδιαιτερότητας του συγκεκριμένου τύπου και εξόρυξης, αυτή η μέθοδος προτιμάται λιγότερο συγκριτικά με τις δύο προηγούμενες καθώς έχει αυξημένο κόστος και μελέτη.

Συνήθως η εξόρυξη αφορά πετρώματα όπως το μάρμαρο, τον γύψο, ή ακόμα και τον ασβεστόλιθο. Στην Ελλάδα η μέθοδος των θαλάμων και στύλων απαντάται μόνο στο Λατομείο του Διονύσου στην περιοχή της Αττικής και το Νευροκόπι Δράμας που εξορύσσεται το μάρμαρο.



Γενικά, η μέθοδος της υπόγειας εκμετάλλευσης είναι αυτή που συγκριτικά με τα υπαίθρια λατομεία, έχει το μικρότερο αντίκτυπο στο περιβάλλον αφού το τοπίο και το οικοσύστημα διατηρούνται τουλάχιστον στην επιφάνεια. Στα μειονεκτήματά της, είναι μια διαδικασία αρκετά αυξημένου κόστους αλλά και περιορισμένης δυνατότητας μηχανοποίησης.

Εικόνα 22
Λατομείο μαρμάρου Διονύσου,
Αττική, Ελλάδα
@Vladimir Rys

Οι λατομικές εγκαταστάσεις του Διονύσου είναι γνωστές για το λευκό πεντελικό μάρμαρο το οποίο έχει χρησιμοποιηθεί για την ολοκλήρωση πολλών σημαντικών έργων της ελληνικής ιστορίας της αρχιτεκτονικής και όχι μόνο. Η εξόρυξη του μαρμάρου γινόταν με σιδερένια ελάσματα και σφήνες χαλκού, ενώ για τη μεταφορά του χρησιμοποιούνταν συστήματα με τροχαλίες και αντίβαρα. Το 2002, και σε συνεργασία με την Υπηρεσία Συντήρησης Μνημείων Ακρόπολης, τα λατομεία ανέλαβαν το έργο προμήθειας των απαραίτητων μαρμάρων με σκοπό την αποκατάσταση των μνημείων του λόφου της Ακρόπολης.

Σχέδιο 3
Υπόγεια Εκμετάλλευση



1.3. _ Το τοπίο μετά την εξόρυξη

Παρά τα σημαντικά προτερήματα που έχει η κατασκευή με πέτρα, ένα ελάττωμα που αυτή μπορεί να έχει είναι το αντίκτυπο της εξόρυξης της στο τοπικό οικοσύστημα πλησίον του λατομείου. Κάθε τεχνική και κάθε εργαλείο που χρησιμοποιείται για την εξόρυξη του λίθου αφήνει τα δικά του ιδιαίτερα αποτυπώματα στο χώρο. Στα χειροκίνητα λατομεία, οι επιφάνειες φέρουν καμπύλα αποτυπώματα και διάσπαρτες εγκοπές που έχουν προκληθεί από τη φρέζα. Στα σύγχρονα λατομεία γίνεται χρήση μηχανών που αφήνουν κάθετα και οριζόντια αποτυπώματα με ορθές γωνίες.



Τα ίχνη των μηχανημάτων κοπής, το αποτύπωμα της εξόρυξης, Λατομεία s'Hostal, Menorca, Ισπανία

Εικόνα 23
@Amélie Pérakis

Εικόνα 24
@Amélie Pérakis

Όταν οι πόροι του εκάστοτε πεδίου εξόρυξης εξαντληθούν, αυτό “μεταναστεύει” σε απόσταση λίγων χιλιομέτρων και μετά την παύση λειτουργίας του, οι υπεύθυνοι οφείλουν να αποκαταστήσουν το τοπίο. Σε ένα πρώτο στάδιο, απομακρύνονται όλα τα όργανα που συμβάλλουν στην εξόρυξη των πετρωμάτων και στη συνέχεια οι χώροι επαναξιοποιούνται είτε μέσω περιβαλλοντικής αποκατάστασης του οικοσυστήματος (επαναφυτεύσεις, μετατροπή του πρώην χώρου εξόρυξης σε τεχνητές λίμνες, δημιουργία νέων μικροκλιματικών συνθηκών ενισχύοντας τη βιοποικιλότητα), είτε μέσω της ένταξής τους σε νέα κοινωνικά ή οικολογικά πλαίσια χρήσης (επισκέψιμοι χώροι από το κοινό, πολιτιστικού ή ψυχαγωγικού χαρακτήρα).

Η παραπάνω διαδικασία οδηγεί σε μία λογική κυκλικής προσέγγισης σε ότι αφορά τη διαχείριση των φυσικών πόρων που ξεφεύγει από το γραμμικό μοντέλο σκέψης “εξόρυξη - χρήση - εγκατάλειψη”. Το ανενεργό λατομικό πεδίο μετά το πέρας της εξορυκτικής δραστηριότητας δεν εγκαταλείπεται αλλά περνά σε μια νέα φάση λειτουργίας.

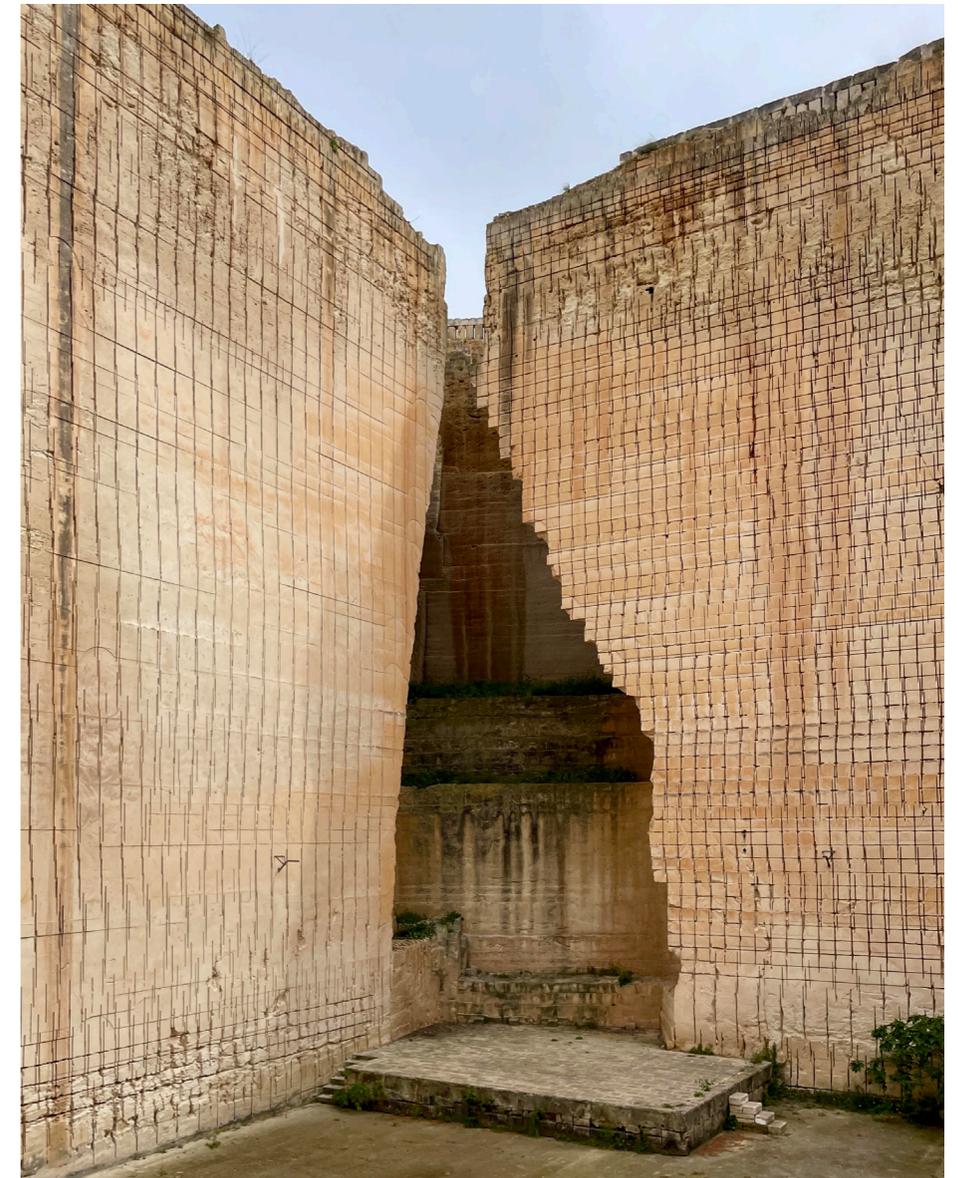
Εικόνα 25
Λατομεία του Trélon, Hauts-de-France, Γαλλία
@Jordan Beaufrère

Οι χώροι εξόρυξης του Trélon διέκοψαν τις δραστηριότητές τους στο τέλος της δεκαετίας του '70 και μετατράπηκαν σε τεχνητή λίμνη. Σήμερα, τα πρώην λατομεία, που βρίσκονται μέσα σε δασικές εκτάσεις, ανοίγουν τις πόρτες τους αποκλειστικά στο καταδυτικό κοινό συγκεκριμένες ημερομηνίες το χρόνο, αφού πλέον έχουν μετατραπεί σε χώρους καταδύσεων. Το βάθος των δύο τεχνητών λιμνών αγγίζει τα 28 μέτρα και η διάμετρος τους είναι της τάξεως των 100 και 200 μέτρων αντίστοιχα. Το τοπίο αποτελείται από σχιστόλιθους και blue stones, εξού και το χαρακτηριστικό χρώμα του νερού.



Εικόνα 26
Λατομεία s'Hostal, Menorca, Ισπανία
@Amélie Pérakis

Οι λατομικές εγκαταστάσεις s'Hostal καλύπτουν μία έκταση 7 στρεμμάτων και από το 1960 έως και το 1994 που σταμάτησε η λειτουργία, τους εξόρυσαν όγκους τοπικού ασβεστόλιθου μαρές - πέτρα συνώνυμη της αρχιτεκτονικής ταυτότητας των Βαλεαρίδων νήσων. Από το 2017 έχει ενταχθεί στους χώρους πολιτιστικής κληρονομιάς και είναι αναγνωρισμένο από την οργάνωση *Hispania Nostra* ως σημείο αναφοράς στον τομέα της αποκατάστασης της πολιτιστικής κληρονομιάς και της παρέμβασης στο τοπίο. Σήμερα, ο χώρος είναι επισκέψιμος στο κοινό.



1.4. _ Λάξευση

Οι λίθοι¹⁷ έπειτα της εξόρυξης υπόκεινται σε μια διαδικασία καθαρισμού και επεξεργασίας των πλευρών και των επιφανειών με σκοπό να γίνουν κατάλληλοι για το έργο. Πρόκειται για τις διαδικασίες κοπής, λείανσης και στίλβωσης. Η λείανση συνήθως αφορά την επιφανειακή κατεργασία της πλευράς της πέτρας που είναι ορατή. Η στίλβωση είναι διαδικασία που εφαρμόζεται σε πετρώματα μεγάλης σκληρότητας, όπως ο γρανίτης και το μάρμαρο, ως δεύτερο στάδιο αφού ολοκληρωθεί αυτό της λείανσης. Το αποτέλεσμα της αναδεικνύει τα χρώματα της πέτρας και δίνει κατοπτρικές επιφάνειες αντίθετα με αυτό της λείανσης που έχει ως στόχο να δημιουργήσει μια λεία, "απαλή" επιφάνεια στο πέτρωμα.

Αργές Πέτρες

Είναι οι πέτρες που έχουν υποστεί μηδενική έως και ελάχιστη επεξεργασία στο εργοτάξιο, κυρίως για τη βελτίωση της ευστάθειας τους. Χρησιμοποιούνται σε θεμελιώσεις, τοίχους αντιστήριξης κ.λπ.

Ημιλαξευτές Πέτρες

Είναι οι πέτρες που έχουν παραπάνω από μία επεξεργασμένη πλευρά, της οποίας η επιφάνεια είναι ορατή στην κατασκευή. Χρησιμοποιούνται για τοιχοποιίες, λιθοδομές κ.λπ.

Λαξευτές Πέτρες

Είναι οι πέτρες των οποίων όλες οι πλευρές έχουν εξομαλυνθεί, έχοντας άριστη έδραση των πλευρών τους και δε καλύπτονται με επίχρισμα. Χρησιμοποιούνται σε λιθοδομές κ.λπ.

Ογκόλιθοι

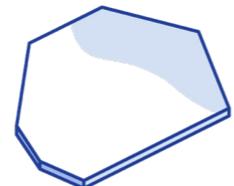
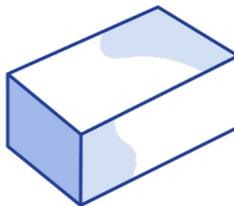
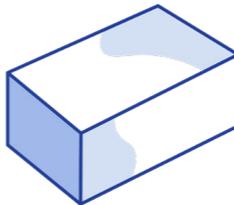
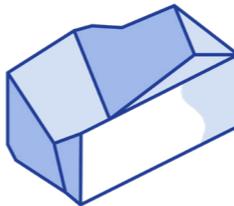
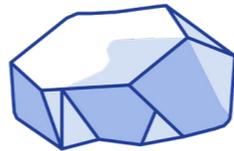
Πρόκειται για λαξευτές πέτρες μεγάλων διαστάσεων. Έχουν σαφώς μεγαλύτερο βάρος και χρησιμοποιούνται σε έργα μεγαλύτερης κλίμακας. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φέρουσες τοιχοποιίες. Για να θεωρηθεί μία πέτρα ογκόλιθος πρέπει η μία της διάσταση να είναι μεγαλύτερη των 20 εκατοστών.

Πλάκες

Οι δύο διαστάσεις τους είναι πολύ μεγαλύτερες από το πάχος τους και δέχονται κατεργασία όπως η λείανση και η στίλβωση. Χρησιμοποιούνται ως επιστρώσεις δαπέδων, στεγάσεις κτιρίων κ.λπ.

Πίνακας 1
Βασικές επεξεργασίες της πέτρας
@Προσωπική προσαρμογή

17. Ημίξεστοι λίθοι: οι πέτρες που έχουν υποστεί περιορισμένο βαθμό επεξεργασίας
Ξεστοί λίθοι: οι πέτρες που έχουν υποστεί πλήρη επεξεργασία



Επεξεργασία	Διαδικασία	Τύπος πέτρας
Κοπή	Πρόκειται για μηχανική επεξεργασία που αφήνει ίχνη από τις λεπίδες κοπής, δημιουργώντας μικρές αυλακώσεις και ανομοιομορφίες στην επιφάνεια. Μερικά από τα εργαλεία κοπής είναι ο τροχός, η λεπίδα και το διαμαντένιο σύρμα	Κυρίως σκληρές
Λείανση	Η λείανση είναι διαδικασία που ακολουθεί έπειτα της κοπής και έχει ως στόχο να εξαφανίσει τα ίχνη κοπής	Όλες
Γήρανση	Οι πέτρες αφού λειανθούν υποβάλλονται στη διαδικασία της γήρανσης για να ξανά-βρουν μια πιο φυσική, μη επεξεργασμένη όψη	Κυρίως σκληρές
Ήπια λείανση (Αδρή λείανση)	Διαδικασία λείανσης με νερό. Η τελική επιφάνεια είναι ματ, χωρίς έντονες γυαλάδες, λεία και χωρίς εμφανή ίχνη κοπής ή τραχύτητας	Σκληρές και μέτριας σκληρότητας
Στίλβωση	Οι κόκκοι της τραχύτητας των μηχανημάτων είναι λεπτότεροι από αυτούς της ήπιας λείανσης και η τελική επιφάνεια έχει αρκετές γυαλάδες. Σε καμία περίπτωση δε συνίσταται για πέτρες που προορίζονται για πατώματα λόγω της ολίσθησης	Σκληρές
Φλόγωση	Επεξεργασία με φλόγα που προκαλεί θερμικό σοκ και "εκρήξεις" των επιφανειακών κόκκων δίνοντας στην πέτρα μια πιο τραχιά υφή	Γρανίτης και μεγάλης σκληρότητας ασβεστόλιθος
Βούρτσισμα	Χρησιμοποιούνται πλαστικές ή μεταλλικές βούρτσες. Δίνει μια ελαφρώς ανάγλυφη υφή και "φυσική" όψη	Κυρίως σκληρές
Φλόγωση και βούρτσισμα	Συνδυασμός των δύο διαδικασιών. Έπειτα της φλόγωσης, ακολουθεί το βούρτσισμα σε κυκλικές κινήσεις για ένα πιο τραχύ αποτέλεσμα	Γρανίτης και μεγάλης σκληρότητας ασβεστόλιθος
Αμμοβολή	Σύστημα εκτόξευσης ψιλόκοκκης άμμου με μεγάλη ταχύτητα, η επιφάνεια γίνεται λιγότερο λεία	Κυρίως σκληρές

1.5. _ Ιδιότητες φυσικών πετρωμάτων

Τα φυσικά πετρώματα, ανάλογα της κατηγοριοποίησης τους και των ειδικών χαρακτηριστικών τους φέρουν ένα πλήθος ιδιοτήτων (φυσικών, μηχανικών, χημικών, θερμικών και ακουστικών) που διαφέρουν. Παραδείγματος χάρη, πετρώματα όπως οι πυριγενείς λίθοι παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντίσταση στις πυρκαγιές λόγω του χαλαζία που περιέχουν ενώ ορισμένα πετρώματα είναι ανθεκτικά ακόμα και σε θερμοκρασίες που αγγίζουν τους 1.000 βαθμούς Κελσίου. Επίσης, η πέτρα ως υλικό παρουσιάζει μεγάλη θερμοχωρητικότητα¹⁸, ανώτερη από αυτή άλλων υλικών όπως το μπετόν. Οι φυσικές ιδιότητες αφορούν χαρακτηριστικά όπως η πυκνότητα και το βάρος, το πορώδες¹⁹ και η απορρόφηση του νερού καθώς και το χρώμα. Όσον αφορά τις μηχανικές ιδιότητες, τα περισσότερα πετρώματα έχουν μεγάλη αντοχή στη θλίψη, χαμηλή όμως αντοχή ως προς τον εφελκυσμό. Οι χημικές ιδιότητες αναφέρονται στην ανθεκτικότητα των πετρωμάτων ως προς τη διάβρωση - το όξινο νερό παραδείγματος χάρη που διαβρώνει τα πετρώματα - και το χρόνο, αλλά και την αντίδραση τους σε διάφορες συνθήκες όπως τα οξέα²⁰ ή τις καιρικές συνθήκες. Τέλος, ως προς τις θερμικές και ακουστικές ιδιότητες της πέτρας, τα πετρώματα, ειδικά αυτά που έχουν μεγάλη μάζα και πορώδες προσφέρουν αρκετά καλή ηχομονωτική ικανότητα.

Γενικά, οι λίθινες τοιχοποιίες και κατασκευές είναι ευπαθείς σε ότι αφορά τη σεισμική δραστηριότητα. Αυτό συμβαίνει για διάφορους λόγους. Αρχικά, η πέτρα έχει πολύ καλή αντοχή σε ότι αφορά τη θλίψη, υστερεί όμως σε εφελκυστικές καταπονήσεις, πράγμα που οδηγεί σε ρωγμές ή ακόμα και πλήρη κατάρρευση της δομής σε περίπτωση σεισμού. Επίσης, το υλικό είναι άκαμπτο, και συνεπώς μη ελαστικό, με αποτέλεσμα να μην καταφέρνει να απορροφήσει την ενέργεια όπως κάνουν άλλα υλικά (ξύλο, μέταλλο). Η μεγάλη μάζα της πέτρα είναι ένα ακόμα χαρακτηριστικό της που την καθιστά ευάλωτη καθώς η συνολική δομή έχει μεγάλο βάρος και δέχεται μεγαλύτερη καταπόνηση. Τα περισσότερα προβλήματα αντιμετωπίζονται σε σημεία της κατασκευής όπως οι γωνίες, τα ανοίγματα ή οι συνδέσεις μεταξύ τόσο των πατωμάτων και της λιθοδομής, όσο και της στέγης. Για την καλή αντιμετώπιση των σεισμικών δραστηριοτήτων στις λίθινες κατασκευές, συχνά ενισχύονται με μεταλλικούς ελκυστήρες ή σκυρόδεμα.

Μαλακές πέτρες	Μέτριας σκληρότητας πέτρες	Σκληρές πέτρες
Θλίψη ≤ 10 ΜΡα Διακοσμητικός χαρακτήρας	10 < Θλίψη ≤ 40 ΜΡα Επενδύσεις όψεων (αυτοφέροντα στοιχεία)	Θλίψη > 40 ΜΡα Δομικός ρόλος και δάπεδα

18. Η θερμοχωρητικότητα (heat capacity) είναι η ποσότητα της θερμοκρασίας που αποθηκεύουν τα δομικά υλικά κατά τη διάρκεια της έκθεσής τους σε πηγές θερμότητας όπως είναι η ηλιακή ακτινοβολία κατά τη διάρκεια της ημέρας. Στη συνέχεια, την αποδίδουν στο περιβάλλον όταν λήξει η επίδρασή της, για παράδειγμα κατά τη διάρκεια της νύχτας.

19. Το πορώδες αναφέρεται στο ποσοστό των πόρων (κενά) που φέρει το πετρώμα. Όσο μεγαλύτερο το πορώδες, τόσο περισσότερο νερό μπορεί να απορροφήσει.

20. Τα ιζηματογενή πετρώματα αντιδρούν έντονα με τα οξέα.

Πίνακας 2
Κατηγοριοποίηση των πετρωμάτων ανά σκληρότητα και εφαρμογές.
@Προσωπική προσαρμογή

Πέτρωμα	Πυκνότητα (kg/m ³)	Υδατοαπορροφητικότητα κατά βάρος%	Ολικό πορώδες %	Θλιπτική αντοχή (ΜΡα)	Ανθεκτικά σε διάρκεια
Γρανίτης	2.600-2.800	0,2-0,5	0,4-1,5 (Χαμηλό)	100-250 (Πολύ υψηλή)	Καλή
Βασάλτης	2.800-3.100	0,1-0,3	0,2-0,8 (Χαμηλό)	150-300 (Πολύ υψηλή)	Πολύ καλή
Διορίτης	2.700-2.950	0,2-0,4	0,2-0,4 (Χαμηλό)	100-220 (Πολύ υψηλή)	Καλή
Συμπαγής Αβεστόλιθος	2.500-2.700	0,2-0,6	0,5-2 (Χαμηλό)	80-170 (Μέτρια)	Μέτρια
Πορώδης Αβεστόλιθος	2.000-2.400	0,2-10	0,5-30 (Υψηλό)	20-80 (Χαμηλή)	Μέτρια
Ψαμμίτης	1.900-2.700	0,2-9	0,5-35 (Υψηλό)	40-100 (Μέτρια)	Αρκετά καλή
Αργιλικός Σχιστόλιθος	2.300-2.700	0,5-0,6	1,6-2,5 (Μέτριο)	30-80 (Χαμηλή-Μέτρια)	Χαμηλή
Δολομίτης	2.700-2.900	0,2-0,6	0,5-2 (Μέτριο)	60-180 (Μέτρια-Υψηλή)	Καλή
Μάρμαρο	2.600-2.900	0,2-0,6	0,5-2 (Μέτριο)	70-140 (Μέτρια-Υψηλή)	Καλή
Μαραμρυγιάκος Σχιστόλιθος	2.600-2.800	0,5-0,6	0,4-2 (Μέτριο)	50-120 (Μέτρια-Υψηλή)	Υψηλή
Γνεύσιος	2.600-2.900	0,1-0,6	0,4-2 (Μέτριο)	100-250 (Πολύ υψηλή)	Πολύ καλή

Πίνακας 3
Ιδιότητες φυσικών πετρωμάτων [πίνακας DIN 52105]
@Προσωπική προσαρμογή

Η διάρκεια ζωής της πέτρας στην κατασκευή επηρεάζεται από μια σειρά παραγόντων όπως οι καιρικές συνθήκες στις οποίες εκτίθεται, η υγρασία κ.λπ. Υπολογίζεται πως τα μεγάλα πάχη πέτρας, όπως παραδείγματος χάρη οι τοιχοποιίες, έχουν διάρκεια ζωής άνω των 200 ετών ενώ μικρότερα που αφορούν πλάκες επενδύσεων αντέχουν από 80 έως και 100 χρόνια.

1.6. _ Ανακύκλωση και επανάχρηση της πέτρας

Η επαναξιοποίηση των υλικών είναι μία αρκετά σημαντική διαδικασία καθώς μειώνει σημαντικά το ενεργειακό αποτύπωμα της κατασκευής. Εκτός αυτού, συνεισφέρει στην μείωση των αποβλήτων που αφορούν την κατασκευή και στη μείωση του κόστους της νέας κατασκευής. Κάνουμε λόγο λοιπόν για την επανάχρηση²¹ και την ανακύκλωση²². Στην περίπτωση των φυσικών λίθων, οι διαδικασίες αυτές είναι αρκετά σημαντικές αφού με αυτόν τον τρόπο προστατεύουμε και διατηρούμε τους πόρους μιας και δε χρειάζεται να εκμεταλλευτούμε κάποιο λατομείο. Η πέτρα έχει αποδείξει την αντοχή της στην ιστορία της αρχιτεκτονικής με έργα τα οποία εξακολουθούν να υπάρχουν ακόμα και σήμερα, καθιστώντας την ένα βιώσιμο φυσικό υλικό. Η βιωσιμότητά της εν μέρει οφείλεται στο γεγονός πως μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί και να ανακυκλωθεί. Όσον αφορά την επανάχρησή της, μπορεί να καθαριστεί και να δεχθεί επεξεργασίες για να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα στη νέα κατασκευή.



Ένα πρότζεκτ το οποίο κάνει λόγο για την ανακύκλωση της πέτρας είναι αυτό που ο οργανισμός των IBAVI ανέθεσε στους H' ARQUITECTES. Πριν την ανέγερση της νέας κοινωνικής κατοικίας, το οικόπεδο φιλοξενούσε μια εγκαταλελειμμένη σχολική μονάδα της οποίας το κύριο υλικό ήταν ο ψαμμίτης Μαρές. Όπως μας εξήγησε ο 63χρονος Adrian εργάτης στο έργο, κατά την επίσκεψή μας, το 50% του ανακτημένου Μαρές χρησιμοποιήθηκε στη θεμελίωση και το υπολειπόμενο ποσοστό χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή 3.000 μπλοκ κυκλώπειου σκυροδέματος. Το τελευταίο αποτελείται από 160m³ πέτρας μαρές 2 ειδών έως και 30 εκατοστών, χαλίκια που έχουν ως βάση τον ασβέστη και άμμο από το μαρές. Οι νέοι ογκόλιθοι έχουν διαστάσεις 135 εκατοστά μήκος, 40 εκατοστά ύψος και πλάτος από 40 έως και 80 εκατοστά καθώς οι "κολώνες" των στοιβαγμένων μπλοκ κυκλώπειου σκυροδέματος, έχουν μείωση όσο η κατασκευή ανεβαίνει σε ύψος. Αυτό συμβαίνει καθώς πάνω τους στηρίζονται οι ξύλινες πλάκες. Αξίζει να αναφερθεί πως σε καμία κατοικία δεν έχει τοποθετηθεί μόνωση.

21. Κάθε διαδικασία μέσω της οποίας τα υλικά ή προϊόντα υπόκεινται σε μικρή ή μηδενική επεξεργασία με σκοπό την αυτούσια επαναξιοποίησή τους.
22. Κάθε διαδικασία ανάκτησης υλικών και αποβλήτων της κατασκευής τα οποία τροποποιούνται σε νέα υλικά ή προϊόντα.

Social Housing 2104,
H'ARQUITECTES,
Palma de Mallorca, Ισπανία,
2022-2024

Εικόνα 27

Κυκλώπειο σκυρόδεμα:
Ψαμμίτης Μαρές, τσιμέντο,
άμμος ψαμμίτη και χαλίκι
@Amélie Pérakis

Εικόνα 28

Όψη εσωτερικής αυλής
@Amélie Pérakis





ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°

Ιστορίες Δομικής Πέτρας

Τοπική αρχιτεκτονική και κατασκευαστικές τεχνικές στο σημερινό πλαίσιο

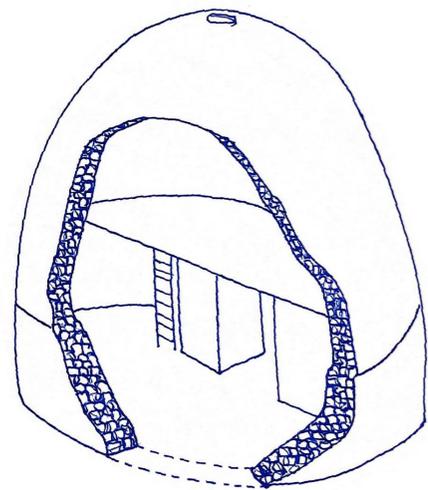
2.1. _ Τοπική και Βιώσιμη Αρχιτεκτονική

Η ιστορία της αρχιτεκτονικής αποδεικνύει πως η κατασκευή συνεχώς εξελίσσεται. Αυτή η εξέλιξη οφείλεται στον άνθρωπο-χτίστη που παρατηρεί το περιβάλλον, προσαρμόζεται αλλά και το προσαρμόζει ο ίδιος στις ανάγκες του με βάση την εμπειρία του. Οι κοινότητες, αναπτύσσουν κατασκευαστικές στρατηγικές που επηρεάζονται άμεσα από τους κινδύνους που μπορεί να διατρέχουν, τους οικονομικούς και κοινωνικούς παράγοντες και σαφώς το κλιματικό-περιβαλλοντικό πλαίσιο στο οποίο βρίσκονται. Τα παραπάνω συνεπάγονται και μια ανάγκη να στραφεί στα διαθέσιμα τοπικά υλικά που βρίσκονται πλησίον του ώστε να χτίσει.

Στα πλαίσια της κατασκευαστικής εξέλιξης και της ανώνυμης τοπικής αρχιτεκτονικής, παρατηρούμε σε παγκόσμια κλίμακα κοινωνίες που ανέπτυξαν και συνεχίζουν να αναπτύσσουν το δικό τους αρχιτεκτονικό και κατασκευαστικό μοντέλο συγκροτώντας έτσι μια αρχιτεκτονική ταυτότητα και τοπική κουλτούρα. Κάνουμε λόγο για έναν κοντεξτουαλισμό, μια πολιτισμική και αρχιτεκτονική ποικιλομορφία, μια αρχιτεκτονική ενταγμένη σε ένα πλαίσιο -εν προκειμένω περιβαλλοντολογικό-, της οποίας ο σχεδιασμός καθορίζεται από τα εκάστοτε τοπικά χαρακτηριστικά. Μιλάμε για την 'Culture Constructive' (ή αλλιώς 'κατασκευαστική κουλτούρα') η οποία ερμηνεύεται ως ο τρόπος κατοίκησης, οι αξίες, οι παραδόσεις, τα τοπικά υλικά. Μεταξύ άλλων, είναι η τεχνογνωσία που έχει αναπτυχθεί γύρω από τη χρήση ενός φυσικού υλικού και τις κατασκευαστικές τεχνικές σε συνδυασμό πάντα με το γεωγραφικό, το πολιτισμικό, το

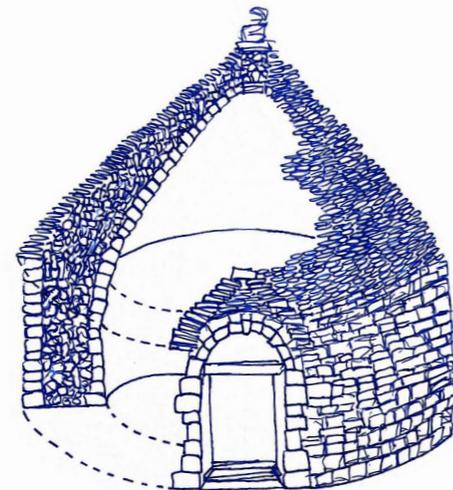
Σχέδιο 4 και 5

Πέτρινες δομές κατοίκησης σε Κύπρο και Νότια Ιταλία



Κατοικίες - Χοιροκοιλία, Κύπρος
5.800 π.Χ. (Νεολιθική Εποχή)

Πέτρινα θεμέλια και τοιχοποιίες από μη λαξευμένους λίθους (ασβεστόλιθος) συνολικού πάχους 80 έως και 100 εκ., ξύλινα δοκάρια και πατώματα, πιθανή παρουσία ωμόπλινθων ή κλαδιών με πηλό για τα ανώτερα τμήματα



Trulli - Πούλια, Ιταλία
14ος αιώνας μ.Χ.

Πέτρινα θεμέλια και τοιχοποιίες (ασβεστόλιθος και τόφφου) πάχους 80 έως και 270 εκ., ξερολιθιά στις κωνικές οροφές και πέτρινες πλάκες στηριγμένες σε καμάρες ή θόλους στην περίπτωση που υπήρχε όροφος

κοινωνικό και το ιστορικό πλαίσιο, τις περιβαλλοντολογικές αξίες και τα αισθητικά κριτήρια. Η τοπική αρχιτεκτονική ταυτότητα ως τρόπος δόμησης, κατοίκησης και προστασίας, αποτελεί σημαντικό εφόδιο για την δημιουργία αρμονικά δομημένων περιβαλλόντων που είναι βιώσιμα και ασφαλή.



Η τοπική αρχιτεκτονική συνδέεται άμεσα με την έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης καθώς και οι δύο προσεγγίσεις έχουν ως κοινό παρανομαστή την ισορροπία ανάμεσα στον άνθρωπο και στο περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται. Σήμερα, εν μέσω κλιματικής κρίσης και συζητήσεων για μια πιο βιώσιμη αρχιτεκτονική μειωμένων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, οφείλουμε να εξετάσουμε εναλλακτικές σχεδιαστικές προσεγγίσεις εκμεταλλευόμενοι στο έπακρο τις γνώσεις, την εμπειρία και τις πρακτικές που αντλούνται από τις τοπικές κατασκευαστικές κουλτούρες. Οι τελευταίες δεν θα έπρεπε να αποτελούν μια νοσταλγική ανάμνηση του παρελθόντος αλλά έναν ζωντανό φορέα γνώσης ικανό να προσφέρει απαντήσεις και βιώσιμες λύσεις στα σημερινά περιβαλλοντολογικά και κοινωνικά ζητήματα.

Το σχεδιαστικό μοντέλο της βιώσιμης αρχιτεκτονικής δεν επικεντρώνεται αποκλειστικά στο αρχιτεκτονικό έργο ως ένα υλοποιημένο αποτέλεσμα, αλλά εξετάζει ολόκληρο τον κύκλο ζωής του, από την προέλευση των υλικών και το εργοτάξιο έως την κατοίκηση και την πιθανή επανάχρησή του, ενώ συγχρόνως υιοθετεί έννοιες όπως η κυκλική οικονομία²³ της κατασκευής. Το κτίριο αντιμετωπίζεται ως ένας ζωντανός οργανισμός που καταναλώνει ενέργεια και του οποίου η αρχιτεκτονική οφείλει να επαναπροσδιοριστεί. Σε αυτό το πλαίσιο, ο "κατάλογος" των διαθέσιμων υλικών αναθεωρείται με στόχο την αξιοποίηση φυσικών πόρων που ανταποκρίνονται καλύτερα στις σύγχρονες προκλήσεις. Τα τελευταία χρόνια έχουν επανέλθει στο προσκήνιο φυσικοί πόροι όπως η αργιλώδης γη, τα καλάμια, η πέτρα, κ.ά., υλικά για τα οποία ο άνθρωπος ανέπτυξε σημαντικές τεχνικές και τα οποία πρωταγωνίστησαν για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα στην ιστορία προτού δώσουν τη θέση τους σε βιομηχανικά υλικά.

Η πέτρινη δόμηση ως κατασκευαστική έννοια αναπτύχθηκε έντονα σε πλήθος περιοχών όπου την παρέχει το ίδιο το έδαφος. Από κατοικίες έως και ιστορικά μνημεία, η πέτρα γίνεται συνώνυμο της τοπικής αρχιτεκτονικής και ταυτότητας.

23. Η επιλογή τόσο τοπικών όσο και ανακυκλωμένων υλικών ενισχύει την κυκλική οικονομία ενώ συγχρόνως μειώνει την εξάρτηση από βιομηχανικά προϊόντα υψηλής ενεργειακής κατανάλωσης.

1 | Πλιθιά [Adobe]

Νέο Μεξικό, ΗΠΑ [ημίξυρο κλίμα]

μείγμα πηλού - νερού - άχυρου που καλουπώνεται σε μορφή τούβλων

- + θερμική αδράνεια, απορρόφηση της θερμότητας την ημέρα και απελευθέρωσή της τη νύχτα



2 | Συμπιεσμένο χώμα [Rammed earth]

Αϊτ-Μπεν-Χαντού, Μαρόκο [ημίξυρο κλίμα]

το χώμα αποκτά υγρασία, καλουπώνεται και συμπιέζεται

- + θερμική αδράνεια, απορρόφηση της θερμότητας την ημέρα και απελευθέρωσή της τη νύχτα



3 | Άχυρο

Νότιος Αφρική [εύκρατο κλίμα]

κύρια χρήση στις επικλινείς οροφές

- + θερμική αδράνεια, απορρόφηση της θερμότητας την ημέρα και απελευθέρωσή της τη νύχτα
- + ελαφρύ υλικό



4 | Πέτρα

Μάνη, Ελλάδα [μεσογειακό κλίμα]

- + θερμική αδράνεια, απορρόφηση της θερμότητας την ημέρα και απελευθέρωσή της τη νύχτα



5 | Μπαμπού

Γουνάν, Κίνα [υγρό και υποτροπικό κλίμα]

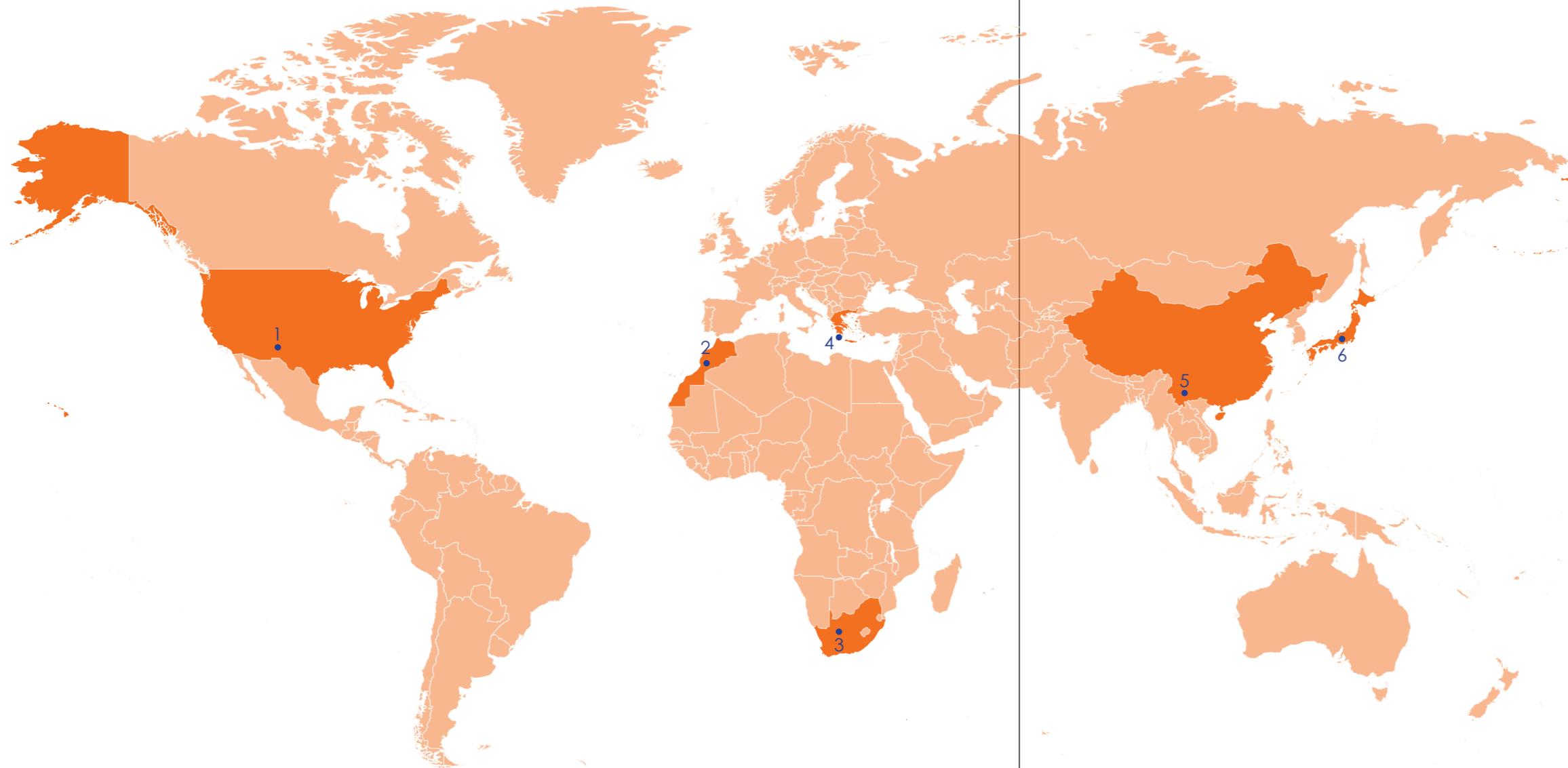
- + ανθεκτικό στους σεισμούς και στην υγρασία
- + ελαφρύ υλικό και ανθεκτικό ως προς τις καταπονήσεις



6 | Ξύλο

Κιότο, Ιαπωνία [υγρό και υποτροπικό κλίμα]

- + ανθεκτικό στους σεισμούς
- + ελαφρύ υλικό και ανθεκτικό ως προς τις καταπονήσεις



2.2. _ Η δομική πέτρα στον ελληνικό χώρο

Η πέτρα είναι ένα χαρακτηριστικό υλικό της ελληνικής αρχιτεκτονικής, διατρέχει την ιστορία από τα νεολιθικά έως και τα σύγχρονα χρόνια. Συχνά συνώνυμο της αντοχής και της μνημειακότητας, είναι ένα υλικό με έντονη συμβολική και πολιτισμική αξία. Με το ελληνικό έδαφος²⁴ να αποτελείται κυρίως από ασβεστολιθικά πετρώματα και χάρη στα ποικίλα λατομεία διαφορετικών τύπων πέτρας, η παρουσία της πέτρινης δόμησης στην Ελλάδα είναι αισθητή. Οι λιθοδομές, οι ξερολιθιές, οι παραδοσιακές στέγες από πλάκες σχιστόλιθου, είναι μερικές μόνο εκφράσεις αυτής της κουλτούρας που διαμόρφωσε την τοπική παραδοσιακή αρχιτεκτονική σε πλήθος ελληνικών περιοχών.

24. Παρά το γεγονός πως το ελληνικό έδαφος είναι πλούσιο σε πετρώματα, ένα μέρος μόνο αυτών είναι κατάλληλο για τη δόμηση.



Χάρτης 1

Χάρτης της Ελλάδας με τη θέση των ενεργών λατομείων σήμερα
 Πηγή δεδομένων ενεργών λατομικών εγκαταστάσεων:
 Ε.Α.Γ.Μ.Ε. (2023)
 (Ελληνική Αρχή Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών)

- Άλλα πετρώματα
- Ασβεστικά μάρμαρα
- Δολομικά μάρμαρα
- Ψαμμίτης
- Σχιστόλιθος
- Δολομίτης
- Τραβερίνης
- Ασβεστόλιθος

2.2.1 _ Η Αρχιτεκτονική του Πηλίου

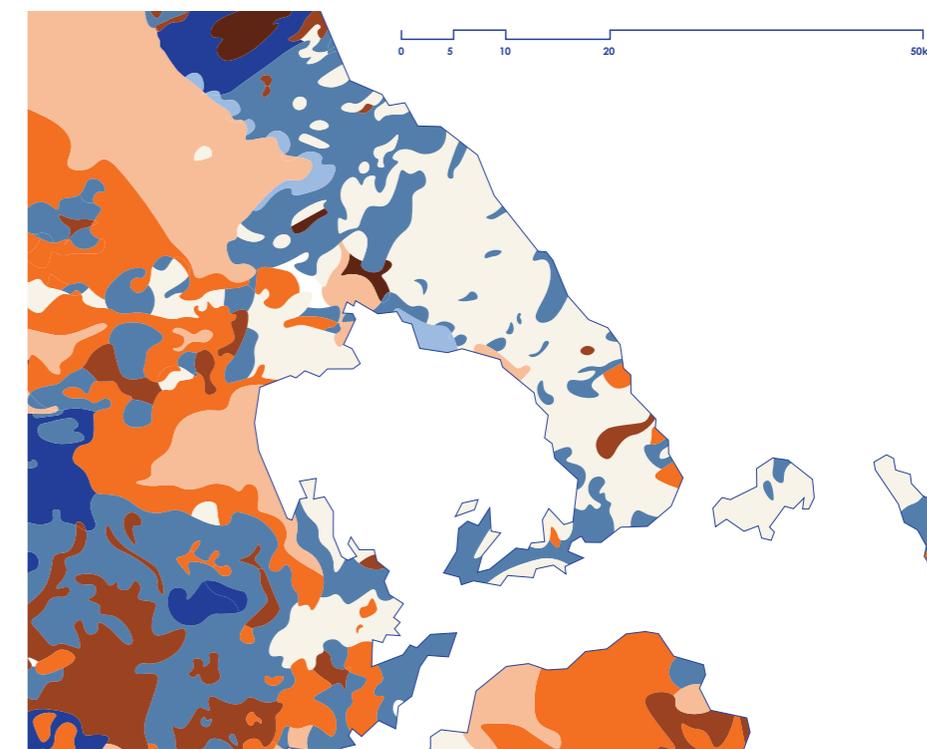
Το Πήλιο, που καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος του νομού Μαγνησίας, αποτελείται σήμερα από 24 χωριά, με μερικά από αυτά να θεωρούνται από τους σημαντικότερους ελληνικούς οικισμούς. Η παραδοσιακή αρχιτεκτονική της περιοχής είναι ένα εξαιρετικό παράδειγμα όπου η πέτρα παίζει κυρίαρχο ρόλο, τόσο δομικά όσο και αισθητικά, αφού την έχει καθορίσει. Το βουνό διαθέτει πλούσια αποθέματα διαφόρων πετρωμάτων όπως ο σχιστόλιθος²⁵ και λόγω των συνθηκών (οικονομικών, κλιματικών κ.ά.) η αρχιτεκτονική διαμορφώνεται γύρω από τη χρήση τοπικών φυσικών υλικών. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την σημαντική μείωση του κόστους της κατασκευής και την ανάπτυξη μιας πλούσιας τεχνογνωσίας από τα μαστόρια γύρω από τα διαθέσιμα τοπικά υλικά.

25. Ο Πηλιορείικος σχιστόλιθος, όπως και αυτός της Ικαρίας, είναι εύκολα επεξεργάσιμος και προτιμάται στην κατασκευή χάρη στο χαμηλό του βάρος. Άλλοι διαδεδομένοι σχιστόλιθοι των ελληνικών εδαφών είναι αυτοί της Καρύστου, της Ηπείρου και της Μακεδονίας.

Χάρτης 2

Εδαφολογικός χάρτης του νομού Μαγνησίας
 Πηγή δεδομένων:
 Υ.Π.ΕΝ.
 (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας)

- * Αλλούβια: πρόσφατες αποθέσεις ιζημάτων
- * Τριτογενείς αποθέσεις: ιζήματα της τριτογενούς περιόδου (66-2,6 εκ. χρόνια πριν)
- * Κώνιοι αποθέσεων: συσσωρευμένες ιζημάτων



- Γνέυσιος
- Γάββρος
- Αλλούβια*
- Τριτογενείς αποθέσεις*
- Σχιστόλιθος
- Κώνιοι αποθέσεων*
- Ψαμμίτης
- Σκληροί ασβεστόλιθοι

26. Η πηλιορείικη αρχιτεκτονική φέρει αρκετά χαρακτηριστικά βορειοελλαδίτικης επιρροής διότι οι πρώτοι χτίστες που μετέδωσαν την τεχνογνωσία τους στους ντόπιους, ήταν πρόσφυγες, λόγω της Τουρκοκρατίας, με καταγωγή από την Ήπειρο και τη Δυτική Μακεδονία.

27. Ο φρουριακός χαρακτήρας οφείλεται στην ανασφάλεια των οικισμών, αφού δεν είχαν αμυντικά τείχη ώστε να προστατευτούν από τυχόν κινδύνους.

28. Τα περισσότερα παραδείγματα παραδοσιακών κατοικιών που διαθέτουμε σήμερα ανήκουν στον 19ο αιώνα.

Το Πήλιο αναπτύσσει μια σημαντική τοπική ταυτότητα με τα αρχοντικά βορειοελλαδίτικου²⁶ τύπου να ξεχωρίζουν. Πρόκειται για λιθόκτιστες κατασκευές δύο, τριών ή τεσσάρων ορόφων συχνά τετραγωνικής κάτοψης και έντονο φρουριακό χαρακτήρα²⁷. Η πηλιορείικη αρχιτεκτονική χωρίζεται σε τρεις βασικές περιόδους, την πρώιμη (1700-1750) - "πύργοι με τολμηρά ξώστεγα", την κλασική (1750-1830) - "σπίτια της ακμής", και την ύστερη (1860-1910) - "σπίτια της παρακμής".²⁸

Πύργοι με τολμηρά ξώστεγα | 1700 - 1750

Ο πύργος, ή αλλιώς κούλα²⁹, είναι μία από τις πρώτες κτιριακές μορφές του Πηλίου στις αρχές του 18ου αιώνα. Οι πέτρινες δομές έχουν τετραγωνική κάτοψη και είναι συνήθως τριών ή τεσσάρων ορόφων. Οι φέρουσες τοιχοποιίες κατασκευασμένες από ημιλαξευτή λιθοδομή ή αργολιθοδομή, έχουν μεγάλο πάχος, γεγονός που συντελεί στην διατήρηση της χαμηλής θερμοκρασίας στο εσωτερικό.

Το ισόγειο συνηθίζει να μην φέρει πολλά ανοίγματα και ο μικρός αριθμός αυτών είναι σιδερόφραχτος για την προστασία τους. Ο τελευταίος όροφος, έναντι των κατώτερων πατωμάτων, προεξέχει χαρακτηριστικά προς όλες τις κατευθύνσεις. Συνήθως χρησιμοποιούνται ελαφρύτερα υλικά όπως ο τσατμάς³⁰ -ως στοιχείο πλήρωσης- και το ξύλο. Η προεξοχή στηρίζεται σε δοκάρια-προβόλους που πατάνε πάνω σε μεγάλη επιφάνεια της λιθοδομής και σε ξύλινες βοηθητικές αντηρίδες. Φέρει πολλά ανοίγματα και στο πάνω μέρος τους υπάρχουν φεγγίτες, συχνά πολύχρωμοι. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργεί ένα δροσερό χώρο κατάλληλο για τις υψηλές καλοκαιρινές θερμοκρασίες.

Οι επικλινείς ξύλινες στέγες των αρχοντικών καλύπτονται από τις σχιστόπλακες³¹, τοπικό φυσικό υλικό του Πηλίου, έχουν κλίση και προεξέχουν ώστε να διώχνουν το χιόνι και τα νερά της βροχής προστατεύοντας παράλληλα τα πιο ευπαθή στοιχεία της κατασκευής όπως τις όψεις από τσατμά.



29. Στην τουρκική γλώσσα ο πύργος μεταφράζεται ως Kule

30. Ο τσατμάς ή το μπαγδατί είναι μια ελαφριά κατασκευή που αποτελείται από έναν ξύλινο σκελετό με κατακόρυφα (ορθοστάτες) και οριζόντια στοιχεία μέγιστης διατομής 10 εκατοστών. Στους ορθοστάτες καρφώνονται καλάμια και άλλα παρεμφερή υλικά μικρών διατομών αφήνοντας μικρά κενά που έχουν ως στόχο την ενίσχυση της πρόσφυσης του επιχρίσματος. Πολλές φορές γεμίζονται με μικρούς λίθους ή κεραμικά στοιχεία και στη συνέχεια το σύνολο επιχρύεται.

31. Στο Πήλιο τα σχήματα σχιστόλιθου που κρίθηκαν καταλληλότερα και χρησιμοποιήθηκαν ευρέως στην κατασκευή είναι αυτά του "λέπι ψαριού" και της "ρακέτας". Οι λόγοι είναι αισθητικοί αλλά και πρακτικοί αφού τα συγκεκριμένα σχήματα δεν επιτρέπουν εύκολα τη διέλευση του νερού.

Εικόνα 29 [Αριστερά]

Στέγη με σχιστολιθικές πλάκες στη Μακρινίτσα, Μακρινίτσα, Πήλιο
@Βασιλική Μαλλιάρου

Εικόνα 30 [Αριστερά]

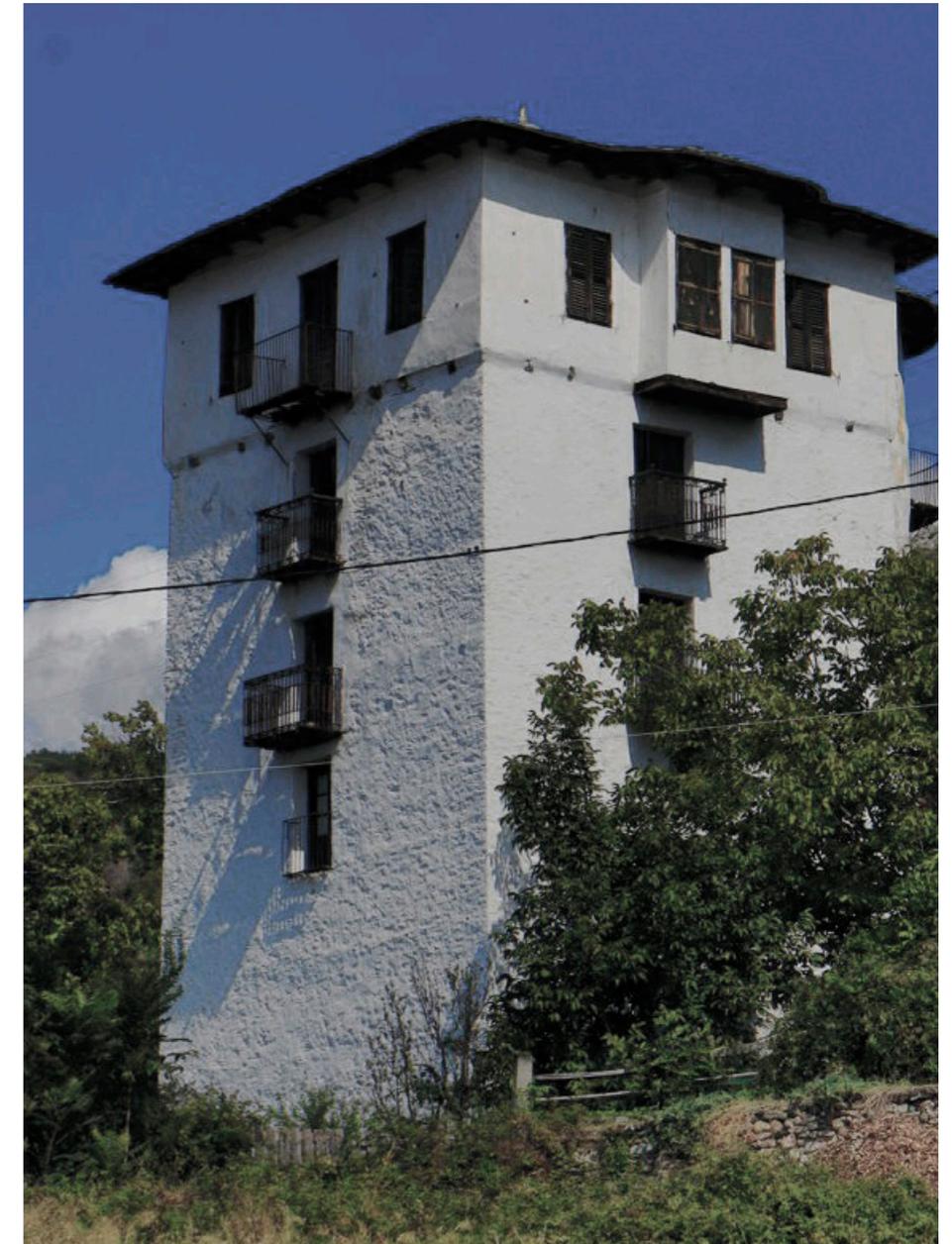
Στέγη με σχιστολιθικές πλάκες στη Μακρινίτσα, Μακρινίτσα, Πήλιο
@Amélie Pérakis

Εικόνα 31 [Αριστερά]

Στέγη με σχιστολιθικές πλάκες στη Μακρινίτσα, Μακρινίτσα, Πήλιο
@Amélie Pérakis

Εικόνα 32 [Δεξιά]

Πύργος Κοκοσλή, Λεχώνια, Πήλιο
@T. Αδαμακόπουλος



Σπίτια της ακμής | 1750 - 1830

Πρόκειται για πολυώροφα κτίσματα, πλούσια διακοσμημένα με μεγάλους χώρους που θυμίζουν έντονα τους πύργους και έχουν εσωστρεφή χαρακτήρα φρουριακής μορφής. Οι πέτρινες κατοικίες ακολουθούν τρεις τυπολογίες κατόψεων, την τετραγωνική, αυτή σε σχήμα "Γ" και μία τελευταία σε σχήμα "Π". Η μορφή των κατοικιών είναι αυτή της πετρόχτιστης βάσης με τα ελάχιστα σε αριθμό ανοίγματα και τον λευκά σοβατισμένο τελευταίο όροφο με το προεξέχον σαχνισί και τα πολλά διακοσμημένα ανοίγματα. Η κάτοψη διαμορφώνεται γύρω από το δοξάτο³², που βρίσκεται στην όψη και αποτελεί τον βασικό χώρο επικοινωνίας με τους υπόλοιπους χώρους, και από τον κύριο χώρο υποδοχής -"καλός οντάς"-.

Οι χαμηλοί όροφοι -ή αλλιώς ο κορμός- χωρίζονται σε δύο ζώνες, την "εμπρός και πίσω ζώνη". Η εμπρός ζώνη αφορά τον βασικό χώρο εισόδου -ημιυπαίθριο ή κλειστό- που είναι πλακόστρωτος και στον οποίο υπάρχει η ξύλινη σκάλα που αφορά την κατακόρυφη κυκλοφορία, ενώ η πίσω ζώνη έχει ρόλο κυρίως αποθηκευτικό. Το μεγάλο πάχος της πέτρινης τοιχοποιίας καθώς και τα λιγοστά ανοίγματα που επιτρέπουν τον απαιτούμενο αερισμό, τον καθιστούν κατάλληλο για την αποθήκευση και την διατήρηση όλων των ειδών προϊόντων ενώ συχνά υπήρχαν και χώροι κτηνοτροφικού χαρακτήρα. Η επιλογή αυτή έγινε επίσης ώστε να ισορροπηθεί η μεγάλη υψομετρική διαφορά που υπάρχει στα οικόπεδα των πετρόκτιστων.



32. Χώρος υποδοχής ή αλλιώς σάλα.

33. Πρώτος όροφος, χειμερινή κατοικία
34. Κουζίνα.
35. Ο τελευταίος όροφος που χρησιμεύει για την καλοκαιρινή διαμονή. Συχνά, μιας και η χρήση του ήταν εποχιακή, χρησίμευε και ως χώρος οικοτεχνικής παραγωγής.
36. Υπνοδωμάτια.
37. Η προεξοχή του τελευταίου ορόφου έναντι των κατώτερων πατωμάτων. Το σαχνισί, εκτός από την αύξηση του εσωτερικού ωφέλιμου χώρου της σάλας, έχει σκοπό και τον ορθογωνισμό του χώρου σε περίπτωση που το οικόπεδο ήταν παράγωνο.
38. Τα υποστηρίγματα του σαχνισιού.
39. Σκεπαστός ημιυπαίθριος χώρος που αποτελεί προέκταση της σάλας.

Ο πρώτος όροφος, ή αλλιώς χειμωνιάτικος³³, αποτελεί τον πυρήνα της κατοικίας. Προορίζεται για την διαμονή της οικογένειας τους χειμερινούς μήνες και για αυτό το λόγο φέρει λίγα ανοίγματα, όπως και το ισόγειο, με σκοπό να προστατέψει από τις χαμηλές θερμοκρασίες. Εκτός του βασικού καθιστικού, στο χειμωνιάτικο βρίσκονται το μαγειρείο³⁴ και τουαλέτες σε μεταγενέστερη εποχή.

Ο τελευταίος όροφος, ή αλλιώς καλοκαιρινός³⁵ ή στέψη, αποτελούσε την θερινή κατοικία της οικογένειας και διαφοροποιούνταν από άποψη υλικότητας και χρωματική έναντι των κατώτερων ορόφων. Αποτελείται από τον έντονα διακοσμημένο χώρο του δοξάτου -που είναι και ο πιο προσεγμένος λόγω της σημαντικότητάς του- και τις κάμαρες³⁶. Η προεξοχή του είναι ακόμα πιο έντονη σε αυτή την κτιριακή τυπολογία με το σαχνισί³⁷ να προεξέχει προς διάφορες κατευθύνσεις στηριζόμενο σε ξύλινα δοκάρια και αντηρίδες που ενισχύουν τα φουρούσια³⁸. Και εδώ χρησιμοποιούνται ελαφρύτερα υλικά όπως το μπαγδατί, τόσο για την εξωτερική τοιχοποιία όσο και τα εσωτερικά χωρίσματα. Πολλές από τις κατοικίες είχαν στον τελευταίο όροφο ένα κεντρικό ανοιχτό χαγιάτι³⁹. Σε επίπεδο όψης είναι πάντα διακοσμημένος χωρίς ακρότητες, πράγμα που προκύπτει από τα ποικίλα ανοίγματα και φεγγίτες, την διαφορετική υλικότητα (ξύλινα και μαρμάρινα στοιχεία), το ξύλινο γείσο κ.ά.. Στην περίοδο μεταξύ 1830 και 1860, παρατηρείται ένα νέο χαρακτηριστικό στον καλοκαιρινό, αυτό του κυκλικού ή πολυγωνικού σαχνισιού που στηρίζεται σε μια ανεστραμμένη κωνική βάση κατασκευασμένη από επάλληλες πέτρες εκφορικής προεξοχής.



Εικόνα 33

Αρχοντικό Χατζηκώστα,
Μακρινίτσα, 1836-1841

Εξωτερική άποψη
@B. Βουτσάς

Σχέδια 6, 7, 8, 9, 10

Αρχοντικό Χατζηκώστα,
Μακρινίτσα, 1836-1841

@Ρέα Λεωνοδοπούλου - Στυλιανού

[Από τα αριστερά προς τα δεξιά]

Πάνω: Κάτοψη ισογείου, κάτοψη α' ορόφου, κάτοψη β' ορόφου
Κάτω: Τομή Α-Α', κύρια όψη

Σπίτια της παρακμής | 1860 - 1910

Στα μέσα του 19ου αιώνα κάνει την εμφάνισή του μια διαφορετική τυπολογία κατοικιών που φέρει χαρακτηριστικά της λαϊκής πηλιορείτικης αρχιτεκτονικής και της αστικής νεοκλασικής αρχιτεκτονικής. Διατηρούνται μερικά στοιχεία των αρχοντικών όπως η μικρή προβολή του τελευταίου ορόφου και η χρήση των τοπικών υλικότητων όπως οι μεγάλοι πέτρινοι⁴⁰ τοίχοι και η παρουσία του ξύλου⁴¹ τόσο στις στέγες όσο και στις αντιρίδες. Οι λιθοδομές αποτελούνται από δύο σειρές χοντρολαξευμένων ασβεστόλιθων με χρήση κονιάματος που το κενό ενδιάμεσα γεμίζουν μικρότερες πέτρες και λάσπη. Σημαντική είναι η παρουσία των γωνιόλιθων⁴² και των πέτρινων στοιχείων σε τοξωτή διάταξη στις παρειές των ανοιγμάτων. Οι λίθοι είναι συνήθως λαξευμένοι στο εξωτερικό ενώ στο εσωτερικό είναι αλάξευτοι καθώς θα δεχθούν κάποιο επίχρισμα.

Η πέτρα απαντάται και στους εξωτερικούς χώρους των κατοικιών -στις αυλές ως λιθόστρωτα συχνά με διακοσμητικά στοιχεία- καθώς επίσης και στις σκάλες -εσωτερικές ή/και εξωτερικές. Σε μια διαφορετική μορφή πετρωμάτων, διακοσμητικό ρόλο έχει το μάρμαρο και συναντάται επίσης στα εσωτερικά πατώματα, στα υπέρθυρα αλλά και τα μαρμάρινα μπαλκόνια που στη συνέχεια τοποθετούνται τα μεταλλικά κιγκλιδώματα. Και σε αυτή την τυπολογία, έντονη είναι η παρουσία του ξύλου σε παρειές, πόρτες, παράθυρα και χατίλια που τοποθετούνται σε διάφορα ύψη για την βέλτιστη ευστάθεια του κτιρίου. Συνήθως η θέση τους είναι στο ύψος των δαπέδων ή και στην άνω παρειά των ανοιγμάτων. Επιπρόσθετα, τα πατώματα των κατοικιών κατασκευάζονται από ξύλινα δοκάρια των οποίων οι άκρες στηρίζονται ανάμεσα από τους λίθους που συντελούν την τοιχοποιία.

Παράλληλα, εμφανίζονται νέα χαρακτηριστικά τα οποία μέχρι σήμερα εντοπίζονται στην νεοκλασική αρχιτεκτονική. Μερικά παραδείγματα αποτελούν η συμμετρική διαμόρφωση των όψεων, η εμφάνιση ενός μεταλλικού μπαλκονιού στην κύρια όψη, οι τοξωτές εσοχές κ.ά..



40. Γενικά, οι τοπικές πέτρες που κυριαρχούν στην Πηλιορείτικη κατασκευή είναι ο σχιστόλιθος, ο ασβεστόλιθος και το μάρμαρο από το Νότιο Πήλιο και γύρω από την περιοχή της Τζάστενης.
41. Τα ξύλα προέρχονται κυρίως από τα δάση καστανιάς, δρυός και οξιάς του Πηλίου.
42. Μεγάλοι λίθοι που τοποθετούνται στις γωνίες των κτισμάτων. Οι πέτρες αυτές είναι καλύτερες και πιο προσεκτικά κατεργασμένες.

Εικόνα 34
Αρχοντικό Φιλιππίδη,
Μηλιές, Πήλιο
@Αρχοντικό Φιλιππίδη

Η πέτρα στη δημόσια Πηλιορείτικη αρχιτεκτονική

Φυσικά, η χρήση της πέτρας δεν περιορίζεται μόνο σε κατοικίες αλλά αποτελεί χαρακτηριστικό των δημόσιων χώρων των οικισμών. Στο Πήλιο συναντάμε πλήθος πέτρινων γεφυριών, καλντεριμιών και μονοπατιών που χάρη στην προσεκτική συντήρησή τους από τους κατοίκους διατηρούνται μέχρι και σήμερα. Επιπλέον, μέχρι και τα μέσα του 20ου αιώνα, τα πέτρινα μονοπάτια σε συνδυασμό με τον σιδηρόδρομο που ένωνε το Βόλο με τις Μηλιές, αποτελούσαν το μοναδικό άξονα επικοινωνίας των χωριών και των λιμανιών τους μεταξύ τους αλλά και με την πόλη του Βόλου, συνδράμοντας σημαντικά στην οικονομία των κοινοτήτων. Επίσης, μια αρκετά σημαντική χρήση της πέτρας είναι στις κρήνες/πηγές και τις πλατείες.



Εικόνα 35
Κεντρική πλατεία Μακρινίτσας,
Μακρινίτσα, Πήλιο
@Amélie Pérakis



37.4921918, 25.343856

ΜΑΡΜΑΡΟΝΗΣΙ ΜΥΚΟΝΟΥ

2.2.2_ Η Ελληνική Κυκλαδίτικη κατοικία: η περίπτωση της Μυκόνου

Στα ελληνικά νησιά, η τοπική αρχιτεκτονική και τυπολογία που έχει αναπτυχθεί είναι αρκετά έντονη. Τα παραπάνω διαμορφώνονται από τις ανάγκες, την διαθέσιμη τεχνολογία και τα οικονομικά - κοινωνικά κριτήρια της εποχής. Η μορφή των κατοικιών είναι αρκετά απλή: Ορθογωνικός μικρός όγκος, συνήθως ενός πατώματος ύψους 2,5 μέτρων λόγω της έλλειψης ξυλείας στα νησιά (αργότερα απέκτησαν όροφο χάρη στην κατασκευαστική εξέλιξη) με επίπεδες στέγες, στηθαίο και σαμάρια στο δώμα⁴³. Το στηθαίο ήταν κύριας σημασίας λόγω των ανέμων αλλά και του βρόχινου νερού που μπορούσε να συλλεχθεί για τις ανάγκες του νοικοκυριού. Ο προσανατολισμός είναι νότιο-ανατολικός με τους υπαίθριους χώρους και τα μικρά ανοίγματα των όψεων να βρίσκονται προς αυτή την κατεύθυνση ώστε να έχουν το βέλτιστο φυσικό φωτισμό αλλά και να προστατευτούν από τους έντονους βόρειους ανέμους του νησιού. Η προστατευόμενη βόρεια όψη συνήθως έχει ένα μοναδικό μικρό άνοιγμα, τον "μούτουλο", που εξασφαλίζει διαμπερότητα και επωφελείται των μελεμιών για τον αερισμό της κατοικίας. Οι σοβατισμένες λευκές όψεις ανακλούν τις ηλιακές ακτίνες και περιορίζουν την απορρόφηση της θερμότητας διατηρώντας σχετικά χαμηλή θερμοκρασία εσωτερικά το καλοκαίρι. Βασικοί χώροι των κατοικιών είναι η κουζίνα -χώρος διημέρευσης- και η κάμαρα -χώρος απόσυρσης.

- 43. Η απόληξη του τοίχου στο δώμα, το σχήμα τους είναι τριγωνικό ή ημικυκλικό.
- 44. Λατομείο.
- 45. Η ξερολιθιά είναι μια κατασκευή από πέτρες πιο ακανόνιστου σχήματος δομημένη χωρίς τη χρήση συνδετικού υλικού όπως το κονίαμα. Η τοποθέτηση των πετρών γίνεται χειρωνακτικά, με μεγάλη τέχνη και ακρίβεια ώστε αυτές να "κουμπώσουν" μεταξύ τους.

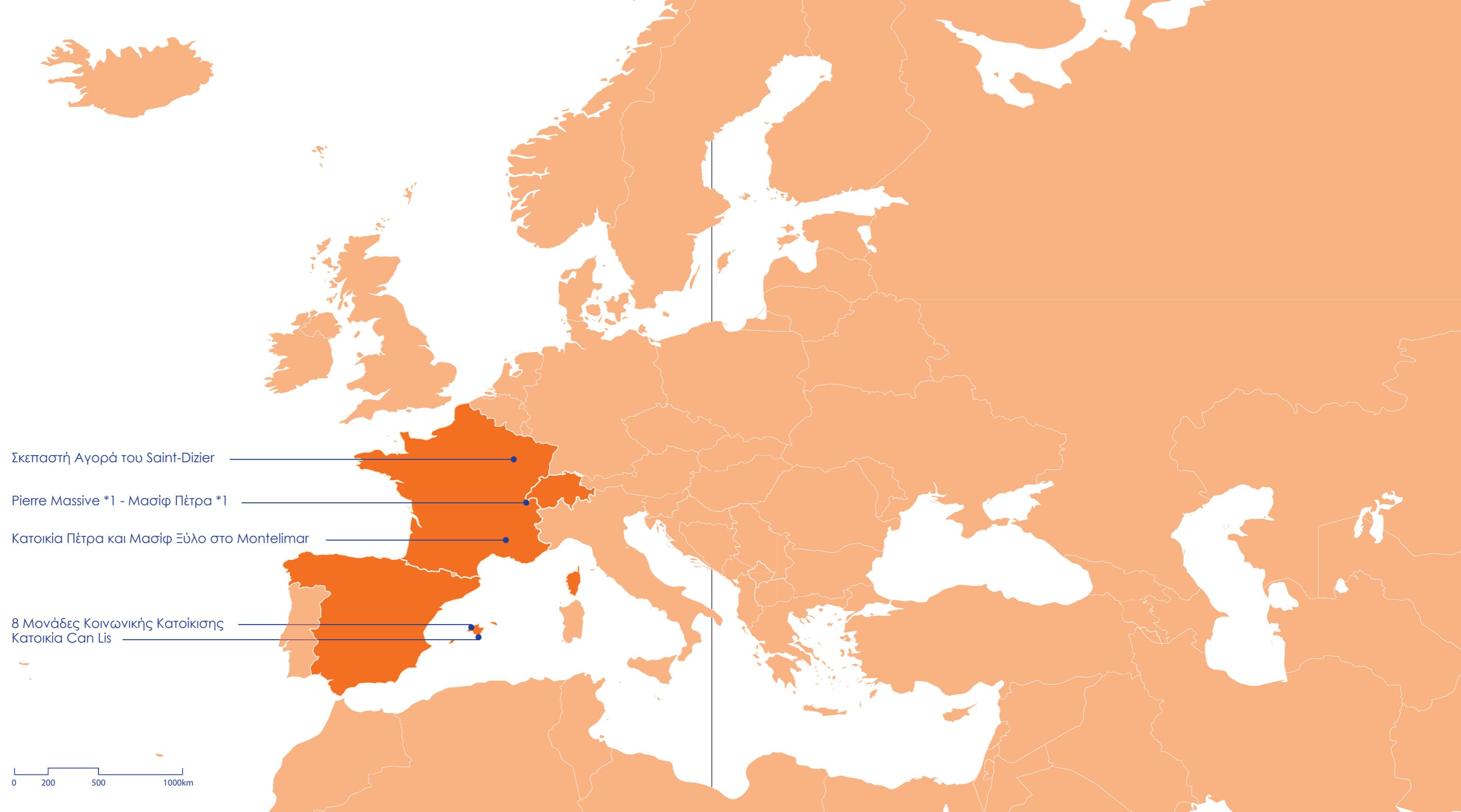
Το κύριο υλικό κατασκευής των έργων είναι η τοπική πέτρα. Το υλικό αυτό είναι εύκολα προσβάσιμο στα Κυκλαδίτικα νησιά, αφού εξορύσσεται επί τόπου στα νταμάρια⁴⁴ των νησιών. Στην περίπτωση της Μυκόνου, η πέτρα εξορύσσεται από το Μαρμαρονήσι στο βόρειο τμήμα της (πλέον τα λατομεία δε βρίσκονται σε λειτουργία). Η πέτρα προσφέρει θερμική άνεση χάρη στις σημαντικές θερμικές ιδιότητές της. Συγκεκριμένα, με σκοπό την διασφάλιση της επιθυμητής θερμοκρασίας, οι τοίχοι αποκτούν πάχος 60-80 εκατοστών, λειτουργώντας ως φυσική μόνωση, πράγμα που διατηρεί δροσερό το εσωτερικό περιβάλλον τους θερινούς μήνες και ζεστό τους χειμερινούς.

Η πέτρα συναντάται επίσης στις ξερολιθιές⁴⁵ παραδείγματος χάρη με στόχο την στήριξη του εδάφους σε επικλινή τοπία.

Σχέδιο 11
 "Η τοπική Αρχιτεκτονική της Μυκόνου"
 @Προσωπικό κολάζ

2.3. _ Πέντε ιστορίες δομικής πέτρας

5 παραδείγματα σύγχρονης αρχιτεκτονικής με φέρων οργανισμό από μασίφ πέτρινους ογκόλιθους



Σκεπαστή Αγορά του Saint-Dizier

Pierre Massive *1 - Μασίφ Πέτρα *1

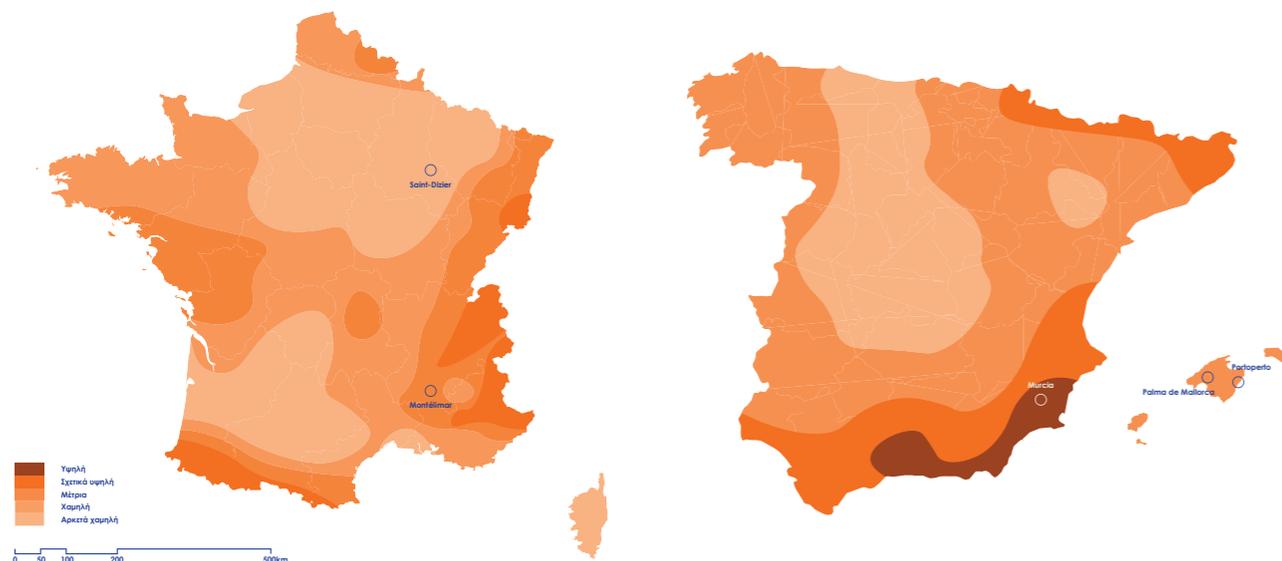
Κατοικία Πέτρα και Μασίφ Ξύλο στο Montelimar

8 Μονάδες Κοινωνικής Κατοίκησης
Κατοικία Can Lis

0 200 500 1000km

Τα παρακάτω έργα αποτελούν αντιπροσωπευτικά και αξιόλογα παραδείγματα σύγχρονης αρχιτεκτονικής των οποίων ο συνδετικός κρίκος είναι η υλοποίησή τους με δομική πέτρα και πιο συγκεκριμένα τον ασβεστόλιθο και τον ψαμμίτη Μαρές, δύο υλικών που ανήκουν στην κατηγορία των ιζηματογενών πετρωμάτων. Κύριος στόχος είναι η μελέτη των κατασκευαστικών τεχνικών, που αντλούνται από την τοπική αρχιτεκτονική, πάνω στον κλάδο της λίθινης κατασκευής και πώς αυτές μπορούν να εφαρμοστούν στο σημερινό πλαίσιο. Η επιλογή των έργων δεν είναι τυχαία, καθώς χρησιμοποιούν υλικά τα οποία είναι σημαντικά κεφάλαια της τοπικής παραδοσιακής αρχιτεκτονικής και για τα οποία η υπάρχουσα τεχνογνωσία είναι μεγάλη. Πρόκειται για μία καταγραφή και ανάλυση που επιχειρεί να γεφυρώσει το παρελθόν με το παρόν.

Για αυτό το σκοπό, επιλέχθηκαν 5 έργα 3 διαφορετικών κλιμάκων: ιδιωτική κατοικία, συλλογική / κοινωνική κατοίκηση και δημόσιο έργο μεγάλης κλίμακας. Τα έργα αυτά παρουσιάζουν σημαντική ποικιλομορφία τόσο ως προς το πρόγραμμά τους όσο και το μέγεθος (από 6m² έως και 12.500m², από ισόγειες κατασκευές έως και κατασκευές 8 ορόφων). Βρίσκονται σε 3 ευρωπαϊκές χώρες, την Ισπανία, τη Γαλλία και την Ελβετία, μέρη στα οποία ανέκαθεν η πέτρινη δόμηση ήταν - και συνεχίζει να είναι - παρούσα. Σε κάθε περίπτωση, εφαρμόζονται διαφορετικές κατασκευαστικές τεχνικές που αντλούνται από την τοπική αρχιτεκτονική αναδεικνύοντας την και τιμώντας την. Με στόχο να εξεταστούν τα παραπάνω, γίνεται μία ανάλυση των τοπικών ειδικών χαρακτηριστικών και συνθηκών της κάθε περιοχής. Μερικά από αυτά είναι το κλίμα, η τοπική ιστορία και οικονομία, η σεισμικότητα, η γεωλογική σύσταση του εδάφους



Χάρτης 3

Ζώνες σεισμικότητας στη Γαλλία

Πηγή δεδομένων:
Γενική Διεύθυνση Πρόληψης
Κινδύνων (2023)
(DGPR - Direction Générale de la
Prévention des Risques)

Χάρτης 4

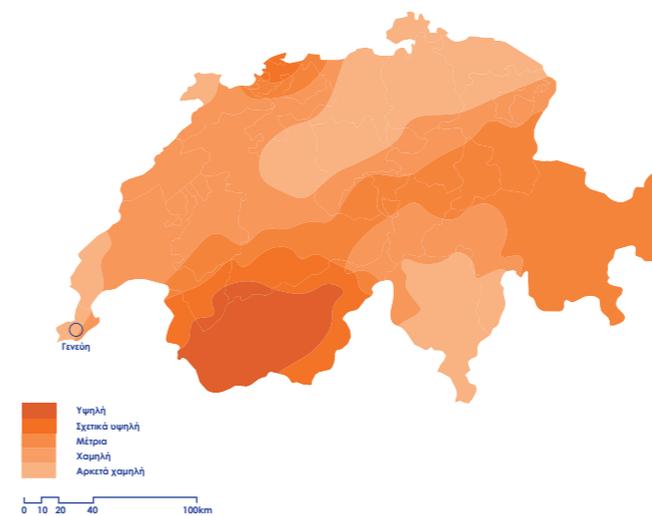
Ζώνες σεισμικότητας στην Ισπανία

Πηγή δεδομένων:
National Geographic Institute

Χάρτης 5

Ζώνες σεισμικότητας στην Ελβετία

Πηγή δεδομένων:
Επίσημο geoportail, πλατφόρμα
χαρτογράφησης και γεωγραφικής
πληροφορίας της Ελβετικής
Συνομοσπονδίας (2025)
(Geo.admin.ch The federal
geoportail)



και βεβαίως η πρώτη ύλη, οι διαθέσιμοι φυσικοί πόροι σε όσο το δυνατόν μικρότερη απόσταση (στη συγκεκριμένη περίπτωση τα διαθέσιμα πετρώματα από τα λατομεία που εξακολουθούν να είναι ενεργά).

Σε δεύτερο τόπο, και αφού έχει προηγηθεί η παραπάνω ανάλυση των 4 περιοχών που μας ενδιαφέρουν (δύο από τα πέντε έργα στη Μαγιόρκα και από ένα σε Montélimar, Saint Dizier και Γενεύη), το κάθε project αναλύεται εις βάθος από πλευράς υλικότητας, χωρικότητας και βιοκλιματικού σχεδιασμού. Επιδιώκεται σε κάθε περίπτωση η αξιολόγηση της πέτρας ως βασικό δομικό υλικό και τι προσφέρει στη δομή, όπως για παράδειγμα πώς το υλικό ορίζει τη χωρικότητα και τον σχεδιασμό σε ένα πιο συνολικό και ολοκληρωμένο πλαίσιο. Επίσης, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη "συνύπαρξη" της πέτρας με άλλα υλικά, φυσικά ή βιομηχανικά: από το ξύλινο ζευκτό, στον χαλύβδινο σκελετό και τις πλάκες σκυροδέματος, από τη μόνωση με βαμβάκι στη μόνωση με το θαλάσσιο φυτό της Ποσειδωνίας. Συγχρόνως, παρουσιάζεται και μελετάται ένα ευρύ φάσμα κατασκευαστικών τεχνικών: από θολωτές κατασκευές και μασραμπίγια, σε ισόδομη τοιχοποιία και λιθοδομή με νευρώσεις. Τα παρακάτω έργα στοχεύουν στην ανάδειξη της δομικής πέτρας ως ένα βιώσιμο και σύγχρονο φέρον υλικό σε συνδυασμό με την διατήρηση της τοπικής ταυτότητας της κατασκευής.

Συνολικά, τα έργα αυτά επιδιώκουν να αναδείξουν τη δομική πέτρα ως ένα υλικό που σέβεται και εξελίσει την τοπική αρχιτεκτονική και παράδοση, ικανό παράλληλα να ανταποκριθεί στα δεδομένα και στις απαιτήσεις της εποχής μας.

Κατοικία Can Lis

1970-1973, Jørn Utzon
[Porto Petro, Μαγιόρκα, Βαlearίδες Νήσοι, Ισπανία]

Μέγεθος Έργου: 200 m²



Εικόνα 36
Εξωτερική άποψη
@Terence Chin

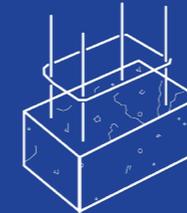
Υλικά



πέτρα μαρές



πέτρα σαντανί



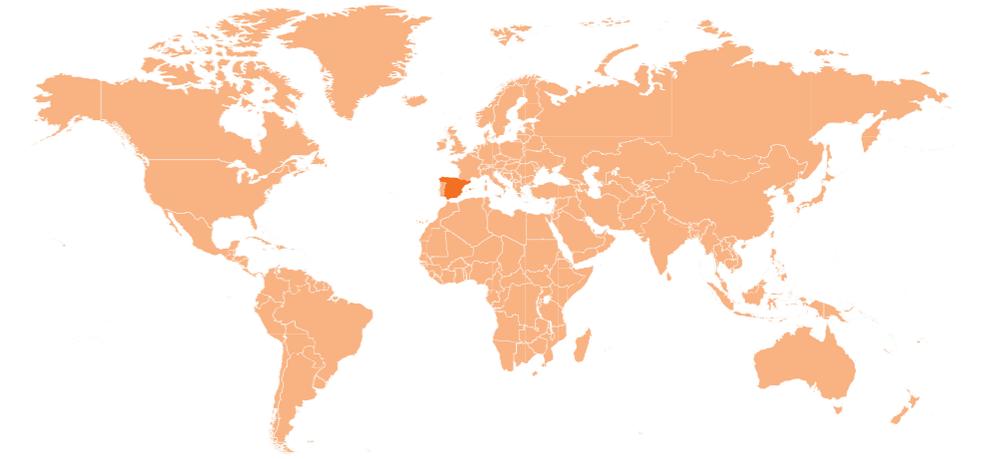
σκυρόδεμα



ανακυκλωμένο
βαμβάκι



ρωμαϊκό κεραμίδι



Ο Jørn Utzon, γεννημένος το 1918, είναι ένας Δανός αρχιτέκτονας. Έπειτα της αποφοίτησής του από τη σχολή αρχιτεκτονικής της Βασιλικής Ακαδημίας Καλών Τεχνών της Κοπεγχάγης, συνεργάστηκε με πλήθος αρχιτεκτόνων, μεταξύ άλλων τον Σουηδό Hakon Ahlberg και τον Φινλανδό Alvar Aalto. Το 1950 ιδρύει το δικό του γραφείο και τα επόμενα χρόνια κερδίζει μεγάλο αριθμό αρχιτεκτονικών διαγωνισμών. Το 1957, κερδίζει το διαγωνισμό που αφορά τον σχεδιασμό της Όπερας του Σίδνεϊ, έργο για το οποίο δουλεύει μέχρι το 1963 με την πρότασή του να χαρακτηρίζεται ως ευφυέστατη από την κριτική επιτροπή. Δύο χρόνια αργότερα, αποχωρεί από το πρότζεκτ, μετά από πολλαπλές εντάσεις που προέκυψαν με τη νέα κυβέρνηση της Αυστραλίας όσον αφορά το κόστος της κατασκευής, το οποίο ήταν βεβαρυμένο. Καθ' όλη τη διάρκεια της καριέρας του σχεδίασε πολυάριθμα έργα, τόσο αρχιτεκτονικά όσο και σχεδιασμό επίπλων (γνωστός για την δημιουργία της καρέκλας "8108").

Η φιλοσοφία του Utzon βασιζόταν στην αλληλεπίδραση των έργων με τη φύση και στην αρχιτεκτονική ως εμπειρία. Τον ενδιέφερε η χωρική εμπειρία του χρήστη, η κίνηση μέσα στο κτίριο και οι εναλλαγές. Θεωρούσε πως τα κτίρια οφείλουν να αλληλεπιδρούν με το φυσικό περιβάλλον και όχι να κυριαρχούν πάνω του. Ιδιαίτερη σημασία έδινε σε στοιχεία όπως το φως, ο προσανατολισμός και η θέα. Επίσης, έδινε έμφαση στην υλικότητα (απλά υλικά) και την απλότητα/λιτότητα της κατασκευής.

46. Weston, R., (2002).
Utzon: Inspiration, Vision,
Architecture. Edition Bløndal

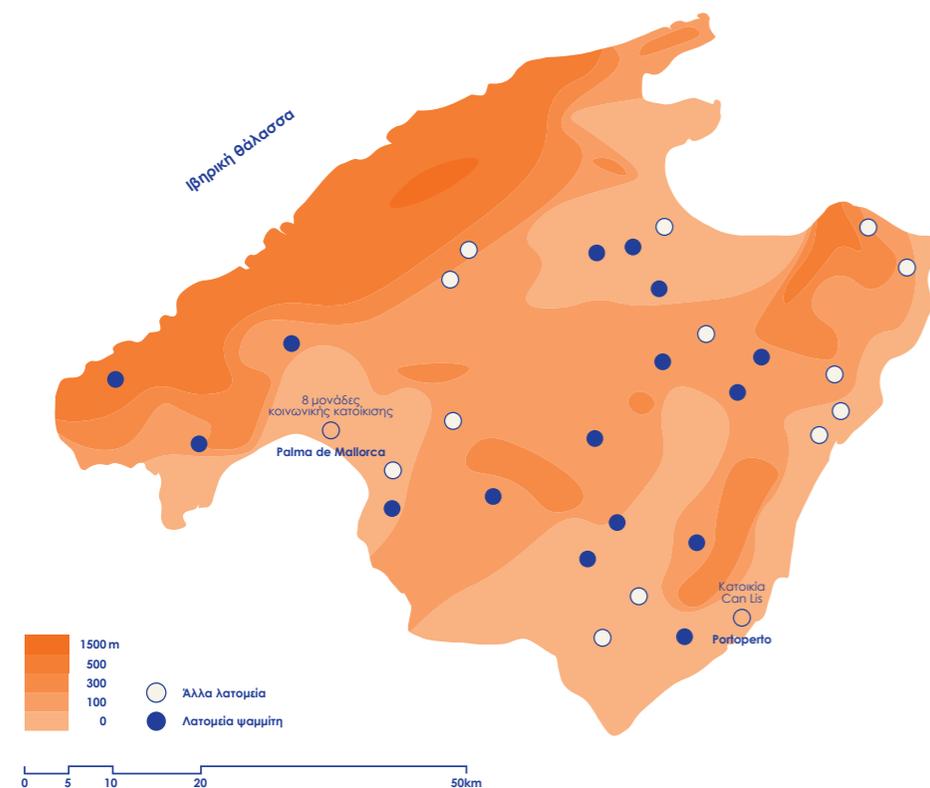
"Πάντα πίστευα ότι το πιο σημαντικό πράγμα στην αρχιτεκτονική είναι να δημιουργείς κανείς περιβάλλοντα μέσα στα οποία οι άνθρωποι αισθάνονται άνετα" ⁴⁶

- Jørn Utzon

Mallorca

Βαλεαρίδες Νήσοι, Ισπανία

Οι Βαλεαρίδες νήσοι είναι μια αυτόνομη κοινότητα της Ανατολικής Ισπανίας αποτελούμενη από τη Μαγιόρκα, την Μινόρκα και την Ίμπιζα με την πρώτη να είναι το μεγαλύτερο νησί και με πρωτεύουσα την Πάλμα ντε Μαγιόρκα. Ο πληθυσμός της αγγίζει τους 966.000 κατοίκους, σύμφωνα με απογραφή του 2025, ενώ ανέκαθεν αποτελεί έναν δημοφιλή τουριστικό προορισμό.



Χάρτης 6

Τοποθεσία της Μαγιόρκα στον χάρτη της Ισπανίας

Χάρτης 7

Τοπογραφικός χάρτης της Μαγιόρκα με τα υψόμετρα της, τα ενεργά λατομεία του νησιού σήμερα και τη θέση περιοχών Palma de Mallorca και Portoperito

Πηγή δεδομένων λατομικών εγκαταστάσεων: Ισπανικό Υπουργείο Επιστήμης, Καινοτομίας και Πανεπιστημίων (Ministerio de Ciencia Innovación y Universidades)(1972)

Το κλίμα της νήσου χαρακτηρίζεται ως μεσογειακό και ημίξηρο (ή αλλιώς κλίμα στέπας). Πιο συγκεκριμένα, τα καλοκαίρια είναι ζεστά και ξηρά ενώ αντίθετα οι χειμώνες είναι ήπιοι, κάτι μεταξύ θερμού και δροσερού, με ελαφρές βροχοπτώσεις μεταξύ των μηνών Οκτωβρίου και Ιανουαρίου. Η μέση θερμοκρασία κατά τους ζεστούς μήνες είναι στους 26 βαθμούς Κελσίου⁴⁷ ενώ κατά τους κρύους μήνες κυμαίνεται γύρω στους 10 βαθμούς Κελσίου. Ωστόσο, η Μαγιόρκα αγγίζει υψηλά ποσοστά υγρασίας καθ' όλη τη διάρκεια της χρονιάς, με αυτά να κυμαίνονται από 67% έως 81%.

Το Μαγιορκινό τοπίο είναι σε γενικές γραμμές ξηρό και χωρίς ιδιαίτερη βλάστηση. Στο βόρειο τμήμα όμως, όπου συναντάμε μεγαλύτερα υψόμετρα και συγκεκριμένα την κορυφή Puig Major σε ύψος 1445m, το τοπίο περιγράφεται από τις καταπράσινες εκτάσεις.

47. Κλιματικά δεδομένα για τη χρονιά 2024 από την Μετεωρολογική Υπηρεσία Met Office

Το έδαφος του νησιού αποτελείται κυρίως από ασβεστόλιθο. Το συγκεκριμένο πέτρωμα με την πάροδο του χρόνου διαλύεται στο νερό και έτσι δημιουργούνται αρκετά φαράγγια και σπήλαια. Αυτό δικαιολογεί και την απουσία υδάτινων στοιχείων όπως λίμνες και ποτάμια μιας και το νερό απορροφάται εύκολα από τον ασβεστόλιθο. Παρά το γεγονός της έντονης κυριαρχίας του συγκεκριμένου πετρώματος, αν υπάρχει ένα υλικό που να χαρακτηρίζει τις Βαλεαρίδες νήσους, αυτό είναι η πέτρα Μαρές. Ανήκει στην κατηγορία των αμμόλιθων ή ψαμμίτων των ιζηματογενών πετρωμάτων και συνήθως έχει χρώμα ανοιχτών έως και κοκκινοπών αποχρώσεων. Αυτό διαφέρει αναλόγως την τοποθεσία του λατομείου προέλευσης (παραδείγματος χάρη αν η απόθεση του ιζηματογενούς πετρώματος έγινε σε γλυκό ή θαλάσσιο νερό) και στην περιεκτικότητά του πετρώματος σε οξειδία του σιδήρου, υπεύθυνα για την κοκκινωπή απόχρωση. Είναι ένα αρκετά ανθεκτικό υλικό που παρουσιάζει πολύ μεγάλη αντοχή σε θλίψη και έχει αντιολισθητικές ιδιότητες, γεγονός που το καθιστά ιδανικό για πατώματα πέραν από υλικό φέροντα οργανισμού. Το μειονέκτημα του Μαρές για την ίδια την πέτρα είναι η υψηλή απορροφητικότητά του ως προς την υγρασία αλλά και η ταχεία διάβρωση του, γεγονός που το κάνει να χρήζει συχνής συντήρησης. Αυτό όμως αποτελεί και ένα από τα μεγάλα του πλεονεκτήματα ως δομικό υλικό καθώς χάρη στην υγροσκοπία του λειτουργεί ρυθμιστικά ως προς την υγρασία των χώρων.

Εικόνα 37

Πέτρα Μαρές
@Amélie Pérakis

Εικόνα 38

Όψη Μαγιορκινής κατοικίας στην περιοχή του λιμανιού του Sóller (Δυτική Μαγιόρκα)
@Amélie Pérakis



Στην Αρχιτεκτονική των Βαλεαριδών νήσων, η πέτρα Μαρές απαντάται από την αρχαιότητα έως σήμερα, από εκκλησίες, φρούρια, φάρους και ιστορικά μνημεία έως συλλογικές κατοικίες και αγροτικής φύσεως κατασκευές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της ιστορίας της αρχιτεκτονικής του νησιού αποτελούν το κάστρο Μπελβέρ και ο Καθεδρικός Ναός της Μαγιόρκα. Επίσης, το νησί έχει έντονες επιρροές αραβικής δόμησης. Παραδείγματος χάρη, συναντάμε τις πέτρινες καμάρες, τα λουτρά και τις εσωτερικές αυλές των κατοικιών στις οποίες υπήρχε έντονη φύτευση ή ακόμα και σιντριβάνια.

Υπολογίζεται πως η Μαγιόρκα διαθέτει πάνω από 1.600 ανενεργά λατομεία ψαμμίτη εκ των οποίων σήμερα λειτουργούν μόλις 16 και τα οποία κινδυνεύουν με αναστολή. Κάποια από αυτά εξακολουθούν να χρησιμοποιούν μηχανήματα κοπής που χρονολογούνται από τη δεκαετία του 50, ανήμπορα να επενδύσουν σε πιο σύγχρονα λόγω της χαμηλής ζήτησης. Εκτός των άλλων, με τα χρόνια η τεχνογνωσία της εξόρυξης της πέτρας χάνεται απειλώντας σημαντικά τον κλάδο αλλά και την πολιτισμική κληρονομιά της περιοχής. Τον 20ο αιώνα, χάρη στην βιομηχανική εξέλιξη και την αυτοματοποίηση των μηχανών, όσον αφορά τόσο την εξόρυξη όσο και μεταφορά των λίθων, η χρήση της συγκεκριμένης πέτρας γίνεται όλο και πιο συχνή. Σε μια περίοδο όμως έντονου τουριστικού κορεσμού που γνωρίζει το νησί στα μέσα του 20ου αιώνα, ο λίθος άρχισε να χάνει το ρόλο του ως δομικό υλικό, αντικαταστάθηκε από το μπετόν και το τούβλο, παίρνοντας εντέλει έναν ρόλο υλικού επένδυσης. Αποτέλεσμα ήταν η ταυτότητα του νησιού και η παραδοσιακή αρχιτεκτονική να φθίνουν με το χρόνο.



Εικόνα 39 [Δεξιά]

Πέτρινο κτίριο,
Palma de mallorca, Ισπανία
@Amélie Pérakis

Εικόνα 40 [Αριστερά]

Το Βασιλικό Παλάτι της Almudaina
με φόντο τον πετρόκτιστο Καθεδρικό
Ναό,
Palma de mallorca, Ισπανία
@Amélie Pérakis

Τα δύο κτίρια βρίσκονται αντικριστά στο κέντρο της πρωτεύουσας της Μαγιόρκα, έχουν ως κύριο δομικό υλικό τον τοπικό ψαμμίτη μαρές και είναι επισκέψιμοι χώροι. Το Βασιλικό Παλάτι, το οποίο μέχρι και σήμερα αποτελεί μία από τις επίσημες κατοικίες της Ισπανικής Βασιλικής οικογένειας, χτίστηκε το 14ο αιώνα όντας αρχικά Αραβικό φρούριο. Το έργο του καθεδρικού Ναού *Santa Maria de Palma de Mallorca* ξεκίνησε το 1229 και ολοκληρώθηκε το 1601. Μέχρι σήμερα γίνονται αρκετές έργα αποκατάστασης ή προσθήκης, μεταξύ άλλων αυτή του Antonio Gaudí το 1903.



Μετά την επίσκεψη της οικογένειας Utzon στην Μαγιόρκα στα τέλη της δεκαετίας του '60, αποκτούν στην νότιο-ανατολική πλευρά του νησιού, στο Porto Petro, ένα οικόπεδο γεμάτο θάμνους και πεύκα στην άκρη ενός βράχου σε ύψος 20 μέτρων από τη θάλασσα. Το Can Lis, που ολοκληρώνεται το 1973, από πολλούς δε θεωρείται απλώς μια κατοικία αλλά ένα χωρικό τοπίο αποτελούμενο από πολλές μικρές μονάδες. Το σύνολο δίνει την εντύπωση πως η κατοικία είναι μέρος του φυσικού τοπίου αναδυόμενη από το βραχώδες έδαφος ως προέκταση του ίδιου του γκρεμού πάνω από τη θάλασσα.



Σχέδιο 12
Τοπογραφικό σχέδιο της περιοχής του Porto Petro και της κατοικίας Can Lis

Εικόνα 41 [Πάνω]
Αεροφωτογραφία
@Iwan Baan



Εικόνα 42 [Κάτω]
Εξωτερική άποψη
@Torben Eskerod



Ο αρχιτέκτονας είχε την επιθυμία να δημιουργήσει μια σύγχρονη μεσογειακή κατοικία στην οποία θα κατοικούσε ο ίδιος και η οικογένειά του. Δεν ακολουθεί τόσο τα χαρακτηριστικά της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής των Βαlearίδων νήσων, ή τουλάχιστον ένα μικρό μέρος, αλλά μελετά κυρίως την υλικότητα που την χαρακτηρίζει. Επιλέγει την μασίφ πέτρα σε μορφή ογκόλιθου ως κύριο υλικό της κατασκευής για τα κάθετα φέροντα στοιχεία αλλά και για τις πλάκες. Πιο συγκεκριμένα, προτιμά τις πέτρες Μαρές και Σαντανί. Η πρώτη χρησιμοποιήθηκε για τις κολώνες και τις τοιχοποιίες και η δεύτερη, έχοντας πιο πυκνή σύσταση, χρησιμοποιήθηκε για τα δάπεδα της κατοικίας και άλλα στοιχεία που ενσωματώνονται σε αυτή όπως οι πάγκοι της κουζίνας. Το Can Lis είναι το πρώτο έργο τέτοιου τύπου στο νησί που υιοθετεί διπλή λιθοδομή (φέρουσα λιθοδομή 20 εκατοστών στο εξωτερικό της κατοικίας και εσωτερική αυτοφέρουσα λιθοδομή 10 εκατοστών, επενδυτικού χαρακτήρα) με μονωτικό υλικό ενδιάμεσα της τάξεως των 10 εκατοστών. Λέγεται πως μεγάλο μέρος του σχεδιασμού της κατοικίας έγινε κατευθείαν στο εργοτάξιο από τον Utzon σε συνεννόηση με τους λιθοτεχνίτες και την εμπειρία που διέθεταν πάνω στο υλικό του Μαρές. Επιπλέον, η κόκκινη απόχρωση της πέτρας, ίδια με αυτή του τοπίου, επιτρέπει στην κατοικία να εναρμονίζεται πλήρως με το φυσικό περιβάλλον και να χάνεται μέσα σε αυτό. Για τα κατακόρυφα στοιχεία, χρησιμοποιεί την τεχνική των νευρώσεων, κολώνες 40x40 εκατοστών ή 20x40 από ογκόλιθους τοποθετημένοι ο ένας πάνω στον άλλον που παρεμβάλλονται από την τοιχοποιία των 40 εκατοστών. Αυτή η μέθοδος είναι χαρακτηριστική της τοπικής Μαγιorkινής αρχιτεκτονικής.

Αξιοσημείωτη είναι η επιλογή του Utzon να τοποθετήσει τους πέτρινους τοίχους στο βόρειο τμήμα της κατοικίας και τις πέτρινες κολώνες στο νότιο τμήμα. Ο τοίχος προστατεύει την κατοικία από το δρόμο, δημιουργώντας ένα καθεστώς ιδιωτικότητας ενώ οι κολώνες "ανοίγουν" προς το φυσικό περιβάλλον, τη θάλασσα και κατέπκταση τη θέα.

Έντονη είναι η παρουσία και του κεραμιδιού. Συγκεκριμένα, ο Utzon υιοθετεί τα κεραμικά στοιχεία τόσο στη στέγη όσο και στην οροφή εσωτερικά. Στην οροφή, χρησιμοποιεί τα καταλανικής προέλευσης Bovedillas, ένα είδος ρωμαϊκού κεραμικού πλακίου θολωτής μορφής.

Το σκυρόδεμα περιορίζεται στα δοκάρια τα οποία λαμβάνουν τις δυνάμεις των θολωτών κεραμικών στοιχείων. Σε μερικά σημεία της κατοικίας όπως τα κουφώματα, απαντάται και το υλικό του ξύλου και συγκεκριμένα το Madera Norte, ένα είδος Μαγιorkινού πεύκου.



Εικόνα 43 [Πάνω]

Χώρος τραπεζαρίας με την κουζίνα στο βάθος. Πέτρινη κολώνα από τεμάχια πέτρας μαρές διαστάσεων 20x40, πέτρινη επένδυση Σαντανί στο πάτωμα, δοκάρια σκυροδέματος και κεραμίδια στην οροφή.

@Torben Eskerod



Εικόνα 44 [Κάτω]

Άποψη από τον ημιυπαίθριο χώρο

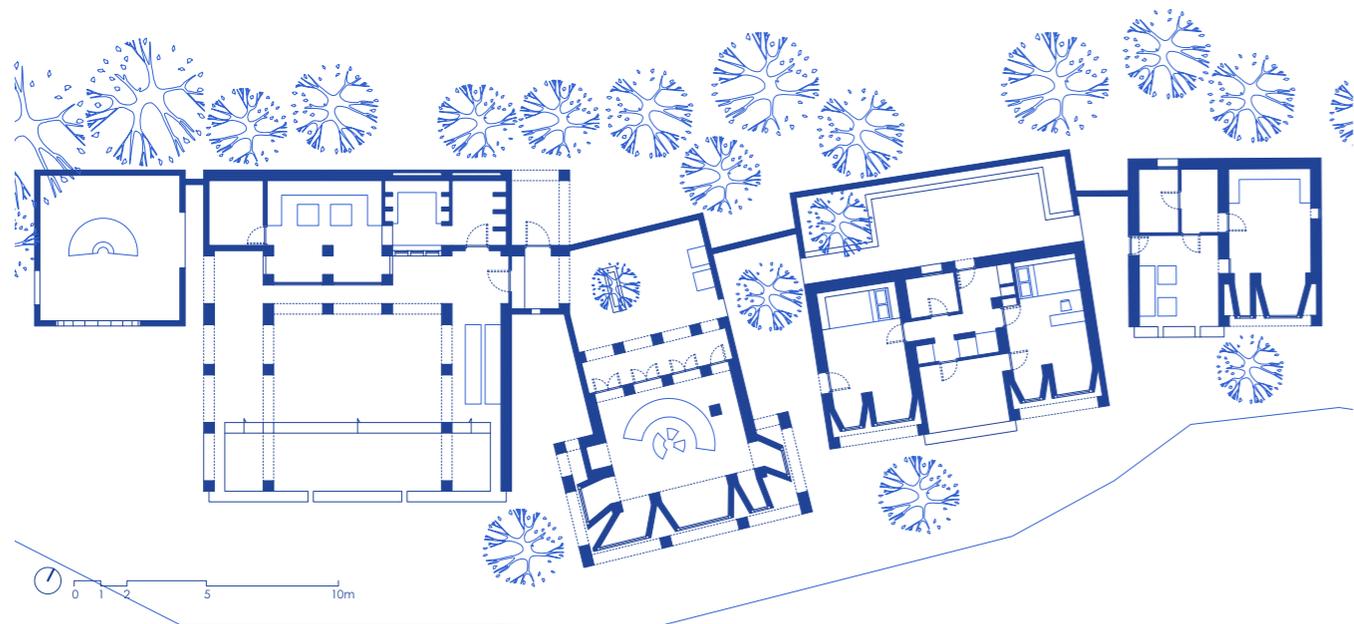
@Torben Eskerod

Η κατοικία αποτελείται από τέσσερες μικρές μονάδες, η κάθε μία με την ξεχωριστή ιδιότητά της και λειτουργία. “Λιτές μορφές σε μια βάση πλήρως εναρμονισμένη με το περιβάλλον”. Ο σχεδιασμός τους έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε να ακολουθούν την γραμμή του γκρεμού έχοντας προσανατολισμό προς τη θάλασσα και οργανώνονται με βάση τη λειτουργία τους. Παρά το γεγονός πως είναι αυτόνομα και ανεξάρτητα, η σύνδεσή τους γίνεται μέσω μιας σειράς αιθρίων ενώ ταυτόχρονα χάρη στην υλικότητα επιτυγχάνεται μια συνοχή.

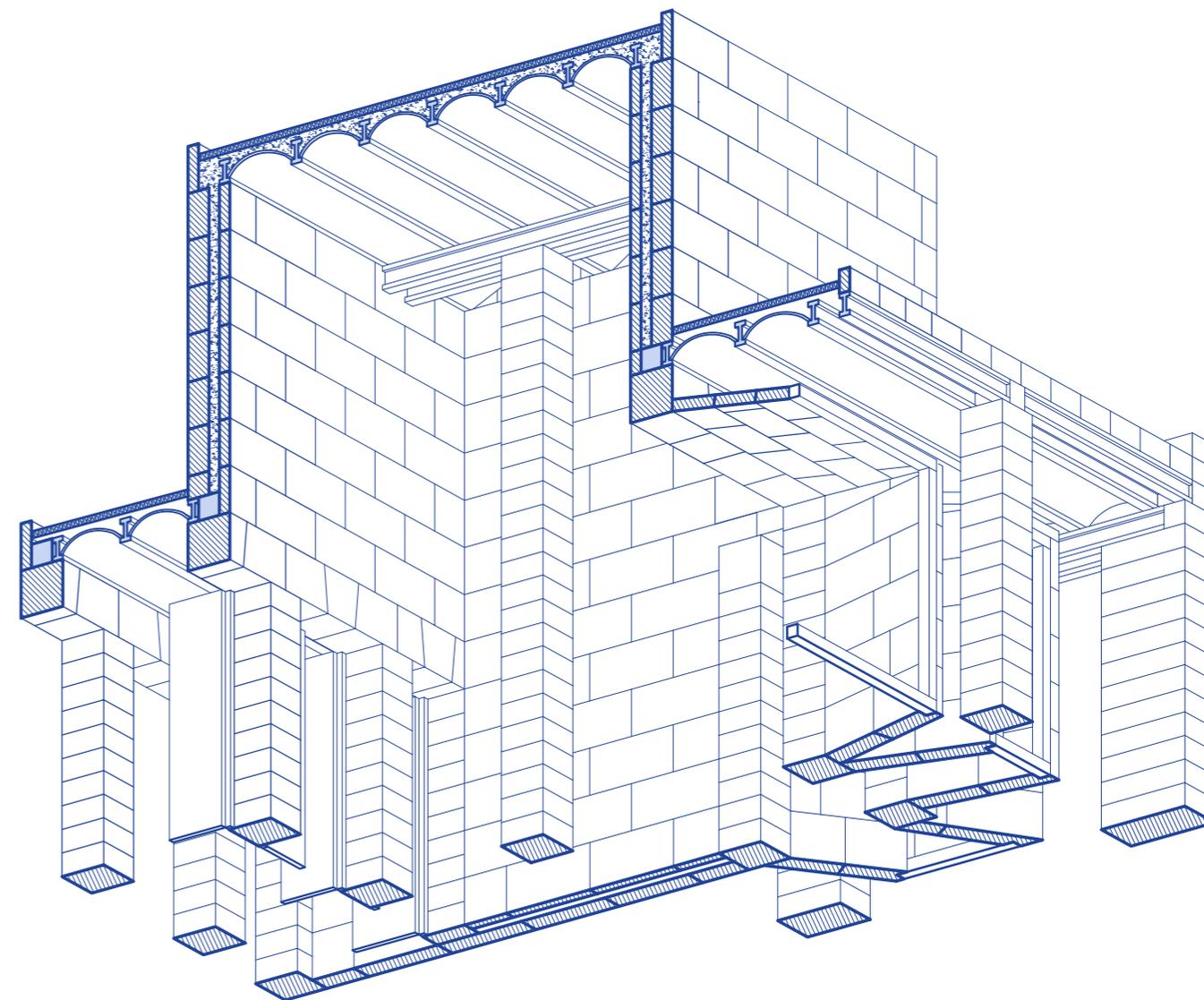
Ο μεγαλύτερος σε διαστάσεις χώρος είναι αυτός της κουζίνας και της τραπεζαρίας. Έχει σχήμα “Π” και ένα εξωτερικό αίθριο πλαισιωμένο από δύο κιονοστοιχίες σκοπός των οποίων είναι να προσφέρουν σκίαση. Το μεγαλύτερο σε ύψος ραβδίον αφορά τον χώρο του καθιστικού και οι δύο τελευταίοι χώροι τα υπνοδωμάτια.

Σημαντική είναι η δουλειά που έχει κάνει ο αρχιτέκτονας με τα ανοίγματα της κατοικίας και το ρόλο που έχει το φως σε αυτή. Δημιουργεί ανοίγματα σε διαφορετικά ύψη από όπου εισέρχεται το “ζενιθιακό” φως. Οι πέτρινες κολώνες και τοιχοποιίες, διαφορετικών διαστάσεων και κλίσεων, τοποθετημένα με στρατηγικό τρόπο, “καδράρουν” τη θέα προς τη θάλασσα και τη βλάστηση ενώ υποδέχονται το φως με έναν ιδιαίτερο τρόπο. Τα κουφώματα τοποθετούνται εξωτερικά δίνοντας την εντύπωση πως δεν υπάρχουν και ο εσωτερικός χώρος είναι προέκταση του εξωτερικού.

Όσον αφορά τον φωτισμό, ο προσανατολισμός των ανοιγμάτων προσφέρει διαφορετικές ποιότητες φωτός μέσα στην ημέρα. Ο αρχιτέκτονας Andrew Totter σε επίσκεψή του στο Can Lis τοποθετείται επί του θέματος λέγοντας πως ανάλογα με την ώρα της ημέρας και τη θέση του ήλιου, οι χώροι αλλάζουν μορφή, για παράδειγμα, στο καθιστικό, τις απογευματινές ώρες το ζεστό φως της δύσης του ηλίου αντανακλά πάνω στον τοίχο Μαρές δημιουργώντας μία θερμή ατμόσφαιρα.



Σχέδιο 13
Κάτοψη κατοικίας Can Lis



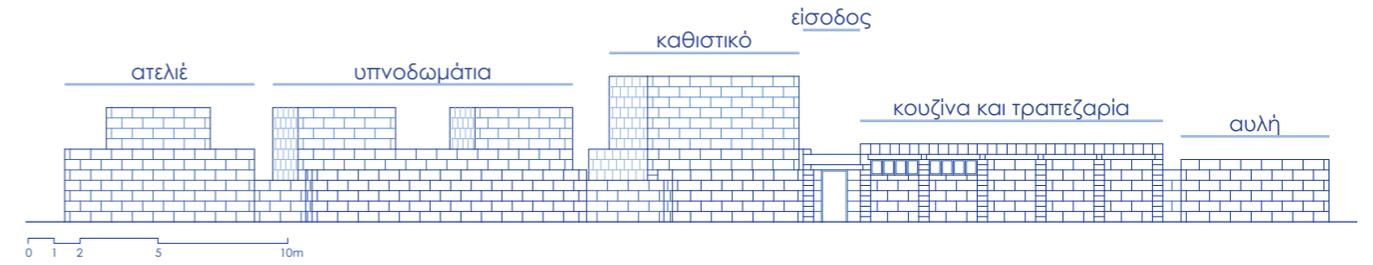
Σχέδιο 14
Ισομετρική κατασκευαστική τομή αλά Auguste Choisy
@Προσωπικό σχέδιο



Εικόνα 45 [Πάνω]
Καθιστικός χώρος με τα "κανόνια
θέας" που "καδράρουν" το τοπίο
@Torben Eskerod

Εικόνα 46 [Μέση]
Καθιστικός χώρος με τα έπιπλα από
πέτρα Σαντανί
@Torben Eskerod

Εικόνα 47 [Κάτω]
Εξωτερική άποψη από την αυλή.
Αριστερά βρίσκεται ο καθιστικός
χώρος και ευθεία η κύρια είσοδος της
κατοικίας.
@Torben Eskerod



Σχέδιο 15
Βόρεια όψη κατοικίας Can Lis

Το Can Lis σχεδιάστηκε με σκοπό να ανταποκρίνεται στο θερμό και ξηρό κλίμα της Μαγιόρκα. Όπως και στο πρότζεκτ των IBAVI, ο Utzon εκμεταλλεύεται τις ιδιότητες και το πάχος της πέτρας Μαρές η οποία είναι ικανή να απορροφά τη θερμότητα την ημέρα και να την απελευθερώνει τη νύχτα, διατηρώντας έτσι μια σταθερή θερμοκρασία στο εσωτερικό. Σημαντικό ρόλο έχουν επίσης η διάταξη των ρανίλιονς και των αυλών που τα ενώνει. Οι τέσσερις χώροι όντας ανεξάρτητα κτίσματα, επιτρέπουν την φυσική κυκλοφορία του αέρα ανάμεσα τους διατηρώντας τα δροσερά τους θερινούς μήνες. Επιπρόσθετα, οι αυλές και οι στοές λειτουργούν προστατευτικά από τον άνεμο και τον ήλιο ως φίλτρα φωτός δημιουργώντας σκιερούς και δροσερούς χώρους. Ο Utzon προστατεύει την βόρεια πλευρά των όγκων με κλειστές αυλές και τις όψεις τους να είναι σχετικά κλειστές. Αυτό συμβαίνει τόσο για λόγους ιδιωτικότητας από το κεντρικό δρόμο αλλά και προστασίας από τον αέρα.

8 Μονάδες Κοινωνικής Κατοίκησης από τοπική πέτρα

2021, IBAVI

[Salvador Espiru 39, Μαγιόρκα, Βαlearίδες Νήσοι, Ισπανία]

Αρχιτεκτονική ομάδα: Carles G. Oliver (IBAVI)
Xim Moyá
Antonio Martín
Alfonso Reina (IBAVI)

Μέγεθος έργου: 662 m²

Συνολικό κόστος: 818.000 €

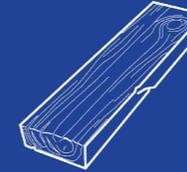


Εικόνα 48
Εσωτερική άποψη, θολωτή πέτρινη οροφή Μαρές ισογείου
@José Hevia

Υλικά



πέτρα μαρές



ξύλο



σκυρόδεμα



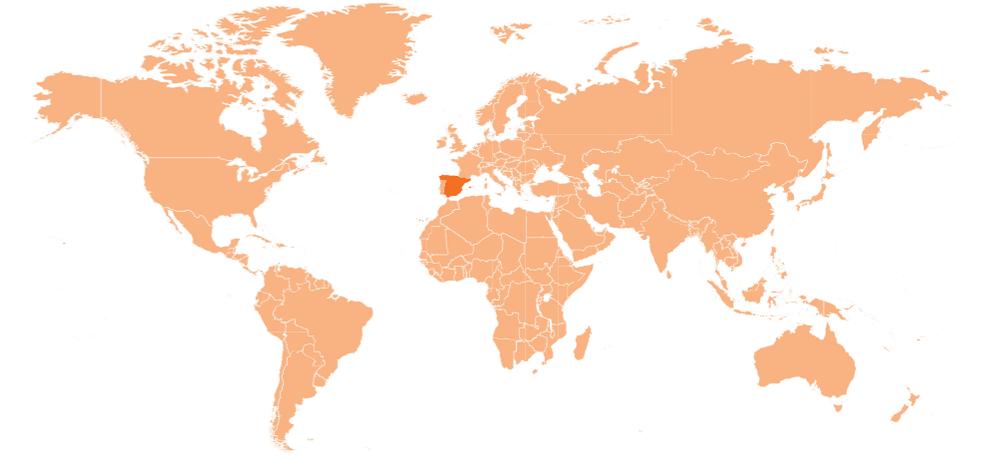
ποσειδωνία



ανακυκλωμένο βαμβάκι



αραβικό κεραμίδι



Οι IBAVI (Instituto Balear de la Vivienda - Ινστιτούτο Κοινωνικής Κατοίκησης των Βαlearίδων) είναι ένας οργανισμός στον τομέα της κατοίκησης που ασχολείται με την απόκτηση γης, την αναζήτηση χρηματοδότησης, τη διοργάνωση αρχιτεκτονικών διαγωνισμών, την ανάθεση και παρακολούθηση αρχιτεκτονικών έργων (κατοικιών) καθώς και τη μετέπειτα ενοικίαση και συντήρησή τους.

Ο οργανισμός ήδη από το 1986 που άρχισε να δραστηριοποιείται, μετρά περίπου την ολοκλήρωση 1800 διαμερισμάτων. Κύριος στόχος τους είναι η προώθηση των τοπικών φυσικών υλικών "από το να επενδύσουν σε ένα χημικό αντίστοιχο (εννοώντας βιομηχανικό υλικό) που βρίσκεται σε απόσταση 1.500 km"⁴⁸, ως κατασκευαστικές εναλλακτικές. Τα φυσικά υλικά όχι μόνο έχουν μειωμένο ενεργειακό αποτύπωμα σε σύγκριση με τα συμβατικά υλικά (πριν και μετά το πέρας της κατασκευής) αλλά δεν είναι τοξικά ως προς τον άνθρωπο.

Γι αυτό το σκοπό, οι IBAVI εμπιστεύονται την ανάθεση των κατασκευών σε Ισπανούς αρχιτέκτονες και μηχανικούς όπως οι HArquitectes, οι TEd'A κ.ά.. Ο τρόπος με τον οποίον δουλεύουν ξεκινά από το στάδιο της χαρτογράφησης των διαθέσιμων φυσικών πόρων πλησίον του έργου ("resource mapping"). Στη συνέχεια, ερευνούν τα χαρακτηριστικά των υλικών και κατά πόσο αυτά είναι συμβατά τόσο με τις κλιματικές απαιτήσεις όσο και με την παραδοσιακή αρχιτεκτονική κουλτούρα της περιοχής. Το έργο τους προσπαθεί να συνδιαλεχθεί με το τοπικό οικοσύστημα αντί να το "αγνοήσει".

48. IBAVI, Life Reusing Posidonia

49. Limon, E., (2022).
Instituto Balear de la Vivienda,
The Architectural Review,
1496, Νοέμβριος 2022, pg. 80-84

"Δεν κατοικούμε ένα σπίτι αλλά ένα οικοσύστημα"⁴⁹

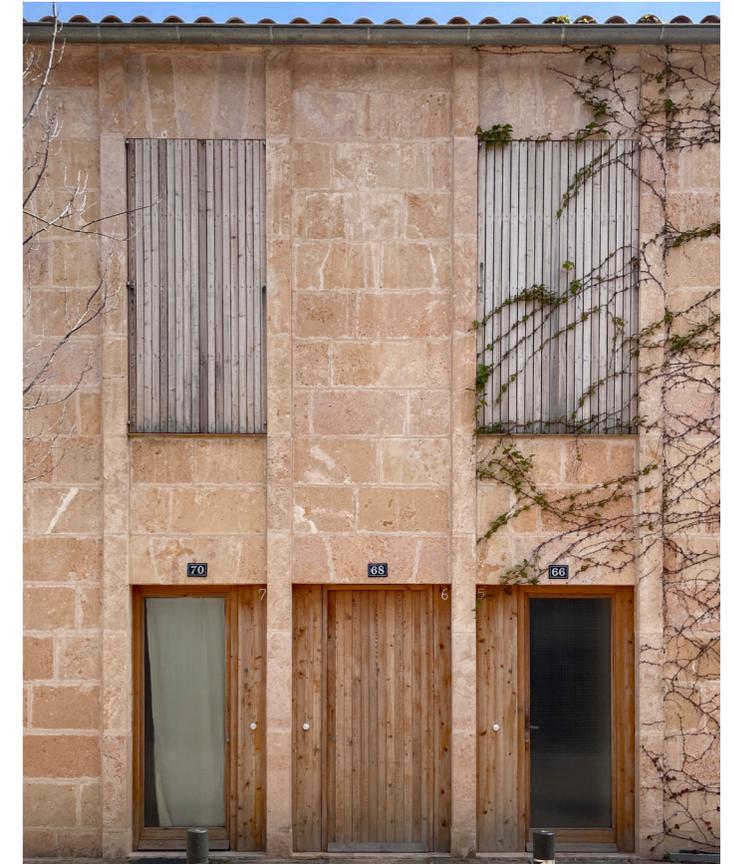
- Carles Oliver Barcelo



Σχέδιο 16
Τοπογραφικό σχέδιο της περιοχής

Η κατασκευή των 8 μονάδων κοινωνικής κατοίκησης εντάσσεται στα πλαίσια της παραδοσιακής πέτρινης αρχιτεκτονικής του νησιού, το στυλ της οποίας ο υπεύθυνος αρχιτέκτονας Carles Oliver Barcelo χαρακτηρίζει ως “estil rústic mallorquí”, δηλαδή “αγροτικό μαγιorkινό στυλ”. Τα παραδοσιακά μαγιorkινά κτίσματα παρουσιάζουν χαρακτηριστικά λιτών δομών ενός ή δύο ορόφων με απλή γεωμετρία και φυσικά την χρήση πέτρας Μαρές, τοπικό υλικό του νησιού.

Σε μία περίοδο που το θέμα της κλιματικής αλλαγής είναι πιο κρίσιμο από ποτέ, η αρχιτεκτονική ομάδα του IBAVI έρχεται να δώσει λύση προτείνοντας 8 μονάδες κοινωνικής κατοικίας των οποίων η κατασκευή αξιοποιεί τοπικά υλικά χρησιμοποιώντας όσο το δυνατόν λιγότερο το μπετόν. Με αυτή τους την κίνηση μειώνουν σημαντικά την ποσότητα εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα ενώ συγχρόνως τονώνουν την τοπική οικονομία. Σύμφωνα με τον Carles Oliver Barcelo, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που σχετίζονται με την κατασκευή, μειώθηκαν κατά 75% χάρη στην χρήση της φυσικής πέτρας και όχι του μπετού (από 126 kg/CO2 ανά τ.μ. σε 31,36 kg/CO2 ανά τ.μ.).



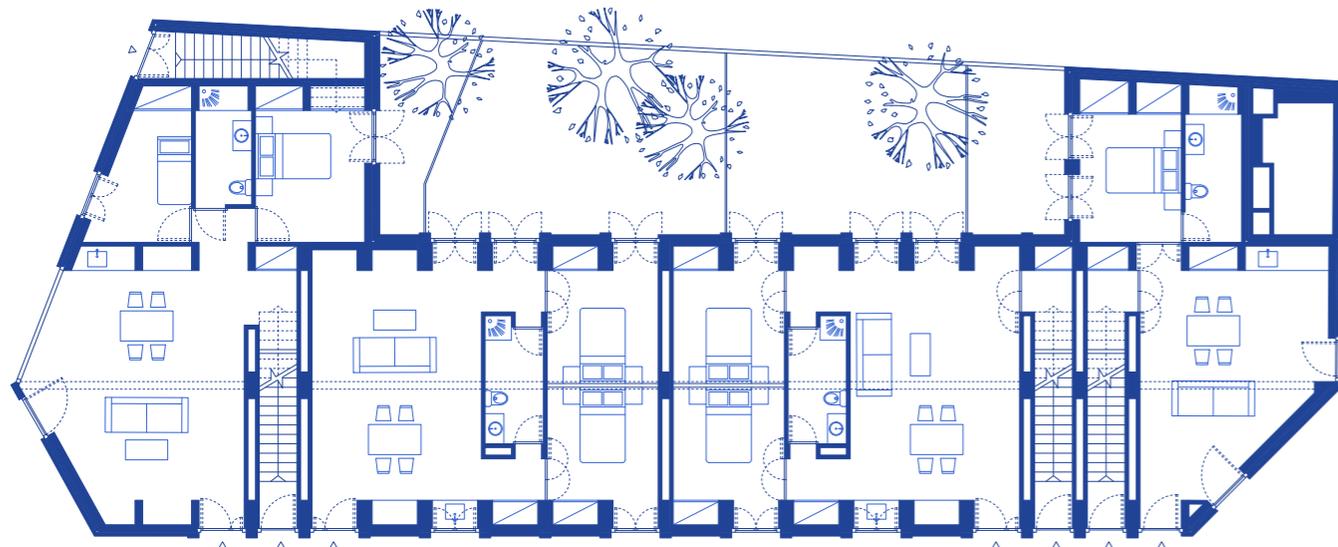
Εικόνα 49 [Πάνω]
Εξωτερική άποψη
@Amélie Pérakis

Εικόνα 50 [Κάτω]
Εξωτερική άποψη
@José Hevia

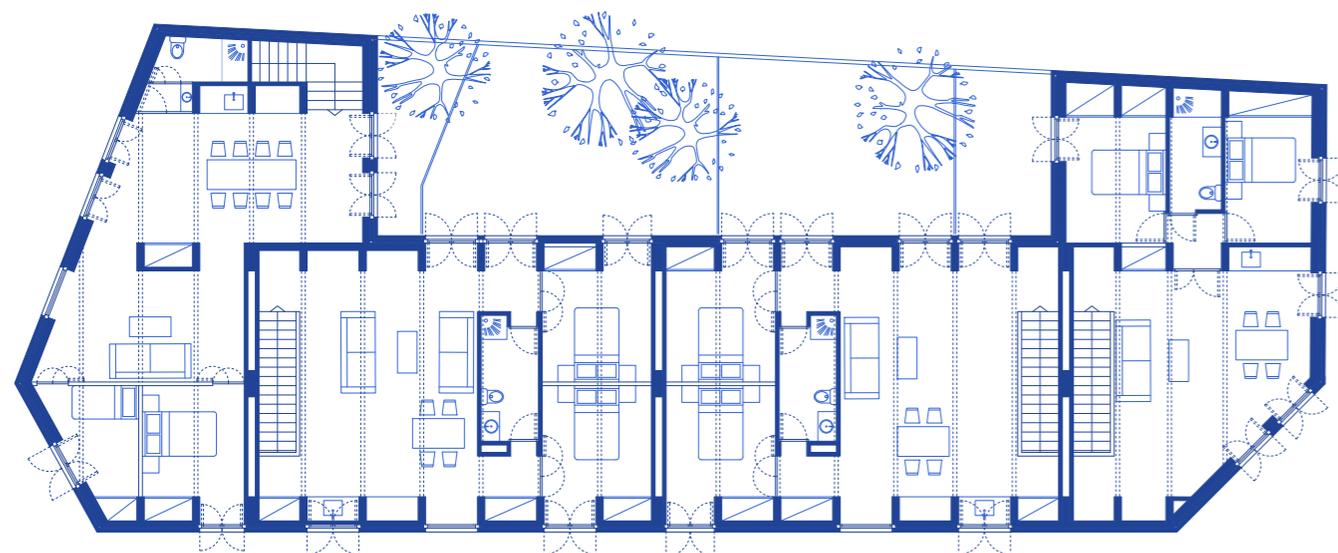


Υλικό-πρωταγωνιστής της οδού Salvador Espríu 39 είναι η τοπική πέτρα Μαρές, η εξόρυξη της οποίας γίνεται σε απόσταση μόλις 18 χλμ από τις κατοικίες. Οι IBAVI μελετούν και επεξεργάζονται το συγκεκριμένο υλικό από το 2019, χρησιμοποιώντας όλη τους την τεχνογνωσία ώστε να αποκτήσει και φέρουσα ιδιότητα όσον αφορά τα οριζόντια στοιχεία.

Σχέδιο 17 [Πάνω]
Κάτοψη Ισογείου



Σχέδιο 18 [Κάτω]
Κάτοψη Ορόφου



50. Ενισχυτικό γραμμικό στοιχείο που βελτιώνει τη μηχανική συμπεριφορά του υλικού ή της κατασκευής. Κολώνες από ογκόλιθους τοποθετούνται ο ένας πάνω στον άλλον και παρεμβάλλονται από πέτρινη τοιχοποιία.

51. Σύμφωνα με τον Barcelo, δουλεύοντας με την πέτρα, καθώς και άλλα φυσικά υλικά, η επανάληψη είναι πολύ σημαντική τόσο από στατικής άποψης όσο και οικονομικής μειώνοντας το κόστος της κατασκευής.

52. Το θαλάσσιο φυτό σε ρόλο θερμομόνωσης μελετάται τα τελευταία χρόνια από τον οργανισμό IBAVI

Carles Oliver Barcelo: Η χρήση της ποσειδωνίας ως θερμομονωτικό υλικό μας υπενθυμίζει πως δε ζούμε σε μία κατοικία αλλά σε ένα οικοσύστημα.

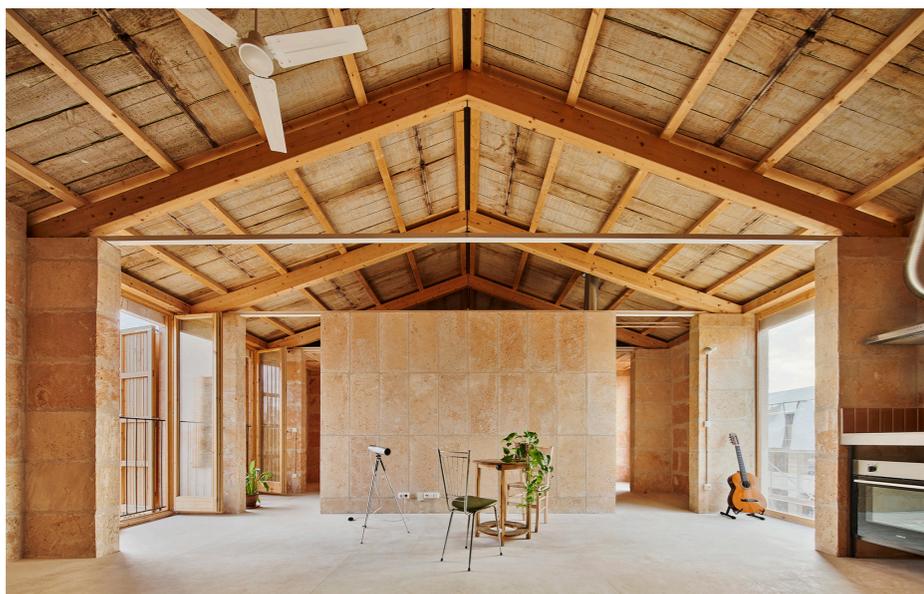
Limon, E., (2022). Instituto Balear de la Vivienda, The Architectural Review, 1496, November 2022, pg. 80-84

Τα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία της κατασκευής είναι πέτρινα αποτελούμενα από μπλοκ μαρές διαστάσεων 75x40x40cm, τυπική διάσταση κοπής μπλοκ από τα λατομεία. Η επιλογή αυτή μειώνει ακόμα περισσότερο το κόστος του έργου καθώς η πέτρα δε χρειάζεται περαιτέρω επεξεργασία και κοπή στο εργοτάξιο. Περιμετρικά της κάτοψης και με κύριο στατικό ρόλο, υπάρχουν λιθόκτιστες κολώνες με επάλληλες πέτρες, οι διαστάσεις των οποίων στο ισόγειο είναι 75x40 εκ. και στον όροφο 75x20 εκ. Λειτουργούν δε ως νευρώσεις⁵⁰ με αποτέλεσμα να μειώνονται οι διαστάσεις της ενδιάμεσης λιθοδομής⁵¹, σε ότι αφορά το πάχος της, ενώ συγχρόνως είναι υπεύθυνες για την παραλαβή όλων των φορτίων. Σε πλήθος σημείων των όψεων υπάρχουν ανακουφιστικά τόξα, πέτρινες αψίδες που αποτελούν σαφές αναφορικό στοιχείο στην τοπική αρχιτεκτονική. Η λιθοδομή του κτίσματος, ανάμεσα από τις κολώνες, είναι διπλή και εσωτερικά έχει τοποθετηθεί μόνωση 10 εκ. ανακυκλωμένου βαμβακιού. Αυτή η τεχνική έχει υιοθετηθεί από την Μαγιορκινή παραδοσιακή αρχιτεκτονική όπου χάρη στην θερμική αδράνεια του μεγάλου πάχους πέτρινου τοίχου οι εσωτερικοί χώροι παραμένουν δροσεροί το καλοκαίρι και ζεστοί τον χειμώνα. Η μικρής κλίσης οροφή, όπως συνηθίζεται να γίνεται στο νησί της Μεσογείου, μονώνεται από ένα αρκετά αποδοτικό φυσικό υλικό, την Ποσειδωνία⁵², είδος θαλάσσιου φυτού της οποίας τα νεκρά φύλλα συλλέχθηκαν μόλις 11 χλμ μακριά από την κατασκευή, στην παραλία Cala Estancia.

Σχέδιο 19
Ανάπτυγμα Όψεων



Στην οροφή του ισογείου υπάρχει ένα σύστημα 2 πέτρινων παράλληλων ημικυκλικών θόλων, ανοίγματος 295 εκατοστών ο καθένας, που στηρίζονται στα δοκάρια από μπετόν. Το μπετόν το συναντάμε στη θεμελίωση, στην πλάκα μεταξύ ισογείου και πρώτου ορόφου καθώς και στα δοκάρια που μεταφέρουν τα φορτία στις πέτρινες κολώνες. Οι IBAVI επιλέγουν το χρώμα του σκυροδέματος πολύ προσεκτικά ώστε να συνομιλεί αρμονικά με το ερυθρό χρώμα της πέτρας. Στη δίκλινη στέγη τοποθετήθηκαν κεραμίδια αραβικού τύπου. Επιπλέον, τα ξύλα που χρησιμοποιήθηκαν τόσο για το ξύλινο ζευκτό της οροφής όσο και για τα ανοίγματα (κάσες, πόρτες και παράθυρα), αποτελούν προϊόντα επανάχρησης από ξύλο παλαιότερων κατασκευών.



Οι πέτρινες κολώνες προεξέχουν κατά 55 εκατοστά προς το εσωτερικό του τοίχου και ο ρόλος τους πέρα από στατικός αφορά την οργάνωση του χώρου. Η μεταξύ τους απόσταση είναι 160 εκ., δημιουργούν ένα παιχνίδι μεταξύ κενού και πλήρους, και προσφέρουν έναν ρυθμό περιμετρικά της κάτοψης ενώ στις εσοχές που δημιουργούνται τοποθετούνται οι κουζίνες για την μέγιστη αξιοποίηση των χώρων και τα λεγόμενα "Festejadors", καθιστικοί χώροι που εντάσσονται στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική του νησιού. Με λίγα λόγια, παρατηρούμε την άρτια χρήση και τοποθέτηση της πέτρας που εξυπηρετεί μία λειτουργία και μία τυπολογία. Τα λουτρά βρίσκονται στο κέντρο της κάτοψης διαμορφώνοντας την κίνηση γύρω από αυτά. Στους τοίχους τους, η λιθοδομή έχει αντιστραφεί δίνοντας μία διαφορετική διάσταση στα χωρίσματα διαχωρίζοντας τα από τη φέρουσα τοιχοποιία. Οι επιφάνειες των διαμερισμάτων κινούνται στα 75τ.μ. και αποτελούνται από 2 υπνοδωμάτια. Χάρη στα εσωτερικά ξύλινα χωρίσματα που είναι εύκολα αποσυναρμολογούμενα, οι αρχιτέκτονες δίνουν τη δυνατότητα στους χρήστες να διαμορφώσουν την κατοικία τους ανάλογα με τις ανάγκες τους.

Εικόνα 51 [Δεξιά Πάνω]

Εσωτερική άποψη α' ορόφου: ξύλινα στοιχεία οροφής, μικρές εσοχές festejadors ως χώροι που εξυπηρετούν την κουζίνα

@José Hevia

Εικόνα 52 [Δεξιά Κάτω]

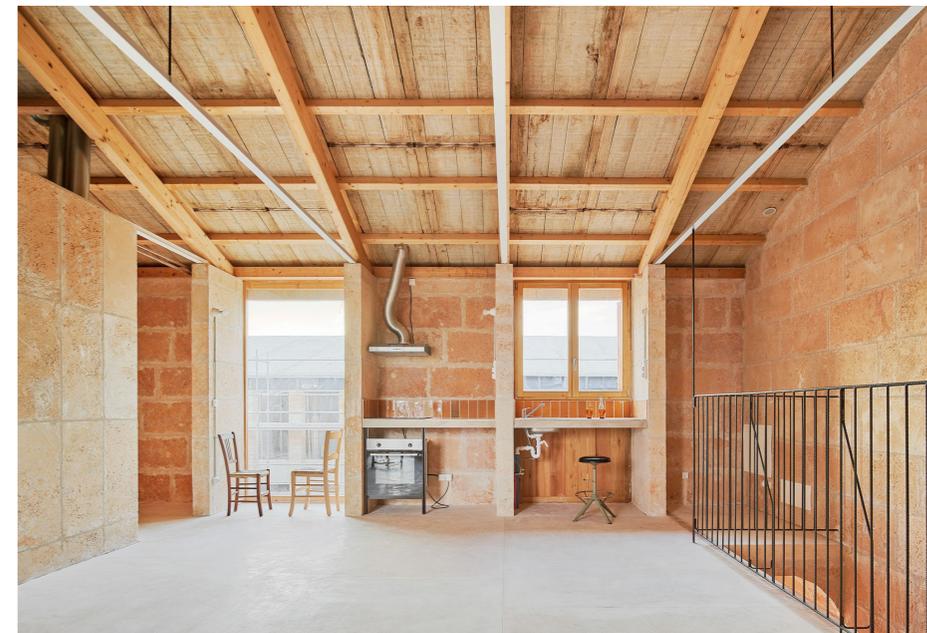
Εξωτερική άποψη, λιθοδομή με το σύστημα των νευρώσεων, ξύλα επανάχρησης, ανεξάρτητος εξωτερικός χώρος κατοικίας

@José Hevia

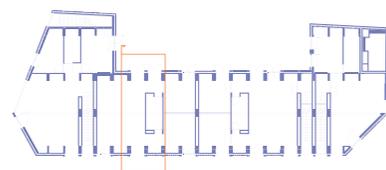
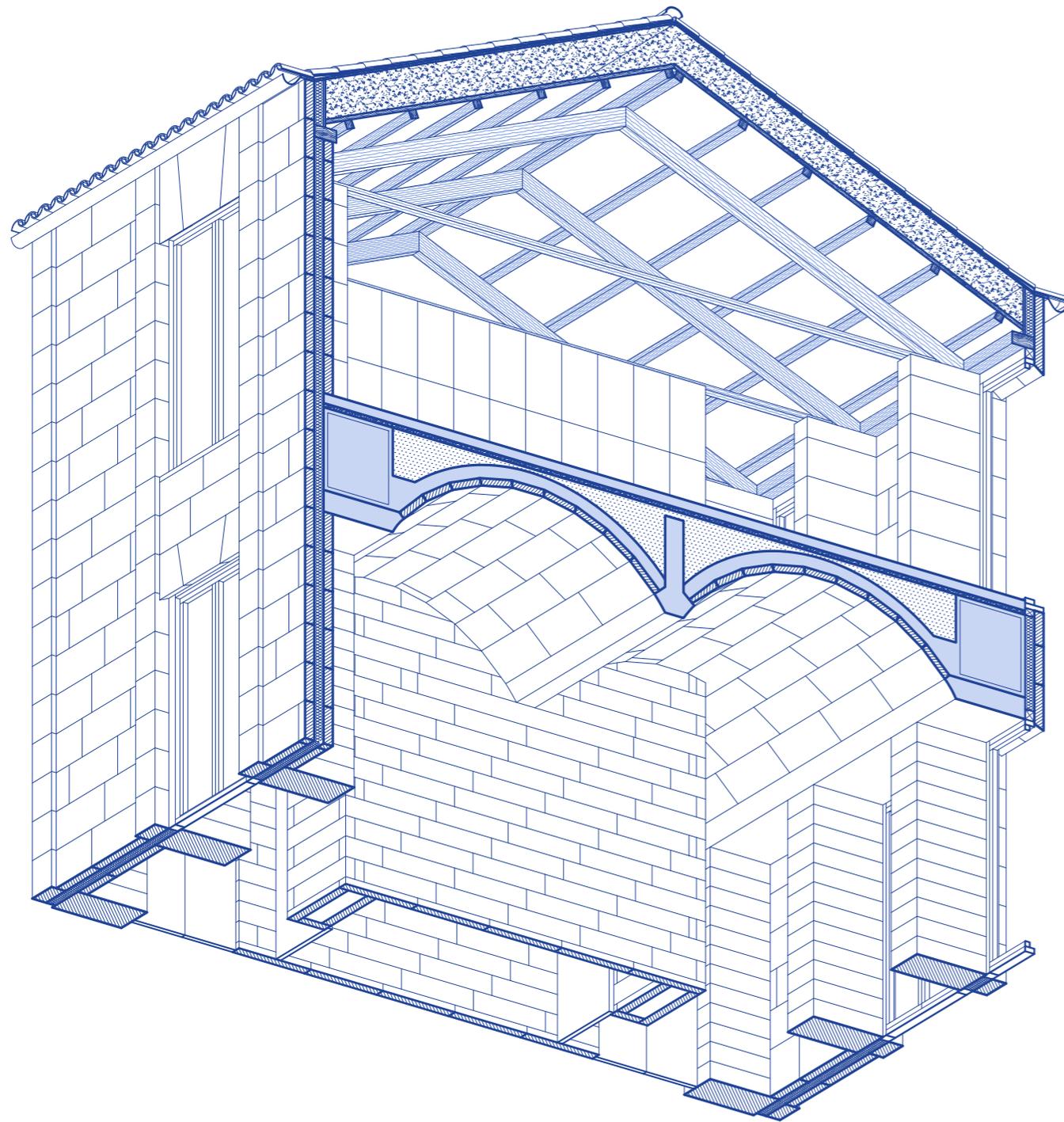
Εικόνα 53 [Αριστερά]

Εσωτερική άποψη α' ορόφου: ξύλινα στοιχεία οροφής, μικρές εσοχές festejadors, κατακόρυφη λιθοδομή του υγρού χώρου

@José Hevia



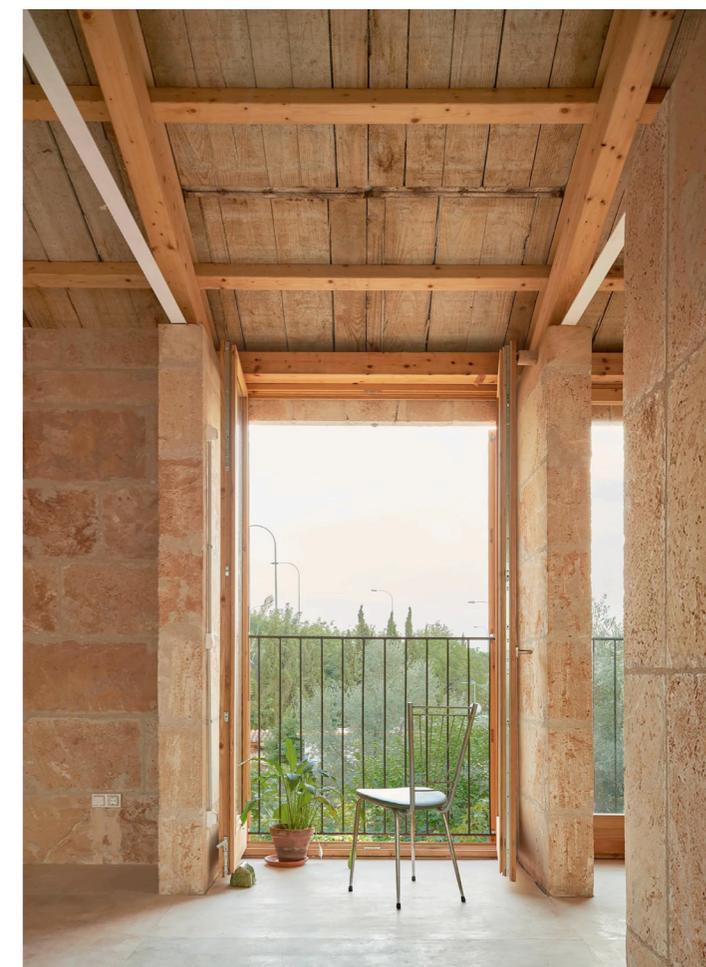
Σε ότι αφορά τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των κατοικιών, η ενεργειακή κατανάλωση των κτισμάτων είναι αρκετά χαμηλή. Χάρη στα πολλά και μεγάλα διπλά υαλοστάσια, το φως εισέρχεται εύκολα μέσα στους χώρους και σε συνδυασμό με την καλή θερμομόνωση της Ποσειδωνίας, οι ανάγκες για θέρμανση είναι ελάχιστες έως μηδενικές. Σύμφωνα με τον Barcelo, η θερμοκρασία και η υγρασία στο εσωτερικό ρυθμίζεται εύκολα χάρη στον συνδυασμό των εξωτερικών ξύλινων παντζουριών, της μόνωσης, τον μηχανικό αερισμό με ανάκτηση θερμότητας και φυσικά την πέτρα Μαρές που διαθέτει πορώδεις ιδιότητες και είναι εμφανής στο εσωτερικό, με σημαντικό τον ρόλο των πέτρινων θόλων.



Σχέδιο 20
Ισομετρική κατασκευαστική τομή αλά
Auguste Choisy
@Προσωπικό σχέδιο

Τους θερινούς μήνες, η πέτρα χάρη στην υψηλή θερμοχωρητικότητά της, λειτουργεί ως φυσικός ρυθμιστής της θερμοκρασίας και δεν υπάρχει ανάγκη για ψύξη. Η κατασκευή εκμεταλλεύεται τις διαμπερείς κατοικίες και τον αέρα των Βαλεαρίδων νήσων για φυσικό αερισμό και φυσική ψύξη. Η πέτρα καταφέρνει να απορροφήσει την υγρασία που το καλοκαίρι κυμαίνεται κατά μέσο όρο σε ποσοστά 70%. Βοηθητικά υπάρχουν ανεμιστήρες οροφής.

Το κτίριο κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία κλάσης Α με την εκτιμώμενη ετήσια ενεργειακή απαίτηση να κυμαίνεται στα $7,5\text{kW/m}^2$. Υπολογίζεται πως $4,8\text{kW/m}^2$ αφορούν την ψύξη και την θέρμανση όταν αυτή χρειάζεται, και πως συνολικά οι κατοικίες παράγουν $0,85\text{ KgCO}_2/\text{m}^2$ ετησίως, ποσοστό 80% κάτω από την ενεργειακή κλάση Α.



Εικόνα 54
Εσωτερική άποψη
@José Hevia

Κατοικία πέτρα και μασίφ ξύλο στο Montélimar

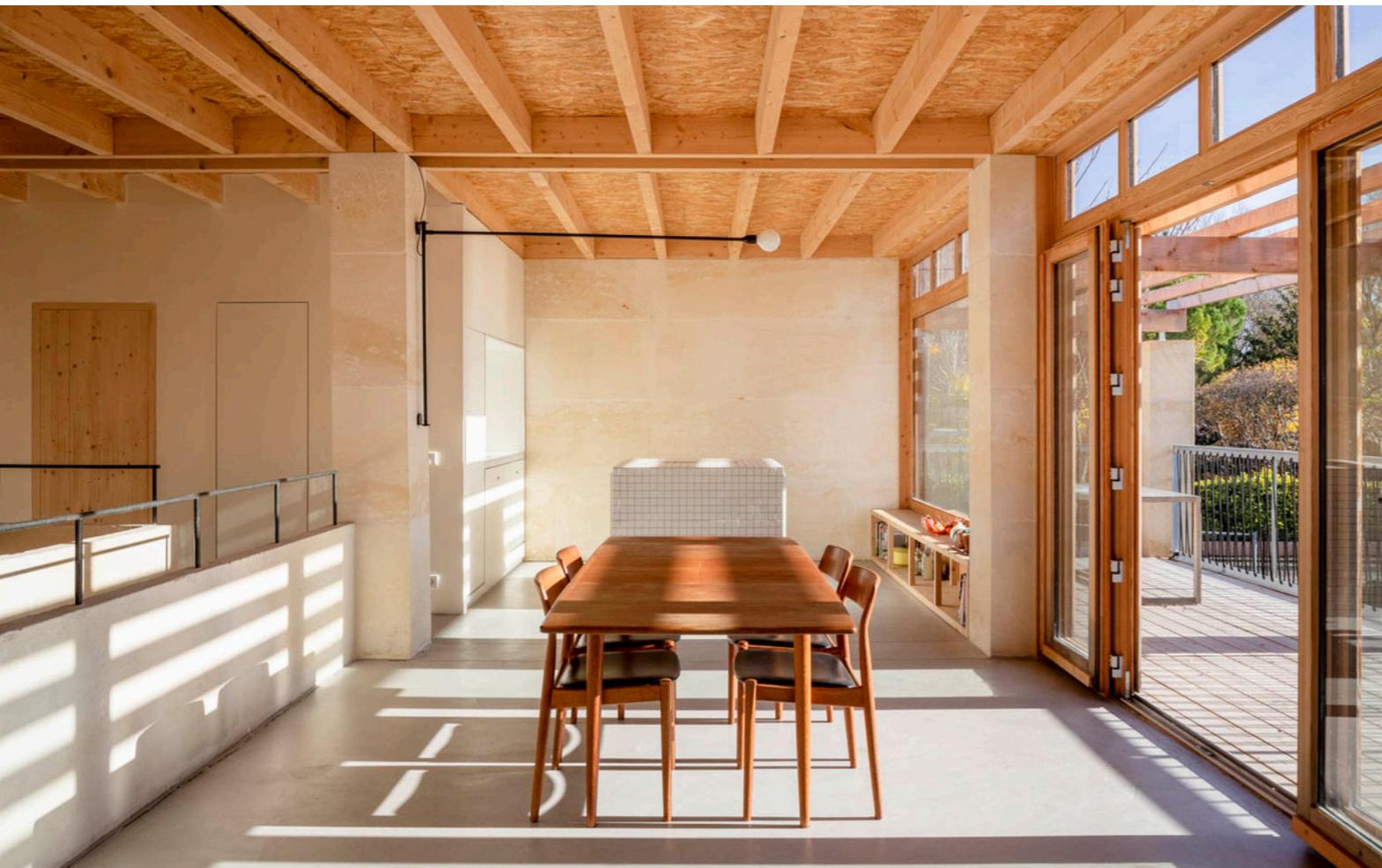
2019, Perraudin Architecture

[4 bis rue des Ramières, Montélimar, Drôme, Γαλλία]

Μέγεθος έργου: 96 m²

Συνολικό κόστος: 160.000 €

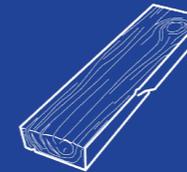
Εικόνα 55
Εσωτερική άποψη
@11h45



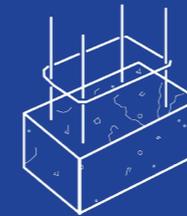
Υλικά



ασβεστόλιθος



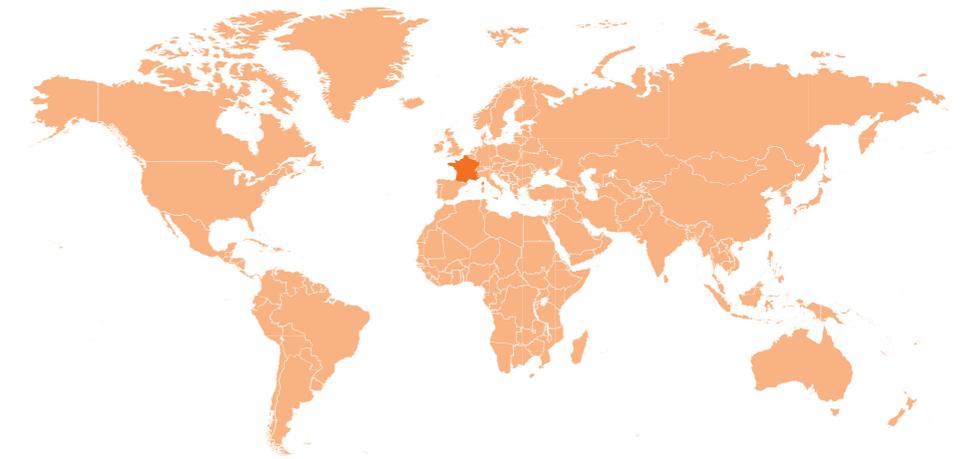
ξύλο



σκυρόδεμα



βαμβάκι



Ο Gilles Perraudin, πολυβραβευμένος αρχιτέκτονας, θεωρείται ο “πατέρας” της γαλλικής σύγχρονης αρχιτεκτονικής σε ότι αφορά την χρήση πέτρας σε αυτή. Έχει ολοκληρώσει πλήθος έργων στη Γαλλία (κυρίως στο νότιο τμήμα της χώρας) αλλά και την Αφρική. Η φιλοσοφία του και το έργο του διακρίνονται από τον βιοκλιματικό χαρακτήρα αλλά και την περιβαντολλογική ευαισθησία με σεβασμό προς το τοπικό πλαίσιο. Το έργο του χαρακτηρίζεται τόσο από τη χρήση φυσικών υλικών, όπως πέτρα, ξύλο, πηλό και χώμα, όσο και την μελέτη και διατήρηση των τοπικών παραδοσιακών χαρακτηριστικών της εκάστοτε περιοχής. Στα πρώτα στάδια της καριέρας του, χρησιμοποιεί αρκετά το ξύλο ενώ στην πορεία αρχίζει να χρησιμοποιεί την πέτρα. Αξιοποιεί το υλικό σε μορφή μεγάλων μπλοκ, ογκόλιθων, που συχνά αγγίζουν τις μεγάλες διαστάσεις των 2 μέτρων. Θεωρεί πως είναι ένα ανθεκτικό, διαχρονικό υλικό με μικρό ενεργειακό αποτύπωμα συγκριτικά με άλλα υλικά, κυρίως βιομηχανικά, και δεν χρειάζεται μεγάλη επεξεργασία. Επίσης, καθώς ο Perraudin δραστηριοποιείται κυρίως στη Νότια Γαλλία και ζεστές περιοχές, η θερμική μάζα της πέτρας την καθιστά μια καλή κατασκευαστική επιλογή.

Σε ότι αφορά τη χωρικότητα και τη διάταξη των χώρων στα πρότζεκτ που αναλαμβάνει, αυτά διακρίνονται από σαφές γεωμετρικές και λειτουργίες στοχεύοντας σε μια λιτή αρχιτεκτονική.

Η προσέγγιση του Perraudin χαρακτηρίζεται από την μελέτη και εφαρμογή της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής στα έργα του. Το 1980, πειραματιζόμενος, κερδίζει το πρώτο βραβείο του πρώτου Ευρωπαϊκού διαγωνισμού ηλιακής παθητικής ενέργειας.

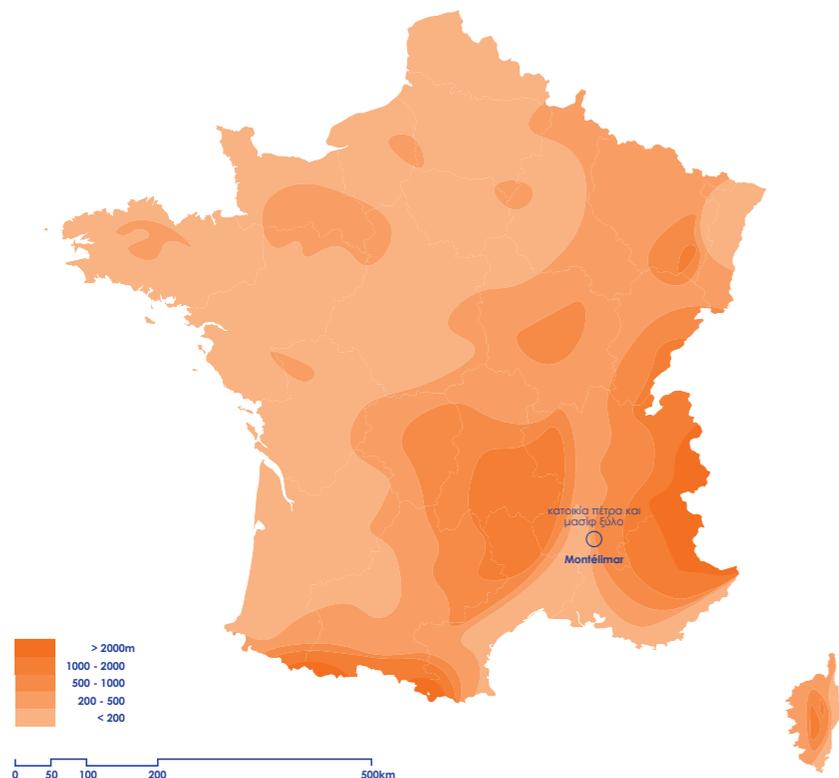
“Η πέτρα είναι το υλικό που μπορεί να επαναχρησιμοποιείται επ’ άπειρον χωρίς ενεργειακή δαπάνη για τη μεταποίησή του. (...) Από την οπτική μιας αρχιτεκτονικής βιώσιμης ανάπτυξης, είναι το πιο υποσχόμενο υλικό μαζί με το ξύλο και το χώμα.”

- Gilles Perraudin

Montélimar

Drôme, Γαλλία

Το Montélimar είναι μία πόλη του νομού Drôme της νοτιοανατολικής Γαλλίας. Με πληθυσμό 40.000 κατοίκων, σύμφωνα με την απογραφή του 2022, είναι η 2η μεγαλύτερη πόλη του νομού.

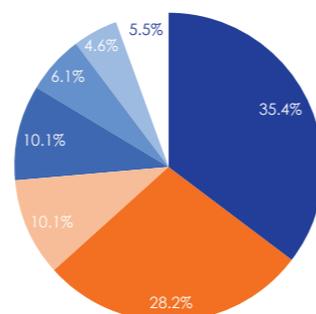


Χάρτης 8

Τοπογραφικός χάρτης της Γαλλίας με τα υψόμετά της και τη θέση του Montélimar

Διάγραμμα 6

Χρήσεις γης στην περιοχή του Montélimar



- γεωργικές ζώνες
- αστικές ζώνες
- βιομηχανία και εμπόριο
- δασικές εκτάσεις
- καλλιεργήσιμες ζώνες
- υδάτινες εκτάσεις
- άλλο

Το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται ως μεσογειακό, με ήπιους χειμώνες σχετικής υγρασίας και ζεστά ξηρά καλοκαίρια. Το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου είναι ηλιόλουστο και με αρκετό αέρα ενώ οι βροχοπτώσεις δεν είναι τόσο συχνές. Η μέση θερμοκρασία κατά τους ζεστούς μήνες είναι στους 25,5 βαθμούς Κελσίου⁵³ ενώ κατά τους κρύους κυμαίνεται γύρω στους 5 βαθμούς Κελσίου. Τα ποσοστά υγρασίας είναι της τάξεως του 55%.

Η πόλη βρίσκεται στην κοιλάδα του Ροδανού, ανάμεσα από υψίπεδα με το υψόμετρο της να κυμαίνεται από τα 56 στα 213 μέτρα. Στα ανατολικά εκτείνεται η ορεινή ζώνη Massif du Vercors, στα δυτικά από τους λόφους της Ardèche και διάφορους ακόμα λόφους στα νοτιοανατολικά. Το έδαφος του Drôme αποτελείται κυρίως από ασβεστόλιθο, αν και υπάρχουν ελάχιστα σημεία που απαντάται ο ψαμμίτης και ο γρανίτης. Το 2020, ο αριθμός των ενεργών λατομείων στη χώρα αγγίζει τα 3.304.

Η τοπική αρχιτεκτονική του Drôme χαρακτηρίζεται από τους πολυάριθμους τοπικούς πόρους της και τις κατασκευές μεσογειακών επιρροών. Κατα κύριο λόγο, στο νομό αυτό,

όπως και σε μεγάλο μέρος του Γαλλικού νότου, η πέτρα είναι το κυρίαρχο υλικό στην κατασκευή. Αποτελεί φέροντα οργανισμό μεγάλου αριθμού κτισμάτων, από παραδοσιακές κατοικίες και θρησκευτικούς χώρους έως και παλάτια. Σημαντική είναι και η παρουσία της πληθιάς και του συμπιεσμένου χώματος (adobe και rammed earth) ως φέροντα στοιχεία, όσο και του πηλού για την παραγωγή κεραμιδιών, ενώ σε μικρότερο βαθμό απαντάμε το ξύλο. Τα πέτρινα σπίτια, ασβεστόλιθου κατά κύριο λόγο με μικρότερη παρουσία γρανίτη, έχουν συχνά κάποιο εξωτερικό επίχρισμα με την πέτρα να μην είναι ορατή. Λόγω του ζεστού κλίματος, η πέτρα, και στην πορεία το σκυρόδεμα, προτιμούνται χάρη στη μεγάλη τους μάζα και άρα της θερμικής αδράνειας που προσφέρουν. Με σκοπό να προστατευτούν οι κατοικίες από το μαϊστρο⁵⁴, τα δωμάτια τοποθετούνται στο νότιο τμήμα αντί του βόρειου, ενώ ιδανικά οι όψεις είναι προστατευμένες από τον ήλιο, είτε με κάποιο σύστημα πέργκολας, είτε αναρριχώμενου φυτού. Οι στέγες έχουν συνήθως μικρή κλίση και προεξέχουν ώστε να προστατεύουν τις όψεις και να απομακρύνονται τα νερά από αυτές.

53. Κλιματικά δεδομένα για τη χρονιά 2024 από την Εθνική Γαλλική Μετεωρολογική Υπηρεσία Météo France

54. Μαϊστρος (ή μαϊστράλι) είναι ο βορειοδυτικός άνεμος που πνέει κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια του καλοκαιριού, ως άνεμος ασθενούς / μέτριας έντασης (3-5 μποφόρ) έως και ισχυρότερης έντασης σπανιότερα (6-8 μποφόρ).



Εικόνα 56 [Πάνω]

Το κάστρο του Montélimar ή αλλιώς κάστρο του Αντεμάρ
@Gaëlle Baillieu

Εικόνα 57 [Κάτω]

Πέτρινη αρχιτεκτονική του Montélimar
@Gaëlle Baillieu



Σχέδιο 21
 Τοπογραφικό σχέδιο της περιοχής και της κατοικίας

Η κατοικία στο Montélimar βρίσκεται στην περιφέρεια της πόλης, σε κοντινή απόσταση του Jabron και του Roubion. Η πρόκληση που κλήθηκε να φέρει εις πέρας ο γάλλος αρχιτέκτονας ήταν μία: πως μπορούμε να κατασκευάσουμε μια απλή, λιτή κατοικία χρησιμοποιώντας τοπικά φυσικά υλικά με το χαμηλότερο δυνατό κόστος, το μικρότερο χρόνο κατασκευής και την βέλτιστη θερμική άνεση. Την απάντηση έδωσε με το πρότζεκτ επί της οδού Ramières όπου ολοκλήρωσε μια κατασκευή 96 τ.μ. με τοπικά και φιλικά προς το περιβάλλον υλικά έχοντας ως χρηματικό όριο τα 160.000€ και την ολοκλήρωση να γίνεται μέσα σε 6 μήνες.



Εικόνα 58 [Πάνω Αριστερά]
 Εξωτερική άποψη
 @11h45

Εικόνα 59 [Πάνω Δεξιά]
 Εξωτερική άποψη, βόρεια όψη, κύρια είσοδος στο ισόγειο με το κεντρικό κλιμακοστάσιο
 @11h45

Εικόνα 60 [Μέση]
 Εξωτερική άποψη, σαφής διάκριση των υλικότητων: πέτρινα κατακόρυφα στοιχεία, ξύλινα οριζόντια στοιχεία
 @11h45

Εικόνα 61 [Κάτω]
 Εξωτερική άποψη, Μασραμπίγια στο χώρο των υπνοδωματίων στον όροφο
 @11h45



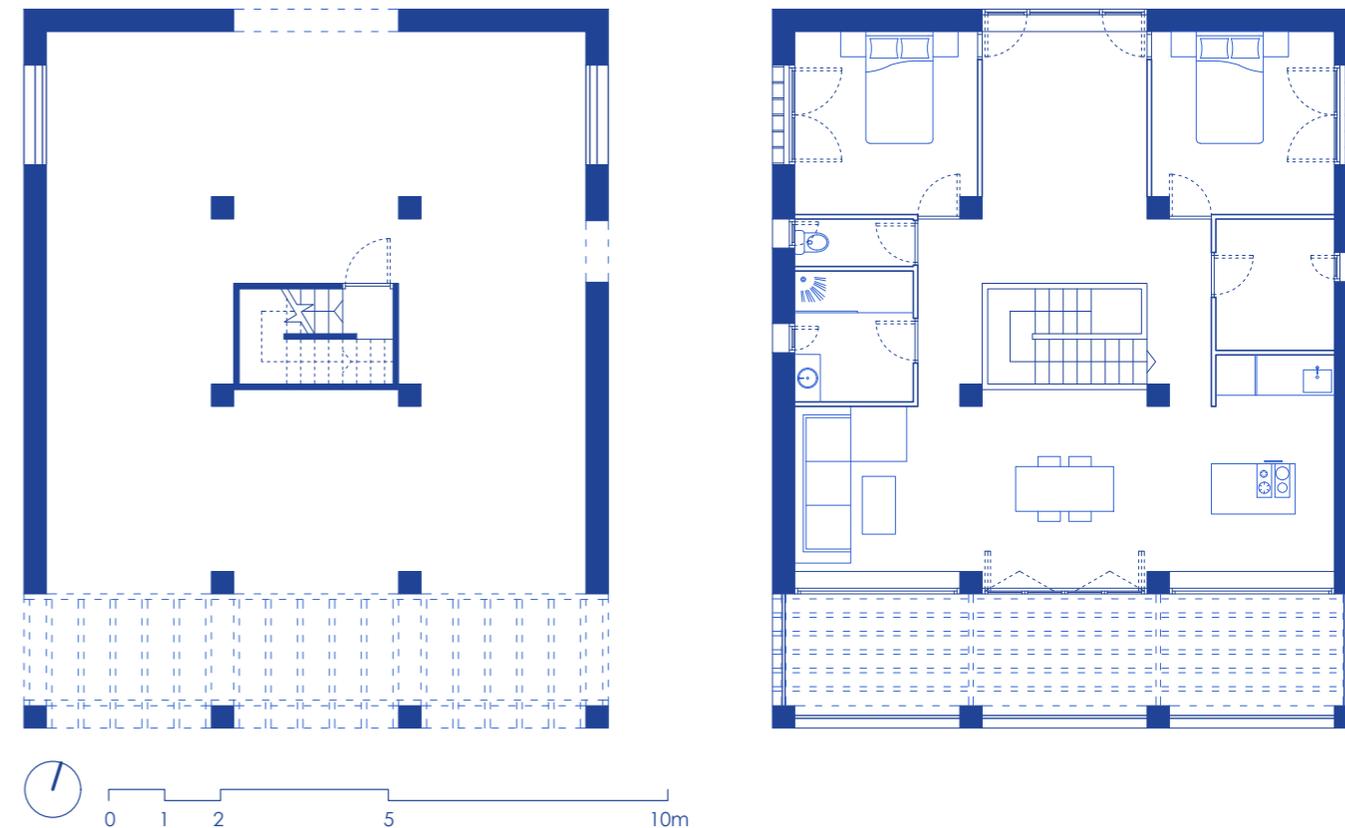
Η επιλογή των υλικών στο συγκεκριμένο έργο είναι στρατηγική: η πέτρα που υποβάλλεται σε θλιπτικές καταπονήσεις με χρήση που περιορίζεται σε κολώνες και τοιχοποιίες και το μασίφ ξύλο που μπορεί να γεφυρώσει μικρά ανοίγματα της τάξεως των 3 μέτρων με χρήση σε οριζόντιο κυρίως άξονα. Εξωτερικά, η δομή είναι αρκετά σαφής: πέτρα για τα κατακόρυφα στοιχεία και ξύλο για τα οριζόντια.

Στην κατοικία στο Μοντελιμάρ κυρίαρχη είναι η παρουσία του ασβεστόλιθου που εξορύσσεται σε μορφή ογκόλιθου από τα τοπικά λατομεία της Fontvieille σε απόσταση 100χλμ από το σημείο της κατασκευής. Η φέρουσα τοιχοποιία αποτελείται από ογκόλιθους πάχους 40 εκατοστών που δεν έχουν υποστεί περαιτέρω επεξεργασία πέρα από την κοπή τους στις ζητούμενες διαστάσεις, αφήνοντας το υλικό εμφανές και ακατέργαστο. Ο Perraudin επιλέγει να χρησιμοποιήσει τον ασβεστόλιθο ώστε να ενσωματώσει το στοιχείο του μασραμπίγια (Mashrabiya⁵⁵) στο πρότζεκτ. Χάρη στο περίτεχνο διάτρητο μοτίβο, επιτρέπει τον φυσικό αερισμό των υπνοδωματίων προστατεύοντας τα από τις δυνατές ηλιακές ακτίνες ενώ συγχρόνως διατηρεί την ασφάλεια και την ιδιωτικότητα των χώρων και των χρηστών.

Επιπρόσθετα, χρησιμοποιήθηκε σε μεγάλο βαθμό το ξύλο. Συγκεκριμένα, τα δοκάρια, τα κουφώματα, τα εσωτερικά ανοίγματα, οι επενδύσεις, το δάπεδο και η οροφή αποτελούνται από ξύλα πεύκης. Τα ξύλινα δοκάρια που αφορούν πάτωμα και οροφή έχουν την ίδια διατομή (10x20) και διπλασιάζονται στην βασική δομή.

Σχέδιο 22 [Αριστερά]
Κάτοψη Ισογείου

Σχέδιο 23 [Δεξιά]
Κάτοψη Ορόφου



55. Το μασραμπίγια είναι ένα παραδοσιακό αρχιτεκτονικό στοιχείο της μεσοανατολικής και της ισλαμικής αρχιτεκτονικής. Πρόκειται για ένα διάτρητο πλέγμα που τοποθετείται σε ανοίγματα ή εξώστες, και έχει ως σκοπό την προστασία από τις ηλιακές ακτίνες και την βέλτιστη ροή του αέρα στο εσωτερικό παρέχοντας συγχρόνως ασφάλεια και ιδιωτικότητα. Φυσικά ο ρόλος του είναι και αισθητικός χάρη στα περίπλοκα μοτίβα που φέρει -γεωμετρικές ή φυτικές μορφές.



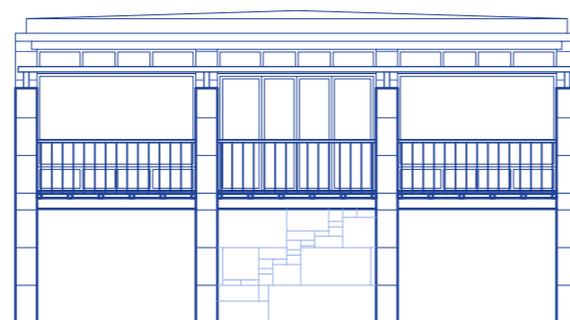
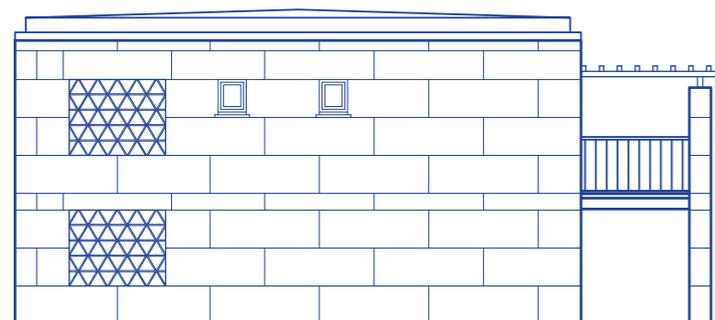
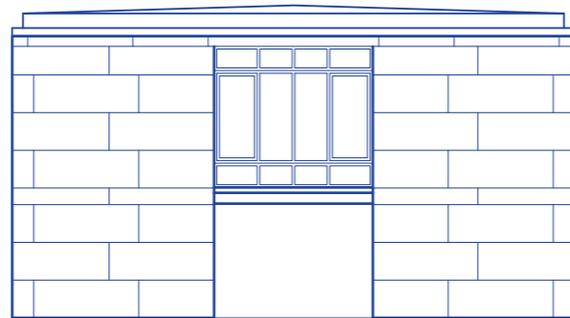
Εικόνα 62 [Αριστερά]
Εσωτερική άποψη, μασραμπίγια στον χώρο του υπνοδωματίου @11h45

Εικόνα 63 [Πάνω Δεξιά]
Εσωτερική άποψη, πέτρινη σκάλα στο κεντρικό κλιμακοστάσιο @11h45

Εικόνα 64 [Κάτω Δεξιά]
Εσωτερική άποψη, κεντρικό κλιμακοστάσιο, πέτρινες κολώνες από μασίφ πέτρα, ξύλινα δοκάρια (διπλά σε ορισμένα σημεία ώστε να τονίσουν τα στοιχεία φέρουσας ιδιότητας - τη φέρουσα δομή της κατοικίας. @11h45

Η επιλογή των υλικών συνδιαλέγεται άμεσα με τα υλικά που υιοθετεί η παραδοσιακή αρχιτεκτονική της περιοχής. Η πέτρα, και πιο συγκεκριμένα ο ασβεστόλιθος, είναι το χαρακτηριστικό πλήθος κτισμάτων, τόσο κατοικιών όσο και έργων μεγαλύτερης κλίμακας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της ρωμανικής περιόδου, το κάστρο του Μοντελιμάρ (ή αλλιώς κάστρο των Αντεμάρ - βλ. σελίδα 93) το οποίο χρονολογείται στον 12ο αιώνα μ.Χ. και του οποίου κύριο υλικό κατασκευής είναι ο ασβεστόλιθος.

Η κάτοψη της κατοικίας είναι τετραγωνικού σχήματος με διαστάσεις πλευρών της τάξεως των 9 μέτρων, που χωρίζεται σε κάρναβο 3 μέτρων μεταξύ των αξόνων των υποστυλωμάτων. Οργανώνεται γύρω από το κεντρικό στοιχείο-πυρήνα της κατακόρυφης κίνησης, δηλαδή την πέτρινη σκάλα. Υπάρχει μια καθαρή διάκριση στις λειτουργίες των χώρων: το νότιο τμήμα αφορά το καθιστικό, την τραπεζαρία και την κουζίνα ενώ το βόρειο τμήμα έχει πιο ιδιωτικό χαρακτήρα φιλοξενώντας τα υπνοδωμάτια. Επίσης η έννοια της συμμετρίας είναι αρκετά έντονη σε αυτό το έργο.



Σχέδιο 24 [Πάνω]
Βόρεια Όψη

Σχέδιο 25 [Κάτω Αριστερά]
Δυτική Όψη

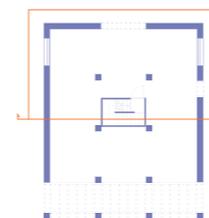
Σχέδιο 26 [Κάτω Δεξιά]
Νότια Όψη

Λόγω του έντονου πλημμυρικού χαρακτήρα της περιοχής⁵⁶, η αρχιτεκτονική ομάδα επέλεξε την υπερύψωση της κατοικίας κατά 2,20 μ., με το ισόγειο να αποτελείται αποκλειστικά από το χώρο της εισόδου με την κατακόρυφη κυκλοφορία που οδηγεί στον κύριο όροφο. Το ισόγειο είναι ανοιχτό σαν πυλωτή και εξυπηρετεί τους θερινούς μήνες ως προστατευμένος χώρος από τον ήλιο.

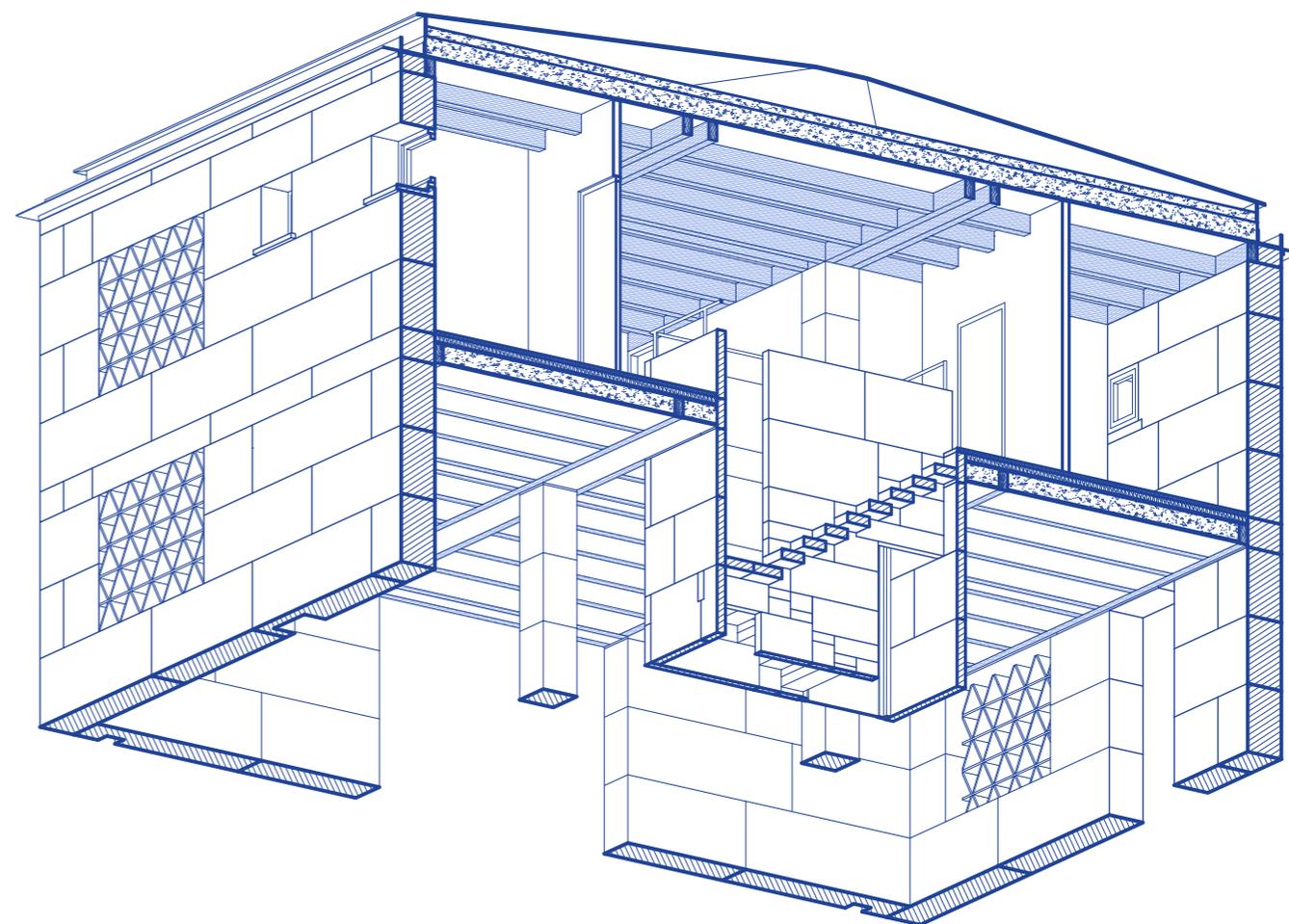
Σημαντικός είναι ο τρόπος που ο Perraudin διαχειρίζεται το ηλιακό φως στις συνθέσεις του. Οι καθιστικοί χώροι έχουν νότιο προσανατολισμό ενώ επεκτείνονται στο εξωτερικό χάρη σε μία μεγάλη βεράντα με ένα σύστημα πέργκολων που προστατεύει από τις ηλιακές ακτίνες. Τα δωμάτια που βρίσκονται στην βόρεια πλευρά της κατοικίας έχουν τα ανοίγματά τους στο ανατολικό και δυτικό τμήμα αντίστοιχα και προστατεύονται από το μασραμπίγια. Χάρη στην οργάνωση των χώρων και των ανοιγμάτων, η κατοικία έχει σύστημα διαμπερούς αερισμού.

56. Το νερό μπορεί να φτάσει ύψος 160-170 εκατοστών.

Το σπίτι έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να λειτουργεί παθητικά. Θερμαίνεται κατά κύριο λόγο με τον ήλιο και βοηθητικά με καύση ξύλου. Σύμφωνα με τον ιδιοκτήτη, έχει προβλεφθεί σύστημα θέρμανσης εκ του πατώματος το οποίο όμως δεν έχει χρησιμοποιηθεί αφού οι συνθήκες δεν το απαιτούν ενώ το καλοκαίρι δεν υπάρχει ανάγκη ψύξης χάρη στην θερμική μάζα της πέτρας που λειτουργεί ως φυσικός ρυθμιστής της θερμοκρασίας. Υπολογίζεται πως οι εκπομπές CO2 της κατοικίας είναι της τάξεως των 4.000kwh τον χρόνο.



Σχέδιο 27
Ισομετρική κατασκευαστική τομή αλά
Auguste Choisy
@Προσωπικό σχέδιο



Σκεπαστή αγορά του Saint-Dizier

2023, STUDIOLADA

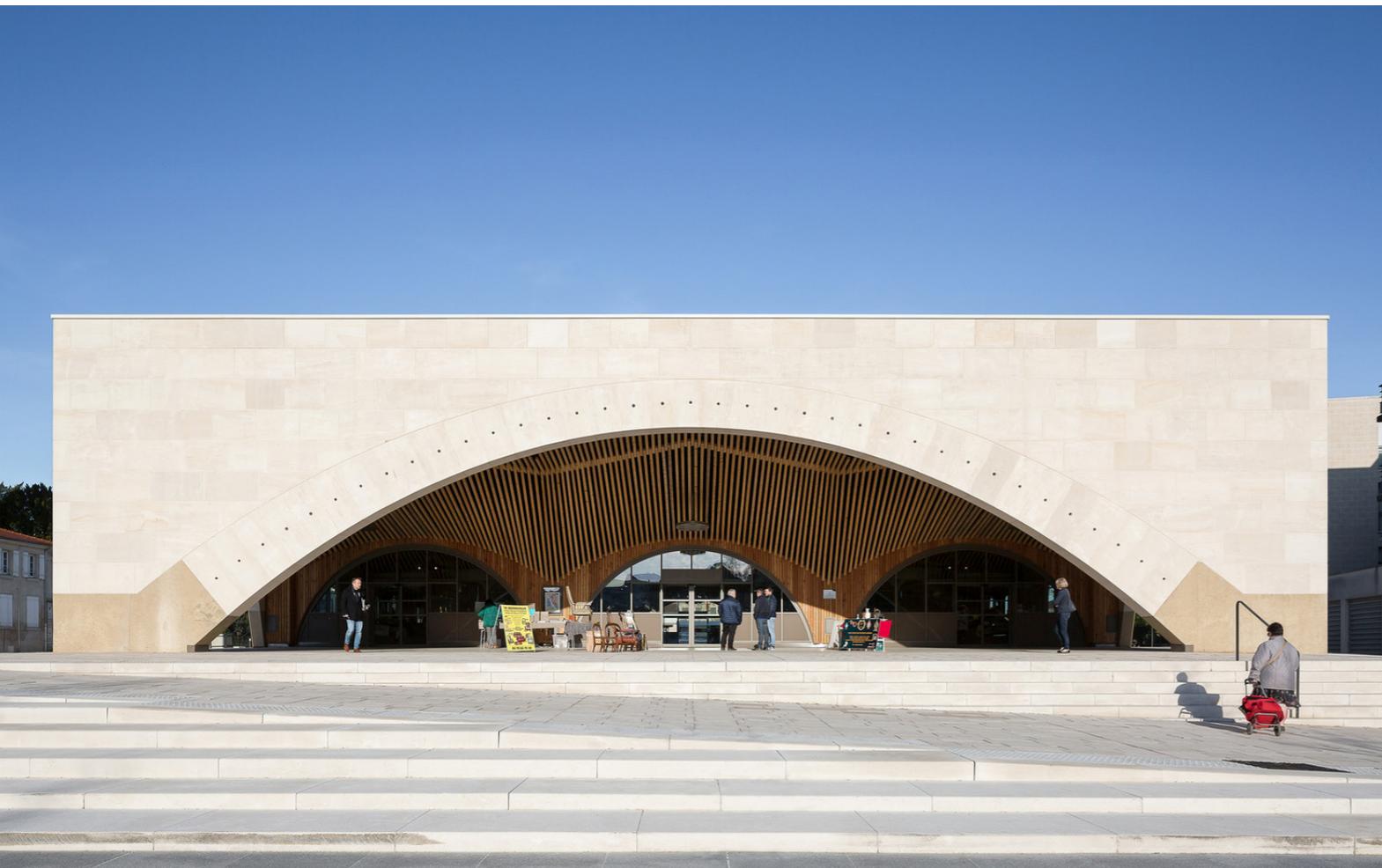
[Rue du Marché, Saint-Dizier, Haute Marne, Γαλλία]

Αρχιτεκτονική ομάδα: Christophe Aubertin
Aurélie Husson

Μέγεθος έργου: 1.465 m²

Συνολικό κόστος: 3.900.000 €

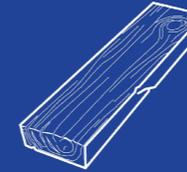
Εικόνα 65
Εξωτερική άποψη
@Olivier Mathiotte



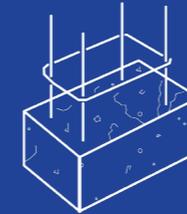
Υλικά



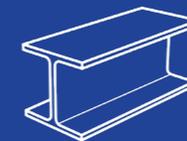
ασβεστόλιθος



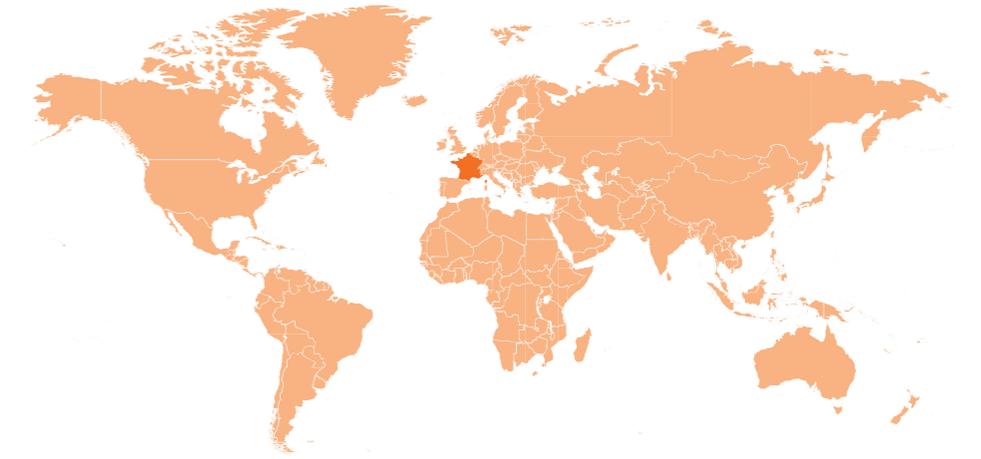
ξύλο



σκυρόδεμα



χάλυβας



Το Studiolada είναι ένα γαλλικό αρχιτεκτονικό γραφείο με έδρα το Νανσύ, το οποίο δραστηριοποιείται στην περιοχή του Grand Est της Ανατολικής Γαλλίας από το 2008. Αποτελείται από 6 φίλους και απόφοιτους της Αρχιτεκτονικής σχολής του Νανσύ: Benoît Sindt, Christophe Aubertin, Xavier Géant, Aurélie Husson, Éléonore Nicolas και Agnès Hausermann. Σήμερα, το γραφείο δεσμεύεται να αξιοποιήσει τόσο τους φυσικούς πόρους της περιοχής του Grand Est όσο και την τεχνογνωσία που έχει αναπτύξει όλα αυτά τα χρόνια γύρω από τον κλάδο των υλικών, προστατεύοντάς τη. Χάρη στα πολυάριθμα πρότζεκτ τους που χρησιμοποιούν τα φυσικά υλικά, έχουν ανοίξει μία μεγάλη συζήτηση γύρω από τη χρήση τους στην αρχιτεκτονική της Γαλλίας. Το Studiolada τονίζει πως η γνώση και η ανάδειξη των φυσικών πόρων, των τοπικών φορέων και των εξειδικευμένων τεχνιτών, συμβάλει όχι μόνο σε μία βιωσιμότερη σελίδα της ιστορίας της αρχιτεκτονικής, αλλά συγχρόνως προστατεύει την πολιτιστική κληρονομιά και τονώνει την τοπική οικονομία.

“ Η παραδοσιακή δόμηση διαμορφώθηκε μέσα από τη διαθεσιμότητα των υλικών, τα κλίματα, τις τοπικές τεχνικές και τις αρχιτεκτονικές εκφράσεις που εξελίχθηκαν ανάλογα με τις επιρροές”⁵⁷

- Aurélie Husson

“Οι δυνατότητες τεχνικής εξέλιξης της πέτρας είναι τεράστιες, καταρχάς επειδή διαθέτουμε ποικίλους πόρους (στη Λωρραίνη), αλλά και επειδή η συνεχής βελτιστοποίηση των όγκων πέτρας και ο συνδυασμός με άλλα υλικά, οδηγούν στη διεύρυνση διαφόρων τρόπων εφαρμογής: επίχρισμα, επένδυση, αυτοφέρουσα και φέρουσα ιδιότητα”⁵⁸

- Benoît Sindt

57. Husson, A., 2022. Συνέντευξη. Συνέντευξη από: Héroïse Roy. Nancy: 22 Ιουλίου 2022

58. Benoît Sindt, 2019. Συνέντευξη από: Benoît Joly. "Innover avec la Pierre". D'ARCHITECTURES. no269, Μάρτιος 2019, σελ.118-119.

Saint-Dizier

Haute-Marne, Γαλλία

Η πόλη του Saint-Dizier βρίσκεται στο νομό του Haute Marne στην ευρύτερη περιφέρεια του Grand Est της ανατολικής Γαλλίας. Μετρά 23.000 κατοίκους σύμφωνα με την απογραφή του 2022. Αποτελεί σημαντική πόλη της περιοχής όσον αφορά την βιομηχανία και την μεταλλουργική δραστηριότητά της που διαμόρφωσε τον χαρακτήρα της από τον 18ο αιώνα και μετά.

Το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται ως ηπειρωτικό⁵⁹ με αρκετά χαμηλές θερμοκρασίες το χειμώνα, που μπορεί να αγγίζουν τους 3 βαθμούς Κελσίου⁶⁰ κατά μέσο όρο, και μέτριες θερμοκρασίες το καλοκαίρι, που κυμαίνονται γύρω στους 19 βαθμούς Κελσίου. Τα ποσοστά υγρασίας βρίσκονται μεταξύ 66 και 85%.

59. Ως Ηπειρωτικό χαρακτηρίζεται ένα κλίμα που παρατηρείται στο εσωτερικό των Ηπείρων, μακριά από την επίδραση της θάλασσας
60. Κλιματικά δεδομένα για τη χρονιά 2024 από την Εθνική Γαλλική Μετεωρολογική Υπηρεσία Météo France

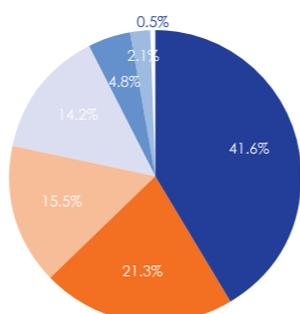
Χάρτης 9

Ζώνες σεισμικότητας στην Γαλλία

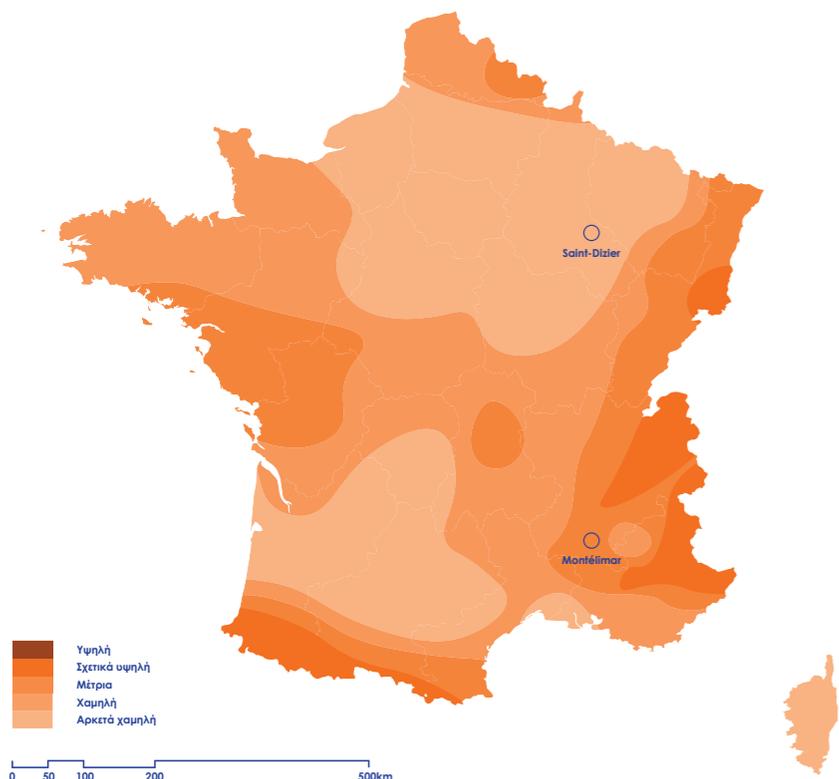
Πηγή δεδομένων:
Γενική Διεύθυνση Πρόληψης Κινδύνων (2023)
(DGPR - Direction Générale de la Prévention des Risques)

Διάγραμμα 7

Χρήσεις γης στην περιοχή του Saint-Dizier



- δασικές εκτάσεις
- βιομηχανία και εμπόριο
- αστικές ζώνες
- γεωργικές ζώνες
- καλλιεργήσιμες ζώνες
- υδάτινες εκτάσεις
- άλλο



Από το παρελθόν, η αρχιτεκτονική του Saint Dizier και της ευρύτερης περιοχής χαρακτηρίζεται από τη χρήση του ασβεστόλιθου και συγκεκριμένα αυτού που προέρχεται από τα λατομεία της Euville και της Savonnière, σε μικρή απόσταση. Την πόλη διαπερνούν ο ποταμός Marne και το ρέμα Ornel, πράγμα που διευκόλυνε σημαντικά το εμπόριο και τη μεταφορά πρώτων υλών όπως το μέταλλο και την πέτρα.

Όσον αφορά την αρχιτεκτονική ταυτότητα της περιοχής, αυτή διαμορφώνεται από έναν συνδυασμό βιομηχανικού στυλ και γαλλικής τοπικής παράδοσης. Σε μεγάλο αριθμό κτιρίων, από κατοικίες, χώρους λατρείας έως και δημόσια κτήρια όπως δημαρχεία, χρησιμοποιήθηκαν ευρέως τα τοπικά υλικά όπως η πέτρα και το ξύλο. Παρά την κυριαρχία του μπετό και του χάλυβα στον 20ο αιώνα, παρατηρείται σήμερα μία στροφή προς τα φυσικά υλικά που προσφέρει ο τόπος, με σκοπό την αναβάθμιση της τοπικής αρχιτεκτονικής ταυτότητας αλλά και την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς.



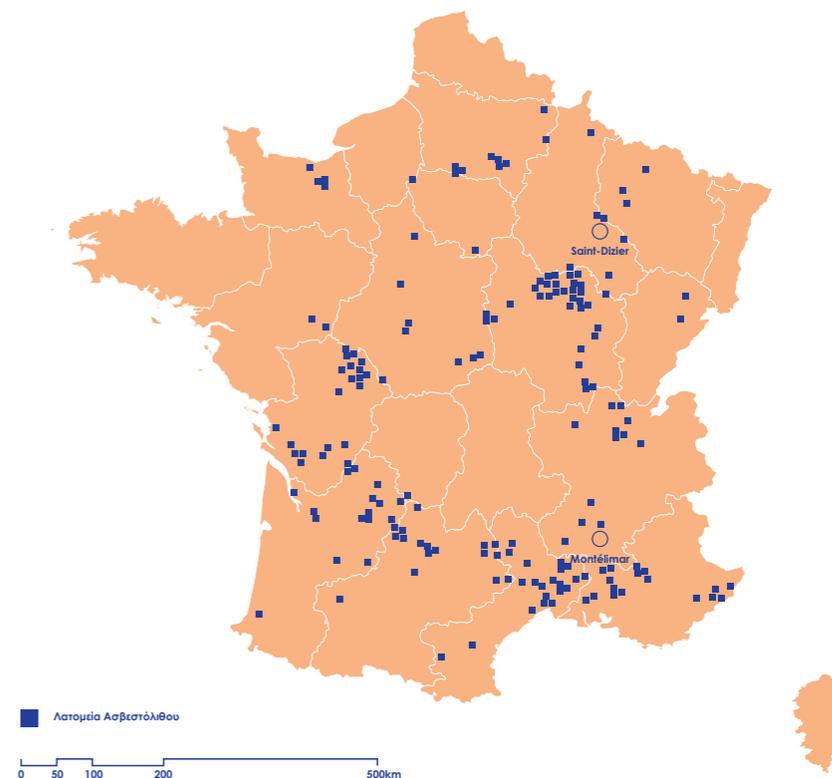
Εικόνα 66

Το Δημαρχείο του Saint Dizier
Saint Dizier, Haute Marne
@Encyclopædia Britannica



Εικόνα 67
Chaumont, Haute Marne
@Chantille de Lincourt

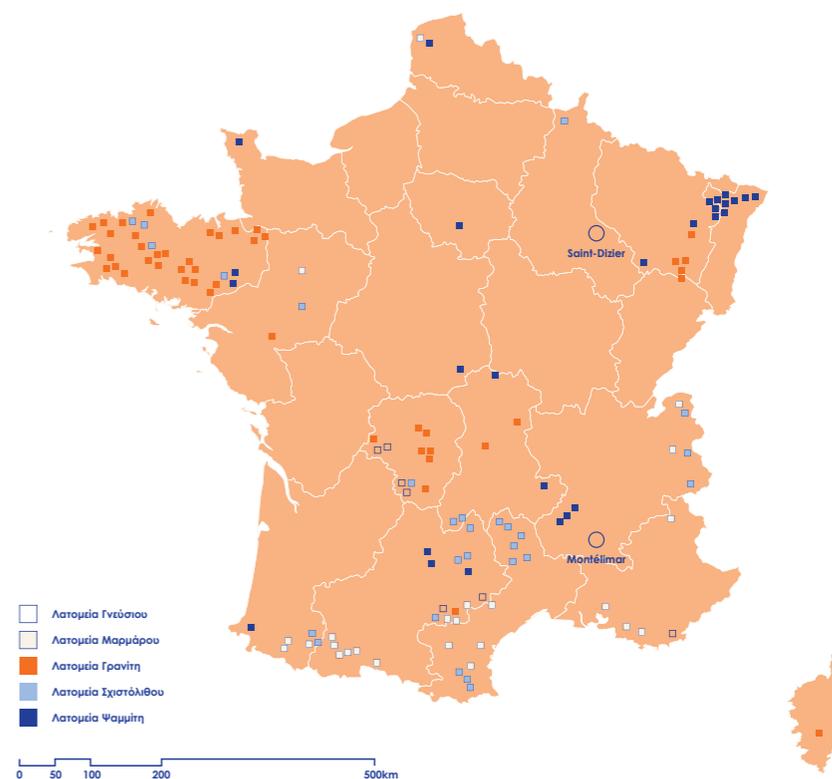
Το έδαφος του Grand Est παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία σε πετρώματα. Συναντάμε τον ασβεστόλιθο που εξορύσσεται από την Meuse (ασβεστόλιθοι Euville και Savonnières), την πέτρα Jaumont κιτρινωπού χρώματος η οποία αναδείχθηκε ιδιαίτερα στην αρχιτεκτονική της Metz, τον ερυθρό ψαμμίτη στο βόρειο τμήμα της οροσειράς των Vosges, ακόμα και τον γρανίτη στην περιοχή της Αλσατίας. Στην κατασκευαστική ιστορία του Saint Dizier, ο ασβεστόλιθος της Euville έχει χρησιμοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό χάρη στα σημαντικά χαρακτηριστικά της. Το συγκεκριμένο ιζηματογενές πέτρωμα λαξεύεται εύκολα και έχει μεγάλη αντοχή, ενώ δε χρήζει μεγάλης συντήρησης έναντι άλλων πετρωμάτων της ίδιας οικογένειας.



Χάρτης 10 [Πάνω]

Χάρτης των ενεργών λατομείων ασβεστόλιθου στη Γαλλία

Πηγή δεδομένων:
Γραφείο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (2020)
(BRGM-Bureau de Recherches Géologiques et Minières)



Χάρτης 11 [Κάτω]

Χάρτης των ενεργών λατομείων ψαμμίτη, σχιστόλιθου, γρανίτη, μαρμάρου και γνεύσιου στη Γαλλία

Πηγή δεδομένων:
Γραφείο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (2020)
(BRGM-Bureau de Recherches Géologiques et Minières)



Σχέδιο 28
Τοπογραφικό σχέδιο της περιοχής και της σκεπαστής αγοράς

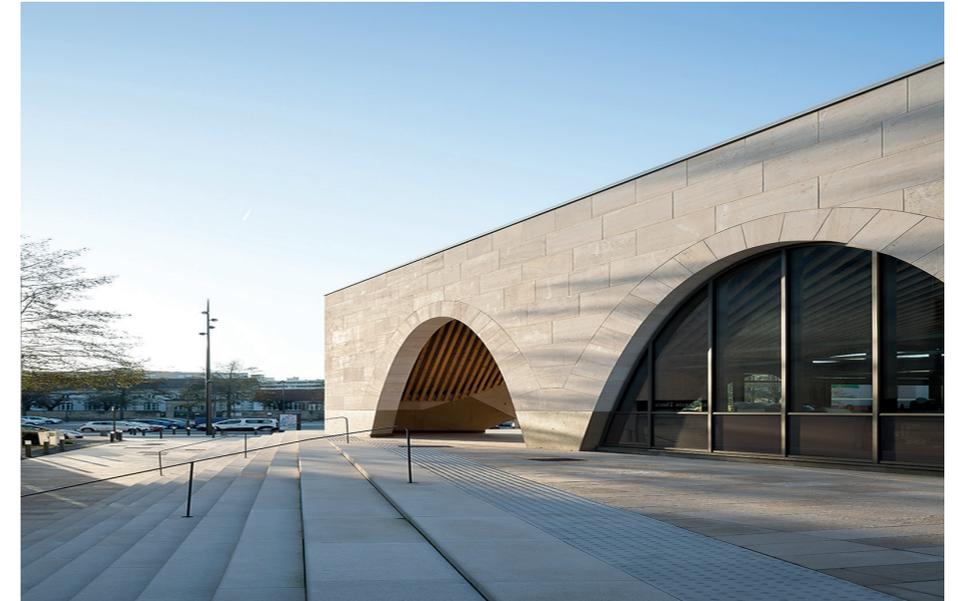
Το 2018, το αρχιτεκτονικό γραφείο Studiolada κέρδισε τον διαγωνισμό για την δημιουργία σκεπαστής αγοράς στην πόλη Saint-Dizier της Haute-Marne. Σταδιακά, η πόλη του Saint-Dizier έσβηνε και το πρότζεκτ ζητήθηκε σε μια προσπάθεια να δημιουργηθεί ένας πόλος έλξης τόσο σε κοινωνικό όσο και σε οικονομικό επίπεδο.

Η φιλοσοφία του συγκεκριμένου γραφείου βασίζεται στην χρήση των τοπικών υλικών⁶¹ με σκοπό τόσο την μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος της κατασκευής όσο και την διατήρηση της παραδοσιακής τοπικής αρχιτεκτονικής. Η Λωρραίνη, και η ευρύτερη περιοχή του Grand Est, έχει αφθονία σε ότι αφορά την πέτρα και είναι πλούσια σε δασικές εκτάσεις, συγκεκριμένα χάρη στην οροσειρά Vosges, με το ξύλο να είναι υλικό-πρωταγωνιστής στις τοπικές κατασκευές. Σύμφωνα με την αρχιτεκτονική ομάδα, τα υλικά τοπικής προέλευσης προτιμήθηκαν ως διάλογος με τα τοπικά προϊόντα των παραγωγών που θα πωλούνται στην αγορά. Στα πλαίσια της έρευνας που κάνει το γραφείο πάνω στην πέτρα και τις δυνατότητες που έχει ως φέρον υλικό, προτάθηκε η δημιουργία ενός χώρου που κυριαρχεί το στοιχείο της αφίδας.

61. Το 2020, ο Christophe Aubertin σε συνεργασία με τους Benjamin Mougel, Mélanie Robinot και Tina Kleiderer, δημοσίευσαν το εγχειρίδιο "Χάρτης των φυσικών πόρων της Λωρραίνης" όπου χαρτογράφησαν τα διαθέσιμα φυσικά υλικά της περιοχής. Πρόκειται για μια συνεργασία με τους κατασκευαστές που προωθούν το ξύλο, τη γη, τα μονωτικά υλικά από νήματα και την πέτρα (ασβεστόλιθος, ψαμμίτης, γρανίτης και πέτρας Jaumont)
Ομαδικό Έργο, 2020. Χάρτης των φυσικών πόρων της Λορένης. Frugalité Heureuse et Créative - Ομάδα Λορένης

Εικόνα 68 [Πάνω]
Εξωτερική άποψη της πλάγιας όψης
@Olivier Mathiotte

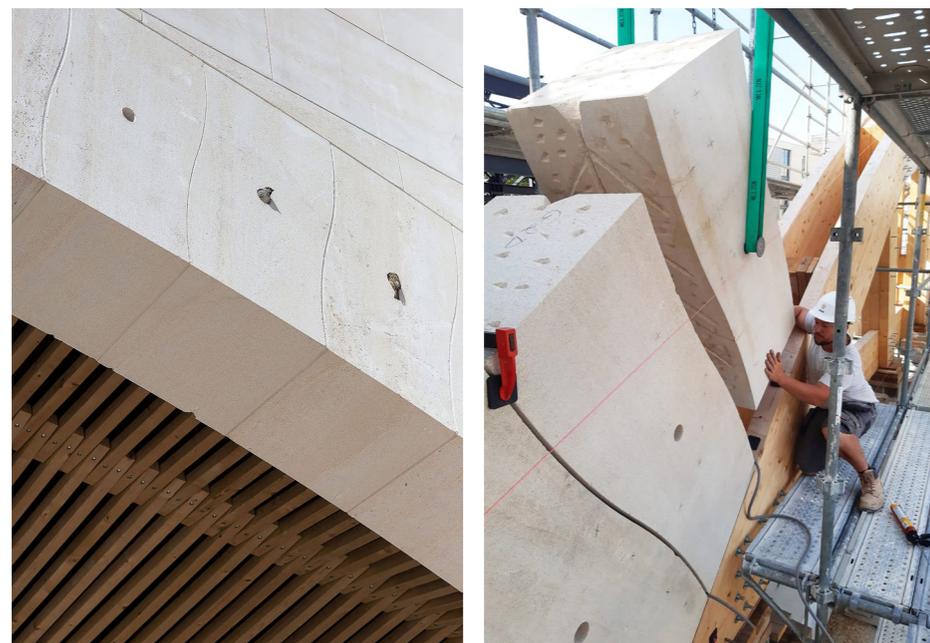
Εικόνα 69 [Κάτω]
Εσωτερική άποψη, πάγκοι τοπικών παραγωγών, ξύλινο πλέγμα και χαλύβδινος σκελετός από τον οποίο στηρίζονται η πλάκα σκυροδέματος, το ξύλινο πλέγμα και η οροφή
@Olivier Mathiotte



Η πολυπλοκότητα του οικοπέδου, με το ποτάμι Orne ακριβώς από κάτω του και ένα προστατευόμενο είδος νυχτερίδας στις υπόγειες σήραγγες της περιοχής, το οποίο δεν μπορούσε να διαταραχθεί, οδήγησε τους αρχιτέκτονες στην κατασκευή ενός "κτιρίου-γέφυρας". Οι κύριες υλικότητες του κτιρίου είναι η πέτρα, το ξύλο, το σκυρόδεμα και ο χάλυβας.

Οι ασβεστόλιθοι που επιλέχθηκαν για το συγκεκριμένο πρότζεκτ είναι δύο: ο ασβεστόλιθος που προέρχεται από τα λατομεία της Euville σε απόσταση μόλις 60χλμ από το Saint Dizier, του οποίου τα προϊόντα φημίζονται για την καλή τους αντοχή σε θλίψη, και ο μαλακός στεατίτης (ή αλλιώς σαπωνόλιθος) από τα λατομεία της Savonnières-en-Perthois ομοίως σε μικρή απόσταση 15 χλμ από την πόλη του Saint-Dizier. Οι ογκόλιθοι πάχους 60 εκατοστών που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή της παραβολικής αψίδας στην κεντρική όψη δεν έχουν τραπεζοειδές σχήμα αλλά οι δύο τους πλευρές είναι καμπυλωτές. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται η μέγιστη επαφή μεταξύ των μπλοκ χωρίς να υπάρχει κίνδυνος απομάκρυνσης. Τα λοιπά μπλοκ ασβεστολίθου της βόρειας και νότιας όψης έχουν πάχος 40 εκατοστών και το συνδετικό κονίαμα μεταξύ των παραπάνω στοιχείων είναι μία μίξη ασβέστη και τσιμέντου. Η ερευνητική ομάδα της σκεπαστής αγοράς έδειξε όλη της την μαεστρία σε πέτρινες κατασκευές αφού κατάφερε να δημιουργήσει ένα σύστημα παραβολικών αψίδων από πέτρα χωρίς τη συμμετοχή κάποιου χαλύβδινου υποστηρικτικού σκελετού, τουλάχιστον σε αυτές των πλάγιων όψεων που έχουν μικρότερα ανοίγματα. Ωστόσο, στα μεγάλα καταβιβασμένα τόξα ανοίγματος 23 μέτρων της ανατολικής και δυτικής όψης, υπάρχει ένας μεταλλικός βοηθητικός ελκυστήρας. Συνολικά υπολογίζεται πως χρειάστηκαν 600 τόνοι πέτρας για την ολοκλήρωση του έργου.

Το μπετό το συναντάμε στις βάσεις που φέρουν τις αψίδες, καθώς επίσης και στην πλάκα. Στην κύρια όψη, υπάρχει μια ενσωματωμένη εφελκυσόμενη δοκός στο έδαφος, από σπλισμένο σκυρόδεμα, η οποία εξασφαλίζει την ανάληψη των εφελκυστικών δυνάμεων που προκαλούνται από την ώθηση της λιθοδομής.

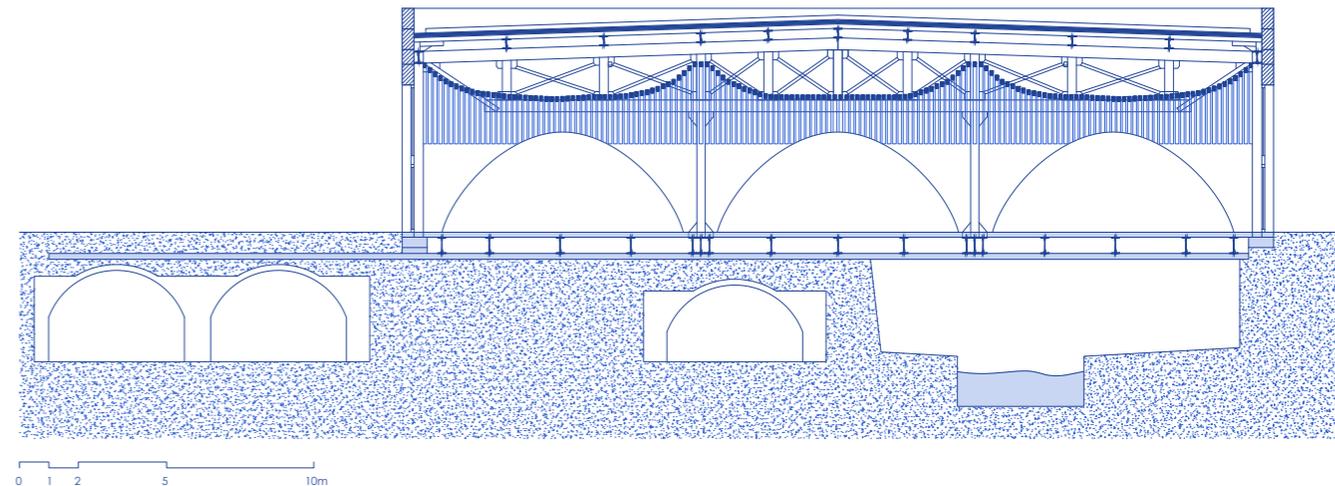


Εικόνα 70 [Αριστερά]

Λεπτομέρεια κατασκευής, καμπυλωτές πλευρές των όγκων πέτρας στην κεντρική παραβολοειδή αψίδα 27 μέτρων για τη βέλτιστη συναρμογή τους
@STUDIOLADA

Εικόνα 71 [Δεξιά]

Στιγμιότυπο από την τοποθέτηση των πρώτων όγκων στην κύρια όψη, λεπτομέρεια καμπυλωτά λαξευμένων ογκόλιθων
@STUDIOLADA



Σχέδιο 29

Τομή σκεπαστής αγοράς
Ποτάμι Omei και κάβες νυχτερίδων
κάτω από το έργο, αναρτημένη πλάκα
σκυροδέματος από τον χαλύβδινο
σκελετό και ξύλινο πλέγμα

Λόγω της πολυπλοκότητας του οικοπέδου, η πλάκα μπετού είναι αναρτημένη από τον χαλύβδινο σκελετό της οροφής από τον οποίο αναρτάται επίσης και το ξύλινο πυκνό πλέγμα. Το ξύλινο πλέγμα αποτελείται από τοπική ξυλεία, ερυθρελάτη και έλατο. Η επιλογή του δεν ήταν τυχαία αφού από τη μία συνδυάζεται με την αρχιτεκτονική ιστορία και την τυπολογία των σκεπαστών αγορών, κρύβει τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις και από την άλλη βοηθά στην ακουστική του κτιρίου. Έχει τη δυνατότητα να λειτουργεί ως φυσικό φίλτρο που απορροφά τον ήχο και χάρη στην ακανόνιστη γεωμετρία του πλέγματος μειώνει την αντήχηση στο εσωτερικό -συχνό φαινόμενο σε χώρους μεγάλων διαστάσεων-. Συνολικά, ο όγκος ξύλου που απαιτήθηκε για την ολοκλήρωση του έργου ανέρχεται στους 150 τόνους. Η επιλογή του ξύλινου πλέγματος αποτελεί επίσης μία έξυπνη αντίθεση: εξωτερικό από "βαρυστά" μασίφ πέτρα και η "έκπληξη" στο εσωτερικό ενός ξύλινου "δαντελένιου" ελαφρύ πλέγματος.



Εικόνα 72

Εργοτάξιο, χαλύβδινος σκελετός από τον οποίον στηρίζεται η πλάκα από τσιμέντο
@STUDIOLADA

Σύμφωνα με τον Christophe Aubertin, με στόχο η αγορά να συνδιαλεχθεί με το παρελθόν του Saint-Dizier και της ευρύτερης περιοχής, το έργο υιοθετεί αρκετά στοιχεία της αρχιτεκτονικής τοπικής κληρονομιάς, τόσο σύγχρονης όσο και πρωτύτερης. Συγκεκριμένα, πέραν της υλικότητας με την μεγαλειότητα της πέτρας και την λεπτότητα των ξύλινων πλαισίων που αποτελούν το τμήμα της οροφής, η χωρικότητα και η κάτοψη έχουν πολύ συγκεκριμένα μεσαιωνικά αλλά και βιομηχανικά χαρακτηριστικά.

Οι μεσαιωνικές αγορές, έχουν ένα κεντρικό άξονα κυκλοφορίας, δηλαδή μια κεντρική στοά και δύο μικρότερους δευτερεύοντες άξονες παράλληλους με τις πλάγιες όψεις. Στην περίπτωση του Saint-Dizier, έχουμε έναν κεντρικό άξονα κυκλοφορίας 5 μέτρων, πάνω στον οποίο βρίσκονται οι πάγκοι των μόνιμων πωλητών, και μικρότερους δευτερεύοντες που δημιουργούν 7 “κέντρα-νησίδες”

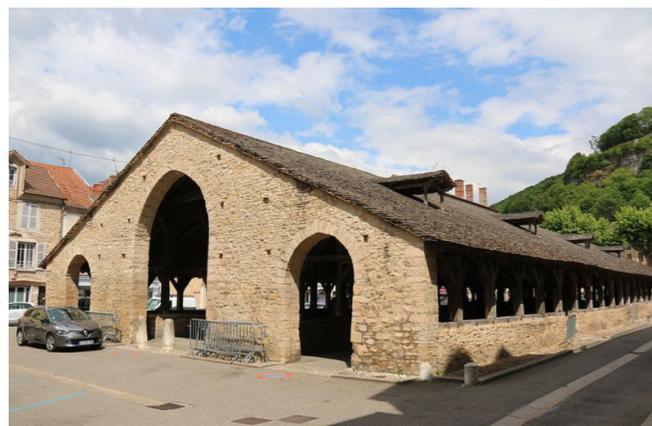
Εκτός αυτού, στις όψεις συνηθίζονταν να τοποθετούνται ανοίγματα αψιδωτής μορφής, στοιχείο που διατηρήθηκε με την τοποθέτηση συνολικά 16 ανοιγμάτων. Σε κάθε μία από την κύρια και πίσω όψη τοποθετήθηκε ένα μεγάλο αψιδωτό άνοιγμα 23 μέτρων, ενώ σε ότι αφορά τις πλάγιες όψεις μετράνε η κάθε μία 2 στενές παραβολικές αψίδες με άνοιγμα 2 μέτρων και 5 αψίδες μετρίου ανοίγματος 7 μέτρων.



Εικόνα 73 [Πάνω]
Η σκεπαστή αγορά του Chaumont
@Φωτογραφικό αρχείο του Chaumont

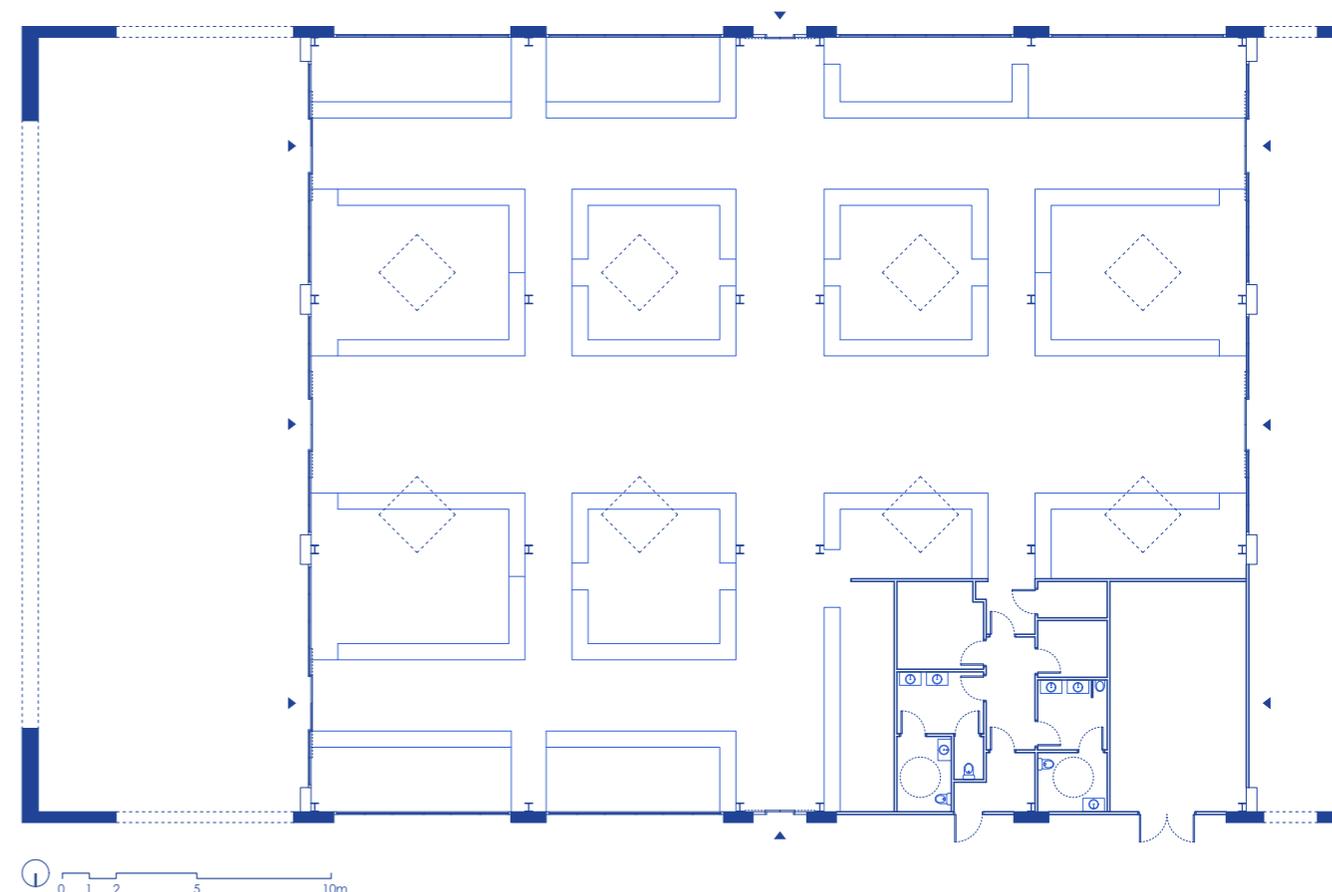
Εικόνα 74 [Κάτω Αριστερά]
Μεσαιωνική αγορά του Crémieu
@Christian Pieminot

Εικόνα 75 [Κάτω Δεξιά]
Η πρώην σκεπαστή αγορά του Saint-Dizier
@Julien Chaizermartin



Η πρόταση του STUDIOLADA ήρθε να αντικαταστήσει την παλιά αγορά της πόλης της οποίας η ανέγερση έγινε το 1923 και η οποία αφαιρέθηκε λόγω των διαφόρων προβλημάτων που αντιμετώπιζε. Το νέο έργο, υιοθετεί μερικά χαρακτηριστικά του προηγούμενου χώρου βιομηχανικού στυλ. Εκτός της κεντρικής στοάς των βιομηχανικών αγορών, προστέθηκε το στοιχείο των 2 κεντρικών αξόνων κίνησης, κάθετων μεταξύ τους που χωρίζουν τον συνολικό χώρο σε 4 pavilions. Επίσης, στα αψιδωτά ανοίγματα έρχεται να τοποθετηθεί το γυαλί δημιουργώντας “βιτρίνες”. Τελευταίο χαρακτηριστικό της βιομηχανικής κληρονομιάς που απαντάμε στη νέα αγορά, είναι αυτό του ζενιθιακού φυσικού φωτισμού μέσω των ανοιγμάτων που βρίσκονται στην οροφή.

Σχέδιο 30
Κάτοψη σκεπαστής αγορά





Εικόνα 76 [Πάνω Αριστερά]
Εξωτερική άποψη, εσωτερικό κεντρικής εισόδου
@Olivier Mathiotte

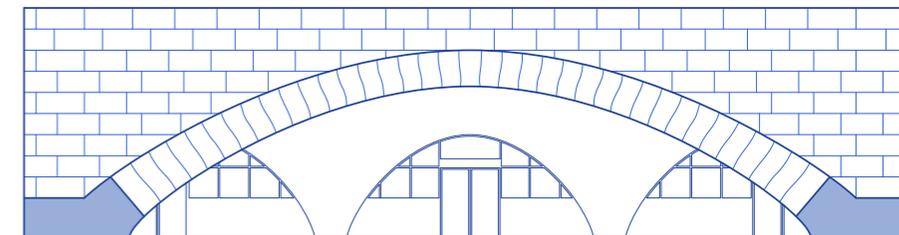
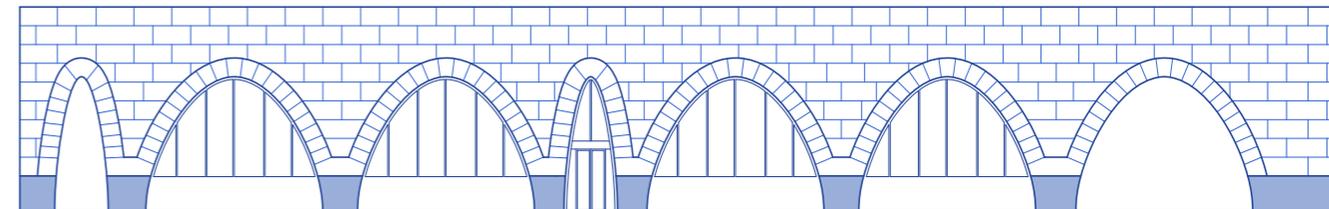
Εικόνα 77 [Κάτω Αριστερά]
Εξωτερική άποψη
@Olivier Mathiotte

Σχέδιο 31 [Πάνω Δεξιά]
Νότια Όψη

Σχέδιο 32 [Κάτω Δεξιά]
Ανατολική Όψη



Εσωτερικά, η υγραμετρία και η θερμοκρασία διατηρούνται σταθερές ως αποτέλεσμα της θερμικής μάζας της πέτρας και την τοποθέτηση του φυτεμένου δώματος, δημιουργώντας συνθήκες κατάλληλες για τα φρέσκα προϊόντα που πωλούνται στην αγορά. Το κτίριο φωτίζεται χάρη στα πολλά υαλοστάσια και αερίζεται τόσο από τα ανοίγματα που βρίσκονται στο χαμηλό τους μέρος καθώς επίσης και από τα ανοίγματα που βρίσκονται στην οροφή.



0 1 2 5 10m

Pierre Massive *1 - Μασίφ Πέτρα *1

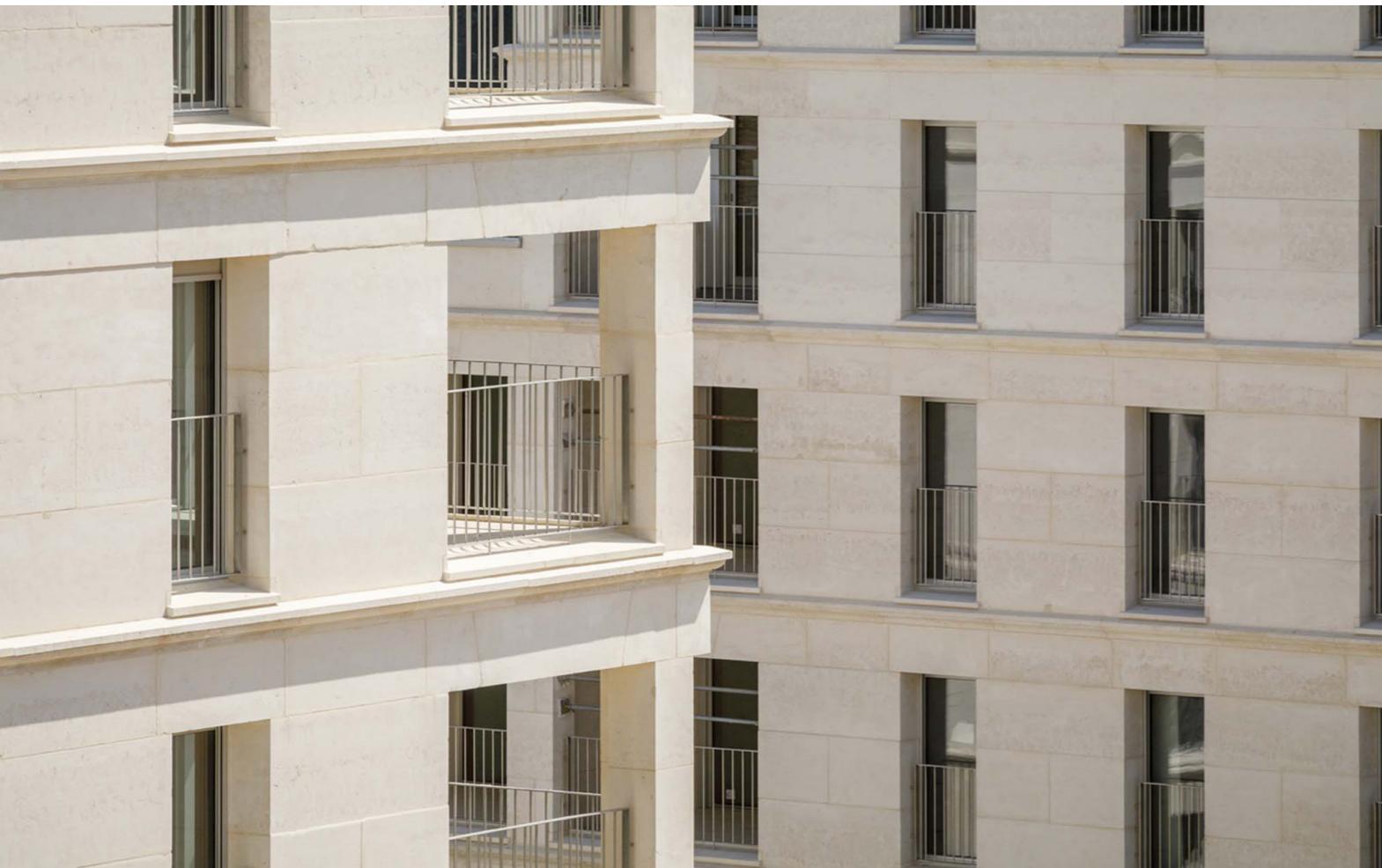
2017-2021, Perraudin Architecture και Atelier Archiplein
[Chemin Bois-Ecard 2-4-6-8, Plan-les-Ouates, Γενεύη, Ελβετία]

Αρχιτεκτονική Ομάδα: Gilles Perraudin
Marlene Leroux
Francis Jacquier

Μέγεθος έργου: 12.500 m²

Συνολικό κόστος: 29.000.000 CHF (Ελβετικά φράγκα) (≈31.000.000€)

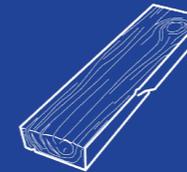
Εικόνα 78
Εξωτερική άποψη
@Leo Fabrizio



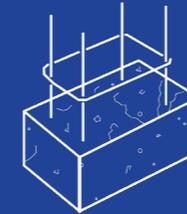
Υλικά



ασβεστόλιθος



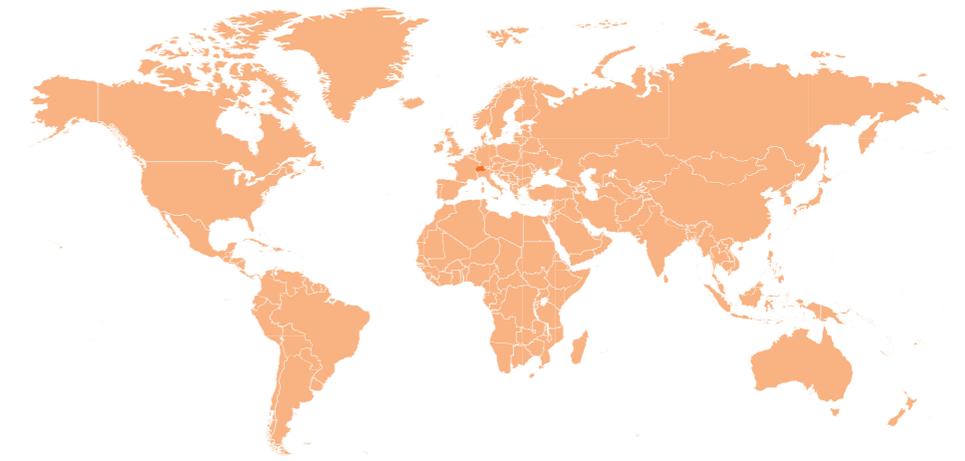
ξύλο



σκυρόδεμα



βαμβάκι



Το αρχιτεκτονικό γραφείο Atelier Archiplein αποτελείται από τους Francis Jacquier και Marlène Leroux, απόφοιτους του EPFL⁶². Δραστηριοποιήθηκαν στην Κίνα από το 2008 έως και το 2012 που εγκαταστάθηκαν στην Γενεύη και η παρουσία τους είναι έντονη τόσο στην Ελβετία όσο και τη Γαλλία.

Η φιλοσοφία τους στηρίζεται στη χρήση φυσικών υλικών που στοχεύουν σε μια βιώσιμη αρχιτεκτονική προσέγγιση και πιο συγκεκριμένα το υλικό της πέτρας. Το έργο τους αποτελεί έναν συνδυασμό παραδοσιακής κατασκευαστικής γνώσης με σύγχρονες πρακτικές δίνοντας έμφαση στην πολιτιστική και περιβαλλοντική διάσταση της αρχιτεκτονικής. Η αρχιτεκτονική ομάδα προσπαθεί να χρησιμοποιεί στα έργα της τα φυσικά υλικά όσο λιγότερο κατεργασμένα γίνεται. Αυτό αποτελεί μια σύνθετη επιλογή τους: σε ότι αφορά την πέτρα, τα ίχνη από τα εργαλεία κοπής, οι ανωμαλίες και η υφή της αντανακλούν διαφορετικά το φως και δίνουν μια διαφορετική αίσθηση, δείχνει την ιστορία της και προέλευσή της και μειώνει το κόστος της κατασκευής.

Η αρχιτεκτονική ομάδα του Atelier Archiplein, στα πλαίσια του έργου Pierre Massive *1 (Μασίφ Πέτρα *1), συνεργάστηκε με τον διακεκριμένο Γάλλο αρχιτέκτονα Gilles Perraudin (βλέπε σελ. 91) του οποίου το έργο με πέτρινους φέροντες οργανισμούς είναι ευρέως γνωστό.

62. Ομοσπονδιακή Πολυτεχνική Σχολή της Λοζάνης

63. Atelier Archiplein, 2019. Συνέντευξη από: Stéphanie Sonnette. "L'aventure de la construction en pierre massive". TRACÉS / espace, no07, Μάρτιος 2019, σελ.17. Dossier: Filière pierre.

“Στην περίπτωσή μας (όσον αφορά την κατασκευή του Pierre Massive *1), το κύριο διακύβευμα ήταν να επιμείνουμε ώστε η πέτρα να μην υποβαθμιστεί σε έναν απλό επενδυτικό μανδύα αλλά να αποκτήσει φέρουσα ιδιότητα”⁶³

- Atelier Archiplein

Γενεύη

Καντόνι της Γενεύης, Ελβετία

Η Γενεύη είναι η δεύτερη μεγαλύτερη πόλη της Ελβετίας μετά την Ζυρίχη με τον συνολικό της πληθυσμό να ανέρχεται στους 205.000 κατοίκους σύμφωνα με την τελευταία απογραφή του 2023 (1.000.000 αν υπολογίζουμε ολόκληρο το Καντόνι της Γενεύης⁶⁴). Η γειτονιά Plan-les-Ouates, στην οποία βρίσκεται το πρότζεκτ, μετρά 12.200 κατοίκους σύμφωνα με την απογραφή της ίδιας χρονιάς.

Το κλίμα της Γενεύης επηρεάζεται αρκετά από την οροσειρά των Άλπεων και ως εκ τούτου χαρακτηρίζεται ως ημιηπειρωτικό. Οι χειμερινοί μήνες είναι αρκετά κρύοι με μέση θερμοκρασία γύρω στους 2 βαθμούς Κελσίου⁶⁵ και το καλοκαίρι είναι ζεστό με μέση θερμοκρασία τους 21 βαθμούς Κελσίου. Οι βροχοπτώσεις είναι αρκετά συχνές, κατά μέσο όρο το 1/3 της χρονιάς, και τα ποσοστά υγρασίας κυμαίνονται μεταξύ 64 και 82%. Το τοπίο της ευρύτερης περιοχής είναι αρκετά χαρακτηριστικό συνδυάζοντας την ομώνυμη λίμνη της Γενεύης, τους ποταμούς Ροδανό (Rhône) και Αρβ (Arve) και βουνά όπως τις οροσειρές Jura και τα Ουράλια όρη.



Εικόνα 79

Το Δημαρχείο της Γενεύης είναι ένα ιστορικό κτίριο το οποίο βρίσκεται στην Παλιά Πόλη. Χρονολογείται από τον 15ο αιώνα απ'όπου στεγάζει το Δημοτικό Συμβούλιο, την Κυβέρνηση και το Κοινοβούλιο του Καντονιού της Γενεύης.

@Fausto Pluchinotta

Η αρχιτεκτονική ιστορία της πόλης είναι πολυσύνθετη καθώς αναπτύχθηκε σε διαφορετικές ιστορικές περιόδους και επηρεάστηκε από πλήθος ευρωπαϊκών πολιτισμών. Η παλιά πόλη έχει έντονα μεσαιωνικά στοιχεία με λιθόστρωτα περάσματα, και πέτρινη δόμηση, αφιδωτές στοές, κτίρια με μικρές εσωτερικές αυλές και ημιυπαίθριους χώρους.

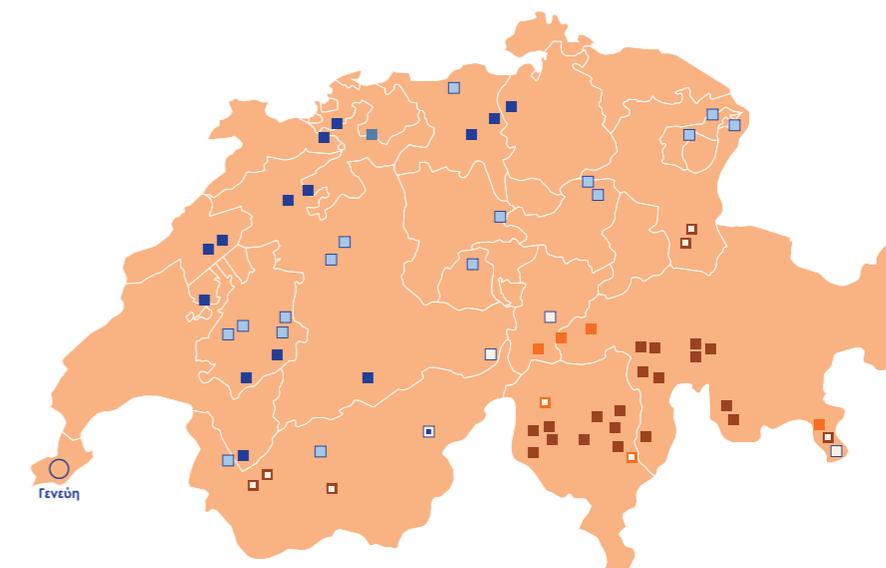
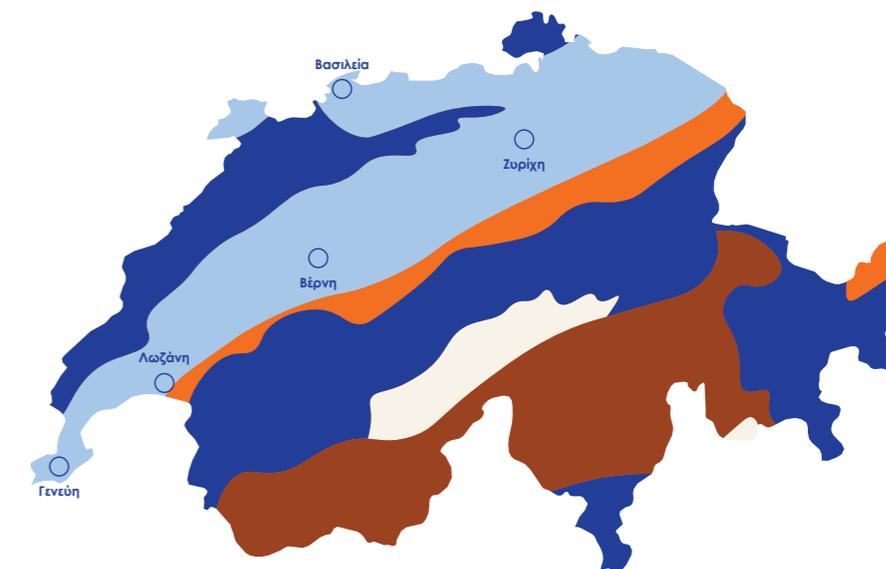
64. Το Καντόνι της Γενεύης σύμφωνα με την απογραφή του 2023, αποτελείται από 12 πόλεις και 45 προάστια.

65. Κλιματικά δεδομένα για τα τελευταία 35 χρόνια από την Κρατική Ελβετική Μετεωρολογική Υπηρεσία Météo Suisse

66. Ο γνεύσιος είναι ένα αρκετά σκληρό πέτρωμα, πράγμα που καθιστά την εξόρυξή του, τη λάξευσή του και τη μεταφορά του δύσκολη.

67. Francis Jacquier, 2025 (Atelier Archiplein)

Στην Ελβετία, η πέτρα που εξορύσσεται με προορισμό την κατασκευή είναι αρκετά περιορισμένη. Τα εδάφη της χώρας προσφέρουν γνεύσιο, που όμως λόγω της αρκετά κοστοβόρας εξόρυξής⁶⁶ του δε προτιμάται, ένα είδος ψαμμίτη (molasse) στην περιοχή των Άλπεων, το οποίο όμως αφορά αποκλειστικά την αποκατάσταση ιστορικών μνημείων και τον ασβεστόλιθο ο οποίος χρησιμοποιήθηκε ευρέως στην Ελβετική αρχιτεκτονική παλαιότερων εποχών. Σήμερα, η χώρα μετρά 77 ενεργά λατομεία των παραπάνω πετρωμάτων. Η φυσική πέτρα είναι "πόρος σε αφθονία αλλά πολύ δύσκολα προσβάσιμος"⁶⁷. Κατά κύριο λόγο, η Ελβετική πέτρινη δόμηση, και κυρίως αυτή της Γενεύης αποτελούνταν από λίθους γαλλικής προέλευσης.



Χάρτης 12 [Πάνω]

Εδαφολογικός Χάρτης της Ελβετίας

Πηγή δεδομένων:

Επίσημο geoportail, πλατφόρμα χαρτογράφησης και γεωγραφικής πληροφορίας της Ελβετικής Συνομοσπονδίας (2025) (Geo.admin.ch The federal geoportail)

Χάρτης 13 [Κάτω]

Χάρτης των ενεργών λατομείων της Ελβετίας σήμερα

Πηγή δεδομένων:

Επίσημο geoportail, πλατφόρμα χαρτογράφησης και γεωγραφικής πληροφορίας της Ελβετικής Συνομοσπονδίας (2025) (Geo.admin.ch The federal geoportail)

■ Ασβεστόλιθος ■ Δολομίτης ■ Ψαμμίτης ■ Σχιστόλιθος
■ Γρανίτης ■ Σερπεντινίτης ■ Μάρμαρο ■ Γνεύσιος ■ Άλλα πετρώματα



Σχέδιο 33

Τοπογραφικό σχέδιο της περιοχής και των συγκροτημάτων κατοίκησης

Έπειτα του 2ου παγκοσμίου πολέμου και το ρόλο-πρωταγωνιστή που πήρε τόσο το οπλισμένο σκυρόδεμα όσο και οι μεταλλικές κατασκευές, στην Ελβετία, μέσα σε έναν περίπου αιώνα, το 90% των λατομείων που εξορύσσουν όγκους πέτρας εξαφανίστηκε, με το εναπομείναντα να προσπαθούν να κρατήσουν τον τομέα της πέτρινης κατασκευής ζωντανό μέσα από προϊόντα που προορίζονται για επενδύσεις όψεων ή πλάκες. Τα έργα των οποίων ο φέρων οργανισμός είναι πέτρινος είναι σπάνια⁶⁸, όμως το τελευταίο διάστημα παρατηρείται μία προσπάθεια αναγέννησης του κλάδου μέσω μεγάλων πρότζεκτ όπως αυτό του Pierre Massive *1, διαγωνισμό για την κατασκευή 4 κοινωνικών κατοικιών⁶⁹ (68 διαμερίσματα στο σύνολο) που κέρδισε το αρχιτεκτονικό γραφείο Archiplein σε συνεργασία με τον Gilles Perraudin. Γι αυτό το λόγο, ο σχεδιασμός των 2 κατασκευών πήρε διαστάσεις σχεδόν "πειραματικές" αφού δεν υπήρχε πλέον η απαραίτητη τεχνογνωσία για την πέτρινη δόμηση και ειδικά για ένα έργο τόσο μεγάλων διαστάσεων. "Αυτό το project αποδεικνύει την οικονομική, οικολογική, κοινωνική και κατασκευαστική σημασία των έργων κατοικιών με δομική μασίφ πέτρα. Πρόκειται για μία ελπιδοφόρα κατεύθυνση που ανοίγει το δρόμο για άλλα παρόμοια έργα στη Γενεύη, αλλά και την Ελβετία, με την προϋπόθεση να (ξανά) αναπυχθεί ο κλάδος της λίθινης κατασκευής." ⁷⁰

68. Σύμφωνα με τους αρχιτέκτονες, τα Ελβετικά λατομεία δε θα μπορούσαν να ανταποκριθούν στον όγκο πέτρας που χρειαζόταν το συγκεκριμένο πρότζεκτ και αυτός ήταν ο λόγος για τον οποίο στράφηκαν στα Γαλλικά λατομεία ασβεστόλιθου.

69. Ο διαγωνισμός αφορούσε την υλοποίηση 5 κτιριακών συνόλων εκ των οποίων στο δίδυμο Gilles Perraudin και Archiplein ανατέθηκαν τα 2 από τα 5. Το κάθε ένα από τα κτιριακά σύνολα αποτελείται με τη σειρά του από 2 επιμέρους μονάδες κοινωνικής κατοίκησης.

70. Atelier Archiplein

Εικόνα 80[Πάνω]

Εξωτερική άποψη

@Leo Fabrizio

Εικόνα 81 [Κάτω Αριστερά]

Εξωτερική άποψη, ημιυπαίθριοι χώροι στις γωνίες της κατασκευής,

@Leo Fabrizio

Εικόνα 82 [Κάτω Δεξιά]

Εξωτερική άποψη, συναρμολόγηση ογκόλιθων όψης, γείσο που προεξέχει και τονίζει την οριζοντιότητα της κατασκευής, ανοίγματα 90 εκατοστών.

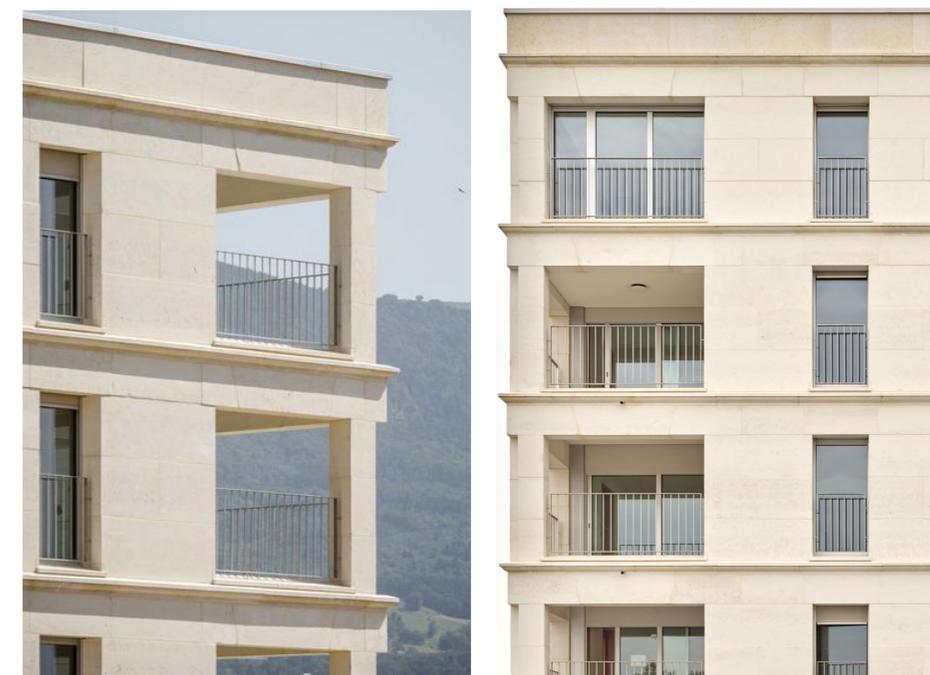
@Leo Fabrizio



Η πέτρα που επιλέχθηκε για το σχεδιασμό των 4 μονάδων κοινωνικής κατοίκησης συνολικού ύψους 27 μέτρων, είναι ο ασβεστόλιθος καθώς μπορεί να ανταποκριθεί πλήρως στις κατασκευαστικές ανάγκες ενός τέτοιου πρότζεκτ και μπορεί να εξορυχθεί εύκολα σε σχετικά κοντινή απόσταση⁷¹ της Γενεύης, κάτι που μειώνει το κόστος αλλά και συνδιαλέγεται με την τοπική αρχιτεκτονική των εναπομειναντων πέτρινων κτισμάτων. Η πέτρα τοποθετείται σε 3 περιμετρικές δομικές ζώνες έτσι ώστε να παραλάβει καλύτερα τα φορτία χωρίς να χρειαστεί το σκυρόδεμα⁷² σε ότι αφορά τα κάθετα στοιχεία της κατασκευής. Σύμφωνα με τους αρχιτέκτονες αυτό το σύστημα έχει και ρόλο αντιανέμιου παρέχοντας δομική σταθερότητα και ενίσχυση.

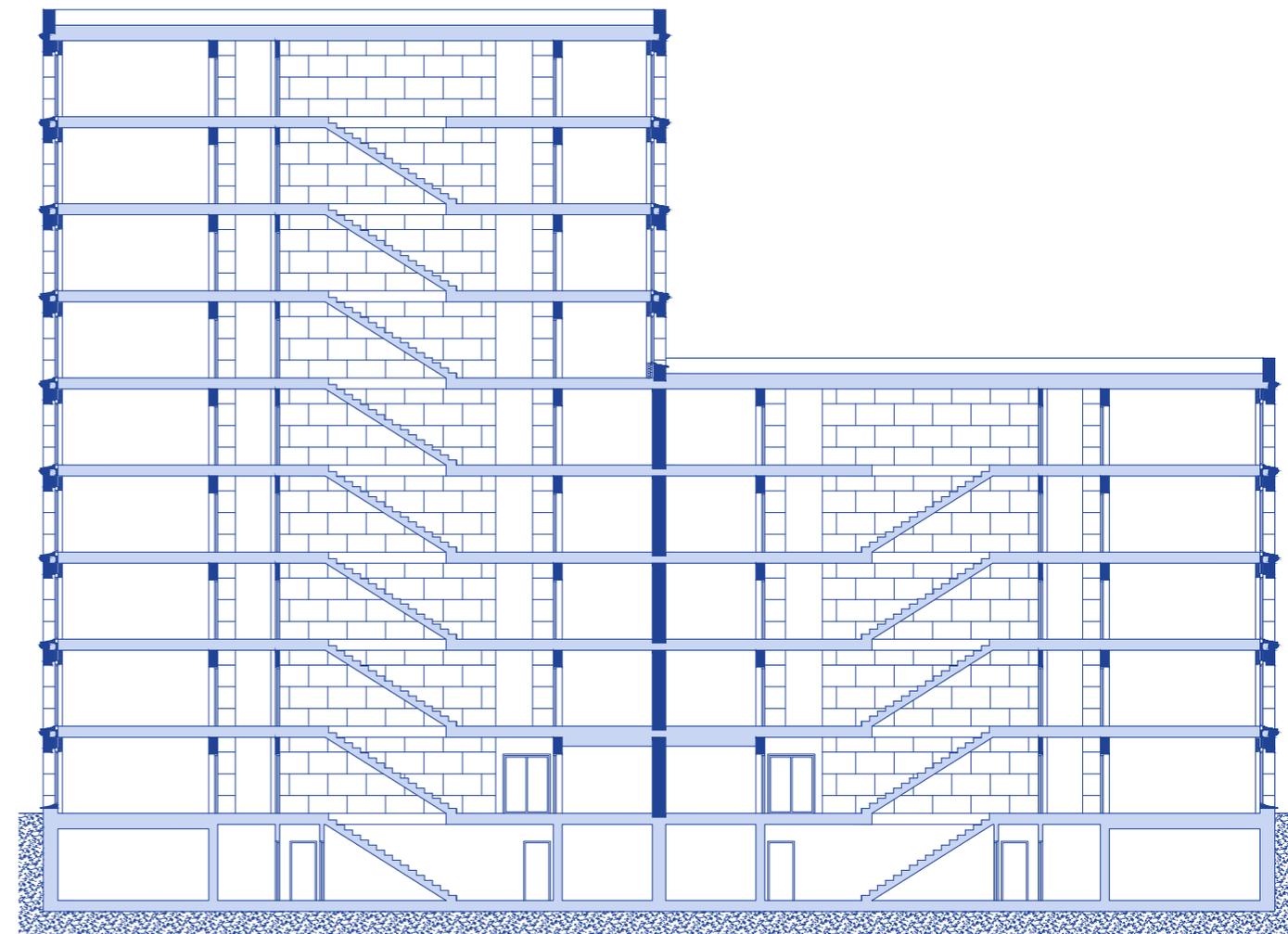
71. Ο ασβεστόλιθος εξορύχθηκε στην Δυτική και τη Νότια Γαλλία (λατομεία Francserriere και Provençe), σε μία απόσταση 400 χλμ έκαστος που θεωρείται σχετικά κοντινή προέλευσης για το ευρωπαϊκό πλαίσιο. Αρχικά πραγματοποιήθηκε μελέτη με σκοπό την υλοποίηση του έργου με ψαμμίτη ή γνεύσιο ελβετικής προέλευσης όμως τα κριτήρια -οικονομικά και τεχνικά- δεν πληρούνταν και η απόσταση των λατομείων από το εργοτάξιο ήταν μεγαλύτερη των 300 χλμ.

72. Σε έρευνα που διεξήγαγε το EPFL (Ομοσπονδιακή Πολυτεχνική Σχολή της Λωζάνης) για το συγκεκριμένο έργο, συγκρίθηκε 1 τετραγωνικό μέτρο τοίχου από οπλισμένο σκυρόδεμα και έναν αντίστοιχο πέτρινο και υπολογίστηκε πως το ενεργειακό αποτύπωμα του δεύτερου ήταν χαμηλότερο κατά 79%



Η πρώτη περιμετρική ζώνη παραλαμβάνει τα κατακόρυφα φορτία της δομής και διαμορφώνει την όψη με την σκληρή πέτρα των 40 εκατοστών πάχους⁷³ να είναι εμφανής μόνο στο εξωτερικό καθώς έχει μονωθεί (20 εκατοστά) από το εσωτερικό. Σε αυτή τη ζώνη βρίσκονται οι χώροι διημέρευσης όπως το καθιστικό, η κουζίνα και η τραπεζαρία αλλά και ιδιωτικοί χώροι όπως τα υπνοδωμάτια. Στη δεύτερη ζώνη, της οποίας η πέτρα είναι φέρουσα και εμφανής, τοποθετούνται οι υγροί χώροι και ο στατικός της ρόλος είναι η παραλαβή των οριζόντιων φορτίων, δηλαδή των πλακών από σκυρόδεμα. Η τρίτη και τελευταία μικρότερη πέτρινη ζώνη που είναι αυτοφέρουσα, λειτουργεί ως πυρήνας της δομής στον οποίο βρίσκονται οι κοινόχρηστοι χώροι και η κατακόρυφη κυκλοφορία⁷⁴. Για το παρόν έργο υπολογίζεται πως χρησιμοποιήθηκαν 6.000 με 6.500 ογκόλιθοι για έναν συνολικό όγκο της τάξεως των 3.500 κυβικών μέτρων οι οποίοι δεν δέχθηκαν κάποιου είδους λάξευσης ή περαιτέρω επεξεργασίας πέραν της κοπής τους στο λατομείο. Το ακατέργαστο υλικό δημιουργεί μια διαφορετική εμπειρία στο χρήστη: τα ίχνη από τα εργαλεία κοπής, οι ανωμαλίες και η υφή της πέτρας δημιουργούν ένα παιχνίδι με τις αντανakλάσεις του φωτός δίνοντας μια ζωντανή αίσθηση του υλικού. Επιπλέον τα ίχνη γίνονται μάρτυρες της διαδικασίας τόσο της κοπής όσο και της τοποθέτησης των στοιχείων στο εργοτάξιο, πράγμα που προσδίδει μια αυθεντικότητα στο έργο. Το μέγεθος των ογκολίθων ποικίλει με πάχος μεταξύ 50 και 70 εκατοστών και μήκος μεταξύ 1 και 2 μέτρων με τις μασίφ πέτρες μικρότερου πάχους να τοποθετούνται σε υψηλότερους ορόφους αφού τα φορτία μειωνόντουσαν.

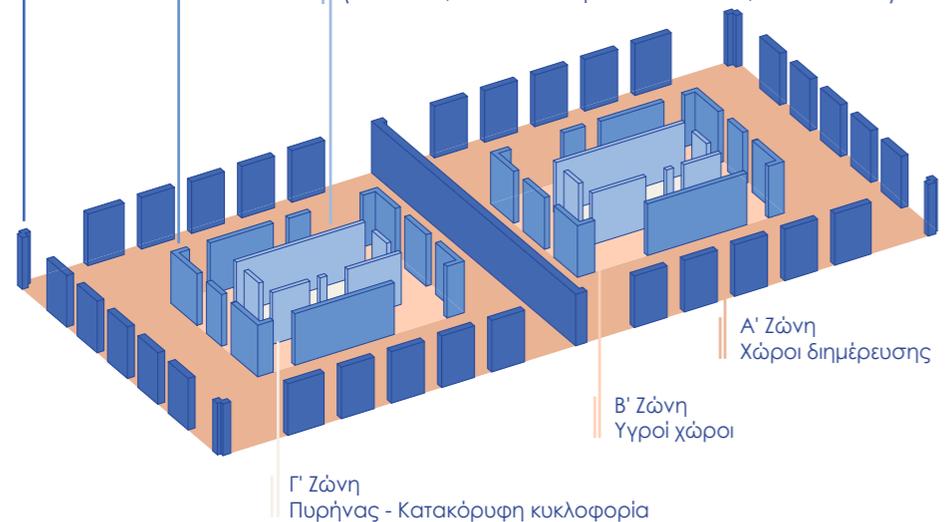
73. Πάχος που αντιστοιχεί στους υψηλότερους ορόφους και όχι στο ισόγειο. Οι ογκόλιθοι του ισόγειου έχουν πάχος 60 εκατοστών.
74. Οι σκάλες που αφορούν τους κοινόχρηστους χώρους είναι τα μοναδικά στοιχεία αποτελούμενα από σκυρόδεμα.



Σκληρός ασβεστόλιθος του Migné (Migné-Auxances Nouvelle Aquitaine, Δυτικό-κεντρική Γαλλία)

Μέσης σκληρότητας ασβεστόλιθος του Brétigny (Jardres, Nouvelle Aquitaine, Δυτικό-κεντρική Γαλλία)

Μαλακός ασβεστόλιθος με απολυθώματα από τις Estailades (Vaucluse, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Νότια Γαλλία)

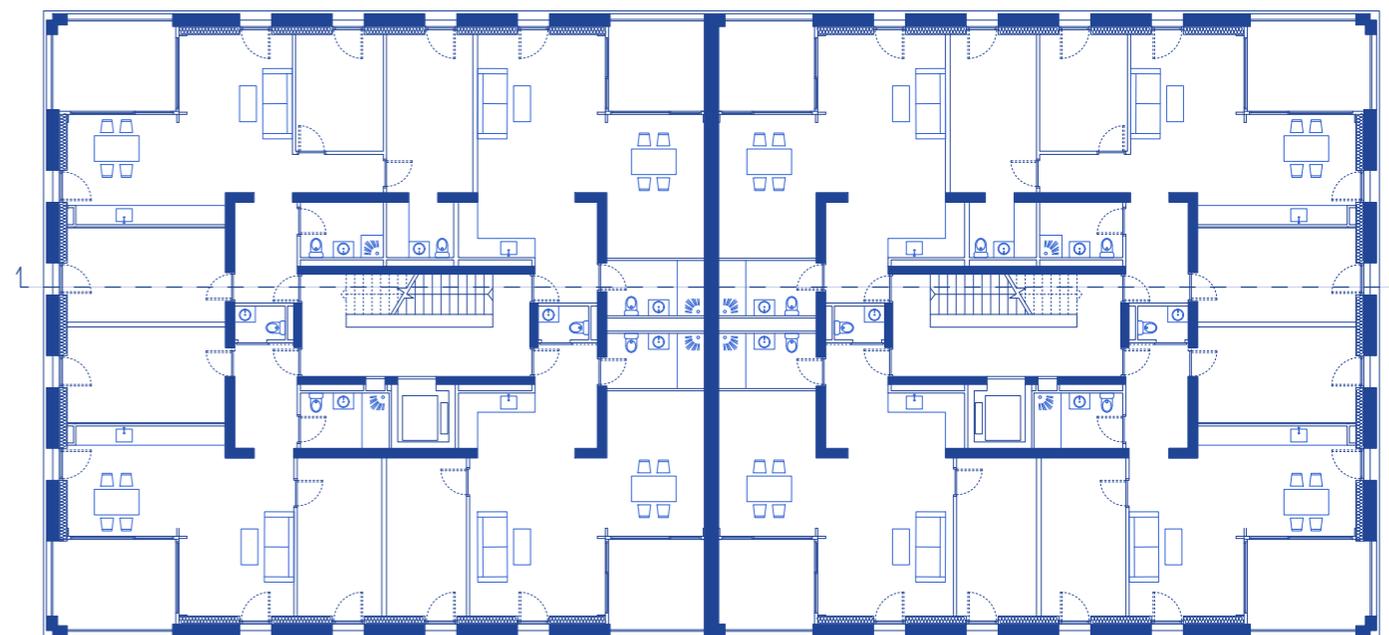


Σχέδιο 34 [Πάνω Δεξιά]
Τομή

Σχέδιο 35 [Κάτω Δεξιά]
Κάτοψη

Διάγραμμα 8 [Κάτω Αριστερά]

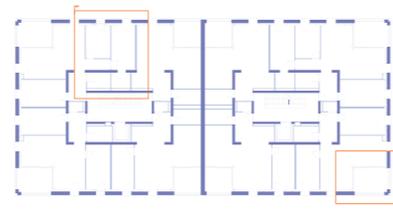
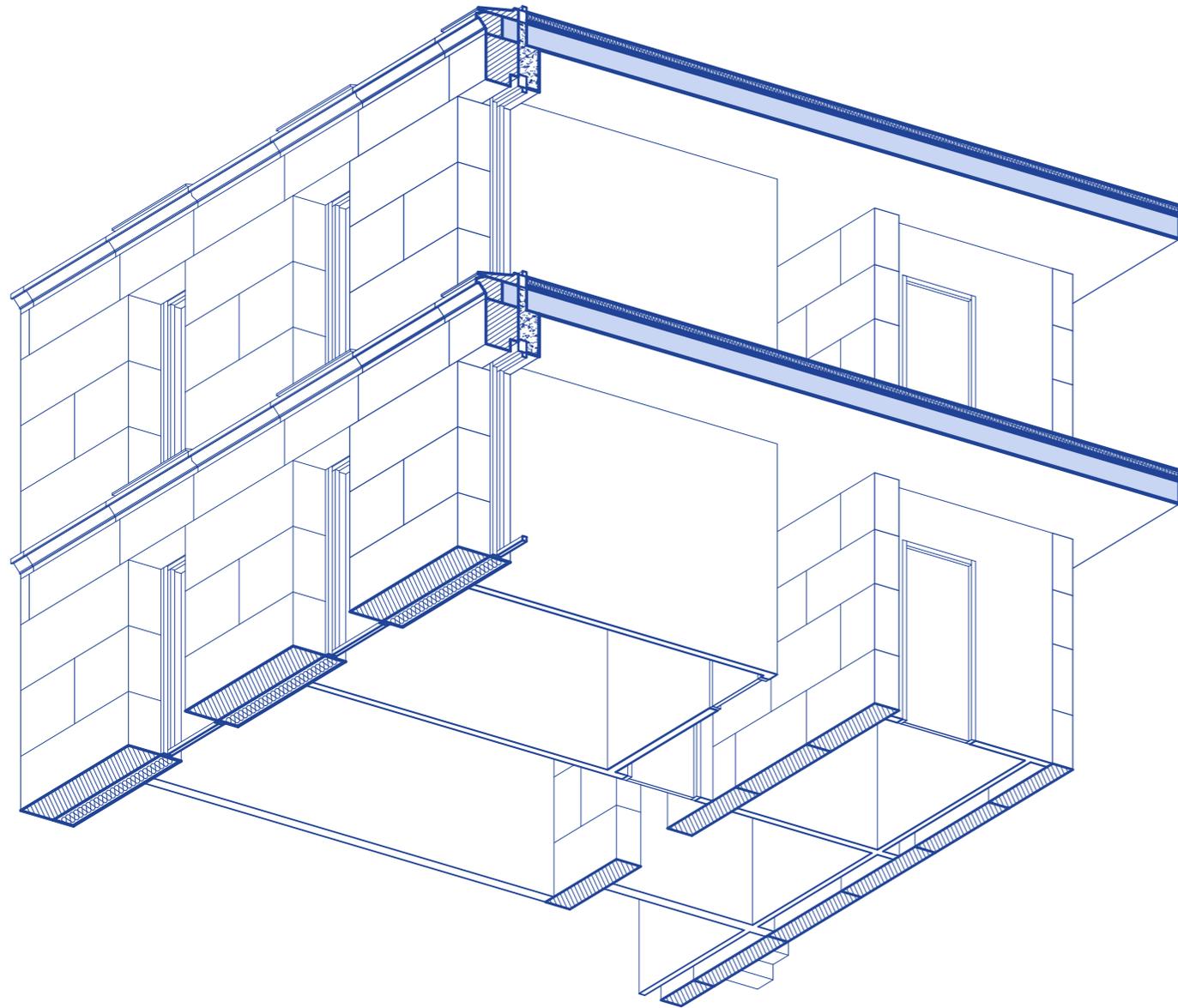
Περιμετρικές ζώνες χρήσεων που ορίζονται από τους διαφορετικούς τύπους ασβεστόλιθου



0 1 2 5 10m

■ Ασβεστόλιθος

■ Σκυρόδεμα



Η τοποθέτηση της πέτρας σε περιμετρικές ζώνες είναι και αυτή που ορίζει την χωρητικότητα των ορόφων. Η κάτοψη είναι ευέλικτη χάρη στις γυψοσανίδες που έχουν τοποθετηθεί ως εσωτερικά κατακόρυφα στοιχεία των διαμερισμάτων, και άρα μπορούν να τροποποιηθούν αναλόγως των αναγκών που προκύπτουν κατά τη διάρκεια ζωής του κτιριακού συνόλου. Το ισόγειο έχει αποκλειστικά εμπορική χρήση και φιλοξενεί έναν μέρος γραφείων.

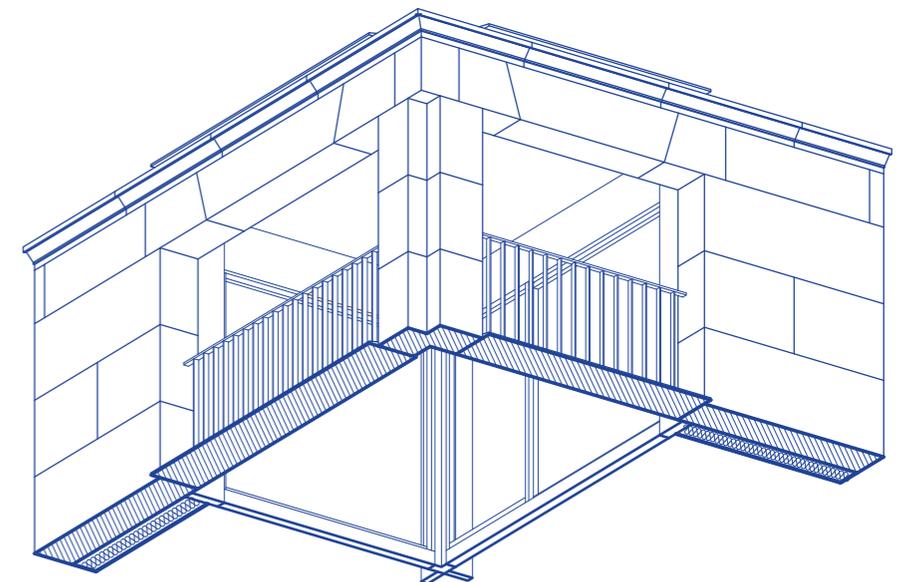
Σχέδιο 36 [Αριστερά]
Ισομετρική κατασκευαστική τομή αλά Auguste Choisy
@Προσωπικό σχέδιο

Σχέδιο 37 [Δεξιά]
Ισομετρική κατασκευαστική λεπτομέρεια του ημιυπαιθρίου χώρου αλά Auguste Choisy
@Προσωπικό σχέδιο

Εικόνα 83
Εσωτερική άποψη
@Leo Fabrizio



Χαρακτηριστικό της συγκεκριμένης κατασκευής είναι οι εσοχές που δημιουργούνται και των οποίων ο ρόλος είναι αυτός των ημιυπαιθριων χώρων. Γύρω από τα ανοίγματα και χάρη στην κρέμαση ενός πέτρινου στοιχείου που μοιάζει με δοκάρι (χωρίς να έχει όμως τη στατική ιδιότητα ενός δοκαριού), δημιουργείται ένα "κάδρο" που καθοδηγεί τον παρατηρητή και τονίζει την αίσθηση ενός ημιυπαιθριου χώρου που βρίσκεται σε συνέχεια με το εσωτερικό. Επίσης, οι εσοχές σε συνδυασμό με το μεγάλο πάχος του τοίχου δίνουν ένα βαθύτερο αίσθημα ιδιωτικότητας στον χρήστη. Η σχεδιαστική ομάδα έχει δώσει ιδιαίτερη έμφαση σε διάφορα σημεία της κατασκευής: το γείσο του κάθε ορόφου προστατεύει από τη βροχή και τονίζει με σαφήνεια την οργανωτική δομή της όψης και οριζόντιας διάταξης, οι γωνίες του κτιρίου είναι διαφορετικά λαξευμένες με σκοπό να κατευθύνουν τα όμβρια ύδατα προς το ισόγειο.



Βιβλιογραφικές Αναφορές

Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

- Γεωργιάδου, Ζ., 2024. *Δομικά και διακοσμητικά υλικά*. Θεσσαλονίκη: ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ.
- Κακαβάς-Παπανιάρος, Π., Λέμης-Πετρόπουλος, Π., 2022. *Τεχνολογία Δομικών Υλικών*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις ΖΗΤΗ.
- Λεωνιδοπούλου-Στυλιανού, Ρ., 1992. *ΠΗΛΙΟ. Ελληνική Παραδοσιακή Αρχιτεκτονική*. Αθήνα: Εκδόσεις Μέλισσα.
- Πόραβος, Θ., 2023. *Λιθοδομή. Από την παράδοση στην εξέλιξη*. Αθήνα: Εκδόσεις Ατρείδων Κύκλος.
- Τριανταφύλλου, Αθ., 2013. *Δομικά Υλικά*. Πάτρα: Εκδόσεις Gotsis.

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Andersen, M.A., 2014. *Jorn Utzon: Drawings and Buildings*. New York: Princeton Architectural Press.
- Ballester Julia, M., 2013. *Habitatges tradicionals: Característiques arquitectòniques, tipològiques i constructives dels habitatges en sòl rústic a Mallorca*. Palma: Edicions UIB.
- Bonewitz, R. (2012). *Βράχοι και οροκτά*. 2η έκδ. Λονδίνο: DK Publishing.
- Bothara, J., Brzev, Sv., (2011). *A TUTORIAL: Improvising the Seismic Performance of Stone Masonry Buildings*. Όκλαντ, Καλιφόρνια: Earthquake Engineering Research Institute
- Bradburry, D., 2018. *Maisons cultes. Trésors de l'architecture depuis 1900*. Marseille: Édition Parenthèses.
- El Croquis, 2023. *IBAVI 2019-2023: una investigació colectiva (a collective research)*. El Croquis No 219. Madrid: El Croquis Editorial.
- El Croquis, 2025. *HARQUITECTES 2021-2025: la mala educació (bad education)*. El Croquis No 230. Madrid: El Croquis Editorial.
- Laurent, J.P., 2011. *Construire en pierre massive. Guide technique*.
- Phaidon (ed.), 2024. *Maisons de Pierre, Une Architecture Minérale*. Paris: Phaidon Press Limited
- Prisme Editions, 2010. *Stone: 30 projects*. Brussels: Liliane Knopes - Isabelle Claisse.
- Reinmuth, G., 2019. *Impractical Genius. The Architectural Review* (February 2019), p.16-26
- Roca, À., 2024. *Menorca: Cultura de la pedra*. Madrid: Ediciones Alamanda.
- Weston, R., 2002. *The House in the Twentieth Century*. London: Laurence King Publishing Ltd
- Zamora Mola, Fr, (Ed.), 2018. *Natural Stone Houses*. Translated from Spanish by Equipo de Edición, Mengès. China: Shenzhen Hua Xin Colour-printing & Platemaking Co., Ltd.

Έντυπα επιστημονικά περιοδικά και άρθρα

- Bialestowski, A., 2023. *STUDIOLADA Marché couvert Saint-Dizier*. AMC, no314 (Μάιος 2023), p. 24-31.
- Couton, L., 2024. *L'Architecture des logements sociaux Majorquin revisite les matériaux locaux. Sequences Bois*, no144 (Άνοιξη 2024), p. 36-41.
- Guislain, M., 2020. *Gilles Perraudin: Maison Individuelle / Montélimar, Drôme*. AMC, no287 (Ιούνιος-Ιούλιος), p. 44-47.
- Joly, B., 2019. *Innover avec la Pierre*. D'ARCHITECTURES, 269 (Μάρτιος 2019), p. 118-119.
- Namias, O., 2023. *STUDIOLADA Marché couvert Saint-Dizier*. AMC, no319 (Nommés, prix d'architecture Le Moniteur/AMC, Equerre d'argent), p. 104-105.
- Petkova, N., 2023. *Quatre opérations de logements sociaux en pierre massive, Majorque, Espagne*. D'ARCHITECTURES, no 309 (Ιούλιος-Αύγουστος 2023), p. 119-139.
- Trelcat, S., 2024. *Le Chemin de la Pierre*. Archistorm, no126 (Μάιος-Ιούνιος 2024), p. 38-48.

- Quinton, M., 2024. *Halles de Saint-Dizier*. Exé, no56 (Μάιος-Ιούνιος-Ιούλιος), p. 50-67.
- *Architecture and Urbanism*, 2023. *Social Housing 2104*. *Architecture and Urbanism*, no629 (Φεβρουάριος 2023).
- D'ARCHITECTURES, 2021. *D'ARCHITECTURES*, no292 (Σεπτέμβριος 2021), p. 10-19.
- DETAIL, 2022. *Social Housing in Palma de Mallorca*. DETAIL, no4 (Απρίλιος 2022), p. 34-41.
- *Monumental*, 2019. *La pierre dans l'architecture: Conservation, restauration, création*. *Monumental, semestriel 1* (Ιούνιος 2019). Paris: Éditions du Patrimoine.
- *The Architectural Review*, 2022. *Stone: The Architectural Review*. Issue 1490 (Απρίλιος 2022)
- TRACÉS / espaces, 2019. *Dossier: Filière pierre*. TRACÉS / espaces, no07 (Μάρτιος 2019)
- TRACÉS / espaces, 2021. *TEMPS*. TRACÉS / espaces, no3512 (Σεπτέμβριος 2021)
- WERK, 2021. *Sur l'histoire de la pierre massive moderne*. *WBW Hochhauser* (Δεκέμβριος 2021).
- *Woodsurfer*, 2020. *Montélimar: Une maison manifeste*. *Woodsurfer*, no115 (Δεκέμβριος-Ιανουάριος 2019-2020), p. 12-14.

Προπτυχιακές και Μεταπτυχιακές εργασίες

- Καλιππίδη, Αγγ., 2024. *Μύκονος: Η ανάπτυξη της νήσου - μύθος ή/και πραγματικότητα?* Ερευνητική εργασία. Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Διαθέσιμο στο: https://ikee.lib.auth.gr/record/357401/files/KALIPSIDI_ANGELIKI.pdf (Πρόσβαση στις 17 Ιουνίου 2025)
- Σπύρου, Β., 1995. *Κυκλαδίτικη Αρχιτεκτονική: Αρχιτεκτονική Μελέτη για μια σύγχρονη κατοικία στη Μύκονο*. Πτυχιακή εργασία. Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων, Τ.Ε.Ι. Πειραιά. Διαθέσιμο στο: http://oceanis.lib.puas.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/662/pol_00053.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Πρόσβαση στις 8 Ιουλίου 2025)
- Roy, H., 2023. *De la roche à la pierre, pour une architecture ancrée dans le sol. La filière pierre du massif Vosgien: faire langue commune avec le territoire* [Από το πέτρωμα στον λίθο, για μια αρχιτεκτονική ριζωμένη στο έδαφος. Ο κλάδος της πέτρας στο όρος Vosges: συνομιλώντας με την περιοχή]. Ερευνητική εργασία. École Nationale Supérieure d'Architecture de Nancy.

Διαλέξεις και βίντεο

- Φιλίππιζής, Δ., 2025. *Από_δόμηση της σύγχρονης πέτρινης κατασκευής στο Πήλιο & Φυσική δόμηση* [διάλεξη]. Βόλος: 15 Μαΐου 2025.
- *Fondation Pavillon Sicli* (2022). *GVARCHI 2023 | Immeubles en pierres massives à Plan-les-Ouates (Vost En)* [online video]. Διαθέσιμο στο: <https://www.youtube.com/watch?v=ZG0WpTNG1IM> (Πρόσβαση στις 28 Μαρτίου 2025).
- Jacquier, Fr., 2025. *Conference de Francis Jacquier (Archiplein)* [μαγνητοσκοπημένη διάλεξη]. Grenoble: 25 Απριλίου 2025. Διαθέσιμο στο: https://www.youtube.com/watch?v=Y_dRv0sOIL0 (Πρόσβαση στις 26 Αυγούστου 2025).
- Lepinay, M., Sindt, B., 2024. *Construire avec la pierre* [διάλεξη]. Νανσύ: 9 Σεπτεμβρίου 2024.
- Leroux, M., 2025. *La valeur de l'imperfection ou comment cultiver l'étonnement* [μαγνητοσκοπημένη διάλεξη]. Rouen: 7 Μαΐου 2025. Διαθέσιμο στο: <https://www.youtube.com/watch?v=XPV50Etp4Ts> (Πρόσβαση στις 26 Αυγούστου 2025).
- Perraudin, J.M., 2021. *Bois, terre, pierre, un nouveau paradigme architectural*. Journées régionales Construction bois & biosourcés, Nouvelle Aquitaine, 29-30 Νοεμβρίου 2021. [μαγνητοσκοπημένη διάλεξη] Διαθέσιμο στο: <https://www.youtube.com/watch?v=QZBtmAmTbmw> (Πρόσβαση στις 12 Φεβρουαρίου 2025).
- *Puissance Télévision*, 2023. *Inauguration des Halles : Christophe Aubertin invité de Puissance Télévision*. [τηλεοπτικό πρόγραμμα] Μάρτιος 2023. Διαθέσιμο στο: <https://www.youtube.com/watch?v=gBMMXFZGuag> (Πρόσβαση στις 20 Φεβρουαρίου 2025).

- Share Your Green Design, 2025. Can Lis: Utzon's Hidden Masterpiece - Official Trailer. [βίντεο] Διαθέσιμο στο: <https://www.youtube.com/watch?v=swvW7UE7EM> (Πρόσβαση στις 20 Μαρτίου 2025).
- Scoffier, R., 2025. *Table Ronde "Pierre(s) en Transition(s)"* [διάλεξη] Παρίσι: 13 Μαρτίου 2025.
- UdK Tuesday, 2022. *UDK TUESDAY 245 / AULETS ARCHITECTES AND CARLES OLIVER*. [μαγνητοσκοπημένη διάλεξη] Διαθέσιμο στο: https://www.youtube.com/watch?v=h_rj6SpNsv4&pp=ygUbaWJhdmkGy2FybGVzIG9saXZlciBiYXJjZWxv (Πρόσβαση στις 7 Απριλίου 2025).
- Yasar University Faculty of Architecture, 2021. *Stone Architecture: Architect Christophe Aubertin - Studiolada*. [μαγνητοσκοπημένη διάλεξη] Ιούνιος 2021. Διαθέσιμο στο: <https://www.youtube.com/watch?v=hc4L6fIzoQE> (Πρόσβαση στις 18 Μαρτίου 2025).

Συνεντεύξεις

- Adrian, 2025. *Προσωπική συνέντευξη*. Συνέντευξη από: Αμελί Περάκη. Πάλμα ντε Μαγιόρκα: 2 Απριλίου 2025.
- Juan, 2025. *Προσωπική συνέντευξη*. Συνέντευξη από: Αμελί Περάκη. Πάλμα ντε Μαγιόρκα: 3 Απριλίου 2025.
- Husson, A., 2022. *Συνέντευξη*. Συνέντευξη από: Héloïse Roy. Nancy: 22 Ιουλίου 2022.

Διαδικτυακές πηγές

- Παλιούρας, Δ.. *Παραδοσιακή Αρχιτεκτονική του Πηλίου*. [online] Διαθέσιμο στο: <https://www.archaiologia.gr/wp-content/uploads/2011/06/34-18.pdf> (Πρόσβαση στις 9 Αυγούστου 2025).
- Εκμετάλλευση - Εμπλουτισμός. *Orykta.gr*. [online] Διαθέσιμο στο: <https://www.orykta.gr/ekmetalleusi-emploutismos/yraithries-epifaniakes-ekmetalleyseis/epifaneiak-ekmetalleysi-latomikon-orykton> (Πρόσβαση στις 18 Μαρτίου 2025).
- Επιφανειακή (Υπαιθρια) Εκμετάλλευση Λατομείων (open pit). *Ελληνικός Ορυκτός Πλούτος*. [online] (3 Απριλίου 2015) Διαθέσιμο στο: <https://www.oryktosploutos.net/2015/04/open-pit/> (Πρόσβαση στις 18 Μαρτίου 2025).
- Η εφαρμογή της υπόγειας εξόρυξης στα Ελληνικά λατομεία μαρμάρου. *Ελληνικός Ορυκτός Πλούτος*. [online] (28 Νοεμβρίου 2021) Διαθέσιμο στο: <https://www.oryktosploutos.net/2021/11/%ce%b7-%ce%b5%cf%86%ce%b1%cf%81%ce%bc%ce%bf%ce%b3%ce%ae-%cf%84%ce%b7%cf%82-%cf%85%cf%80%cf%8c%ce%b3%ce%b5%ce%b9%ce%b1%cf%82-%ce%b5%ce%be%cf%8c%cf%81%cf%85%ce%be%ce%b7%cf%82-%cf%83%cf%84%ce%b1-%ce%bb/> (Πρόσβαση στις 18 Μαρτίου 2025).
- Συλαιο, Γ., Μπέλλος, Β., *Περιβαλλοντική γεωλογία και φυσικές καταστροφές* [Παρουσία PowerPoint]. *Εργαστήριο Οικολογικής Μηχανικής Τεχνολογίας, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης*. Διαθέσιμο στο: <https://eclass.duth.gr/modules/document/file.php/TMC149/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%BB%CE%AD%CE%BE%CE%B5%CF%89%CE%BD%20-%20C-E%A3%CF%85%CE%BB%CE%B1%CE%AF%CE%BF%CF%82/%CE%9C%CE%AC%CE%B8%CE%B7%CE%BC%CE%B1%203%CE%99%CE%B6%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CE%B3%CE%B5%CE%BD%CE%AE%2-0%CE%A0%CE%B5%CF%84%CF%81%CF%8E%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1.pdf> (Πρόσβαση στις 14 Μαρτίου 2025).
- Atelier Perraudin. 2019. *Maison Individuelle à Montélimar, France*. Δελτίο Τύπου [PDF] Διαθέσιμο στο: <https://www.caue-observatoire.fr/wp-content/uploads/2019/07/dossier-pour-presse.pdf> (Πρόσβαση στις 11 Φεβρουαρίου 2025).
- Barba, J. J., 2022. 8 Protected public dwellings on a rental basis by Carles Oliver, Joaquín Moyá, Antonio Martín, Alfonso Reina. *METALOCUS*, [online] (30 May 2022) Διαθέσιμο στο: <https://www.metalocus.es/en/news/8-protected-public-dwellings-a-rental-basis-carles-oliver-joaquin-moya-antonio-martin-alfonso-reina> (Πρόσβαση στις 27 Μαρτίου 2025).
- Bertrand, M., 2024 'Recyclage et réutilisation de la pierre naturelle, *Bertrand*. [online] (11 Ιουλίου 2024) Διαθέσιμο στο: <https://bertrand.lu/fr/recyclage-de-la-pierre-naturelle/> (Πρόσβαση στις 19 Ιουλίου 2025).
- Barba, J. J., 2019. *Jorn Utzon's Can Lis House, Looking the Mediterranean Restoration by Lise Juel*. *METALOCUS*, [online] (2 Αυγούστου 2019) Διαθέσιμο στο: <https://www.metalocus.es/en/news/jorn-utzon-can-lis-house-looking-the-mediterranean-restoration-by-lise-juel> (Πρόσβαση στις 22 Μαρτίου 2025).

- *utzon-can-lis-house-looking-mediterranean-restoration-lise-juel* (Πρόσβαση στις 22 Μαρτίου 2025).
- Chroniques d'Architecture, 2021. *À Plan-les-Ouates, deux immeubles en pierre signés Perraudin & Archiplein*. Chroniques d'Architecture. [online] (7 Δεκεμβρίου 2021) Διαθέσιμο στο: <https://chroniques-architecture.com/plan-les-ouates-deux-immeuble-en-pierre-signes-atelier-perraudin/> (Πρόσβαση στις 26 Αυγούστου 2025).
- Govern de les Illes Balears, 2023. *8 HPP Palma. Amanecer (Lliurada)*. [online] (30 May 2022) Διαθέσιμο στο: https://www.caib.es/sites/informaciohabitatge/ca/n/8_hpp_palma_amanecer/ (Πρόσβαση στις 6 Απριλίου 2025).
- Joffroy, Th., 2016. *Prendre en compte les cultures constructives locales pour une meilleure efficacité des projets d'habitat*. *Chronique ONU*. [online] (25 Νοεμβρίου 2016) Διαθέσιμο στο: <https://www.un.org/fr/chronicle/article/prendre-en-compte-les-cultures-constructives-locales-pour-une-meilleure-efficacite-des-projets> (Πρόσβαση στις 16 Ιουλίου 2025).
- Leray, Chr., 2019. *Sur cette pierre, Gilles Perraudin bâtit une maison*. Chroniques d'Architecture. [online] (24 Σεπτεμβρίου 2019) Διαθέσιμο στο: <https://chroniques-architecture.com/perraudin-maison-individuelle-montelimar/> (Πρόσβαση στις 11 Φεβρουαρίου 2025).
- Lubick, N., 2018. *Travels in Geology: Mallorca set in stone*. *EARTH, The Science Behind the Headlines*. [online] (6 Ιουνίου 2018) Διαθέσιμο στο: <https://www.earthmagazine.org/article/travels-geology-mallorca-set-stone/> (Πρόσβαση στις 28 Απριλίου 2025).
- Menos é Mais Arquitectos: Quinta do Vallado Winery. *DIVISARE*, [online] (14 Ιουνίου 2012) Διαθέσιμο στο: <https://divisare.com/projects/202621-menos-e-mais-arquitectos-fernando-guerra-fg-sg-quinta-do-vallado-winery> (Πρόσβαση στις 24 Αυγούστου 2025).
- Miguel Nevado, alfonso reina, ANTONIO MARTÍN, Carles Oliver, XIM MOYÁ: 8 protected public dwellings on a rental basis. *DIVISARE*, [online] (23 Μαΐου 2022) Διαθέσιμο στο: <https://divisare.com/projects/460661-miguel-nevado-alfonso-reina-antonio-martin-carles-oliver-xim-moya-jose-hevia-8-protected-public-dwellings-on-a-rental-basis> (Πρόσβαση στις 27 Μαρτίου 2025).
- Oliver. moyá. martin. reina: 8 vpp en salvador espriu. palma. *Afasia archzine*. [online] (3 Μαΐου 2022) Διαθέσιμο στο: <https://afasiaarchzine.com/2022/05/carles-g-oliver-xim-moya-antonio-martin-alfonso-reina-8-vpp-en-salvador-espriu-palma/> (Πρόσβαση στις 11 Μαρτίου 2025).
- Oppliger, V., 2023. *La Pierre - un matériau d'avenir*. Swiss Arc Digital. [online] (18 Σεπτεμβρίου 2023) Διαθέσιμο στο: <https://www.swiss-arc.ch/fr/connaissances-techniques-scene-article/critique-darchitecture/la-pierre-un-materiau-davenir/46442044> (Πρόσβαση στις 28 Μαρτίου 2025).
- National Geographic Society. 2023. *Igneous Rocks, National Geographic*. [online] (19 Οκτωβρίου 2023) Διαθέσιμο στο: <https://education.nationalgeographic.org/resource/igneous-rocks/> (Πρόσβαση στις 24 Φεβρουαρίου 2025).
- National Geographic Society. 2023. *Metamorphic Rocks, National Geographic*. [online] (19 Οκτωβρίου 2023) Διαθέσιμο στο: <https://education.nationalgeographic.org/resource/metamorphic-rocks/> (Πρόσβαση στις 24 Φεβρουαρίου 2025).
- National Geographic Society. 2023. *Sedimentary Rocks, National Geographic*. [online] (5 Ιουνίου 2025) Διαθέσιμο στο: <https://education.nationalgeographic.org/resource/sedimentary-rock/> (Πρόσβαση στις 17 Ιουλίου 2025).
- Pablo Luna Studio Research Team, 2024. *Limestone in Architecture*. [online] (5 Ιουλίου 2024) Διαθέσιμο στο: <https://pablolunastudio.com/limestone-in-architecture/> (Πρόσβαση στις 19 Μαΐου 2025).
- Rutledge, K., et al. 2023. *Quarry, National Geographic*. [online] (19 Οκτωβρίου 2023) Διαθέσιμο στο: <https://education.nationalgeographic.org/resource/quarry/> (Πρόσβαση στις 24 Φεβρουαρίου 2025).
- Simenc, Chr., 2020. *La villa radicale de l'architecte Jorn Utzon à Majorque*. *Architectural Digest*. [online] Διαθέσιμο στο: <https://www.admagazine.fr/decoration/visite-deco/diaporama/larchitecture-radical-et-minerale-de-jorn-utzon/60546> (Πρόσβαση στις 20 Μαρτίου 2025).
- Trotter, A., (n.d.). *In residence at Can Lis: The home of Architect Jorn Utzon*. *Openhouse*. [online] Διαθέσιμο στο: <https://openhouse-magazine.com/jorn-utzon-can-lis/> (Πρόσβαση στις 20 Μαρτίου 2025).
- Utzon Foundation, (n.d.). *History of Can Lis House*. [online] Διαθέσιμο στο: <https://utzon.foundation/history> (Πρόσβαση στις 20 Μαρτίου 2025).

Πηγές Εικονογράφησης

Εικόνες

- Εικόνα 1 σελ. 9 @Architecture de Collection
- Εικόνα 2 σελ. 9 @Architecture de Collection
- Εικόνα 3 σελ. 13 @Benoît Sindt
- Εικόνα 4 σελ. 13 @Alexandra Varouchas
- Εικόνα 5 σελ. 13 @ENSA Paris Val de Seine
- Εικόνα 6 σελ. 13 @ENSA Paris Val de Seine

1° Κεφάλαιο

- Εικόνα Κεφαλαίου σελ. 14 @Amélie Pérakis
- Εικόνα 7 σελ. 19 @Fernando Guerra
- Εικόνα 8 σελ. 19 @Fernando Guerra
- Εικόνα 9 σελ. 21 @Salva López
- Εικόνα 10 σελ. 23 @Peter Sieger
- Εικόνα 11 σελ. 26 @Ted'A Arquitectes
- Εικόνα 12 σελ. 26 @Ted'A Arquitectes
- Εικόνα 13 σελ. 27 @Fernando Guerra / FG+SG°
- Εικόνα 14 σελ. 29 @Benoit Alazard
- Εικόνα 15 σελ. 29 @Benoit Alazard
- Εικόνα 16 σελ. 29 @Benoit Alazard
- Εικόνα 17 σελ. 30 @Barrault Pressacco
- Εικόνα 18 σελ. 31 @Barrault Pressacco
- Εικόνα 19 σελ. 31 @Clement Guillaume
- Εικόνα 20 σελ. 33 @Amélie Pérakis
- Εικόνα 21 σελ. 35 @Amélie Pérakis
- Εικόνα 22 σελ. 37 @Vladimir Rys
- Εικόνα 23 σελ. 38 @Amélie Pérakis
- Εικόνα 24 σελ. 38 @Amélie Pérakis
- Εικόνα 25 σελ. 39 @Jordan Beaufrère
- Εικόνα 26 σελ. 39 @Amélie Pérakis
- Εικόνα 27 σελ. 44 @Amélie Pérakis
- Εικόνα 28 σελ. 45 @Amélie Pérakis

2° Κεφάλαιο

- Εικόνα Κεφαλαίου σελ. 46 @Amélie Pérakis
- Εικόνα 29 σελ. 54 @Βασιλική Μαλλιάρου
- Εικόνα 30 σελ. 54 @Amélie Pérakis
- Εικόνα 31 σελ. 54 @Amélie Pérakis
- Εικόνα 32 σελ. 55 @T. Αδαμακόπουλος
- Εικόνα 33 σελ. 56 @B. Βουτσάς
- Εικόνα 34 σελ. 58 @Αρχοντικό Φιλιππίδη
- Εικόνα 35 σελ. 59 @Amélie Pérakis
- Εικόνα 36 σελ. 66 @Terence Chin
- Εικόνα 37 σελ. 69 @Amélie Pérakis
- Εικόνα 38 σελ. 69 @Amélie Pérakis
- Εικόνα 39 σελ. 70 @Amélie Pérakis
- Εικόνα 40 σελ. 71 @Amélie Pérakis
- Εικόνα 41 σελ. 73 @Iwan Baan
- Εικόνα 42 σελ. 73 @Torben Eskerod
- Εικόνα 43 σελ. 75 @Torben Eskerod

- Εικόνα 44 σελ. 75 @Torben Eskerod
- Εικόνα 45 σελ. 78 @Torben Eskerod
- Εικόνα 46 σελ. 78 @Torben Eskerod
- Εικόνα 47 σελ. 78 @Torben Eskerod
- Εικόνα 48 σελ. 80 @José Hevia
- Εικόνα 49 σελ. 83 @Amélie Pérakis
- Εικόνα 50 σελ. 83 @José Hevia
- Εικόνα 51 σελ. 86 @José Hevia
- Εικόνα 52 σελ. 87 @José Hevia
- Εικόνα 53 σελ. 87 @José Hevia
- Εικόνα 54 σελ. 89 @José Hevia
- Εικόνα 55 σελ. 90 @11h45
- Εικόνα 56 σελ. 93 @Gaëlle Bailleul
- Εικόνα 57 σελ. 93 @Gaëlle Bailleul
- Εικόνα 58 σελ. 95 @11h45
- Εικόνα 59 σελ. 95 @11h45
- Εικόνα 60 σελ. 95 @11h45
- Εικόνα 61 σελ. 95 @11h45
- Εικόνα 62 σελ. 96 @11h45
- Εικόνα 63 σελ. 96 @11h45
- Εικόνα 64 σελ. 96 @11h45
- Εικόνα 65 σελ. 100 @Olivier Mathiotte
- Εικόνα 66 σελ. 103 @Encyclopedia Brotannica
- Εικόνα 67 σελ. 104 @Chantille de Lincourt
- Εικόνα 68 σελ. 107 @Olivier Mathiotte
- Εικόνα 69 σελ. 107 @Olivier Mathiotte
- Εικόνα 70 σελ. 108 @STUDIOLADA
- Εικόνα 71 σελ. 108 @STUDIOLADA
- Εικόνα 72 σελ. 109 @STUDIOLADA
- Εικόνα 73 σελ. 110 @Φωτογραφικό αρχείο του Chaumont
- Εικόνα 74 σελ. 110 @Christian Pieminot
- Εικόνα 75 σελ. 110 @Julien Chaizermartin
- Εικόνα 76 σελ. 112 @Olivier Mathiotte
- Εικόνα 77 σελ. 112 @Olivier Mathiotte
- Εικόνα 78 σελ. 114 @Leo Fabrizio
- Εικόνα 79 σελ. 116 @Fausto Pluchinotta
- Εικόνα 80 σελ. 119 @Leo Fabrizio
- Εικόνα 81 σελ. 119 @Leo Fabrizio
- Εικόνα 82 σελ. 119 @Leo Fabrizio
- Εικόνα 83 σελ. 119 @Leo Fabrizio

Πίνακες

1° Κεφάλαιο

- Πίνακας 1 σελ. 41 Γεωργιάδου, Ζ., 2024. *Δομικά και διακοσμητικά υλικά*. Θεσσαλονίκη: ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ. @Προσωπική προσαρμογή
- Πίνακας 2 σελ. 42 CTMNC, UNTEC, 2016. *Guide pratique de la pierre naturelle*. Παρίσι: UNTEC. @Προσωπική προσαρμογή
- Πίνακας 3 σελ. 43 Πίνακας DIN 52105. @Προσωπική προσαρμογή

Διαγράμματα

- Διάγραμμα 1 σελ. 10 @Amélie Pérakis
- 1° Κεφάλαιο**
- Διάγραμμα 2 σελ. 17 Niveau, St., Sanchez, C., 2022. *Les Carnets du Scarabée - Géologie*. Παρίσι: Éditions Tana @Προσωπική προσαρμογή
- Διάγραμμα 3 σελ. 20 Earle, S., *Physical Geology - 2nd Edition*. Victoria, B.C.: BCcampus. Διαθέσιμο στη: <https://opentextbc.ca/physicalgeology2ed/> . @Προσωπική προσαρμογή
- Διάγραμμα 4 σελ. 20 Earle, S., *Physical Geology - 2nd Edition*. Victoria, B.C.: BCcampus. Διαθέσιμο στη: <https://opentextbc.ca/physicalgeology2ed/> . @Προσωπική προσαρμογή
- Διάγραμμα 5 σελ. 24 Niveau, St., Sanchez, C., 2022. *Les Carnets du Scarabée - Géologie*. Παρίσι: Éditions Tana @Προσωπική προσαρμογή
- 2° Κεφάλαιο**
- Παγκόσμιος χάρτης και κατασκευαστικές τοπικές τεχνικές σελ. 50-51 @Amélie Pérakis
- Διάγραμμα 6 σελ. 92 @Corine Land Cover (CLC) @Προσωπική προσαρμογή
- Διάγραμμα 7 σελ. 102 @Corine Land Cover (CLC) @Προσωπική προσαρμογή
- Διάγραμμα 8 σελ. 120 @Amélie Pérakis

Χάρτες

- 2° Κεφάλαιο**
- Χάρτης 1 σελ. 52 Ε.Α.Γ.Μ.Ε. (2023) (Ελληνική Αρχή Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών) @Προσωπική προσαρμογή
- Χάρτης 2 σελ. 53 Υ.Π.Ε.Ν. (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας) @Προσωπική προσαρμογή
- Χάρτης Ευρώπης σελ. 62-63 @Προσωπική δημιουργία
- Χάρτης 3 σελ. 64 Γενική Διεύθυνση Πρόληψης Κινδύνων (2023) (DGPR - Direction Générale de la Prévention des Risques) @Προσωπική προσαρμογή
- Χάρτης 4 σελ. 64 National Geographic Institute @Προσωπική προσαρμογή
- Χάρτης 5 σελ. 65 Επίσημο geoportail, πλατφόρμα χαρτογράφησης και γεωγραφικής πληροφορίας της Ελβετικής Συνομοσπονδίας (2025) (Geo.admin.ch The federal geoportail) @Προσωπική προσαρμογή
- Παγκόσμιος Χάρτης σελ. 67 @Amélie Pérakis
- Χάρτης 6 σελ. 68 @Amélie Pérakis
- Χάρτης 7 σελ. 68 Ισπανικό Υπουργείο Επιστήμης, Καινοτομίας και Πανεπιστημίων (Ministerio de Ciencia Innovación y Universidades)(1972) @Προσωπική προσαρμογή
- Παγκόσμιος Χάρτης σελ. 81 @Amélie Pérakis
- Παγκόσμιος Χάρτης σελ. 91 @Amélie Pérakis
- Χάρτης 8 σελ. 92 @Προσωπική προσαρμογή
- Παγκόσμιος Χάρτης σελ. 101 @Amélie Pérakis
- Χάρτης 9 σελ. 102 Γενική Διεύθυνση Πρόληψης Κινδύνων (2023) DGPR - Direction Générale de la Prévention des Risques) @Προσωπική προσαρμογή
- Χάρτης 10 σελ. 105 Γραφείο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (2020)(BRGM-Bureau de Recherches Géologiques et Minières) @Προσωπική προσαρμογή
- Χάρτης 11 σελ. 105 Γραφείο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (2020)(BRGM-Bureau de Recherches Géologiques et Minières) @Προσωπική προσαρμογή
- Παγκόσμιος Χάρτης σελ. 115 @Amélie Pérakis
- Χάρτης 12 σελ. 105 Επίσημο geoportail, πλατφόρμα χαρτογράφησης και γεωγραφικής πληροφορίας της Ελβετικής Συνομοσπονδίας (2025) (Geo.admin.ch The federal geoportail) @Προσωπική προσαρμογή
- Χάρτης 13 σελ. 105 Επίσημο geoportail, πλατφόρμα χαρτογράφησης και γεωγραφικής

Σχέδια

- Σχέδιο εξωφύλλου @Amélie Pérakis
- 8 λαξευμένες πέτρες σελ. 3 @Amélie Pérakis
- Θολωτές πέτρινες κατασκευές σελ. 6 @Amélie Pérakis
- Σχέδια τοιχοποιιών σελ. 7 @Amélie Pérakis
- 1° Κεφάλαιο**
- Σχέδιο 1 σελ. 34 @Amélie Pérakis
- Σχέδιο 2 σελ. 34 @Amélie Pérakis
- Σχέδιο 3 σελ. 36 @Amélie Pérakis
- 4 Λαξευμένες πέτρες σελ.40 @Amélie Pérakis
- 2° Κεφάλαιο**
- Σχέδιο 4 σελ. 48 @Amélie Pérakis
- Σχέδιο 5 σελ. 48 @Amélie Pérakis
- Σχέδιο 6 σελ. 57 @Ρέα Λεωνοδοπούλου - Στυλιανού
- Σχέδιο 7 σελ. 57 @Ρέα Λεωνοδοπούλου - Στυλιανού
- Σχέδιο 8 σελ. 57 @Ρέα Λεωνοδοπούλου - Στυλιανού
- Σχέδιο 9 σελ. 57 @Ρέα Λεωνοδοπούλου - Στυλιανού
- Σχέδιο 10 σελ. 57 @Ρέα Λεωνοδοπούλου - Στυλιανού
- Σχέδιο 11 σελ. 61 @Amélie Pérakis
- Υλικότητες σελ. 67 @Amélie Pérakis
- Σχέδιο 12 σελ. 72 @Amélie Pérakis βασισμένο στα σχέδια του Jørn Utzon
- Σχέδιο 13 σελ. 76 @Amélie Pérakis βασισμένο στα σχέδια του Jørn Utzon
- Σχέδιο 14 σελ. 77 @Amélie Pérakis
- Σχέδιο 15 σελ. 79 @Amélie Pérakis
- Υλικότητες σελ. 81 @Amélie Pérakis
- Σχέδιο 16 σελ. 82 @Amélie Pérakis βασισμένο στα σχέδια των IBAVI
- Σχέδιο 17 σελ. 84 @Amélie Pérakis βασισμένο στα σχέδια των IBAVI
- Σχέδιο 18 σελ. 84 @Amélie Pérakis βασισμένο στα σχέδια των IBAVI
- Σχέδιο 19 σελ. 85 @Amélie Pérakis βασισμένο στα σχέδια των IBAVI
- Σχέδιο 20 σελ. 88 @Amélie Pérakis βασισμένο στα σχέδια των IBAVI
- Υλικότητες σελ. 91 @Amélie Pérakis
- Σχέδιο 21 σελ. 94 @Amélie Pérakis
- Σχέδιο 22 σελ. 97 @Amélie Pérakis βασισμένο στα σχέδια του Gilles Perraudin
- Σχέδιο 23 σελ. 97 @Amélie Pérakis βασισμένο στα σχέδια του Gilles Perraudin
- Σχέδιο 24 σελ. 98 @Amélie Pérakis βασισμένο στα σχέδια του Gilles Perraudin
- Σχέδιο 25 σελ. 98 @Amélie Pérakis βασισμένο στα σχέδια του Gilles Perraudin
- Σχέδιο 26 σελ. 98 @Amélie Pérakis
- Σχέδιο 27 σελ. 99 @Amélie Pérakis
- Υλικότητες σελ. 101 @Amélie Pérakis
- Σχέδιο 28 σελ. 106 @Amélie Pérakis
- Σχέδιο 29 σελ. 109 @Amélie Pérakis βασισμένο στα σχέδια του STUDIOLADA
- Σχέδιο 30 σελ. 111 @Amélie Pérakis βασισμένο στα σχέδια του STUDIOLADA
- Σχέδιο 31 σελ. 113 @Amélie Pérakis βασισμένο στα σχέδια του STUDIOLADA
- Σχέδιο 32 σελ. 113 @Amélie Pérakis βασισμένο στα σχέδια του STUDIOLADA
- Υλικότητες σελ. 115 @Amélie Pérakis
- Σχέδιο 33 σελ. 118 @Amélie Pérakis
- Σχέδιο 34 σελ. 121 @Amélie Pérakis βασισμένο στα σχέδια του Atelier Archiplein
- Σχέδιο 35 σελ. 121 @Amélie Pérakis βασισμένο στα σχέδια του Atelier Archiplein
- Σχέδιο 36 σελ. 122 @Amélie Pérakis
- Σχέδιο 37 σελ. 123 @Amélie Pérakis

