



POLITECNICO MILANO 1863

Scuola di Architettura, Urbanistica e Ingegneria delle Costruzioni
Corso di Laurea in Ingegneria edile-Architettura

E-MERGO

Rigenerare territori fragili: il caso di Casso

Relatore	Prof. Angela Colucci
Co-relatore	Prof. Marco Ghilotti
Co-relatore	Prof. Isabella Giorgia Colombo

Tesi di laurea di	Debora Manarin 818486
-------------------	-----------------------

a.a.	2019-2020
------	-----------

introduzione

aree interne in emergenza

Introduzione	1	Le aree interne	6
		Le origini delle aree interne	7
		Contesto attuale	8
		La Strategia Nazionale	9
		Le aree interne in emergenza	10
		La sfera sociale	10
		La condizione economica	11
		L'emergenza ambientale	13
		La condizione culturale	15
		Un potenziale di rinascita	15
		Possibili interventi	17
		La scelta del caso studio	20
		Le aree-progetto del FVG	20

il territorio di Erto e Casso

Inquadramento generale	24
Il comune di Erto e Casso	24
L'area diga	25
Origini ed evoluzione storica	25
Storia recente	29
Sistema morfologico e ambientale	33
Analisi Ambientale	33
Natura 2000	33
Parco Naturale Regionale delle Dolomiti Friulane	34
Siti UNESCO	34
Alte Valli Occidentali	34
Le Dolomiti	36
Analisi Geologica	37
I geositi e i luoghi di interesse geologico, geomorfologico e idrogeologico	39
Emergenza ambientale	39
Pericolosità da valanga	39
Pericolosità da frana	40

il borgo di Casso

Analisi urbanistica	42
Espansione	42
Lettura insediativa	45
Lettura paesaggistica	45
Analisi architettonica	46
Lettura distributiva	46
Analisi del degrado	47
Analisi socioeconomica	48
Andamento demografico	48
Economica del passato e di oggi	49
Usi e costumi - Le leggende di Casso	50
L'oro	50
Il sacro	50
La paura	50

il progetto E-MERGO

SWOT Analysis	52
Strengths	52
Opportunities	53
Weaknesses	53
Threats	54
Il progetto E-MERGO	55
Promozione turismo culturale del Vajont	57
Attivazione laboratori di studio e comprensione del territorio	58
Riattivare filiere locali	59
Attivazione laboratori di sviluppo tecnologico	60
Attivazione laboratori di gestione delle emergenze	61
Promozione attività sul territorio	62
Promozione filiere locali nei territori circostanti	63
Incremento resilienza della popolazione	64
Rafforzamento del tessuto sociale	65
Concept di progetto	66

il progetto urbano-architettonico

Progetto urbanistico	70
Territorio e viabilità	70
Concept plan urbano	71
Progetto architettonico	72
L'area di progetto	72
Il concept di progetto	72
Livello 1 (927 m slm)	75
Livello 2 (930 m slm)	75
Livello 3 (933 m slm)	75
Livello 4 (936 m slm)	75
Livello 5 (940 m slm)	75
Il rapporto tra l'esistente e il nuovo	76
Gli edifici di progetto	76
Locanda	77
Edificio polifunzionale	78
Hub di ricerca	79
Rilievo edificio esistente	80
Sede associazione	82

progetto strutturale

Normative di riferimento	84	Combinazione delle azioni (SLE)	96
Zonizzazione, vita nominale, classe d'uso	84	Combinazione delle azioni (SLU)	97
Caratteristiche e resistenze di calcolo dei materiali utilizzati	85	1° trave secondaria del II impalcato	98
Acciaio	85	Combinazione delle azioni (SLE)	98
Calcestruzzo armato	85	Combinazione delle azioni (SLU)	98
Acciaio da armatura	85	2° trave secondaria del II impalcato	99
Calcolo delle azioni	86	Combinazione delle azioni (SLE)	99
Azione della neve	86	Combinazione delle azioni (SLU)	100
Azione del vento	86	Trave primaria del II impalcato	100
Combinazioni di carico	90	Combinazione delle azioni (SLE)	100
Carichi permanenti non strutturali	90	Combinazione delle azioni (SLU)	101
Sovraccarichi	90	Portale	102
Progetto struttura in acciaio	92	Combinazione delle azioni (SLE)	102
Analisi dei carichi - copertura	92	Combinazione delle azioni (SLU)	103
Carichi permanenti strutturali G_1	92	Collegamenti	105
Carichi permanenti non strutturali G_2	92	Giunto bullonato A	105
Carichi variabili Q	92	Nodo B	106
Sovraccarico q_k	92	Nodo C	107
Analisi dei carichi - secondo impalcato	92	Nodo D	107
Carichi permanenti non strutturali G_2	92	Nodo E	108
1° trave secondaria di copertura	94	Nodo F	109
Combinazione delle azioni (SLE) - combinazione caratteristica rara	94	Progetto struttura in legno	111
Combinazione delle azioni (SLU) - combinazione fondamentale	95	Analisi dei carichi - copertura	111
2° trave secondaria di copertura	96	Carichi permanenti non strutturali G_2	111
		Carichi variabili Q	111
		Sovraccarico q_k	111
		Analisi dei carichi - terzo e quarto impalcato	111
		Analisi dei carichi - secondo impalcato	111

progetto tecnologico

Pannelli di copertura	113	Analisi illuminotecnica	127
Pannelli 2°, 3° e 4° impalcato	113	Progetto tecnologico	127
Pannelli a parete	113	Analisi energetica dell'edificio	129
Progetto struttura in cls armato	114	Solstizio d'inverno	129
Piastra in cls armato	114	Equinozi di primavera e autunno	129
Analisi dei carichi	114	Solstizio d'estate	130
Caratteristiche del modello	114	Dimensionamento impianto fotovoltaico	130
Dimensionamento della piastra	115	Consumo di acqua domestica	131
Combinazione delle azioni (SLU)	115		
Studio della mesh	115		
Calcolo locale dell'armatura	115		
Verifica a punzonamento	118		
Verifica a spostamento	119		
Azione del sisma	120		
Azione del sisma	121		
Periodo proprio con isolatori sismici	122		
Periodo proprio senza isolatori sismici	122		
Masse strutture	124		

	conclusioni		indici
Conclusioni	134	Indice figure, grafici e tabelle della tesi	138
		Indice delle tavole	143
		Indice figure, grafici e tabelle delle tavole	148

Bibliografia

bibliografia

158

Ringraziamenti

ringraziamenti

162

abstract

Le aree interne ricoprono un territorio vasto e variegato, corrispondente a circa il 60% della nazione. Le innumerevoli e complesse problematiche che le caratterizzano – spopolamento, invecchiamento della popolazione, assenza di un ricambio generazionale nonché degrado diffuso e fenomeni di abbandono e dismissione territoriale e del costruito – rendono necessario un intervento poiché sono la culla della storia italiana. Questo implica un'azione territoriale integrata capace di risolvere e garantire le cause dello spopolamento: l'assenza di servizi essenziali come l'istruzione, la mobilità e la sanità.

Il caso studio individuato, il borgo di Casso, costituisce un caso esemplare per capire in dettaglio le dinamiche e le questioni che le riguardano, permettendo l'individuazione delle criticità nonché dei punti di forza.

La tesi muove dall'obiettivo di elaborare un progetto strategico, non solo in scala teorica ma anche concreta, di rilancio del borgo in esame. Questo avviene attraverso l'identificazione e l'analisi delle caratteristiche del territorio e del paese – tradizioni, usi e costumi, cura del territorio - che vengono interconnesse generando un rapporto di interdipendenza che le fortifica, rendendole più resilienti e dinamiche. A questo segue la concretizzazione fisica dell'idea, ovvero nell'elaborazione di un progetto urbanistico e architettonico che introduca nel paese i servizi e le funzioni proposti.

La grave crisi economica, sociale e sanitaria che sta vivendo il mondo intero, e che ha portato l'Europa allo stanziamento di ingenti fondi per il rilancio degli stati membri, può costituire un investimento per restituire alle prossime generazioni un sistema territoriale europeo più sostenibile nonché un'opportunità per l'intero territorio nazionale e in particolare per le aree interne. In questo contesto, infatti, il modello elaborato può trovare la sua applicabilità non solo a Casso, ma anche in altri contesti simili.

The internal areas are complex and articulated territory, which represents almost 60% of the Italian nation. To face the challenges of internal areas – such as depopulation, aging, the absence of generational change, but also territorial and built-up deterioration – is a national urgency due to the historical and cultural value that these areas represent in the Italian historical evolution. An integrated approach is necessary to solve the crucial reasons of the de-population and to provide the necessary services for the communities' life: the almost total absence of essential services like instruction, health care, and mobility.

From this consideration and in this context, has been identified a case study: the historical settlements of Casso. On a smaller scale, it represents a model from which understands the dynamics behind these areas, by finding out its threats and strengths.

The purpose of this thesis is to elaborate a strategic plan, both in theoretical and physical application. That brings to the restoration and restarts of the village analyzed. In particular, it is achieved by detecting and analyzing the village's characteristics – for example, habits, customs, traditions, and land management – which are here connected each-others creating interdependence relations. It will also make them stronger and more resilient.

His plan will then find a practical application by the urban and architectural design, which introduces the new functions and services proposed.

The idea behind this model can become a great opportunity, especially nowadays.

In particular, the EU invested high economical effort for NEXT GENERATIONS towards a more sustainable European regions.

This financing can become, in the future, a great opportunity to promote social and territorial cohesion, especially in the internal areas. In fact, the elaborated plan can find practical applicability not only in Casso but even in other villages with similar problems.

introduzione

L'idea di questa tesi inizia a delinearsi circa due anni fa, quando casualmente mi sono imbattuta nella foto di Arquata del Tronto, riportata alla tavola 4. Le foto del terremoto del 2016, così come quelle del 2012 in Emilia-Romagna o ancora del 2009 a L'Aquila, le avevamo viste tutti, la distruzione, le macerie, la disperazione nei volti delle popolazioni colpite. Tuttavia, la fotografia di Arquata ha generato in me, e lo genera ancora oggi, un sentimento diverso: lo smarrimento totale. Il paese era totalmente scomparso. E non era accaduto solo ad Arquata, ma anche ad altri borghi come Amatrice. Le case, le strade, i luoghi che per la popolazione locale erano ricchi di significato e ricordi, erano improvvisamente, e quasi interamente, andati distrutti.

Nella mia mente ha quindi preso forma un pensiero piuttosto angosciante:
e se succedesse anche a Casa mia?

E continuando a pensare mi sono resa conto che era già successo, il 9 ottobre del 1963, quando il disastro del Vajont spazzò via la casa e le vite di quasi 2'000 persone, cambiando irrimediabilmente il volto del territorio coinvolto.

Da qui alcune domande sorgono spontanee:

perché in Italia accadono questi eventi?

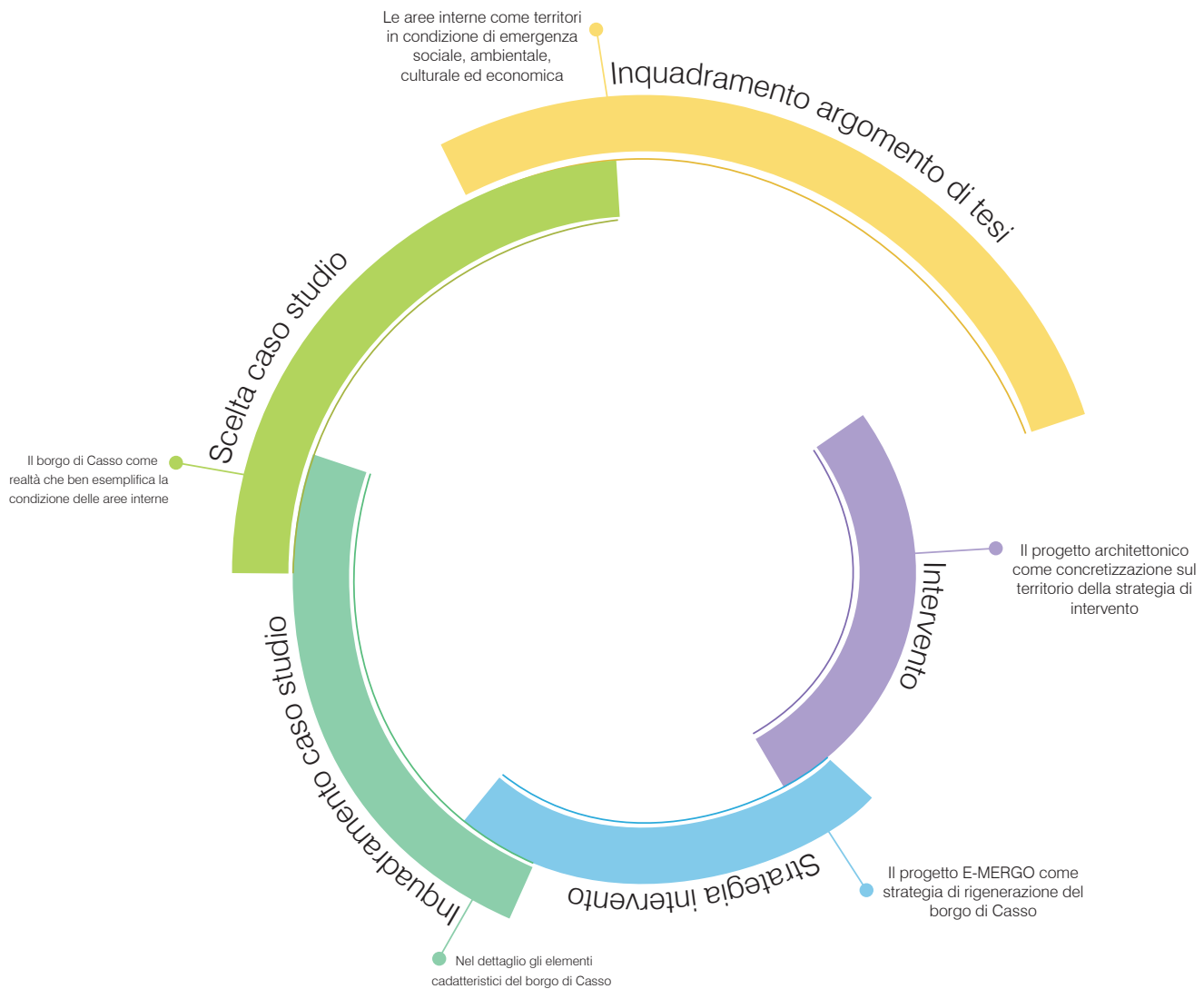
Perché il nostro patrimonio, il passato della nostra nazione, è così fragile?

Perché non si fa niente?

È nato quindi il desiderio di provare a rispondere a queste domande e di conoscere e capire le dinamiche interne al nostro paese. Ma anche la volontà di provare a fare qualcosa, affinché fatti come quelli descritti non si ripetano.

Il primo approfondimento è stato dedicato allo studio delle Aree Interne. Territori straordinari che, come si vedrà, sono in bilico tra la sopravvivenza e la scomparsa, a causa dei diffusi problemi di spopolamento, vecchiaia della popolazione, abbandono delle pratiche di cura del territorio. Tuttavia, essi sono minacciati, ancor prima che dai disastri ambientali, da politiche nazionali sfavorevoli e non incentrate sulla coesione e integrazione territoriale e sociale di tutto il paese. Un problema sistematico, un insieme di cause interconnesse che da sole distruggono Casa nostra.

La cosa da fare è intervenire prima, alla radice del problema, evitando l'insorgere di queste dinamiche. E questo, come si vedrà nella tesi, è possibile grazie ai fondi europei, ma anche attuando vere politiche di inclusione.



La tesi ha preso quindi forma partendo dal macro-tema delle aree interne e dalle problematiche che sta vivendo. Come si vedrà, si sono analizzati i punti di debolezza di questi territori, ma anche la grande potenzialità in essi racchiusa e sottovalutata. Sia per desiderio personale che ai fini della ricerca, si è inoltre scelto di analizzare in dettaglio un "caso studio", individuato nel borgo di Casso, mio paese di origine. Questo ha permesso, da un lato, di ritrovare, alla scala locale, i macro-problemi delle aree interne; dall'altro, di elaborare un progetto mirato su Casso, ma estendibile anche a contesti simili. Un sistema di obiettivi, strategie e azioni che, come mostrato in seguito, parte dalla conoscenza delle potenzialità e delle caratteristiche del territorio di studio, per elaborare una rete di interconnessioni tra gli elementi esistenti e altri, dei propulsori, che ne permettono lo sviluppo. Questo, per quanto riguarda il caso studio, si traduce poi, fisicamente, in un intervento urbanistico e architettonico che coniuga la teoria con la realtà locale. Quest'ultimo aspetto risulta infatti indispensabile per una concreta rigenerazione del territorio.

Nel complesso, la tesi è dunque schematizzabile come una spirale che, dall'argomento più generale, si sviluppa sempre più in piccolo, raggiungendo il dettaglio dell'intervento fisico. Una schematizzazione di questa idea è riportata nell'immagine in alto.

Un'ultima considerazione riguarda il titolo della tesi, che è poi il nome del progetto strategico: E-MERGO. Esso deriva dall'etimologia della parola EMERGENZA. Questa parola proviene infatti da EMERGERE, un termine latino composta da *E*, fuori, e *MERGERE*, affondare. Una parola che nel linguaggio comune ha la sola accezione negativa, ma che nella realtà, e soprattutto nella tesi, si carica di innumerevoli significati positivi.

Quello che E-MERGO, che viene fuori, sono sia i problemi che il potenziale di questi territori. Infine, la scelta della prima persona singolare deriva dalla volontà di mettere in luce il vero protagonista, che nello specifico della tesi è Casso, ma che in una visione più ampia è ogni singolo borgo italiano.

aree interne in emergenza

le aree interne

“Chiamiamo interne quelle aree significativamente distanti dai centri di offerta di servizi essenziali (di istruzione, salute e mobilità), ricche di importanti risorse ambientali e culturali e fortemente diversificate per natura e a seguito di secolari processi di antropizzazione”
(Strategia Nazione per le Aree interne, 2013 [44])

Estese su circa il 60% del territorio nazionale, comprendenti il 53% dei comuni per un totale di circa 13,54 mln di abitanti, le aree interne rappresentano un'importante questione sociale, economica e politica dell'Italia moderna.

Questa terminologia, che inizia a diffondersi nella seconda metà del '900, indica i territori italiani caratterizzati da marginalità e sottosviluppo, e connotati da importanti fenomeni di de-antropizzazione e lontananza dai servizi essenziali. Osservando la cartina emerge con abbastanza chiarezza che le aree maggiormente coinvolte sono i territori montani e meridionali.

Queste aree sono accumulate da alcuni aspetti caratteristici.

Capitale territoriale inutilizzato:	<ul style="list-style-type: none"> - Capitale storico-artistico - Sistemi semi-naturali - Tutale del territorio - Saper fare e artigianato
Costi sociali:	<ul style="list-style-type: none"> - Assetto idro-geologico - Paesaggio - Diversità biologica
Cittadinanza limitata:	<ul style="list-style-type: none"> - Istruzione - Sanità - Mobilità

Questi, se legati al decremento demografico, compongono un quadro in cui ogni aspetto definisce ed è definito dagli altri. Un ipotetico scenario può essere il seguente: l'assenza di nuove generazioni interrompe il tramandarsi degli usi e costumi nonché delle conoscenze storiche sulla manutenzione del territorio

e del costruito. Ne deriva il deterioramento dei sistemi urbano, ambientale e paesaggistico, con conseguente accentuarsi degli eventi calamitosi e dei loro effetti. Senza un intervento esterno mirato, questi territori hanno poche possibilità di autorigenerarsi. Quanto appena osservato, sebbene caratteristico di quasi tutte le aree interne, ha avuto manifestazioni diverse secondo la collocazione geografica dei vari territori. Per questo motivo, di pari passo alla definizione “morfologica”, è stata accostata una suddivisione spazio-temporale. In primo luogo, sono stati definiti i poli attrattori, ovvero comuni o aggregati di comuni in cui sono presenti contemporaneamente tutti i servizi di istruzione secondaria, almeno un ospedale sede di DEA di primo livello e una stazione ferroviaria di livello *silver*. I restanti comuni sono stati scomposti in quattro sottoclassi: le aree di cintura – parte di territorio che delimita i poli attrattori e raggiungibile in massimo 20'; le aree intermedie, raggiungibili in 20'-40'; le aree periferiche, con tempi compresi tra i 40' e i 75'; e le aree ultra-periferiche, per distanze superiori ai 75'.

Nella Tabella 1.1 viene mostrata la distribuzione di popolazione, la superficie territoriale nonché il numero di comuni presenti in ognuna delle aree sopra elencate. Quello che colpisce è principalmente la superficie delle aree interne, nettamente superiore a quella dei poli attrattori. I successivi paragrafi vogliono fornire, senza la pretesa di essere esaustivi, una panoramica storica e attuale delle aree interne. Questo al fine di delineare i contorni dei ragionamenti successivi.

Tabella 1.1 - Classificazione comuni italiani in Polo attrattore, Aree di cintura, Aree intermedie, aree periferiche, aree ultra-periferiche [44]

Classificazione comuni	Numero comuni	% comuni	Altitudine	Popolazione	% popolazione	Superficie	% superficie
Polo attrattore	323	4	155	23'690'017	39.8	35'770	11.9
Aree cintura	3508	43.4	215	22'203'219	37.4	81'815	27.1
Aree intermedie	2377	29.4	395	8'952'266	15.1	89'448	29.6
Aree periferiche	1526	18.9	607	3'671'372	6.2	73'256	24.3
Aree ultra-periferiche	358	4.4	627	916'870	1.5	21'784	7.2

Le origini delle aree interne

Le disparità sociali tra pianura e montagna, e tra Nord e Sud Italia, connotano la nazione già prima della sua unificazione, con problemi quali povertà, marginalità e arretratezza economica. Ne è un esempio il meridione, le cui città marinare già intorno al X-XII secolo reggono con difficoltà la crescente potenza e competitività delle campagne e città settentrionali, che godevano di terre più produttive ed estese.

In altri casi, tuttavia, le aree interne, soprattutto montane, hanno giocato un ruolo politico ed economico fondamentale. Se pensiamo alle Alpi, esse erano già crocevia commerciale e baluardo difensivo in epoca romana, importanti per le loro risorse e per la sicurezza idro-geologica delle pianure sottostanti. Nei secoli diventano poi fornitori di forza lavoro stagionale e materie prime per le "terre basse", basti pensare alle ingenti quantità di legname che le Alpi orientali inviavano alla Repubblica di Venezia.

L'inversione di tendenza inizia ad emergere con l'età moderna, in cui scelte politiche ed economiche, unite alla scarsa competitività della montagna e all'impronta agricolo-rurale del Sud, portano il sistema città + pianura ad allungare il passo in termini sociali, produttivi e culturali. Ne è un esempio la nascita dell'agricoltura intensiva, che trova nella Pianura Padana il territorio ideale per svilupparsi. Le aree interne si vedevano sfavorite per due ragioni: la montagna per una questione orografica e climatica; il Sud, ad eccezione della Puglia, sia a causa della conformazione del territorio, che per l'elevata

impronta fruttifera delle colture.

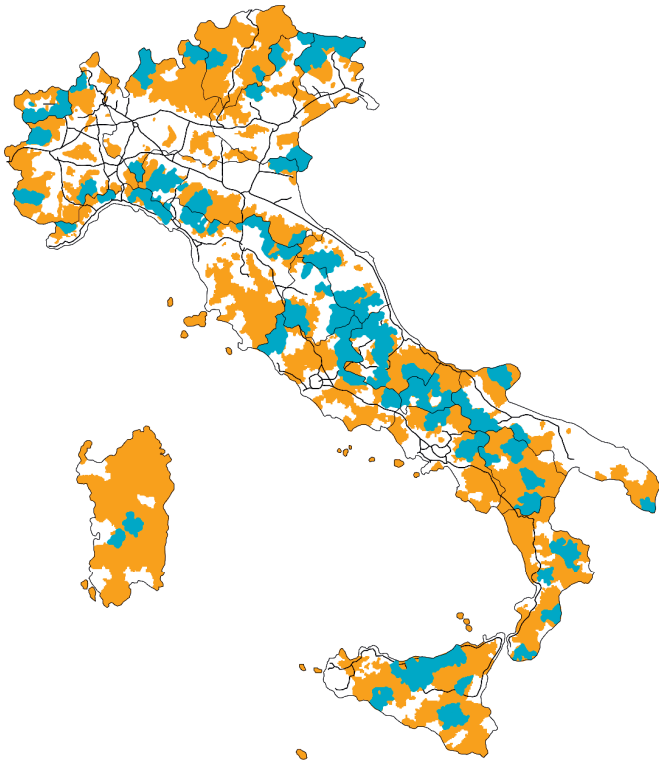
A questo primo grande cambiamento socioeconomico seguono le Rivoluzioni Industriali, che interessano soprattutto e quasi unicamente le città, e che intensificano i fenomeni migratori di enormi masse di lavoratori i quali, dalle campagne, vanno a formare la classe operaia delle città non solo Italiane, ma anche europee e americane.

In entrambe queste fasi, le aree interne diventano progressivamente meno competitive: le attività artigianali locali hanno costi e tempi di produzione più elevati se contrapposti alla serialità della produzione industriale e intensiva; l'agricoltura ha invece rese nettamente inferiori e limitate per varietà dalle condizioni climatiche più sfavorevoli. Con l'età moderna la montagna diventa un territorio lontano, arretrato e pericoloso, molto diverso dalle città urbanizzate e all'avanguardia della pianura.

All'alba dell'Unità, l'Italia è quindi divisa in due macroaree: da un lato il Settentrione della pianura e delle città che, sebbene arretrato rispetto all'Europa, è improntato allo sviluppo dell'industria tessile e meccanica e al progressivo aumento del benessere e dei servizi al cittadino; dall'altro le aree interne, ancora ancorate a un'economia rurale.

È questo un periodo in cui il progresso porta all'inclusione e alla crescita solo apparente delle aree periferiche del paese.

La nascita e diffusione di nuovi sistemi di trasporto portano alla realizzazione, nelle aree montane, delle ferrovie, delle autostrade e dei grandi trafori che riducono il ruolo di



Legenda:

Figura 1.1 - Le aree interne e i comuni rientranti nella SNAI [44]

Legenda pagina 9:

Figura 1.2 - Schema dimensione strategica SNAI [44]

transito commerciale affidato per secoli a questi territori. La necessità di energia elettrica porta allo sfruttamento intensivo da parte di terzi delle risorse idriche e ambientali, molte volte senza il diretto coinvolgimento delle comunità locali, che si ritrovano debilitate e impoverite. In questa fase riemerge l'effetto collaterale dell'industrializzazione: il disboscamento incontrollato, cui consegue un notevole aumento dei dissesti naturali. Ed è di questo periodo la prima legge forestale italiana che identifica le aree boschive come determinanti per la sicurezza delle pianure dai dissesti idrogeologici.

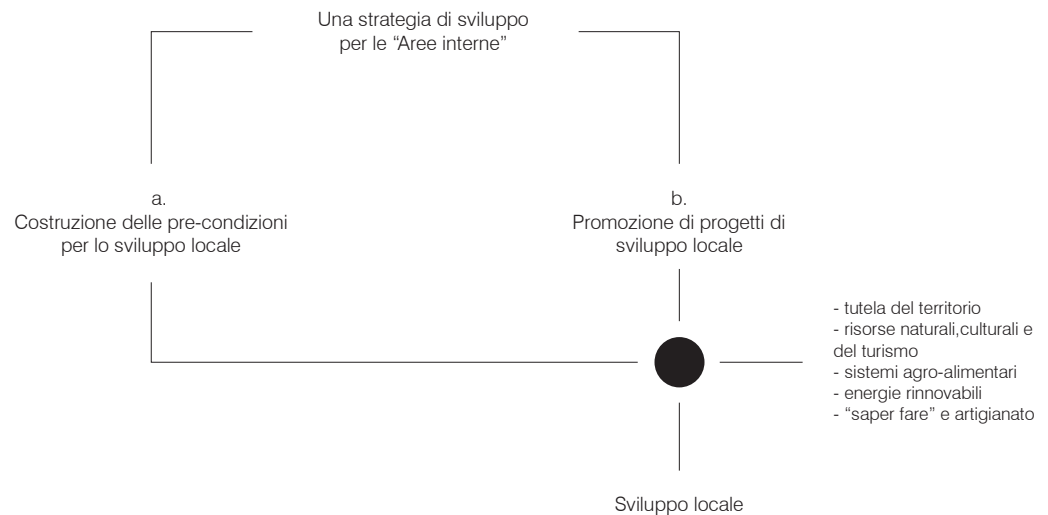
Coevo a questo aspetto vi è la riscoperta della montagna in veste turistica. Questa nuova economia piuttosto stereotipata non coinvolge in maniera omogenea tutto il territorio, ma favorisce solo poche località a discapito delle altre.

Il progresso economico dei primi decenni del '900 conferma la tendenza del secolo precedente, interessando principalmente le città del Nord-Ovest, che producono quasi il 55% del valore aggiunto nazionale. Uno studio sulla condizione delle aree rurali, avviato negli anni '20 e pubblicato nel 1938 dall'Istituto Nazionale di Economia Agraria (INEA) con la collaborazione del Comitato per la Geografia del CNR mostra, ufficialmente, la gravità della situazione nelle zone montane e collinari: spopolamento, abbandono e riduzione delle pratiche agricole e di allevamento, insoddisfazione psicologica per le condizioni di vita arretrate.

La cosiddetta *età dell'oro* che va dal 1950 al 1973 porta invece un netto aumento del benessere economico e sociale dei cittadini; il divario tra Nord e Sud subisce l'unica riduzione della storia unitaria. Nascono le prime politiche che promuovono il sostegno e lo sviluppo dei centri minori. Vengono in questo contesto istituite nel 1971 le Comunità Montane. Tuttavia, la situazione del 1975 mostra ancora un territorio arretrato, composto per il 65% da aree interne, distribuite per il 36% nel Nord, per il 18% nel Centro, e il restante 46% nel Sud.

Contesto attuale

Quello che sembra segnare la differenza tra il XX e il XXI secolo è una visione più ampia sulle opportunità delle aree interne, piani più concreti per il loro rilancio caratterizzati da una gestione policentrica, nonché un rinnovato interesse da parte della società. La protezione della biodiversità, l'uso di risorse rinnovabili, la produzione locale dell'energia, il rafforzamento e la crescita del sistema agricolo e agroindustriale e l'interesse per il patrimonio locale, non solo su scala nazionale ma anche e soprattutto locale, entrano progressivamente all'interno del dibattito politico sia nazionale che comunitario. Nel 2013, grazie alla presenza di importanti fondi comunitari, si arriva finalmente ad elaborare il primo piano di sviluppo integrato riferito esclusivamente alle aree interne: la Strategia Nazionale 2014-2020 (SNAI).



La Strategia Nazionale

Con la SNAI è emerso concretamente, e forse per la prima volta, il grande potenziale inespresso delle aree interne, fatto di storia, ambiente e risorse economiche. Le aree interne sono passate da territori poveri, arretrati e sovrasfruttati, a luoghi di sviluppo sostenibile che ben rispondono alle esigenze del periodo storico che stiamo affrontando.

È stato un progetto nuovo e potenzialmente vincente anche per altre due ragioni. In primo luogo, ha carattere sperimentale, per cui, anziché interessare le aree interne nella loro totalità, coinvolgerà solo 2 mln di abitanti in 1'077 comuni – in blu nella Figura 1.1; approccio che dovrebbe permettere un maggiore controllo degli interventi, e che non ha l'ambizione illusoria di intervenire su larga scala con fondi certamente insufficienti. Secondariamente, perché ha affiancato, alla dimensione statale e regionale, quella territoriale, riconoscendo il ruolo sociale delle amministrazioni e delle popolazioni locali.

Come riportato nella Figura 1.2, "le precondizioni dello sviluppo locale fanno riferimento alla disponibilità sul territorio di un'adeguata offerta di beni/servizi di base, i quali definiscono la cittadinanza" – salute, istruzione, mobilità e accesso a internet.

La dimensione del progetto di sviluppo locale, invece, è legata "a progetti che agiscono direttamente sui territori, facendo leva su cinque ambiti di intervento":

- la tutela attiva del territorio/sostenibilità ambientale
- la valorizzazione del capitale naturale/culturale e del turismo
- la valorizzazione dei sistemi agro-alimentari
- l'attivazione di filiere delle energie rinnovabili
- il saper fare e artigianato

A monte di questi progetti ci sono cinque obiettivi intermedi:

- aumento del benessere della popolazione locale
- aumento della domanda locale di lavoro e di occupazione
- aumento del grado di utilizzo del capitale territoriale
- riduzione dei costi sociali della de-antropizzazione
- rafforzamento dei fattori di sviluppo locale. [44]

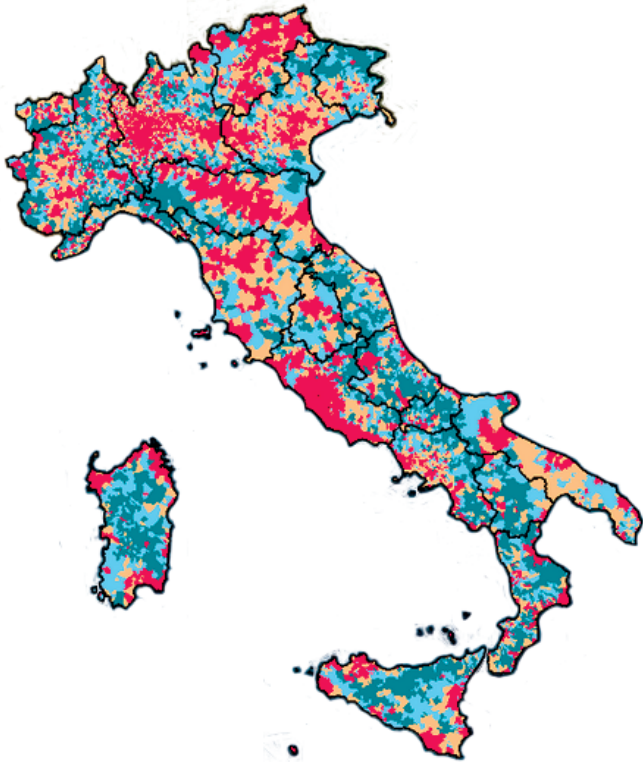


Figura 1.3 - Variazione di popolazione nel periodo 2011-2018 [16]

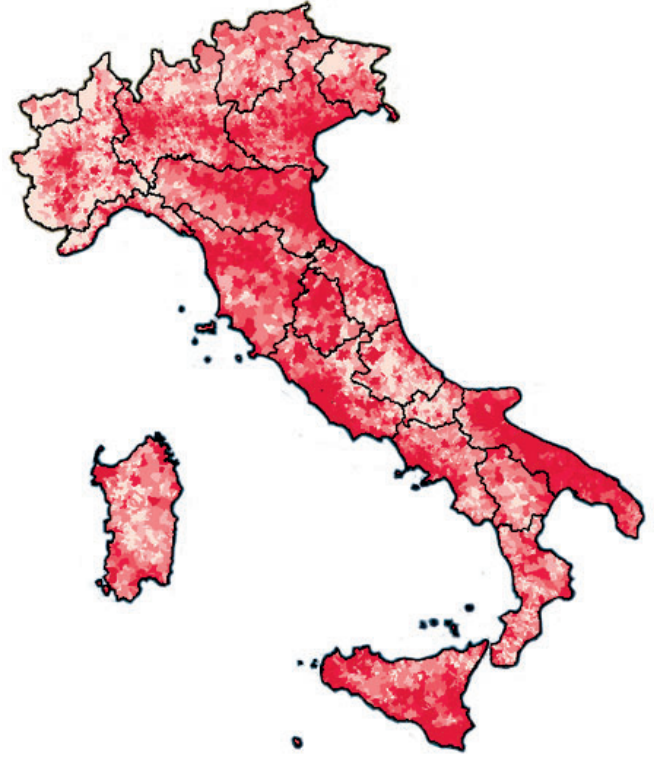


Figura 1.4 - Popolazione residente 2018 [16]

Le aree interne in emergenza

La situazione in cui vertono le aree interne è molto complessa e inerente diverse discipline. Per questa ragione, al fine di descriverla e comprenderla meglio si è deciso di scomporre il problema nei seguenti quattro ambiti:

- sociale
- ambientale
- culturale
- economico

Un dato significativo che emerge e su cui si vuole attirare l'attenzione, soprattutto in virtù di quanto detto precedentemente, è l'interconnessione e interdipendenza di questi campi. Per fare un esempio, l'assenza di manutenzione del territorio amplifica gli effetti di un evento calamitoso; allo stesso modo, il verificarsi di significative emergenze ambientali può rompere precari equilibri e accelerare le fasi di spopolamento.

La sfera sociale

Questo ambito considera la deantropizzazione e l'invecchiamento della popolazione nonché la distribuzione dei servizi sul territorio.

Come si è visto, i flussi migratori da una condizione sociale e ambientale sfavorevole a una più vantaggiosa sono sem-pre stati un'importante realtà della nostra penisola. Essi hanno portato la popolazione a spostarsi principalmente dal Sud al Nord Italia e dalla montagna

alla pianura, abbandonando le aree interne ivi dislocate. Dal dopoguerra a oggi la decrescita è stata costante e ha provocato diminuzioni superiori al 40% in regioni come l'Abruzzo, il Molise o la Liguria. Osservando la Figura 1.3 e la Figura 1.4 si può osservare una sovrapposizione molto evidente tra loro e la distribuzione delle aree interne. A questo dato va affiancato lo scarso se non assente ricambio generazionale. L'invecchiamento della popolazione (vedi Figura 1.5), che in Italia, soprattutto dal secondo dopoguerra, ha raggiunto livelli tra i più alti d'Europa - con circa il 22.9% della popolazione di età superiore ai 65 anni - costituisce il presente o il futuro prossimo di quasi tutte le aree interne. Questo trend, nel lungo periodo, può concretamente portare la popolazione oltre il cosiddetto *punto di non ritorno*: la comunità da sola non ha più le capacità per invertire il processo. Questi dati vanno tuttavia letti insieme a un altro fattore, ossia la carenza e/o assenza dei servizi di base.

“Se nelle aree interne non sono soddisfatti i servizi ‘essenziali’ di cittadinanza, in queste aree non si può vivere.”

La ricerca di un maggiore benessere in termini sia economici che sociali è la causa prima degli importanti fenomeni migratori di cui si è parlato in precedenza. Se non è possibile rispondere in loco alla necessità di istruzione, salute, lavoro, mobilità, perde di significato vivere in un dato territorio.

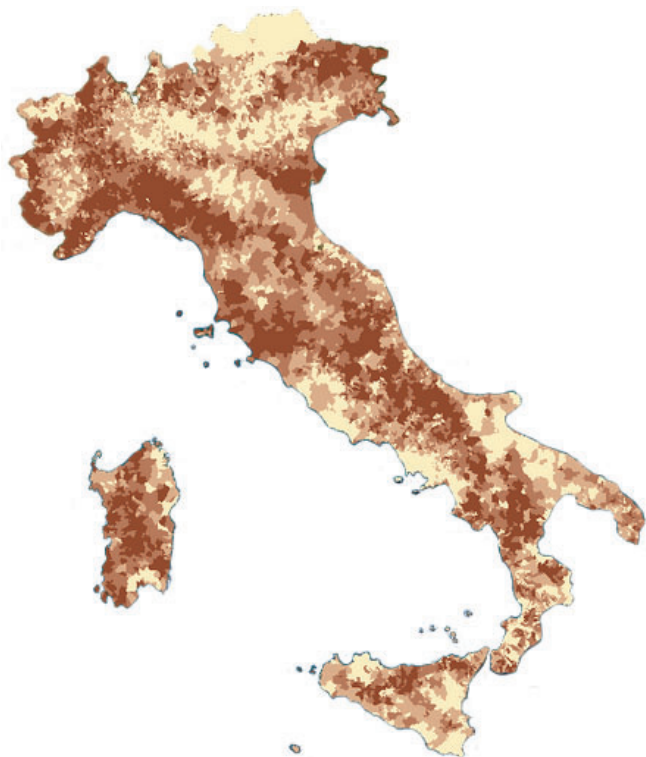


Figura 1.5 - Indice di vecchiaia [16]



Figura 1.6 - Accesso alla rete fissa wireless

La sanità è forse uno dei principali problemi, soprattutto se messo in relazione alla situazione pandemica attuale. A oggi il sistema sanitario nazionale non è in grado, da un lato, di rispondere alle necessità di una popolazione anziana sparsa in modo disomogeneo sul territorio. Si parla qui di diagnostica e assistenza. Dall'altro, di rispondere prontamente a situazioni che richiedono l'intervento in pochi minuti, ovvero la medicina di emergenza e urgenza.

Nel corso dei decenni il continuo decremento demografico ha portato in molti casi alla chiusura degli istituti scolastici che non raggiungevano più il numero minimo di studenti. Basti pensare che il 40% dei comuni delle aree interne non ha una scuola media, e l'80% non ha istituti secondari di secondo grado. Nei casi in cui le scuole si sono mantenute, il numero di studenti, la qualità degli insegnanti e dell'insegnamento hanno subito un importante peggioramento. Tutti questi aspetti hanno portato ad un aumento della dispersione scolastica, nonché livelli di apprendimento minori rispetto al resto del paese.

L'ultimo aspetto su cui si pone l'attenzione è il livello di digitalizzazione, dato per cui si deve sottolineare una carenza in tutta la nazione. L'Italia risulta infatti il quartultimo paese europeo in termini di performance digitale. Infatti, il 58% degli italiani di età compresa tra i 17 e i 74 anni non possiede nessuna competenza digitale. Se a questo dato si affiancano i livelli demografici di cui sopra, e la Figura 1.6, è immediato vedere come le aree

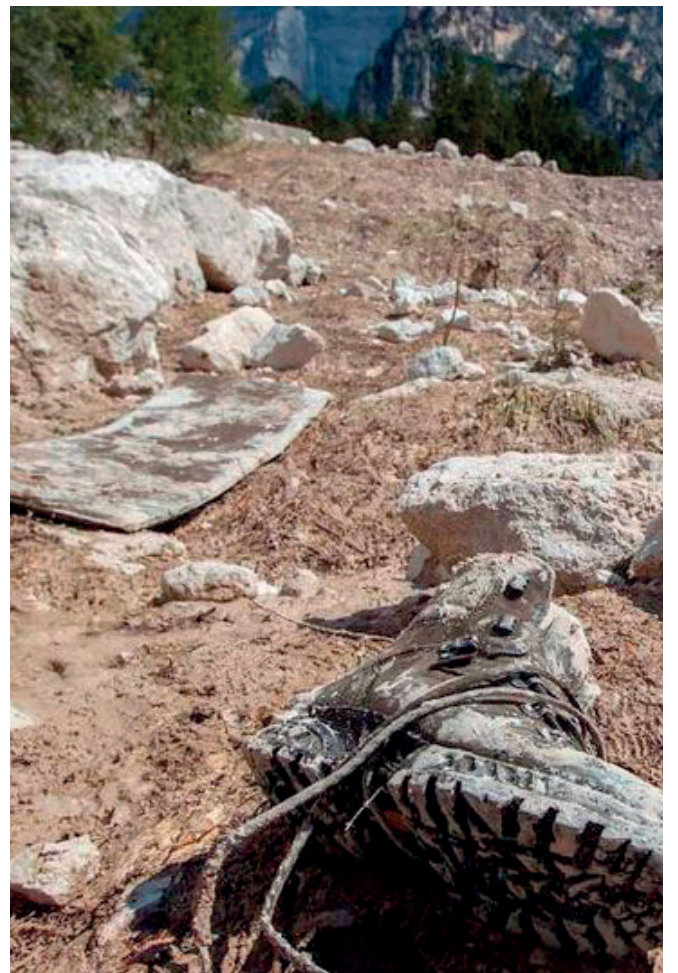
interne siano fortemente svantaggiate.

La condizione economica

Per quanto riguarda la condizione economica, nelle aree interne le principali attività produttive rientrano nel settore primario, interessando circa il 73% dei comuni; il restante 27% si divide negli altri due settori: circa il 20% nel secondario e il 7% nel terziario. Questi dati rispecchiano in qualche modo la condizione salariale della popolazione – il settore agricolo è notoriamente meno remunerativo di altri. Infatti, il reddito medio nelle aree interne è il 18% inferiore rispetto ai poli territoriali e negli anni ha visto una crescita più contenuta se comparato al restante territorio nazionale.

Sempre considerando il settore primario si è visto come, negli ultimi decenni, vi sia stato un calo dell'utilizzo del territorio per scopi agricoli e pascolativi. La Tabella 1.2 (vedi pagina 14) fa riferimento ai censimenti agricoli dei territori montani nel decennio 1990-2000.

Il settore agrario è, inoltre, uno dei primi a subire gli effetti degli eventi calamitosi. Sempre in riferimento al terremoto del 2016, a un anno dal disastro gli addetti nel settore agricolo sono diminuiti del 15.3%, mentre le attività del 2.7% - si consideri che a livello nazionale si è visto invece un aumento dell'1.3. Da ultimo, dopo il terremoto le esportazioni agricole hanno visto un calo del 20.6%, un trend diametralmente opposto alla crescita del lustro precedente, che era passato da 21.3 a 119.2 mln di euro.



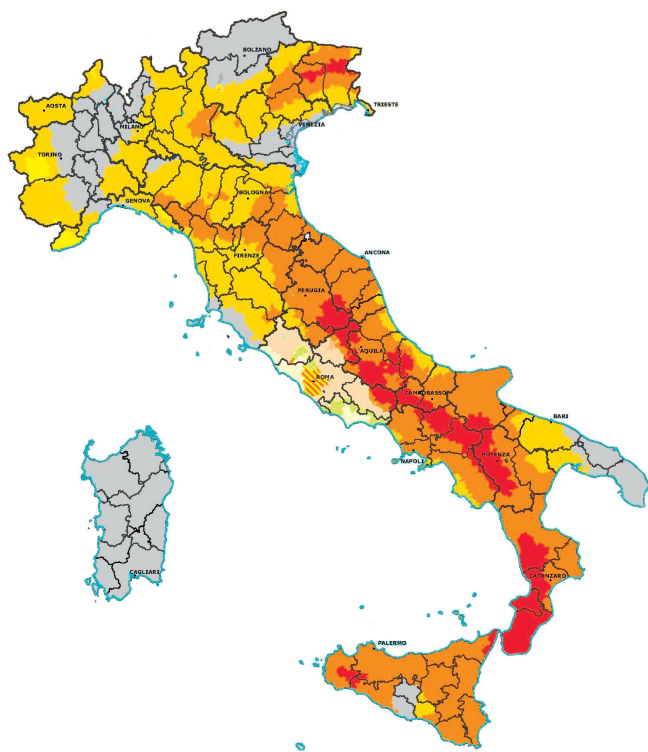


Figura 1.7 - Pericolosità sismica in Italia [18]



Figura 1.8 - Rischio idro-geologico in Italia [24]

L'emergenza ambientale

L'Italia è un territorio estremamente fragile dal punto di vista ambientale. Innumerevoli sono le tipologie di eventi che di frequente investono la nazione – terremoti, alluvioni, frane, valanghe, incendi sono gli esempi più noti – e che mettono a rischio la vita delle persone e del patrimonio culturale, provocando inoltre notevoli danni dal punto di vista economico.

Si stima che circa il 40% della popolazione sia esposta al rischio sismico, con quasi il 60% degli edifici non rispondenti alla normativa antisismica; la popolazione esposta al rischio alluvioni si aggira intorno ai 6 milioni; mentre le frane interessano 5'708 comuni. Negli ultimi 20 anni gli incendi hanno interessato un'area di 230 mila ettari, distruggendo quasi il 12% del patrimonio forestale nazionale. Sebbene questi dati si riferiscano all'intera nazione, la Figura 1.7 e la Figura 1.8 evidenziano ancora una volta una notevole sovrapposizione con la distribuzione delle aree interne.

Gli innumerevoli terremoti che colpiscono cadenzialmente la nostra penisola coinvolgono in maniera rilevante soprattutto le aree più marginali, compromettendo il già fragile sistema economico, sociale e culturale. Facendo riferimento all'evento che colpì il Centro Italia, in cui le aree coinvolte furono per il 60% interne, esso provocò – a un anno di distanza – danni economici al settore primario per oltre 2.3 mld e danni al patrimonio culturale stimati intorno ai 541 mln.

Ma se il terremoto è un evento inevitabile dal punto di

vista fisico, gli effetti che esso produce sull'ambiente sono in buona parte legati ai fenomeni di spopolamento e disuso dei territori, così come avviene per tutti i disastri naturali menzionati in precedenza. Se sul finire del XIX secolo si era compreso come da un uso irrispettoso dei territori, soprattutto a livello montano, derivasse un notevole aumento del dissesto, oggi la problematica è opposta: dal secondo dopoguerra si registra infatti una notevole diminuzione dell'uso del suolo per pratiche agricole e allevative, con conseguente raddoppio del territorio forestale nazionale, che oggi si aggira intorno al 35% della superficie italiana – il 70% di queste rientra all'interno delle aree interne.

Il problema della forestazione secondaria e della conseguente diminuzione del presidio del territorio, ha un notevole impatto dal punto di vista economico, sociale e ambientale, come evidenziato dalla Tabella 1.3.

Legenda pagina 12 (secondo l'ordine di lettura):
 Figura 1.9 - Un esempio degli effetti della tempesta VAIA
 Figura 1.10 - Amatrice dopo il terremoto
 Figura 1.11 - Esempio degli effetti di una frana

Tabella 1.2 - Censimenti agricoli dei territori montani 1990-2000

	1990	2000	Variazione %
Numero di aziende agricole	657'087	500'495	- 23.83
Superficie agricola totale	7'744'810	6'483'683	- 16.28
Superficie agricola utilizzata	3'639'159	3'112'770	- 14.46
Numero di aziende zootecniche	100'622	58'973	- 41.39
Numero di capi bovini	1'353'765	1'089'945	- 19.49

Tabella 1.3 - Impatto ambientale, economico e sociale della Forestazione secondaria [13]

Impatto ambientale	Impatto economico	Impatto sociale
Perdita di habitat aperti semi-naturali a causa del declino dei sistemi agricoli ad elevato valore naturalistico	Danni economici causati dai disastri naturali	Scomparsa di importanti caratteristiche del paesaggio bioculturale, quali pascoli, prati e prato-pascoli; piccoli appezzamenti coltivati
Perdita di biodiversità. In particolare sono danneggiate le specie adattatesi a vivere in ambienti semi-naturali; specie tipiche di ambienti di transizione e specie che necessitano di spazi aperti	Perdita di valore paesaggistico con conseguente danno all'industria turistica	Perdita di patrimonio naturale e culturale, con la perdita di conoscenze e abilità empiriche
Instabilità dei versanti e aumento del rischio di dissesti idrogeologici e altri disastri naturali, quali valanghe, smottamenti, alluvioni e incendi	Diminuzione di specie di interesse venatorio con particolare riguardo all'avifauna	Omogeneizzazione e chiusura dei quadri paesaggistici
Cambiamenti microclimatici dovuti alla maggior estensione delle aree boscate.	Crescente inaccessibilità e minor fruibilità del territorio	Diversa percezione del paesaggio e del territorio: <ul style="list-style-type: none"> - da parte dei residenti (influenza sulle cure territoriali fornite dalle comunità locali) - da parte dei visitatori (valore estetico del paesaggio)
	Contrazione del patrimonio pascolivo considerato in quanto insostituibile risorsa produttiva	

La condizione culturale

"L'eredità culturale è un insieme di risorse ereditate dal passato che le popolazioni identificano, indipendentemente da chi ne detenga la proprietà, come riflesso ed espressione dei loro valori, credenze, conoscenze e tradizioni, in continua evoluzione. Essa comprende tutti gli aspetti dell'ambiente che sono il risultato dell'interazione nel corso del tempo fra le popolazioni e i luoghi"

(Convenzione di Faro, art. 2, comma a)

L'Italia è probabilmente il paese al mondo con il maggior numero di beni culturali – palazzi, opere d'arte, ambiente – che raccontano la storia della nostra penisola da più di 20 secoli. Tra questi, le aree interne rappresentano un capitolo molto importante del nostro passato, ricche di tradizioni, arte e architettura. Si stima che il patrimonio culturale ivi presente rappresenti circa il 25% dell'intero patrimonio nazionale. Un'analisi condotta nel 2011 dal MIBAC in collaborazione con l'ISTAT mostra come circa il 39% dei luoghi culturali (musei, palazzi, parchi archeologici) nonché quasi il 24% delle biblioteche statali sia sito nelle aree interne. Tuttavia, lo stesso studio rileva come solo il 10% del turismo nazionale sia rivolto a questi luoghi.

Questi dati, se comparati con quelli esposti nel paragrafo precedente, mettono in luce un grave problema legato al mantenimento di questo patrimonio, che di frequente non viene percepito come tale sia dalle comunità locali, che però spesso non hanno i mezzi per cambiare lo stato delle cose, che dalle amministrazioni.

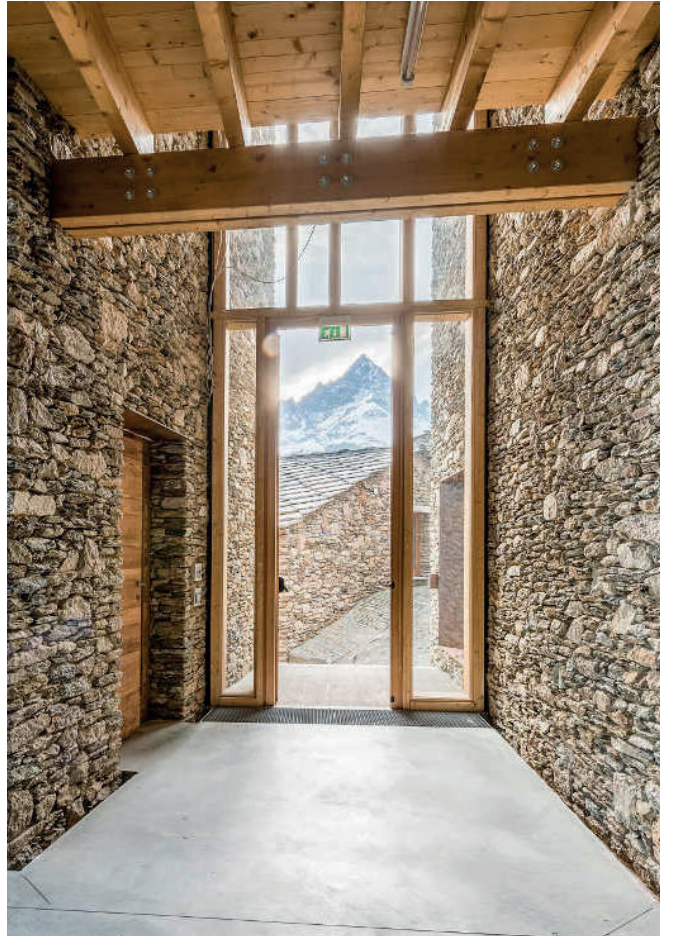
Ma cultura è anche patrimonio intangibile, fatto di tradizioni, usi e costumi, artigianato e saper fare. Tutte queste conoscenze vanno perdendosi di pari passo con la scomparsa della popolazione anziana e l'assenza di un ricambio generazionale.

Un potenziale di rinascita

Il potenziale delle aree interne è, per certi versi, intrinseco alla loro natura: luoghi isolati, particolarmente dotati sotto il profilo ambientale, storico e culturale, nonché ricchi di innumerevoli risorse. Un valore che, se imparato ad usare, può risolvere le problematiche analizzate nel paragrafo precedente.

Partendo dal potenziale territoriale, esso consta di ambienti naturali che, data la scarsa antropizzazione, risultano rurali, incontaminati e selvatici. Essi preservano un'importantissima biodiversità che arricchisce il territorio garantendone: maggiori risorse, come acqua, piante, legname; produttività, in quanto ogni specie diversa provvede allo sviluppo e alla sopravvivenza delle altre; resilienza nei confronti delle calamità.

Le ricadute sono molteplici. In primo luogo, in un periodo storico in cui il cambiamento climatico è una delle maggiori sfide, un territorio incontaminato rappresenta una risorsa di inestimabile valore. Essa è poi alla base dei sistemi agro-alimentari tipici del passato, che oggi distinguono questi territori rispetto alle produzioni intensive delle aree



più sviluppate. Prodotti biologici di altissima qualità che accrescono le aree interne in termini economici e turistici. Non si tratta, infatti, solamente di coltivazione, ma anche di lavorazione e vendita, permettendo lo sviluppo di tutti i principali settori economici.

Le caratteristiche di cui sopra sono poi alla base del nuovo turismo sostenibile, un'idea di turismo che "ha come obiettivo quello di promuovere la conoscenza e la valorizzazione delle culture e delle tradizioni locali, nel rispetto dell'ambiente e dei sistemi di vita dei paesi, dei territori e delle popolazioni ospitanti." L'ambiente naturale si unisce alle modificazioni secolari da parte delle comunità, che hanno creato luoghi unici perché legati al territorio.

Il turismo dei borghi minori diventa quindi una scoperta della storia d'Italia che è unica e attira noi, ma anche il resto del mondo.

È chiaro che, per poter attuare questo cambiamento serve un modo nuovo di guardare alle aree interne non solo da parte dello Stato ma anche, e forse soprattutto, da parte della popolazione locale. In questa prospettiva, la Convenzione di Faro pone l'accento sulla necessità di consapevolizzare la popolazione in merito al valore del patrimonio e quindi dell'eredità culturale. Come afferma Giuliano Volpe, grazie a questa convenzione,

Legenda pagina 16 (secondo l'ordine di lettura):

Figura 1.12 - Esempio di potenziale dei borghi

Figura 1.13 - Dettaglio intervento di riqualificazione edificio a Ostanta

Figura 1.14 - Esempio di possibile intervento

"si supera l'idea di un'eredità/patrimonio ricevuto dai nostri padri, da conservare e curare, e da trasmettere ai nostri figli, che ha finito per attribuire a noi un mero ruolo di trasmettitori. Il patrimonio culturale, al contrario, andrebbe riconquistato, conosciuto, apprezzato, arricchito di nuovi significati. Vissuto, insomma".

Possibili interventi

In un'ottica più concreta, i possibili interventi possono essere diversi.

Sotto il profilo sanitario, la caratterizzazione demografica delle aree interne necessita di una sanità incentrata principalmente sulla cura, sul territorio, dell'anziano e di tutte le patologie ad esso connesso. Si tratta principalmente di medicina di assistenza che tuttavia, vista l'età dei soggetti, non può basarsi unicamente sulla telemedicina, ma necessita anche e soprattutto di assistenza domiciliare. Sono quindi necessarie figure sul territorio, come medici di medicina generale e infermieri. Allo stesso tempo, le necessità delle altre fasce d'età sono diverse. Possono, ad esempio, essere maggiormente necessarie le visite specialistiche, la cui offerta non è quasi mai disponibile sul territorio. La medicina online può quindi affiancare la sanità evitando lunghi viaggi per consegnare un referto o per avere un'indicazione terapeutica.

Questo non si deve tradurre in un'interruzione del contatto diretto tra medico e paziente, che è alla base

di un sistema di cura incentrato sulla persona con una malattia, ma in un compromesso che permetta di ridurre distanze spaziali spesso difficili da colmare.

A questa medicina di “diagnosi e cura” va tuttavia affiancato un sistema territoriale di assistenza in emergenza. Si tratta di tutta quella branca della medicina che necessita, per essere efficace, di intervenire nel minor tempo possibile. È necessaria qui la partecipazione e l'istruzione della popolazione locale, che deve essere in grado, nella fase iniziale, di reagire in autonomia.

L'istruzione è il secondo grande problema delle aree interne, poiché di fondamentale importanza per la crescita delle nuove generazioni. Le scuole dell'infanzia e quelle primarie di primo grado sono fondamentali per lo sviluppo della personalità e dell'identità del bambino. La diffusione sul territorio di numerose scuole caratterizzate da classi con pochi studenti può in questo caso essere un vantaggio, in quanto rende possibile una didattica mirata sulle esigenze /difficoltà del singolo.

Sebbene su scala maggiore, anche gli istituti superiori necessitano di un aumento, in quanto sono tanti gli studenti che devono percorrere una considerevole distanza per raggiungere il proprio istituto.

In tutte le scuole va poi garantito un personale docenti qualificato che permetta di formare gli studenti delle aree interne come gli altri. L'uso della tecnologia ovvero la didattica a distanza, che in questo periodo genera continui malumori, se usata nel giusto modo può implementare le conoscenze di tutti gli studenti, rendendo possibili

Legenda pagina seguente:

Figura 1.15 - Esempio di intervento in ambito sanitario - formazione primo soccorso per laici

Figura 1.16 - Esempio di intervento in ambito sanitario - infermiere a domicilio

conferenze, seminari o semplici lezioni con personalità di ogni dove.

Da ultimo credo sia necessario far conoscere agli studenti il territorio e aumentare la consapevolezza in merito alle aree interne, soprattutto degli studenti che non ne conoscono la realtà, in quanto non è pensabile che un territorio venga abitato solo dalle persone ivi cresciute.

Il tema del digitale ridefinisce anche il concetto di lavoro, rendendo possibile la convergenza di diverse necessità: avere un reddito, fare un lavoro in cui ci si sente realizzati, e allo stesso tempo vivere in un luogo adatto alle proprie necessità.

Queste azioni, che sono solo alcune di quelle intraprendibili, permettono sul lungo periodo di invertire la tendenza e condurre ad una lenta ma costante crescita, soprattutto demografica. È evidente che questi interventi hanno valore ed efficacia solo se fatti in maniera sistematica e puntuale su tutto il territorio.





Figura 1.17 - Aree-progetto 2014-2020 in FVG [27]

La scelta del caso studio

Lo studio delle aree interne ha permesso di indagare e comprendere le problematiche e le politiche più adatte a questi territori. È stato inoltre fondamentale per affrontare più consapevolmente il caso studio scelto: il borgo di Casso. Questo luogo, che conosco perché è il mio paese di origine, e che nasconde, dietro a innumerevoli problemi e criticità, un grande potenziale che merita di essere conosciuto, rientra infatti all'interno delle aree interne intermedie, nonché tra i comuni selezionati dalla SNAI e dalla regione Friuli Venezia-Giulia come area-progetto 2014-2020.

Le aree-progetto del FVG

I comuni individuati dalla regione sono stati raggruppati in tre aree-progetto: l'Alta Carnia (in arancione), Canal del Ferro-Val Canale (in verde), e il Friuli Occidentale (in blu). Quest'ultima comprende i comuni di Arba, Barcis, Cavasso Nuovo, Cimolais, Claut, Erto e Casso, Fanna, Frisanco, Maniago, Meduno, Sequals, Tramonti di Sopra, Tramonti di Sotto, Vivaro, Vajont.

In questo contesto il comune di Erto e Casso, nonché alcuni dei comuni sopracitati, presentano i trend tipici delle aree interne: il drammatico decremento demografico che nel periodo 1971-2011 ha registrato il 42.88% di abitanti in meno; la riduzione della superficie agricola utilizzata, che sempre negli stessi territori ha subito una diminuzione dell'80.34% (il 62.77% dell'estensione comunale risulta oggi occupato da foreste); da ultimo le emergenze ambientali, che contraddistinguono in particolare i

territori montani dove è marcato il rischio idro-geologico. Tuttavia, l'area-progetto del Friuli Occidentale è anche e soprattutto un luogo dal grande potenziale territoriale e culturale, di cui ne sono un esempio le Dolomiti Friulane. Le politiche attuate dalla regione ricalcano le indicazioni nazionali, incentrando gli interventi sul ruolo cruciale della montagna. In particolare, tutti i territori dell'area-progetto rientravano nelle ex Comunità Montane, determinando la loro intrinseca capacità collaborativa.

La strategia si basa poi su alcuni aspetti chiave: sviluppo dell'attrattività turistica, valorizzazione del paesaggio e rafforzamento del tessuto produttivo. Si punta quindi ad un turismo di nicchia interessato allo sport di montagna e alla riscoperta della storia, delle tradizioni e della cultura locale. Allo stesso tempo vi è la volontà di creare imprese competitive a livello nazionale e internazionale, basate sui settori manifatturiero e agroalimentare.

Per quanto riguarda i temi chiave delle aree interne, partendo dall'istruzione, la strategia prevede in primo luogo il potenziamento della banda larga, per offrire agli studenti la possibilità di un maggiore confronto con realtà territoriali diverse, offrendo più stimoli e opportunità conoscitive alle nuove generazioni. Allo stesso tempo punta al rafforzamento dell'identità culturale e territoriale in chiave innovativa. Da ultimo la flessibilità didattica, che fa del ridotto numero di studenti una possibilità di approfondimento nuova, prevedendo corsi extra-curricolari ad alto valore qualificante.

I principali interventi in tema di sanità sono due:

prevenzione terapeutica e avvicinamento dei servizi sanitari. Si punta quindi alla creazione di una comunità che per prima sappia prevedere e intervenire a sostegno di se stessa, questo in particolare tramite la figura del volontario. Il benessere comunitario diventa dunque uno strumento per evitare fenomeni di solitudine, marginalità e abbandono, soprattutto verso la popolazione più anziana.

Da ultimo il tema della mobilità, considerando da un lato le esigenze dei residenti di studiare, lavorare, curarsi; dall'altro di rispondere alle esigenze di un turismo sostenibile. Si punta quindi al potenziamento degli interscambi tra i vari sistemi di trasporto – bici-gomma-ferro, mezzi individuali-mezzi pubblici – nonché allo sviluppo di una mobilità green e sharing. [27]

il territorio di Erto e Casso

inquadramento generale

Il comune di Erto e Casso

Erto e Casso è un comune medievale del Friuli occidentale di 371 abitanti. La mappa riportata nella Tavola 8 ben mostra il carattere del comune, ossia luogo di attraversamento e non di sosta. Infatti, il territorio risulta antropizzato solo in un intorno circoscritto della strada regionale SR251, concentrando la popolazione in due borghi principali, Erto e Casso, e in borgate minori quali San Martino e Pineda, che comprende gli abitati di Ruova, Liron, Prada e Marthana. La restante superficie de-antropizzata è costituita da rilievi e valli di origine fluviale; si può quindi parlare di un comune ad alta naturalità.

La municipalità costituisce, attraverso la SR251, uno dei punti di collegamento tra le regioni FVG e Veneto, col quale confina ad ovest. In particolare, le municipalità che lo perimetrano sono: Perarolo di Cadore, Ospitale di Cadore, Longarone, Soverzene e Alpago in Veneto, e di Cimolais e Claut in FVG. Da un punto di vista amministrativo rientrava all'interno della Provincia di Pordenone (sciolta nel 2014), poi nell'UTI delle Valli e delle Dolomiti Friulane (soppressa il 1° gennaio 2021), e ora nell'Ente di Decentramento Regionale (EDR) di Pordenone.

Il principale motivo che tuttavia ha fatto conoscere questi territori in tutto il mondo è il Disastro del Vajont, uno dei peggiori disastri della storia repubblicana italiana che ha coinvolto tutta la parte abitata del comune. Da qui il peso, sia sociale che economico, che ha avuto per la comunità ivi risiedente. Il Vajont ha determinato, oltre a una triste fama che attira ogni anno migliaia di turisti, il "punto di non

ritorno" della popolazione, con conseguente affioramento di tutti i problemi già discussi e tipici delle aree interne: una diminuzione dell'uso del suolo, della conoscenza pratica e delle tradizioni locali, nonché la riduzione e quasi scomparsa dei già pochi servizi pubblici e privati. Infatti, ad oggi sul territorio comunale sono presenti poche attività. Nel settore primario troviamo alcune aziende agricole a conduzione familiare e attività private di allevamento di animali da pascolo. Per quanto riguarda il settore secondario si ha, oltre alle attività sopracitate, il salumificio *Lebon*, situato nella zona industriale di Casso. Un ruolo predominante lo svolgono tuttavia le attività commerciali, turistico-ricettive e ristorative. Questi ultimi comprendono ristoranti, pizzerie e trattorie; mentre tra le strutture ricettive si trovano i B&B - facenti parte del progetto "albergo diffuso" – e i rifugi.

I servizi pubblici di base sono dislocati interamente nell'abitato di Erto. Tra questi si hanno: il municipio, le poste, la biblioteca comunale, l'ambulatorio medico con annesso dispensario farmaceutico, una scuola dell'infanzia e una primaria, e da ultimo un negozio di generi alimentari. A supporto della mobilità all'interno del comune e di tutta la Valcellina vi sono i servizi di trasporto pubblico su gomma e, nella zona industriale, un distributore di benzina. Per il turismo, oltre ai servizi sopra elencati, troviamo strutture informative, inerenti al disastro del Vajont e al Parco delle Dolomiti Friulane, e museali, come il centro visite, l'eco-museo e il Nuovo Spazio di Casso.

L'assenza di servizi adeguati spinge la popolazione a gravitare su altri comuni. In particolare, verso Longarone – 10 km di distanza - dove è presente la più vicina stazione ferroviaria nonché alcune scuole superiori; verso Belluno – 30 km, dove sono presenti la maggior parte degli istituti superiori di secondo grado, un ospedale e una stazione di maggiori dimensioni; Maniago – 44 km, sede dell'ASL competente, nonché di un distaccamento dei servizi amministrativi provinciali; e da Pordenone – 62 km, dove sono presenti, oltre a quanto precedentemente detto, tutti i servizi amministrativi.

L'area diga

Uno sguardo ravvicinato all'area dal disastro del Vajont (si veda tavola 9) permette di comprendere ancora una volta le dimensioni e l'estensione del territorio coinvolto dal disastro nonché l'accessibilità al borgo di Casso. Lungo la strada SR251 si collocano i pochi servizi turistici: alcuni parcheggi e il punto informativo del Parco. L'elemento che qui rappresenta un'alternativa al turismo della memoria è la Falesia di Erto: una parete naturale di roccia per la pratica dell'arrampicata sportiva che attira ogni anno climbers non solo dall'Italia ma anche dalle nazioni vicine.

In questo contesto il Borgo di Casso risulta decentrato e raggiungibile unicamente tramite una strada comunale secondaria, che si inerpica lungo il pendio e che, nel suo sviluppo, incrocia il torrente Rui.

La conca che ospita il paese si colloca ad una quota

circa 200 metri superiore rispetto all'area diga, offrendo una prospettiva frontale su tutto il territorio sottostante nonché sugli effetti del disastro.

Origini ed evoluzione storica

I borghi di Casso ed Erto hanno origini distanti nel tempo. L'insediamento di Erto viene citato per la prima volta all'interno della *Charta Donationis* nel 762 d.C. e si presume sia stato fondato da una popolazione di origine friulana. Casso, invece, prima della costituzione del centro abitato era frequentato solo saltuariamente da carbonai e falegnami bellunesi. Il primo utilizzo per iscritto del nome Casso si ha nel 1332 in un atto della procura dei Signori di Belluno, ma solo nel 1665 la Regola di Casso viene riconosciuta dal Comune di Erto, che tuttavia continua ad esercitare la proprietà su tutto il territorio.

La principale fonte di sostentamento per entrambe le popolazioni risulta essere la vendita di legname, in particolare verso la Repubblica di Venezia. Altre occupazioni erano le pratiche agricole e pastorali, la produzione di carbone e la lavorazione del ferro.

Sotto il profilo spirituale il borgo di Casso si lega fin dalle origini alla diocesi di Belluno mentre il borgo di Erto si rimette alla diocesi di Concordia-Pordenone. Giuridicamente invece, entrambi i paesi dipendevano dall'Abazia di Sesto al Reghena, creando tra loro un'unica collettività nonostante le numerose discordie.

L'evento che incrina il precario equilibrio è la frana



Figura 2.1 - Cartografia del 1752 realizzata dal pubblico perito Stefano Codroipo

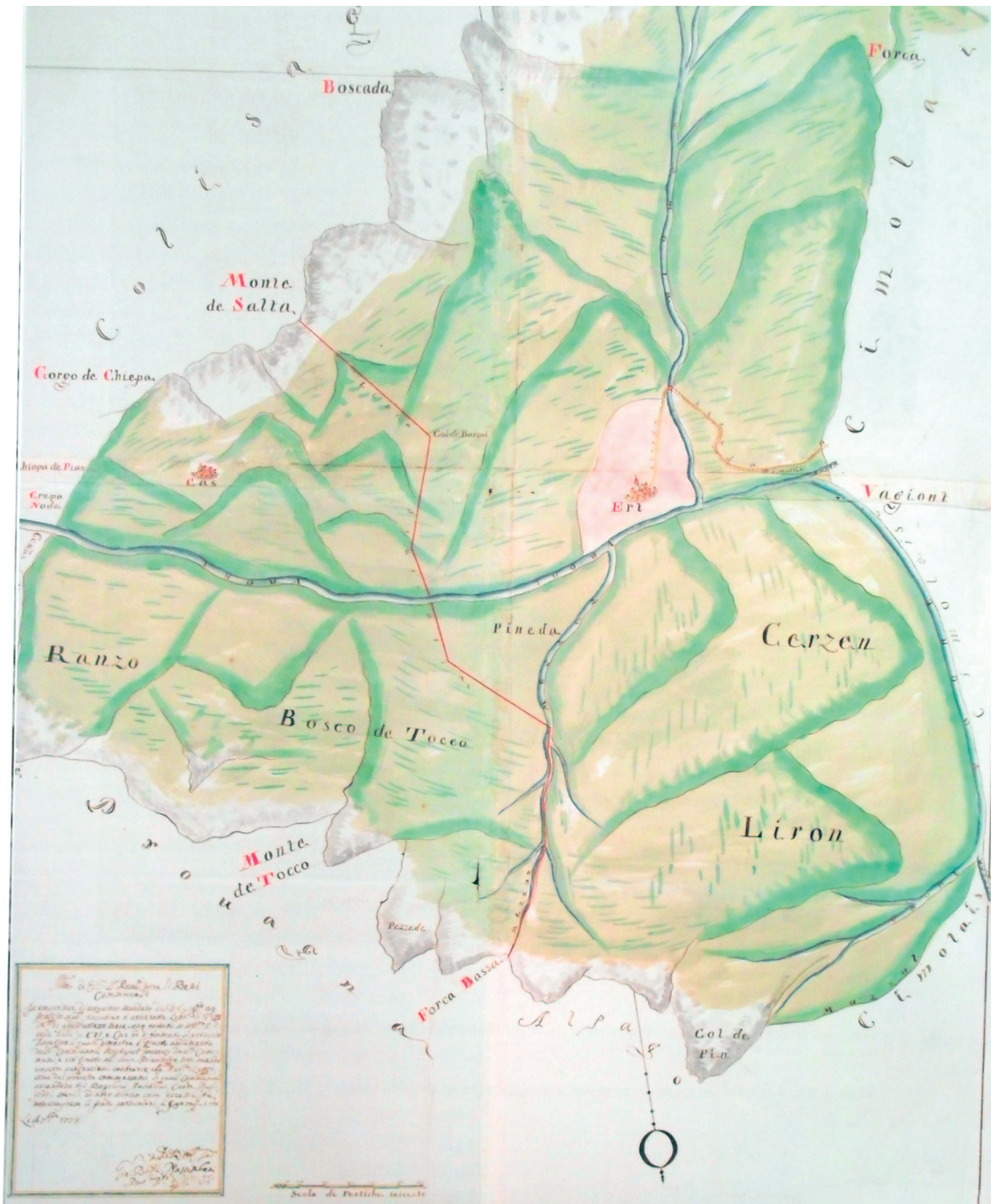
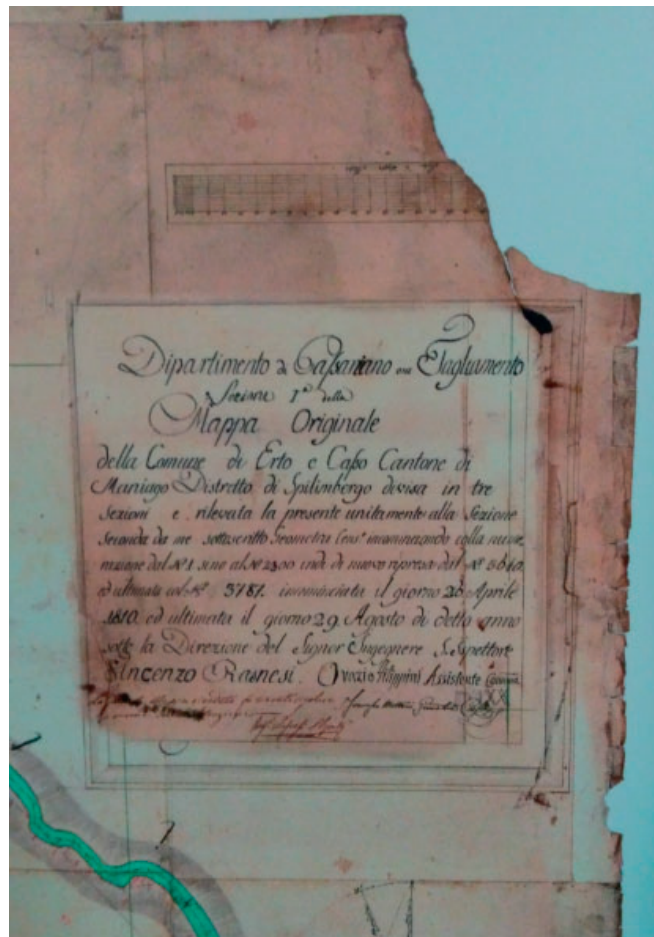
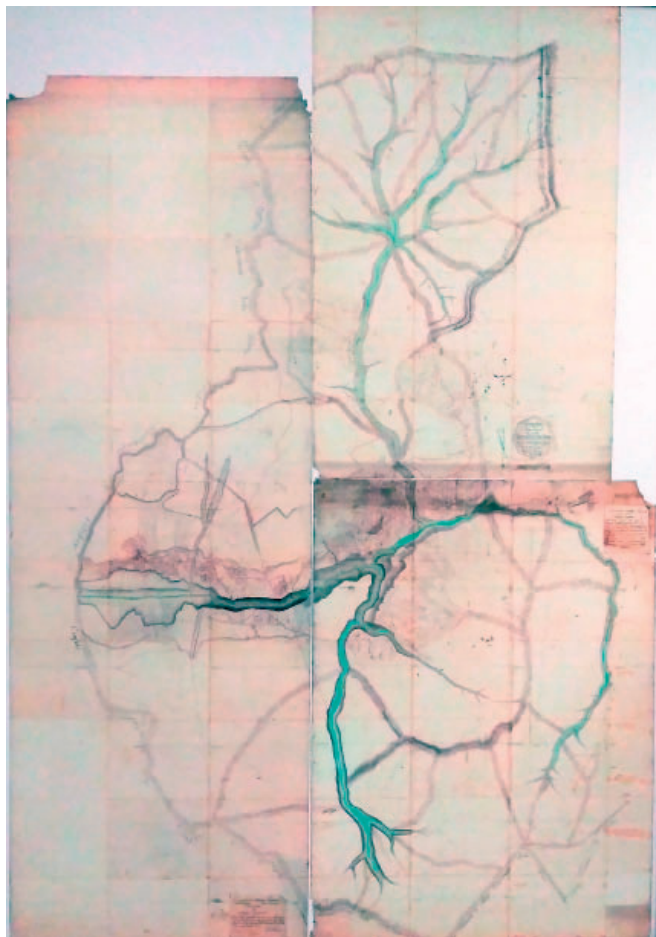


Figura 2.2 - Cartografia del 1771 compilata dal pubblico perito Giovanni Battista Nascimbeni



di San Simone del 28 ottobre 1674, che investe molti terreni agricoli e boschivi del borgo di Casso rendendoli inutilizzabili. Il mancato accordo con Erto per una ridefinizione nella spartizione dei territori porta la popolazione di Casso a chiedere all'Abate di Sesto l'autonomia amministrativa. Con decreto del 27 agosto 1688 i paesi diventano due comuni distinti.

A testimonianza di questo evento si hanno due cartografie storiche risalenti rispettivamente al 1752 e al 1771, rispettivamente Figura 2.1 e Figura 2.2. In entrambe è possibile individuare la spartizione territoriale nonché il sistema idrologico, mentre solo nella prima è evidenziata la frana del 1674. Nella cartografia del 1771 sono invece identificabili toponimi simili a quelli odierni, come *Monte de Salta*, *Monte de Tocco* e *Pineda*.

La cartografia del 1810 (Figura 2.3), è il primo documento dettagliato che riporta con precisione la divisione catastale e il sistema viario all'interno del comune. Dall'iscrizione in essa riportata (Figura 2.4) risulta inoltre che Erto e Casso costituivano un unico comune facente parte del Cantone di Maniago, Distretto di Spilimbergo.

Il tracciato viario, visibile anche nella cartografia del 1820 (Figura 2.5), consisteva in sentieri silvo-pastorali e interessava buona parte del territorio comunale. La strada principale attraversava i borghi di Erto e Casso e metteva in comunicazione il comune con le altre municipalità. Le restanti strade secondarie si diramavano verso la Val Zemola e lungo il versante meridionale della Valle del Vajont. Dalla cartografia del 1893 (si veda la tavola 10)

è infine possibile individuare i toponimi di queste strade.

La prima carrozzabile di collegamento dei centri abitati di Longarone e Cimolais venne realizzata dal genio militare tra il 1912-13. Essa, diversamente dai sentieri sopracitati, non passava per il borgo di Casso, ma percorreva la valle ad una quota inferiore. Venne inoltre costruito il Ponte del Colomber, che coi suoi 135 m era il più alto del Regno d'Italia.



Legenda pagina 28:

Figura 2.3 - Cartografia del 1810 (comune di Erto e Casso)

Figura 2.4 - Dettaglio cartografia 1810

Figura 2.5 - Cartografia del 1820 compilata dagli ispettori boschivi austriaci

Storia recente

Le due guerre mondiali vedono il territorio di Erto e Casso, e soprattutto le montagne circostanti, occupate principalmente dai soldati tedeschi. A testimonianza del loro passaggio restano delle trincee.

Tuttavia, la storia comunale del XX secolo è legata quasi interamente alle vicende del Vajont.

Con la seconda rivoluzione industriale viene ideato un modo nuovo di produrre elettricità sfruttando l'energia idroelettrica. In tal senso le Dolomiti e il fiume Piave diventano uno dei luoghi più appetibili a livello nazionale per la costruzione di sbarramenti e bacini artificiali. Ad occuparsi di questi interventi è inizialmente la Società Idroelettrica delle Dolomiti.

Il primo interesse verso la valle del Vajont si ha nel 1928, con una relazione geologica su due sezioni della Valle a firma del prof. Giorgio dal Piazz. Successivamente, nel 1929 viene avanzata richiesta di deviare le acque del torrente per la produzione di 6'076 cavalli vapore. Il firmatario del progetto è l'ingegnere Carlo Semenza. La posizione ideale della diga, in corrispondenza del Ponte del Colomber, viene decisa nel 1937.

Nel giugno 1940 viene presentato al Ministero dei Lavori Pubblici il progetto per la deviazione dei torrenti Boite-Piave-Vajont. Il compito di regolarizzazione dei deflussi veniva affidato alla diga del Vajont, prevista di 200 m con un bacino di 50 milioni di m³. Nel 1943 si ha la sua approvazione.

Con decreto del Presidente della Repubblica n. 729 del 1948 la concessione viene affidata alla SADE, una società veneziana estremamente all'avanguardia, sia in Italia che nel resto del mondo, nella produzione e distribuzione dell'energia elettrica. Il progetto esecutivo presentato nel maggio del '48 prevede una diga di 219 m (con quota massima a 679 m s.l.m.), nonché la realizzazione di un'ulteriore derivazione presso la Val Gallina. I motivi principali che portano all'innalzamento della diga sono due: la necessità di garantire sufficiente acqua di irrigazione alle agricolture delle pianure del Friuli e del Veneto; la maggiore produzione di energia elettrica in un periodo in cui il governo italiano riponeva nell'energia idroelettrica grandi speranze e responsabilità.

Questi motivi, legati alla particolarità della valle del Vajont, portano la SADE a presentare, nel gennaio 1957, una richiesta di variante al progetto che prevedeva una diga alta 265 metri e una capacità di bacino di 150 milioni di m³. Il progetto, che inizialmente considerava i soli fiumi Boite-Piave-Vajont, diventava adesso il progetto "Grande Vajont", con un sistema che comprendeva i fiumi Piave-Boite-Maè-Vajont, con l'aggiunta della centrale del Colomber nonché del serbatoio di Pontesei, che permetteva di confluire le acque del Boite e del Maè nel serbatoio del Vajont. Il progetto viene approvato dal Consiglio superiore dei lavori pubblici nel giugno dello stesso anno.

Il 1° luglio 1957 viene quindi presentata la domanda per l'autorizzazione provvisoria all'inizio dei lavori e la

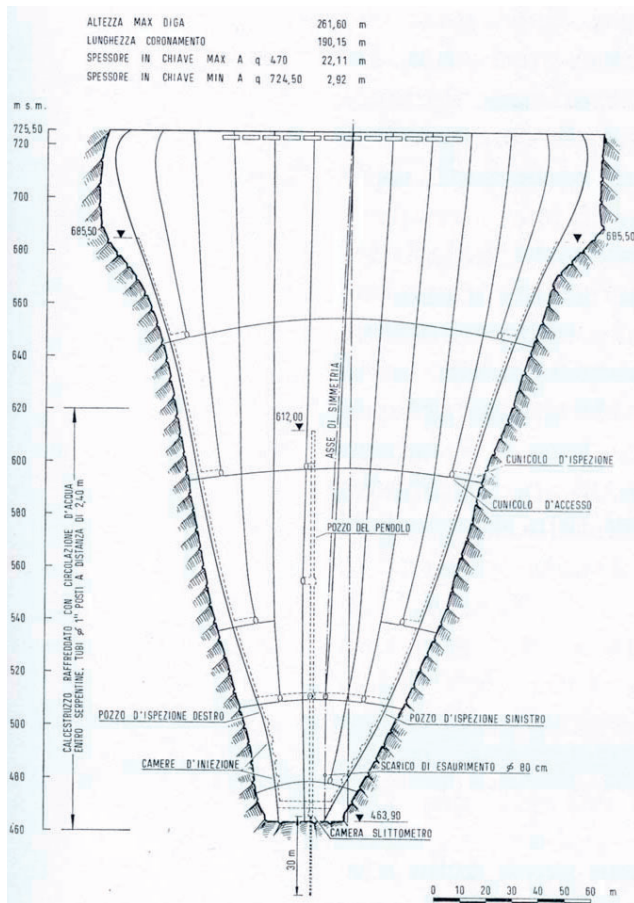


Figura 2.6 - Vista frontale della diga

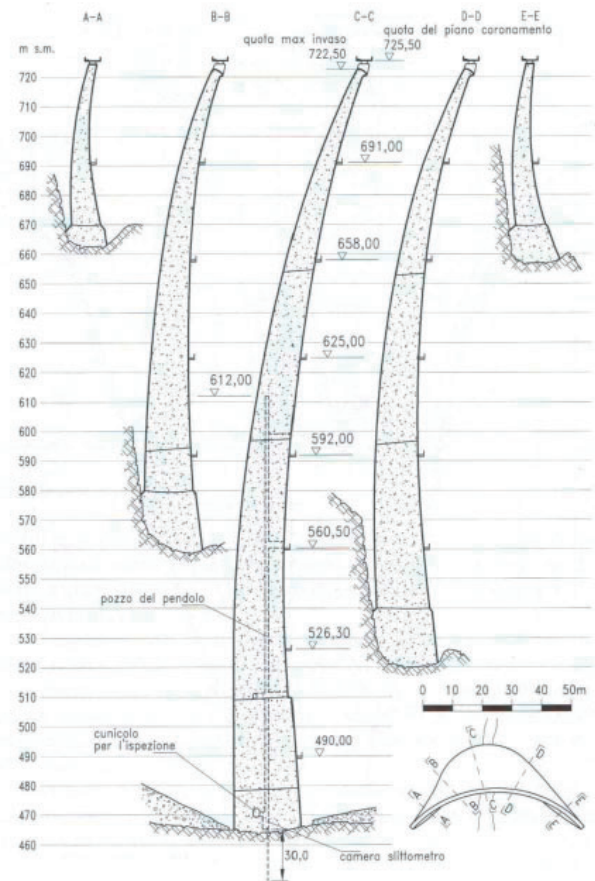


Figura 2.7 - Sezioni longitudinali della diga

dichiarazione di urgenza e indifferibilità. Questa viene autorizzata il 17 luglio 1957. Nello stesso anno venne condotto dallo specialista Leopold Müller il primo studio sulla stabilità del versante sinistro. Egli concluse che la realizzazione di un bacino in quella valle poteva causare frane di milioni di m^3 .

Geologicamente, i pluviali perimetrali poggiano su rocce calcaree del Giurassico medio formatosi 170-140 mln di anni fa. La formazione geologica viene chiamata calcare del Vajont poiché è tipica di questo territorio. Su questi strati, tra il 1957 e il 1958, iniziano i lavori di sbancamento e consolidamento con iniezioni di calcestruzzo. Nel 1958 iniziano invece i lavori alla diga, che terminano nel settembre 1960.

La diga, a doppio arco, ha un'altezza massima di 261.60 m, con un coronamento di 190.15 m. Ha uno spessore alla base, a quota 463.90 m s.l.m., di 22.11 m, e in sommità, alla quota 722.5 m s.l.m., di 3.4 m. Il piano stradale è collocato a quota 725.5 m s.l.m.

Si compone di 3 parti: due pluviali laterali a contatto con la roccia; il tampone, a chiusura della gola alla base della diga; e il corpo centrale. Il corpo centrale è poi suddiviso in 4 sezioni orizzontali, scomposte a loro volta in un numero variabile di conci verticali. Inoltre, la diga presenta al suo interno un foro verticale alto 162 metri in cui è alloggiato un pendolo. Corrispondente a questo, sotto la fondazione è stato alloggiato uno slittometro a controllo degli spostamenti della struttura in funzione del carico idraulico. La parte centrale della diga è inoltre

separata dalle altre attraverso dei giunti a cerniera, così da ridurre gli sforzi di trazione nel calcestruzzo. Il sistema strutturale risulta quindi isostatico.

La Figura 2.6 e la Figura 2.7 riportano alcuni disegni della diga.

Al progetto della diga e del bacino si affiancava la realizzazione di una strada carrabile che percorreva l'intero perimetro del bacino. Durante la realizzazione del tratto sul Monte Toc viene scoperta della roccia fratturata. Queste, insieme alla frana al bacino di Pontesei del 1959, spingono la società a condurre uno studio più approfondito del fianco sinistro della Valle, che porterà alla scoperta, nell'agosto del 1959, di una paleofrana.

Nonostante le criticità riscontrate sul versante del M. Toc, nell'ottobre del '60 iniziano i primi invasi. Alla quota di riempimento di 650 m s.l.m., il 4 novembre 1960 cade dal versante sinistro una frana di 700'000 m^3 e si crea una frattura lunga 2 km al di sopra della parte franata. L'incertezza sulla stabilità della montagna porta a ulteriori studi geologici da parte di Müller, che rilevano la presenza di una frana in movimento di 200 mln di m^3 . Nella sua relazione egli proponeva 6 possibili contromisure, osservando che nessuna poteva effettivamente risolvere il problema:

- Abbassamento lento del livello
- Impedire o ridurre drasticamente la penetrazione dell'acqua di precipitazione e disgelo
- Alleggerire la frana
- Un abbassamento di livellamento della falda mediante

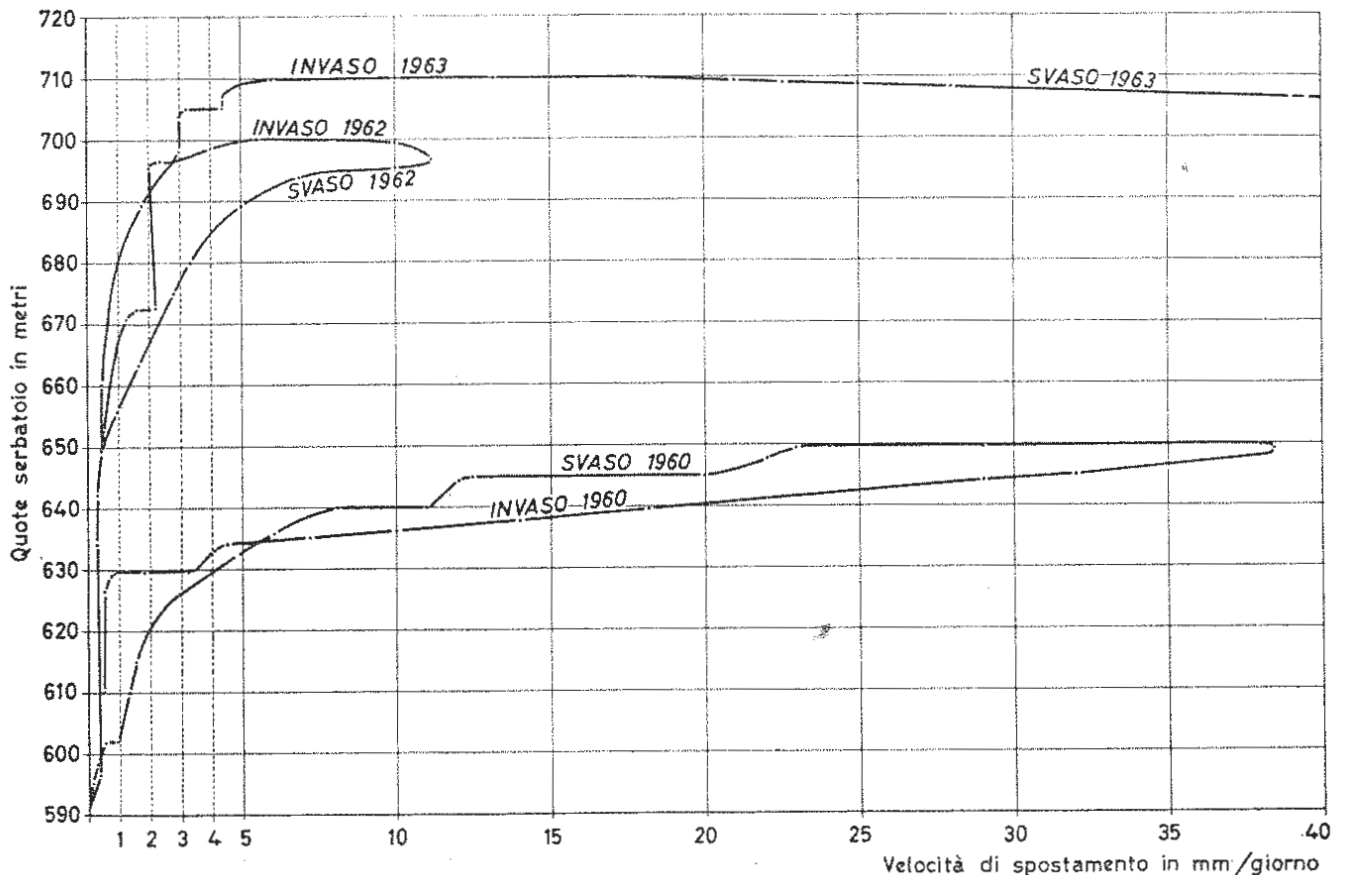


Grafico 2.1 - Spostamento di un caposaldo sul Monte Toc

drenaggi

- Cementare tutta la massa in modo da renderla impermeabile
- Costruire un ostacolo al piede della massa in frana con altre masse rocciose

Vennero installati in questo periodo i capisaldi a controllo dello spostamento della frana. Dei piezometri vennero invece posizionati durante l'anno successivo.

Da ultimo emerge, per la prima volta, non solo la correlazione tra movimento franoso e livello del lago, ma anche con le precipitazioni. Si riporta di seguito parte della lettera scritta da Carlo Semenza a Vincenzo Ferniani nell'aprile 1961:

"[...] Quanto i fenomeni attuali siano dovuti alle piogge, eccezionali ed eccezionalmente continuate, dalla seconda metà dell'anno scorso, [ossia maggio 1960] e quanto invece siano effettivamente dovuti al serbatoio, nessuno saprà mai; il fatto è che malauguratamente le due possibili cause hanno coinciso nel tempo. Se avessimo costruito il serbatoio alcuni anni fa in annate meno piovose e non fosse successo niente, oggi potremmo dire che la minaccia è dovuta unicamente alle piogge, ma purtroppo così non è, e dobbiamo sopportare le conseguenze di questa disavventura. [...] Non le nascondo che il problema di queste frane mi sta preoccupando da mesi: le cose sono probabilmente più grandi di noi e non ci sono provvedimenti pratici adeguati, a meno di pensare di far cadere buona parte del materiale addirittura, grandi mine, come proporrebbe l'ingegner Sensidoni; ma è il caso di arrivare a tanto? I professori Dal Piaz e Penta sono piuttosto ottimisti: tendono a non credere che avvenga uno scivolamento in grande massa e sperano (anch'io lo spero!) che

la parte mossa si sieda su se stessa. Sono entrambi d'accordo su ogni provvedimento di sicurezza, primo fra tutti la galleria "by-pass" [...] Dopo tanti lavori fortunati e tante costruzioni anche imponenti, mi trovo veramente di fronte ad una cosa che per le sue dimensioni mi sembra sfuggire dalle nostre mani."

Si procede quindi alla realizzazione di una galleria di by-pass, che terminerà nel dicembre 1961. Questa viene realizzata per permettere di mantenere operativo l'impianto nel caso vi fosse stata un'ulteriore frana. In concomitanza con questo intervento si effettuano delle prove idrauliche presso la centrale di Nove di Vittorio Veneto, che individuano nella quota 700 m il livello di assoluta sicurezza in caso di evento franoso.

Dopo questi lavori viene concesso un ulteriore invaso del bacino. Nel novembre del 1962 si raggiunge quota 700 m s.l.m., per poi procedere allo svaso fino a quota 649.5 nel marzo del 1963. Nello stesso mese l'Enel, subentrata alla SADE, chiede l'autorizzazione al terzo invaso fino a quota 715 m.

Il programma prevede di raggiungere quota 705.5 m nell'agosto del '63 e di procedere fino a quota 710 solo se gli spostamenti del versante sinistro di fossero arrestati. Sebbene questo non avvenne, si procede ugualmente all'innalzamento del lago. Il 4 settembre del 1963 si raggiunge la quota prefissata, con un bacino di 135 mln di m³. Il 27 dello stesso mese inizia lo svaso di 1 metro al giorno. I capisaldi disposti lungo il versante settentrionale del M. Toc registrano spostamenti di 30 cm al giorno. Si riporta, nel Grafico 2.1, lo spostamento di un caposaldo



dalla sua installazione fino allo svasso del 1963. L'8 ottobre la SADE pubblica la seguente ordinanza rivolta alla popolazione di Erto e Casso:

“Avviso di pericolo continuato. Si porta a conoscenza della popolazione che gli uffici tecnici della Enel-Sade segnalano l'instabilità delle falde del monte Toc e pertanto è prudente allontanarsi dalla zona che va dal Gorc, oltre Pineda e presso la diga e per tutta la estensione, tanto sotto che sopra la piana. La gente di Casso, in modo particolare, si premuri di approfittare dei mezzi che l'Enel-Sade mette a disposizione per sgomberare ordinatamente la zona, senza frapporre indugio, con animali e cose. boscaioli e cacciatori cerchino altre plaghe e siccome le frane del Toc potrebbero sollevare ondate paurose su tutto il lago, si avverte ancora tutta la gente e in modo particolare i pescatori che è estremamente pericoloso scendere sulle sponde del lago. Le ondate possono salire le rive per decine di metri e travolgere annegando anche il più esperto dei nuotatori. Chi non ubbidisce ai presenti consigli, mette a repentaglio la propria vita. Enel-Sade e autorità tutte non si ritengono responsabili per eventuali incidenti che possono accadere a coloro che sconsideratamente, si avventurano oltre i limiti sopra descritti.”

Il 9 ottobre 1963 l'invaso contiene 115 mln di m³ di acqua, con quota al pelo di 700. 45 m slm. I capisaldi registrano spostamenti di 10 cm/ora. Alle 22.39 dal monte Toc si stacca una massa di 260 mln di m³ che, alla velocità stimata di 100 km/ora raggiunge il bacino sollevando diverse onde. La prima è quella che con molta probabilità lambisce il borgo di Casso, alla quota di circa 950 m slm. Le onde successive si stimano di altezza pari a 40 m e

vanno in parte a monte del bacino, verso Erto, e in parte verso la diga.

Circa 25 mln di m³ di acqua oltrepassano la diga per defluire verso il fiume Piave. Si stima che l'onda abbia impiegato 4 minuti a percorrere i 1400 m che separano la diga dal fiume. Il paese di Longarone, dirimpetto alla valle, viene quasi completamente raso al suolo. Si recuperano solamente 1'500 cadaveri, anche se si stima che i morti possano essere circa 2'000.

Immediatamente dopo il disastro vennero avviati degli interventi di messa in sicurezza del territorio colpito. Infatti, il lago restante, a causa della frana e dell'occlusione della galleria di by-pass, si era innalzato di quasi 14 metri, mettendo in pericolo il paese di Erto; inoltre vi era il timore che ulteriori frane nella parte est del monte potessero creare onde abbastanza alte da raggiungere il paese di Cimolais oltrepassando il passo San Osvaldo. Si decise dunque di realizzare un muro di gabbioni presso il passo, nonché di avviare opere di rimozione forzata tramite pompaggio dell'acqua del lago.

Successivamente, nel 1964, si ripristinò la galleria di by-pass per permettere il naturale deflusso per gravità delle acque verso il fiume Piave.

Nel 2008 l'Assemblea delle Nazioni Unite, durante l'Anno internazionale del pianeta Terra, ha citato anche il disastro del Vajont affermando che “the Vajont reservoir disaster is a classic example of the consequences of the failure of engineers and geologists to understand the nature of the problem that they were trying to deal with”.

Sistema morfologico e ambientale

Erto e Casso si colloca tra due gruppi montuosi che ne definiscono i confini a nord e a sud: le Prealpi Carniche a settentrione e le Prealpi Bellunesi a meridione. Infine, risulta delimitato a est dalla Valle del Piave, mentre a ovest dal Passo sant'Osvaldo.

I rilievi, le cui sommità definiscono i confini municipali, connotano quindi l'interno territorio comunale insieme a due valli: la Valle del Vajont, che con direzione est-ovest separa i due gruppi prealpini, e la Val Zemola, a nord della prima e con direzione nord-sud. Il dislivello complessivo risulta notevole, andando dai 431 m s.l.m. alla base della Valle del Vajont (ancora visibile a valle della Diga), ai 2'652 m del Monte Duranno.

Tra le montagne più note e interessanti troviamo, oltre al già citato M. Duranno, il Col Nudo (2'472 m), il M. Salta (2'039 m), alle spalle del borgo di Casso, il M. Borgà (2'228 m), il monte Toc (1'921 m), il M. Porgeit (1'864 m) e il M. Buscada (2'106 m).

Le risorse idriche provengono da torrenti di origine tipicamente glaciale. I principali sono il Torrente Vajont, il Torrente Zemola e il Torrente Mesazzo. Questi corsi d'acqua hanno modellato nel corso dei millenni le omonime valli, rendendole particolarmente strette e profonde, tanto da permettere, in Val Zemola, la pratica del canyoning. È inoltre presente un bacino artificiale, il Lago del Vajont, nonché la condotta di by-pass.

Figura 2.8 - Fotografia realizzata poco dopo il disastro del Vajont e inquadrante il coronamento della diga

Analisi ambientale

La valorizzazione del paesaggio non si basa solamente sulla sua promozione turistica, ma anche e soprattutto sulla tutela del territorio e della biodiversità. Il comune di Erto e Casso è in tal senso direttamente coinvolto in quanto rientra all'interno di ambiti di tutela regionali, nazionali e sovranazionali. Gli enti che hanno competenze territoriali all'interno della municipalità sono l'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave e Brenta-Bacchiglione, l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA), l'Ente tutela Pesca (ETP), il Parco delle Dolomiti Friulane, le Alte Valli Occidentali, la rete Natura 2000. Di seguito verranno analizzati alcuni di questi enti in quanto definiscono alcune delle potenzialità descritte nel capitolo precedente e che si ritrovano anche all'interno del comune.

Natura 2000

A livello europeo la prima norma in materia di conservazione degli habitat naturali e seminaturali risale al 1992 con la Direttiva 92/43/CEE, recepita in Italia tramite il Regolamento D.P.R. 8 settembre 1997 n. 357. Insieme alla Direttiva sono stati definiti la rete ecologica Natura 2000 e il regime di tutela.

In particolare, la rete Natura 2000 è organizzata in SIC, ovvero Siti di Interesse Comunitario, ZSC, ovvero Zone Speciali di Conservazione e ZPS, ossia Zone di Protezione Speciale. Questi gruppi non vanno a definire solamente aree de-antropizzate, ma anche realtà in cui l'uomo ha contribuito a definirne i caratteri

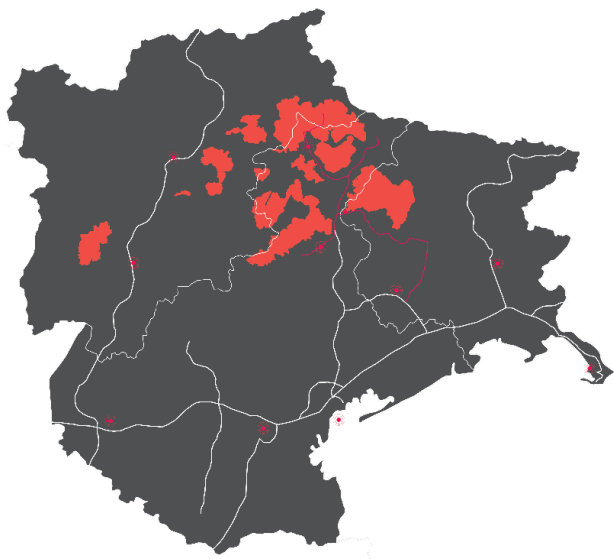


Figura 2.9 - Nord-est Italia con evidenziate le autostrade, le principali strade statali, nonché le Dolomiti Patrimonio dell'UNESCO

e l'attuale popolazione animale e vegetale. In Italia il 32% del territorio terrestre e marino è inserito all'interno della rete Natura 2000, per un totale di 2636 siti. Tra questi vi sono le Dolomiti Friulane.

Parco Naturale Regionale delle Dolomiti Friulane

Il Parco delle Dolomiti Friulane viene istituito nel 1996 con legge regionale n.42 in adeguamento alla L. 394/1991. Si estende su un territorio di 36'950 ha, all'interno di 8 comuni friulani. Una peculiarità è data dall'assenza di centri abitati entro i confini, ad esclusioni di piccoli insediamenti. Questo aspetto è legato alla scarsa densità abitativa del territorio, che ha permesso di mantenere inalterate le caratteristiche ambientali delle Dolomiti d'oltre Piave.

Alla base dell'attività del Parco ci sono i principi di valorizzazione, conservazione e recupero del patrimonio etnografico-naturalistico dei territori che ne fanno parte. Sotto l'ente Parco rientrano anche la diga e la frana del Vajont.

Siti UNESCO

Nel 1972 viene adottata dall'UNESCO la Convenzione sulla Protezione del Patrimonio Mondiale culturale e naturale. Essa definisce come patrimonio culturale i monumenti, gli agglomerati e i siti; come patrimonio naturale si considerano i monumenti naturali, le formazioni geologiche e fisiologiche, e i siti naturali; e come paesaggio culturale "creazioni congiunte dell'uomo e della natura". Dal giorno della sua istituzione ad oggi sono stati riconosciuti come Patrimonio mondiale 1121 siti

in 167 paesi. L'Italia e la Cina sono i paesi al mondo col maggior numero di siti UNESCO, 55. In particolare, nella nostra nazione vi sono 5 siti naturali, 8 paesaggi culturali e 42 siti facenti parte del patrimonio culturale. Nel 2009 le Dolomiti sono diventate Patrimonio UNESCO. La Figura 2.9 rappresenta i territori rientranti nella convenzione.

Alte Valli Occidentali

In accordo con il Codice dei beni culturali e del paesaggio e con la Convenzione europea del paesaggio è stato definito in Friuli-Venezia Giulia il PPR, ossia il Piano Paesaggistico Regionale. Al suo interno sono state individuate 12 aree territoriali simili per condizioni ambientali e socioeconomiche. In particolare, Erto e Casso rientra, insieme ai comuni di Andreis, Barcis, Bordano, Cimolais, Claut, Clauzetto, Frisanco, Tramonti di Sopra, Tramonti di Sotto, Trasaghis, Vito d'Asio, all'interno della Alte Valli Occidentali (all.13, AP3).

Le caratteristiche di questi comuni sono la loro marginalità, i marcati fenomeni di debolezza demografica, rilevanti flussi migratori e declino delle attività tradizionali, ma anche particolarmente interessanti sotto il profilo paesaggistico.

All'interno dell'allegato 3 il comune spicca per alcuni elementi unici e caratteristici, che a lato vengono riportati.

Per gli aspetti idro-geomorfologici, ecosistemici ambientali e per la costruzione della rete ecologica

- Ecotipo con funzione di connettivo – tessuti connettivi forestali con ambienti aperti discontinui: Erto e Casso

Per gli aspetti insediativi e per la costruzione della rete dei beni culturali

- Rete dei siti spirituali e dell'architettura religiosa (dal IV sec. In poi):
Chiesa di San Bartolomeo Apostolo
Chiesa di San Gervasio e San Protasio Martiri
- Rete delle fortificazioni:
Castello di San Martino
- Rete dell'età moderna e contemporanea:
Diga del Vajont (Archeologia rurale e industriale)
Erto, Casso e Diga del Vajont (Poli di alto valore simbolico
– presenza di insediamenti di valore storico-culturale)
Comune di Erto e Casso (Siti UNESCO)
Le Dolomiti (Siti UNESCO)

Aree compromesse o degradate e altre aree a vulnerabilità ambientale/idrogeologica

- Altre aree a vulnerabilità ambientale/idrogeologica/Elettrodotti/
Insediamenti produttivi inutilizzati o sottoutilizzati:
Erto e Casso
- Cave
Erto e Casso (cava pietra ornamentale "Buscada")
- Insediamenti generati da pianificazione attuativa inutilizzati, incongrui, incompleti:
Erto e Casso

Morfotipi

- Insediamenti storici originari:
Casso
- Insediamenti di dorsale o di versante:
Casso
- Terrazzamenti:
Erto

Rispetto agli ambiti di tutela pocanzi individuati il comune di Erto e Casso, ad esclusione dei centri abitati, rientra in parte all'interno del Parco delle Dolomiti Friulane e delle Dolomiti UNESCO, nonché nella rete Natura 2000. A differenza delle Dolomiti, il Parco comprende anche la diga, l'area della frana e il lago del Vajont.

Da un'analisi comparata emerge come la maggior parte del territorio soggetto a tutela sia boschivo, in particolare caratterizzato da conifere cedue quali Faggete, Ornielli, Carpini Neri, Abeti, Pinete e Mughete, con strati arbustivi, erbacei e muschiali. Di rilevante importanza sono anche le aree prative, sia sotto forma di praterie, che di pascoli d'alpeggio; nonché la vegetazione erbacea caratteristica dell'alto corso dei fiumi. Da ultimo si hanno i territori rocciosi, quali ghiaioni calcarei montani e/o rupi calcaree.



Le Dolomiti

“Il sito naturale Patrimonio Mondiale comprende nove sistemi montuosi nelle Alpi italiane, una serie di paesaggi montani unici al mondo e di eccezionale bellezza naturale: Pelmo e Croda da Lago (Belluno); Marmolada (Belluno e Trento); Pale di San Martino, San Lucano, Dolomiti Bellunesi, Vette Feltrine (Belluno, Trento); Dolomiti Friulane e d’Oltre Piave (Pordenone, Udine); Dolomiti Settentrionali (Belluno, Bolzano), un gruppo montuoso composto da quattro aree principali: le Dolomiti di Sesto-Cadini, i gruppi di Braies-Senes-Fanes con le Tofane, il Cristallo e le Dolomiti Cadorine; Puez – Odle (Bolzano); Sciliar, Catinaccio e Latemar (Trento, Bolzano); Dolomiti di Brenta (Trento); Bletterbach (Bolzano).

Le Dolomiti hanno avuto origine nel Triassico (circa 250 milioni di anni fa) dall’accumulo di conchiglie, coralli e alghe in zone con latitudine e longitudine diverse dall’attuale, dove esistevano mari caldi e poco profondi. Questi sedimenti si sono poi trasformati in roccia e il successivo scontro tra la placca europea e la placca africana ha fatto emergere le rocce innalzandole ad oltre 3000 metri sopra il livello del mare.

Il riconoscimento Unesco premia lo straordinario valore paesaggistico e naturalistico delle Dolomiti, il loro fascino e la loro bellezza. Il “paesaggio dolomitico”, infatti, che rappresenta il modello di uno specifico paesaggio montano, è caratterizzato da una vasta gamma di colori dovuta ai contrasti tra le morbide fasce verdi dei boschi e

delle praterie e le cime rocciose, estremamente varie sia per forma che per componenti: si passa da pareti verticali alte anche 1600 metri a gole profonde dai 500 ai 1500 metri. Moltissime vette dolomitiche misurano oltre 3000 metri di altitudine e ghiacciai di modeste dimensioni e nevai perenni si trovano a quote relativamente basse.

Le Dolomiti prendono il nome dal naturalista francese Déodat de Dolomieu (1750-1801) che per primo studiò il particolare tipo di roccia predominante nella regione, battezzata in suo onore dolomia (carbonato doppio di calcio e magnesio). Proprio per la particolare composizione chimica delle rocce, le Dolomiti stabiliscono con la luce un particolare legame che prende il nome ladino di Enrosadira, un fenomeno naturale che colora di oro, rosa, rosso, arancio e viola le vette dolomitiche all’alba e al tramonto. In pieno sole poi, le Dolomiti divengono ‘pallide’, tanto che la tradizione popolare le ha chiamate i Monti Pallidi.” [29]

Analisi Geologica

Le caratteristiche delle Dolomiti si ritrovano nelle montagne circostanti gli abitati di Erto e Casso sia nell'origine geologica, che nella composizione rocciosa alla base delle variazioni cromatiche assai note. In particolare, il territorio comunale è composto da rocce sedimentarie formatesi tra i 200 e i 40 mln di anni fa e un tempo costituenti fondali marini. Le diverse ere geologiche che si sono susseguite nei millenni sono state connotate da fenomeni tettonico-strutturali e morfogenetici – formazione e ritiro dei ghiacciai, erosione delle acque, carsismo e azione della gravità – che hanno modificato la naturale stratificazione e definito la morfologia attuale del territorio nonché le rocce superficiali. La dolomia – Dolomia Principale – rappresenta lo strato più antico, risalente al Periodo Norico (216.5 – 203.6 mln di anni fa). Tuttavia, la maggior parte del territorio è costituito da calcari formati tra il Giurassico Inferiore (199.6 – 175.6 mln di anni fa) e l'Eocene (55.8 – 33.9 mln di anni fa).

Tra il Cretacico Superiore (100.5 mln – 65.5 mln) e il Paleocene (65.5 mln – 55.8 mln) si ha invece la composizione della Scaglia rossa, ovvero la sedimentazione di marne e calcari marnosi rossastri a stratificazione centimetrica e decimetrica poco evidente. Dove con marne si intendono rocce sedimentarie a carattere argilloso.

Nell'ultima era geologica esistente, il Quaternario (2.58 mln ai giorni nostri) rientrano invece i depositi di versante,

Legenda pagina 37:

Figura 2.10 - Fotografia delle 5 Torri al tramonto

Figura 2.11 - Esempio Dolomiti

i depositi alluvionali recenti e attuali, i depositi morenici e da ultimo accumuli di frana antichi e recenti. I depositi di versante, rinvenibili principalmente in Val Zemola, indicano materiali detritici presenti lungo o ai piedi dei versanti, dovuti a fenomeni gravitativi o all'azione delle acque. Presentano dimensioni variabili e sono presenti soprattutto nelle zone interessate da sovrascorrimenti o faglie. Sempre in Val Zemola è possibile osservare la presenza di depositi alluvionali recenti e attuali – legati appunto all'azione di trasporto e deposito dell'acqua – e di depositi morenici, ossia accumuli caotici dovuti all'antica presenza di ghiacciai.

Per quanto riguarda gli accumuli di frana antichi, essi sono dovuti probabilmente a eventi legati al ritiro dei ghiacciai. Ne è un esempio la località Pineda, nata dall'accumulo di una frana staccatasi dalle pendici meridionali del Monte Salta. Sul territorio è inoltre presente una paleofrana, probabilmente dello stesso periodo, situata al di sopra dell'abitato di Erto, sul Monte Piave.

Da ultimo, le frane recenti, dislocate in tutto il comune, costituiscono un fenomeno ordinario legato alla morfologia del territorio. Le dimensioni sono spesso contenute, tranne i rari casi che meritano una nota: la frana del 28 ottobre 1674 del Monte Salta, tuttora visibile dall'abitato di Casso; e la frana del Vajont. [19]

Tabella 2.1 - Località di interesse geologico e morfologico all'interno del comune di Erto e Casso

Località di interesse geologico e morfologico	Interesse scientifico
Forra del Torrente Zemola: profonda al termine della Val Zemola, con pareti molto alte, molte forme di erosione (marmitte, massi levigati...) e cascate.	Geomorfologico
Cave del Monte Buscada: ex cava di "Ramello" o "Marmo rosso di Erto".	Geologia stratificata
Forme di erosione in alta Val Zemola: potenti depositi alluvionali con intensi fenomeni erosivi con forme che ricordano i calanchi.	Geomorfologico

Tabella 2.2 - Geositi all'interno del comune di Erto e Casso

Geosito	Grado di interesse	Interesse scientifico
Il geosito si trova lungo la strada della Val Zemola, e presenta in ottima esposizione una serie di pieghe metriche nell'ambito della "Serie Condensata in facies Ammonitico Rosso" al passaggio tra Giurassico e Cretacico.	Regionale	Geologia strutturale; geologia stratificata
Le Lastre di San Daniele (note anche come <i>Libri</i>): questo geosito presenta il risultato di un fenomeno di erosione selettiva che ha permesso di isolare una serie di "cataste" di lastre di calcare nodulare rosato. All'interesse scientifico si somma quello estetico, connesso alla spettacolare esposizione ed estensione, e all'estrema didatticità dell'affioramento	Nazionale	Geomorfologia; geologia stratificata
Piega del Monte Porgeit: con questo nome è indicata la sinclinale che nella Val Zemola costituisce il nucleo del Monte Porgeit. La stratificazione netta, la subverticalità del versante occidentale del monte la rendono particolarmente rappresentativa. La struttura è, inoltre, facilmente visibile e riconoscibile dalla strada della Val Zemola.	Regionale	Geologia strutturale; geomorfologia
Frana del Vajont: situata sui versanti settentrionali del Monte Toc, comprende le zone di distacco e di accumulo della grande frana verificatasi la sera del 9 ottobre 1963.	Sovranazionale	Geomorfologia; idrogeologia; geologia stratificata; geologia ambientale

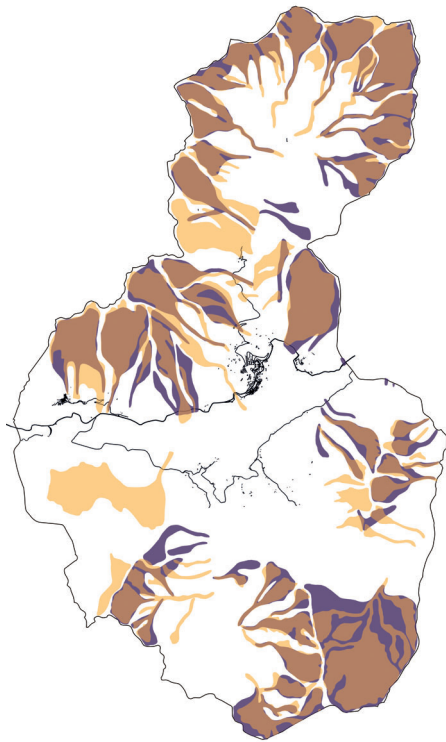


Figura 2.12 - Pericolosità da valanga nel comune di Erto e Casso

Emergenza ambientale

I geositi e i luoghi di interesse geologico, geomorfologico e idrogeologico

I fenomeni morfogenetici e le deformazioni prodotte dai movimenti tettonici cui si è fatto in precedenza cenno hanno generato nel tempo luoghi unici. Recentemente si è deciso di raggruppare alcuni di questi territori sotto l'appellativo di luoghi di interesse geologico e morfologico; mentre altri sotto l'appellativo di geositi, ovvero luoghi di interesse geologico su cui possono essere messe in atto politiche conservative.

All'interno della municipalità sono presenti tre luoghi di interesse e quattro geositi, riportati rispettivamente nella Tabella 2.1 e nella Tabella 2.2.

Al fine di creare un parallelo tra la situazione a livello nazionale e il caso studio scelto si inizia ad affrontare in questo paragrafo la questione delle emergenze ambientali che contribuisce a definire, come si è visto, la condizione delle aree interne.

Le principali problematiche ambientali che si rilevano nel comune di Erto e Casso sono legate alla sismicità del territorio, classificato come zona a pericolosità 2; al rischio incendi, in quanto la maggior parte del territorio risulta boschivo; e al dissesto idrogeologico e idraulico. Quest'ultimo, che per il caso in esame viene considerato nelle sottocategorie del pericolo frane e valanghe, viene di seguito analizzato nel dettaglio in quanto interessa puntualmente il territorio municipale.

Pericolosità da valanga

La mappa redatta dall'Autorità di Bacino [20] (vedi Figura 2.12) definisce la pericolosità da valanga sulla base della carta di localizzazione delle valanghe nonché su dati storici. Sulla base di queste valutazioni si hanno due tipi di valanghe: torrentismi rappresentanti elementi di pericolosità determinati per fotointerpretazione, e torrentismi rappresentanti elementi di pericolosità individuati mediante inchiesta sul territorio. Queste vengono classificate a pericolosità P2, ossia moderata. Qualora si abbia l'interpolazione delle due condizioni si definisce la pericolosità P3, ovvero elevata.

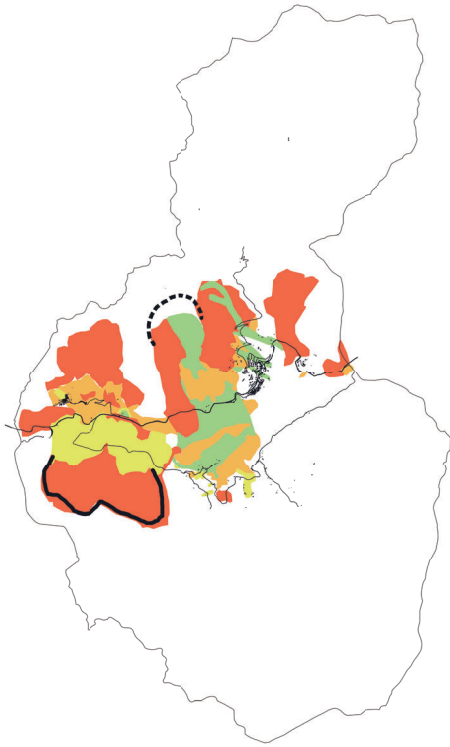


Figura 2.13 - Pericolosità da frane nel comune di Erto e Casso

Nel territorio comunale sono presenti numerose valanghe che, in taluni casi, possono coinvolgere la principale infrastruttura presente – la SR251, nonché i collegamenti secondari e, in casi più marginali, le aree urbanizzate. Piuttosto frequente è il caso di valanghe che coinvolgono la strada comunale che conduce a Casso, interrompendone la viabilità.

Pericolosità da frane

L'analisi geologica ha mostrato come il comune di Erto e Casso risulti piuttosto instabile e costellato da diverse frane più o meno recenti. Queste sono legate agli innumerevoli eventi tellurici e ai movimenti glaciali susseguitisi nei millenni, che hanno scomposto e frammentato il terreno rendendolo straordinariamente particolare ma anche pericoloso. Tra gli eventi più rilevanti si richiamano: la paleofrana presente sopra l'abitato di Erto; la frana che ha generato la località Pineda; la frana del M. Salta del 1674, nonché la paleofrana del M. Toc che è, come si vedrà, alla base del disastro del Vajont.

Ai giorni nostri le frane vengono classificate in 4 categorie, che vanno ad un grado 1 – P1, corrispondente alla pericolosità minima, a un grado 4 relativo alla massima, P4. [19]

La Figura 2.13 evidenzia un territorio a pericolosità prevalentemente medio-alta che coinvolge quasi totalmente il paese di Casso.

il borgo di Casso

analisi urbanistica

Legenda pagina 43 (secondo l'ordine di lettura):

Figura 3.1 - Fotografia storica 1

Figura 3.2 - Fotografia storica 2

Figura 3.3 - Fotografia storica 3

Legenda pagina 44:

Figura 3.4 - Fotografia storica 4

Figura 3.5 - Fotografia storica 5

Espansione

Dall'analisi dei documenti raccolti non è stato possibile ricostruire con precisione l'espansione del borgo nel corso dei secoli. Per tale ragione si è deciso di limitare l'analisi all'arco temporale che va dagli anni '30 del '900 al 2020.

La ragione di tale decisione è legata alla possibilità di accedere a testimonianze orali e fotografiche.

La situazione che si riscontra nel 1930 è quella di un paese con un tessuto urbano, se confrontato con quello attuale, pressoché già formato. L'insediamento che si vede è quello tipico di un borgo montano, compatto e in accordo con la morfologia del territorio.

Da un punto di vista viario, fino a inizio '900 il ruolo di collegamento coi borghi circostanti è affidato principalmente ai sentieri. I percorsi interni si presentano in accordo con il tessuto edilizio, mentre la strada carraia, inizialmente bianca, viene realizzata con molta probabilità tra il 1913 e il 1930. La fotografia riportata in Figura 3.1 mostra, oltre all'architettura in pietra delle case, anche un esempio di come le vie interne al paese fossero sterrate.

Il periodo che va dagli anni '30 al 1963 mostra una significativa variazione rispetto all'impianto originario. La maggior parte delle nuove costruzioni si distaccano da quello che potremmo definire centro storico, assumendo una collocazione sparsa e disomogenea. È un periodo florido per la comunità, con un aumento sia della popolazione che della ricchezza, che porta molti abitanti

ad avviare lavori di manutenzione ordinaria e straordinaria agli edifici. In questo contesto si ha l'introduzione di nuovi materiali nonché l'intonacatura di alcune facciate. Negli anni '50 vengono costruite le scuole elementari e sostituita la copertura del campanile precedentemente in legno (1950). Le fotografie in Figura 3.2 e Figura 3.3, scattate da una prospettiva simile, mostrano questo cambiamento. Nella prima si può inoltre notare un edificio immediatamente a sinistra del campanile che nella foto a destra lascia il posto a costruzioni di più modeste dimensioni.

Il tessuto viario accompagna la variazione urbana, andando a creare delle bretelle di collegamento tra il tessuto urbano preesistente e i nuovi edifici. Si ha inoltre la chiusura del cosiddetto Gà, fino a quel momento mantenuto a cielo aperto.

La fotografia in Figura 3.4 (si veda pagina 44), probabilmente coeva alla Figura 3.3, mostra il paese prima della costruzione della strada di accesso alle scuole elementari, nonché prima della copertura del Gà. Sono inoltre visibili le scuole elementari (la costruzione isolata in basso a sinistra). Da ultimo, è possibile osservare la prossimità delle coltivazioni al centro abitato.

Alla stessa pagina, nella fotografia in Figura 3.5, scattata subito dopo il disastro del Vajont, la strada di accesso alle scuole risulta già costruita.

Il periodo successivo, che si conclude alla fine del secolo XX, presenta solo poche modifiche rispetto a quella che è ormai la conformazione del borgo di Casso. Si riscontra







Figura 3.6 - Fotografia storica 6

il progressivo aumento del degrado urbano ed edilizio, con la creazione di un vuoto urbano causato dal crollo di un'abitazione. Di rilievo è l'avvio dell'attività estrattiva presso la vecchia frana del M. Salta, con la realizzazione della strada di accesso.

Infine, nell'arco temporale che va dal 2000 al 2020 si osserva, da un punto di vista edilizio, la realizzazione di un solo nuovo edificio, il nuovo acquedotto, nonché la ristrutturazione delle vecchie scuole, adibite poi a museo. Una variazione più rilevante si ha invece sul tessuto viario. Viene infatti realizzata la strada carraia di accesso alla parte ovest del paese, nonché uno spiazzo ad uso di parcheggio nei pressi del cimitero. La fotografia in Figura 3.6 e quella alla pagina successiva (Figura 3.7) confrontano questi aspetti.

Lettura insediativa

Da un punto di vista insediativo l'abitato di Casso si colloca lungo una dorsale tra la forra del Vajont e il Monte Salta. Gli edifici sono andati collocandosi lungo il pendio seguendo la morfologia del terreno, aspetto alla base della maggior parte dei borghi storici italiani. Un'altra caratteristica è l'inclinazione della copertura, concorde con la direzione delle curve di livello. Si veda la figura 11. Questi aspetti, legati al poco spazio a disposizione, unito alla necessità di utilizzare il territorio prevalentemente per scopi agricoli, portano, nel borgo di Casso, all'edificazione

di case strette in pianta e molto alte, addossate le une sulle altre in gruppi o file. Esse, data la loro particolare altezza, vengono soprannominate "case a fiammifero" o "case a torre".

Osservando le abitazioni è inoltre possibile notare come le case ai limiti di ogni fila venissero costruite prevedendo un possibile ampliamento della stessa in futuro. Venivano infatti predisposte, lungo il perimetro della facciata, delle pietre sporgenti al fine di collegare strutturalmente le abitazioni.

Un'altra particolarità sono i portici. Le origini non sono chiare, tuttavia è presumibile che siano legati allo sviluppo del borgo e alla necessità di più locali all'interno della singola abitazione.

In particolare, è probabile che inizialmente essi non fossero altro che strade. L'aumento degli abitanti ha portato dapprima alla realizzazione di porzioni di edificio sopra le strade, in modo da consentire comunque il passaggio; successivamente la mancanza di spazio ha portato alla loro totale chiusura. Oggi ne rimangono solamente piccole porzioni o tracce nella memoria dei paesani.

Lettura paesaggistica

La maggior parte del territorio a disposizione della comunità cassana era destinato all'agricoltura, un'attività praticata da tutta la popolazione.

La necessità di rendere il territorio, caratterizzato da ripidi



Figura 3.7 - Vista aerea di Casso

pendii, meno aspro e più facilmente lavorabile, nonché di dividerlo in appezzamenti appartenenti alle singole famiglie, ha portato alla trasformazione del paesaggio e alla realizzazione di terrazzamenti.

I territori interessati da tali modifiche comprendevano tutto lo spazio circostante il centro abitato con caratteristiche compatibili con l'utilizzo previsto. Essi sono ancora ben visibili nella parte sinistra del paese, mentre a destra, il territorio, lambito dalla frana del 1674, risulta più frammentato, tuttavia è comunque possibile ritrovarne la struttura, probabilmente realizzata con la pietra della frana.

Un'altra importante modifica del territorio era legata alla raccolta delle acque piovane con determinati sistemi di incanalamento, i cosiddetti Gà. Essi risultano tuttora presenti in diversi punti del paese.

Analisi architettonica

Lettura distributiva

La struttura portante verticale di questi edifici è realizzata principalmente in muratura di pietra calcarea locale, probabilmente dolomia, dalla tipica colorazione bianco-rossastra. La disposizione dei sassi risulta casuale, tranne che per l'occasionale presenza di corsi orizzontali, posti per regolarizzare, e di sassi d'angolo di maggiore dimensione e regolarità, posti a rinforzo. In presenza delle aperture sono invece inseriti archi di scarico al fine di ridurre le sollecitazioni sugli architravi. Questi ultimi sono in pietra, talvolta separati dalla muratura soprastante da travi in legno.

L'introduzione di nuovi materiali ha portato all'edificazione di strutture in mattoni di laterizio (pieni o forati), o di strutture miste pietra-laterizio. Queste ultime utilizzate in particolare per ampliamenti (sopralzi), balconi e, in casi limitati, per la realizzazione dei piedritti delle finestre.

Le fondazioni consistono nel proseguo della muratura fino al raggiungimento di strati resistenti di terreno.

Gli impalcati e la copertura sono tradizionalmente in legno, realizzato con travi allo stato grezzo e tavolato soprastante. Col tempo i soffitti delle case residenziali, anziché mantenere le travi a vista, vengono rivestiti utilizzando stecche di legno (*cantinéle*) e malta a chiudere. Dove la malta non riusciva ad attaccarsi alla superficie soprastante veniva aggiunta della carta a chiusura dei buchi, che veniva poi ricoperta di malta.

Negli anni vengono introdotte nuove soluzioni: solai e



coperture in cemento, con tavelle in laterizio disposte sopra e sotto la soletta in cemento; solai in cemento; solai in cemento e pignatte in laterizio.

Le finiture interne ed esterne si presentano in due varianti, con sassi faccia a vista oppure intonacate, dipendentemente della destinazione d'uso dell'edificio (vedi pagina XX del book). Il rivestimento esterno della copertura è, da tradizione, in lastre di pietra locale (vedi pag. XX del book). Col tempo sono state poi introdotte nuove tecniche che hanno diversificato notevolmente la tipologia. Oggi sono presenti coperture in tegole, di laterizio o di cemento, e in lamiera, ondulata o liscia.

Le aperture si differenziano per dimensione e numero a seconda della destinazione d'uso, e sono disposte principalmente lungo la facciata frontale e posteriore. Le facciate corte, se non comunicanti, possono presentare una sola colonna di finestre, oppure essere lasciate interamente cieche.

Solo per gli edifici residenziali sono presenti finestrate e, in diversi casi, chiusure opache. Queste ultime sono tradizionalmente costituite da imposte in legno, più recentemente sono state invece introdotte le tapparelle. Spesso sono presenti inferriate.

I sistemi di distribuzione verticale degli edifici ad uso residenziale erano originariamente in legno per tutto lo sviluppo dell'edificio. Successivamente si è diffusa l'usanza di realizzare la prima rampa in pietra. Solo in alcuni quest'ultima è stata ricavata scavando direttamente

la roccia. Negli edifici adibiti al ricovero degli animali sono presenti solo scale a pioli.

Analisi del degrado

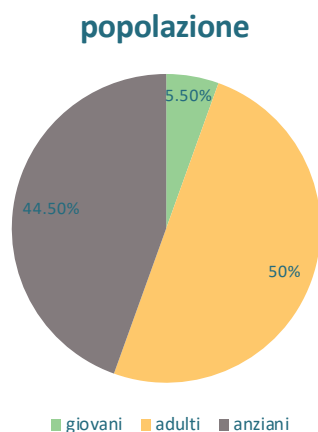
Il degrado dell'apparato edilizio è legato principalmente allo stato di abbandono in cui verte il paese.

Il danno più comune riguarda le coperture. L'assenza di una costante manutenzione e le infiltrazioni di acqua portano infatti alla marcescenza del legno delle capriate e di conseguenza al crollo dell'intera struttura o di porzioni di essa. Le medesime cause possono portare, col tempo, al deterioramento dei solai interni.

I principali danni riguardanti gli elementi murari consistono della sconessione delle pareti perimetrali o a causa della rotazione di una parete, o della spinta verso l'esterno di una parte della muratura. Il primo fenomeno è visibile dalla comparsa di crepe passanti lungo tutto lo sviluppo verticale della muratura oppure sulla parte più alta, con localizzazione agli angoli o in prossimità di aperture che indeboliscono la struttura.

Il secondo fenomeno è tipicamente caratterizzato dall'ingobbimento della muratura o nelle porzioni centrali o nelle parti sommitali.

Un'altra forma di degrado è legata all'incapacità dei piedritti di rispondere alle spinte orizzontali della muratura. Ne consegue lo spostamento o la rotazione rispetto alla sede iniziale. A lungo termine i fenomeni descritti portano



Legenda pagina 47 (secondo l'ordine di lettura):

Figura 3.8 - Esempio di degrado 1

Figura 3.9 - Esempio di degrado 2

Grafico 3.1 - Distribuzione popolazione per fasce d'età

Il grafico mostra la distribuzione della popolazione nel 2019 per classi d'età, suddivisa come segue:

- giovani: 0 - 25
- adulti: 25 - 65
- anziani: over 65

Analisi socioeconomica

Andamento demografico

al crollo della struttura.

Il degrado urbano, anch'esso legato all'assenza di una costante manutenzione, porta al sopravvento della natura sull'ambiente antropizzato.

Ne sono alcuni esempi la comparsa di pavimentazioni erbose dove precedentemente si avevano strade bianche o pavimentate. O ancora, la nascita di arbusti o alberi all'interno o in prossimità degli edifici abbandonati.

Da ultimo, in degrado ambientale è legato alla riduzione dell'uso del suolo. Conseguenze sono: la forestazione secondaria nelle aree un tempo coltivate o mantenute a prato; il deperimento e successivo crollo delle opere murarie dei terrazzamenti.

Questi fenomeni di transizione verso un ambiente de-antropizzato portano inevitabilmente all'aumento del dissesto idrogeologico.

Le fotografie in Figura 3.8 e Figura 3.9 forniscono due esempi di degrado urbano. Altri riferimenti si trovano alla Tavola 32.

Il disastro del Vajont è stato letteralmente un evento spartiacque per la realtà di Casso. E, forse, a differenza di altre comunità, nel tempo è continuato a subire gli effetti negativi di tale evento, anche e soprattutto a causa della sua collocazione geografica.

Fino al 1951 la popolazione del paese era in aumento. Sebbene non si abbiano a disposizione dati sull'andamento del solo borgo di Casso, la popolazione a livello comunale segnava da decenni un trend positivo (ad esclusione del censimento del 1936 per cui il dato segnava un segno meno). Il censimento del 1961 segna il primo vero calo, le cui ragioni possono ritrovarsi nel periodo di benessere che l'Italia stava vivendo, e che può aver spinto una parte della popolazione a cercare fortuna altrove.

Dopo il disastro del Vajont le autorità, ritenendo che i territori non fossero più sicuri, decisero di trasferire altrove la popolazione. Per la comunità di Erto questo si tradusse in parte con l'edificazione di Erto Nuova, collocata posteriormente al borgo storico. Per Casso e per il resto della comunità ertana, non essendo disponibile edificare nei dintorni, si optò per la realizzazione di nuovi centri abitati. Uno, Vajont, venne realizzato nel 1971 incorporando parte del territorio del comune di Maniago; il secondo, Nuova Erto, venne realizzato nel comune di

Ponte nelle Alpi.

Ai giorni nostri la popolazione comunale è in continuo calo e il ricambio generazionale un aspetto difficile da concretizzare.

Per quanto riguarda il borgo di Casso, la situazione è drammatica. A metà del 2019 si contavano 19 abitanti effettivi tra cui un adolescente. Un abitante contava quindi circa il 5.5% della popolazione (si veda Grafico 3.1)

Oggi se ne contano 15.

Economiche del passato e di oggi

Il borgo di Casso nasce, come descritto nella sezione storica, dallo stanziamento di falegnami. Oltre alla silvicoltura, altre due pratiche che si diffondono da subito sono la produzione di carbone e l'attività di guida e accompagnatore per i visitatori che dovevano attraversare la valle.

Successivamente allo stanziamento della popolazione si diffusero l'allevamento, l'agricoltura, e in certi casi la lavorazione del ferro.

Quasi tutte le famiglie allevavano animali, tra cui: galline, maiali, pecore, capre e bovini. Da questa pratica si ricavava il latte, da cui derivava la produzione di latticini; e la carne per la produzione di insaccati. Il fieno necessario all'alimentazione del bestiame si ricavava dallo sfalcio di tutto il territorio possibile, che infatti contava pochissime aree boschive.

Legenda pagina 50:

Figura 3.10 - Fotografia delle *Lastre di San Daniele* sul Monte Salta

L'agricoltura prevedeva la coltivazione di tuberi, cereali, ortaggi e legumi. Ad essa veniva dedicata una notevole porzione di territorio. Per la produzione della farina era presente un mulino ad uso pubblico, collocato lungo il sentiero che va a Erto. Di esso rimane oggi un rudere.

La mancanza di posti di lavoro nonché la necessità di avere più entrate hanno portato la popolazione, soprattutto la componente maschile, a cercare lavoro altrove (le occupazioni principali erano nel settore edilizio) o addirittura a emigrare in altri paesi. L'America latina è stata una delle principali mete, e ancora oggi ospita una piccola comunità di cassani.

I servizi disponibili sono sempre stati limitati, e la popolazione generalmente era costretta a spostarsi a Erto o a Castellavazzo.

Oggi le attività allevative famigliari sono totalmente scomparse, sopravvive solo il confezionamento invernale di insaccati. L'unica attività produttiva presente è un salumificio nella zona industriale. L'agricoltura viene ancora praticata anche se l'utilizzo del territorio si è fortemente ridotto, sia a causa della mancanza di persone, che dell'inviechiamento della popolazione.

I servizi disponibili rientrano nel settore terziario. Sono presenti: tre attività alberghiere, un bar, un negozio principalmente rivolto ai turisti, e un museo d'arte contemporanea – il Nuovo Spazio di Casso – gestito da Dolomiti Contemporanee.



Usi e costumi - Le leggende di Casso

Le leggende tramandate negli anni dalla popolazione rappresentano un aspetto importante e caratteristico della cultura cassana. Dai racconti degli abitanti più anziani è stato possibile raccoglierne alcune che quindi vengono raggruppate per tematiche ricorrenti.

L'oro

La presenza di oro nascosto nel territorio comunale è un argomento presente in diverse storie.

La più nota è l'anello d'oro di San Daniele. Si narra che, sulla cima del Monte Salta, sepolto tra le lastre ivi presenti, ci sia un anello d'oro dove un tempo San Daniele legava la sua barca, da cui il nome *lastre di San Daniele*.

Altre raccontano invece di calze o forzieri pieni d'oro sepolti per i prati circostanti il paese.

Il sacro

Una delle leggende più importanti legata a questo tema raccolta come sono arrivati a Casso i santi patroni Gervasio e Protasio. Si narra che essi fossero precedentemente i santi patroni di Podenzoi insieme a S. Rocco. Essendo sempre in lite, un giorno Dio scese sulla terra e, preso un sacco con tre dita, lo getto sulla sponda opposto della valle del Piave, imponendo ai SS. Gervasio e Protasio di trasferirsi lì. A ricordo di questo evento esiste

un sacco, sul sentiero che da Casso porta a Codissago, con impressa l'impronta delle tre dita.

La paura

Un altro tema era la paura. Vi erano infatti leggende che, utilizzando figure mostruose semi-umane, ammonivano i più giovani incutendo loro timore.

La più famosa è la storia della *Legrosega*, una donna con le zampe di capra chiamata in alcune versioni "befana". Si racconta che la sera dell'epifania la legrosega si fosse recata a casa di una donna con l'intento di riposare e filare insieme la lana. Tuttavia, una volta scoperta la sua vera identità, la padrona di casa, spaventata, la allontanata dall'abitazione con una scusa, per poi andare a coricarsi con suoi figli. La storia si conclude con la minaccia, da parte della *Legrosega*, che sarebbe stata punita per il suo comportamento se, per sua fortuna, non si fosse nascosta in mezzo a dei bambini innocenti.

O ancora, la storia del *Mafaruol*. In essa si racconta di un uomo malvagio, il *Mafaruol*, che cammina di notte per le vie di Casso. Si narra che, se una persona inavvertitamente metteva un piede sull'impronta del *Mafaruol*, sarebbe stata costretta a seguirlo in eterno nel suo vagare. Un racconto che veniva narrato soprattutto ai bambini che non volevano andare a letto presto.

il progetto E-MERGO

Legenda:

Figura 4.1 - La falesia di Erto

Legenda pagina 53:

Figura 4.2 - Indicazione del sentiero Trui del Sciarbon (sentiero del carbone) di collegamento tra Erto e Casso



La comprensione delle caratteristiche delle aree interne, dei punti di forza inespressi e delle emergenze che le riguardano, hanno delineato un quadro piuttosto critico. In questo contesto, il comune di Erto e Casso, ed in particolare il borgo di Casso, ripropongono nei loro aspetti storico-geografici le stesse problematiche e le stesse potenzialità delle aree interne.

Nell'analisi SWOT che segue si riassumono gli aspetti fondamentali del borgo, ponendo l'attenzione sugli elementi che costituiscono un potenziale da sfruttare. Questi punti andranno poi a creare la base del progetto E-MERGO.

SWOT Analysis

Nel definire i quattro punti dell'analisi si sono considerate due dimensioni. La prima è il borgo di Casso, alla quale sono rivolti gli *strengths* e le *weaknesses*, ossia i punti di forza e debolezza. A questo insieme viene "contrapposta" la dimensione esterna, ovvero tutti i luoghi e gli attori che non fanno direttamente parte del borgo, ma ne possono influenzare in positivo e/o in negativo le dinamiche. Si hanno qui le *opportunities* e i *threats* – opportunità e pericoli.

La trattazione che segue analizza prima tutte le potenzialità, interne ed esterne al borgo, per procedere poi con la trattazione delle difficoltà/problematiche

presenti.

Strengths

Nel capitolo 1 si è individuato, nell'elevato grado di naturalità, nella storia e nella cultura di questi territori, il potenziale che può contribuire a risolvere le problematiche che affliggono le aree interne.

A Casso ritroviamo questi aspetti nella straordinaria architettura del borgo, caratterizzata da case alte e strette in pianta, nelle coperture in lastre, e nell'impianto insediativo. Ma anche nella ridotta antropizzazione, che permette una maggiore e più costruttiva relazione con la natura e che definisce un ambiente a ridotto inquinamento ambientale e acustico. Un luogo in cui la frenesia della città lascia il passo a una dimensione più umana del vivere.

Questi aspetti possono permettere al paese di ritagliarsi una fetta di turismo laico, ma anche specializzato su queste tematiche. Un turismo di nicchia che può trasformarsi e alimentare una nuova collettività.

Vi sono poi le tradizioni nonché gli usi e costumi della popolazione locale, che se valorizzati possono avere la duplice capacità di generare turismo, ma anche e soprattutto di preservare e tramandare il passato, rinforzando la comunità esistente e futura.

La presenza del museo "Nuovo Spazio di Casso" è in tal senso un punto di forza che, come si è visto, già in passato si è fatto da tramite tra la memoria e il presente. Esso è, e può essere, un polo attrattore di un pubblico



misto, scientifico e artistico, colto e laico. Infine, la presenza di territori circostanti ad alto potenziale agricolo può essere il propulsore per lo sviluppo del settore agro-alimentare, caratterizzato da prodotti biologici e a km zero.

Opportunities

Il tema della naturalità si ritrova nei territori circostanti il borgo: le Dolomiti Friulane, il Parco, il Lago del Vajont. La biodiversità che essi racchiudono è fonte inestimabile di risorse, produttività e resilienza, sia per l'ambiente che per la popolazione. Le particolarità morfologiche e geologiche, che si traducono nella presenza di diverse falesie, possono essere sia motore di un turismo sostenibile, che di processi di studio e ricerca volti ad una sempre maggiore comprensione del territorio. Da qui la possibilità di creare rapporti coi luoghi culla del sapere, le Università. Infine, l'opportunità di raggiungere questi luoghi partendo da Casso fa inoltre del paese un punto di ritrovo e di riferimento per tutto il territorio limitrofo.

Vi è poi il disastro del Vajont, le cui particolarità e proporzioni hanno generato nel tempo un turismo che conta circa 60 mila presenze annue. La collocazione di Casso esattamente dirimpetto alla frana ne fa il migliore punto di osservazione, spingendo molti visitatori a percorrere la tortuosa strada comunale per poter "godere" della vista. Questo flusso turistico, se sfruttato, può generare un forte ritorno economico.

Nel contesto finora descritto Casso può giocare un ruolo da protagonista, soprattutto se si considera la sua collocazione geografica. Esso, infatti, sebbene non si trovi lungo la SS251, è il primo borgo che il turista proveniente dal Veneto incontra. Casso e la zona diga possono diventare i promotori di un turismo regionale rivolto alle Dolomiti Friulane e a tutti i comuni delle Alte Valli Occidentali.

Questo ruolo diventa ancora più strategico se messo in parallelo con l'evento delle Olimpiadi Invernali di Milano-Cortina 2026. Il notevole afflusso turistico generato potranno muovere l'economia non solo nelle due città capofila ma anche nei territori circostanti. Trovandosi a soli 10 km dalla Strada statale dell'Alemagna, il noto evento del disastro del Vajont potrebbe in tal senso attirare una buona parte di coloro che si sposteranno tra Milano e Cortina percorrendo la A4, la A27 e la SS51.

Weaknesses

Gli elementi che sono la forza di questo territorio rappresentano tuttavia anche gli aspetti di maggior debolezza e fragilità. Il carattere insediativo del borgo, contraddistinto da percorsi stretti e in pendenza, lo rendono di difficile accesso sia a persone con difficoltà motorie, che per il trasporto di carichi pesanti. Risulta inoltre problematica la gestione degli interventi di ristrutturazione immobiliare, nonché la gestione di emergenze, siano esse sanitarie o ambientali. Questi ultimi due punti risentono anche dell'esistenza di

una sola via di accesso al paese. Infatti, la strada comunale che conduce al paese, è in diversi punti a senso unico, priva di segnaletica stradale, e con sistemi di protezione laterali fatiscenti e sottodimensionati alla necessità. Da ultimo, in diversi tratti attraversa zone soggette a pericoli da valanghe e frane. Come si è accennato, diverse volte in passato tali eventi hanno isolato, sebbene per un breve periodo, il paese.

Uno degli elementi che definiscono un territorio “interno” è un trend demografico negativo, contraddistinto da un aumento dell'indice di vecchiaia e dall'assenza di un continuo ricambio generazionale.

Il borgo di Casso verde in questa situazione oramai da diversi decenni: popolazione in prevalenza anziana e totale assenza di giovani coppie e ragazzi. Ne consegue la perdita di identità culturale e l'abbandono delle tradizionali pratiche di coltivazione e cura dei boschi. Le emergenze delle aree interne diventano qui una realtà fortemente presente: l'antropizzazione, a causa del gravemente spopolamento, sta infatti lasciando progressivamente spazio alla cosiddetta forestazione secondaria. Essa tuttavia, come si è visto, non è un processo di rivincita della natura con un impatto positivo anche sulla vita dell'uomo. Diventa invece un'evoluzione incontrollata che, in un contesto come quello in esame, sta portando ad un aggravamento dell'emergenza ambientale ed economica, nonché a un peggioramento del contesto culturale.

Vi è infine l'assenza di servizi. L'intenso turismo legato al Vajont e alla montagna si confronta con un paese totalmente impreparato da un lato ad accoglierlo, e dall'altro a sfruttarlo. Sono infatti molto limitate le strutture a carattere alberghiero, e pressappoco assenti quelle ristorative. A questo si aggiunge la carenza di posti auto, solo 46 più uno per i disabili, e di aree adibite a campeggio. La carenza di servizi per il turista è parallela all'assenza di servizi per la popolazione nonché di posti di lavoro, fattori che spingono un individuo a preferire altri contesti abitativi.

Threats

Alle tante opportunità presenti sul territorio limitrofo vanno contrapposte le innumerevoli problematiche. Il Cadore, culla della produzione di occhiali, ha subito negli anni un declino del settore, con la chiusura o la dislocazione di parte della produzione all'estero. Questo ha ridotto le offerte lavorative, impoverendo un territorio già fragile, e cambiando il volto di molti paesi, in parte spopolandoli, in parte tramutandoli in semplici dormitori.

Le infrastrutture presenti sul territorio sono fatiscenti e insufficienti a consentire la mobilità dei tanti turisti che vi si recano per soggiorni più o meno lunghi. Bastano pochi esempi: per raggiungere Cortina si percorre ancora una strada realizzata nel 1830 che nel tempo ha subito ben poche implementazioni. L'intenso traffico estivo porta alla paralisi sia delle infrastrutture immediatamente a ridosso della cittadina, che dell'intera valle, a volte fino



Legenda:

Figura 4.3 - Esondazione torrenti Varma e Cellina

all'imbocco della A27, con conseguente disservizio per tutta la popolazione. Per quanto riguarda il Friuli, l'unica strada che attraversa la Valcellina, la SR251, è spesso volte interrotta a causa dell'esonazione di alcuni fiumi, e negli anni gli innumerevoli interventi non hanno mai completamente risolto il problema. Vi è infine, il tratto di galleria che collega il comune di Erto e Casso con Longarone, a senso unico, con un semaforo di 7 minuti, e non adatto al passaggio di mezzi pesanti in quanto il passaggio risulta molto stretto in diversi punti.

Da ultimo la distanza rispetto ad alcuni servizi di base, come l'ospedale, le scuole di istruzione media e superiore, nonché ai servizi amministrativi.

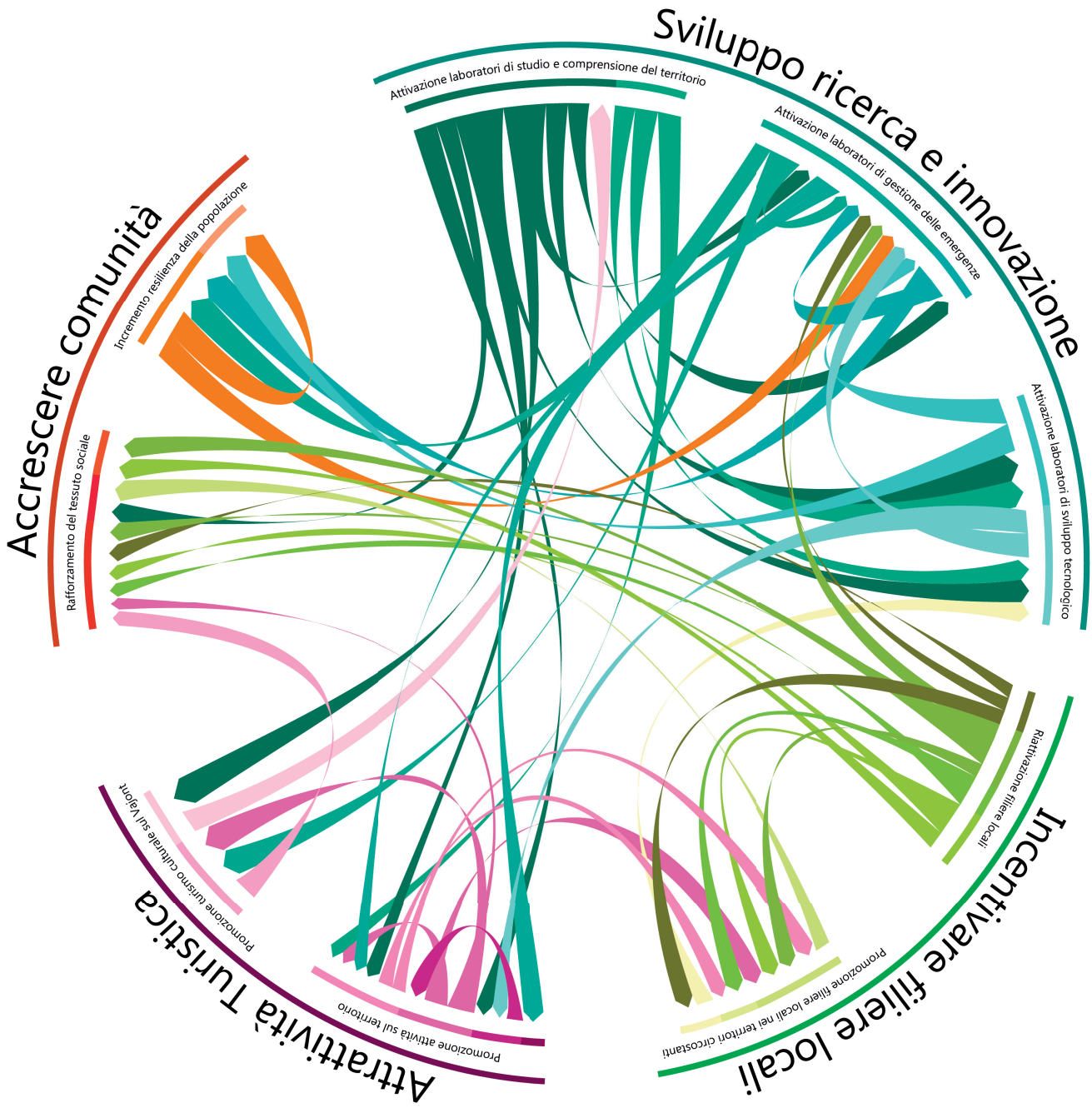
Il progetto E_MERGO

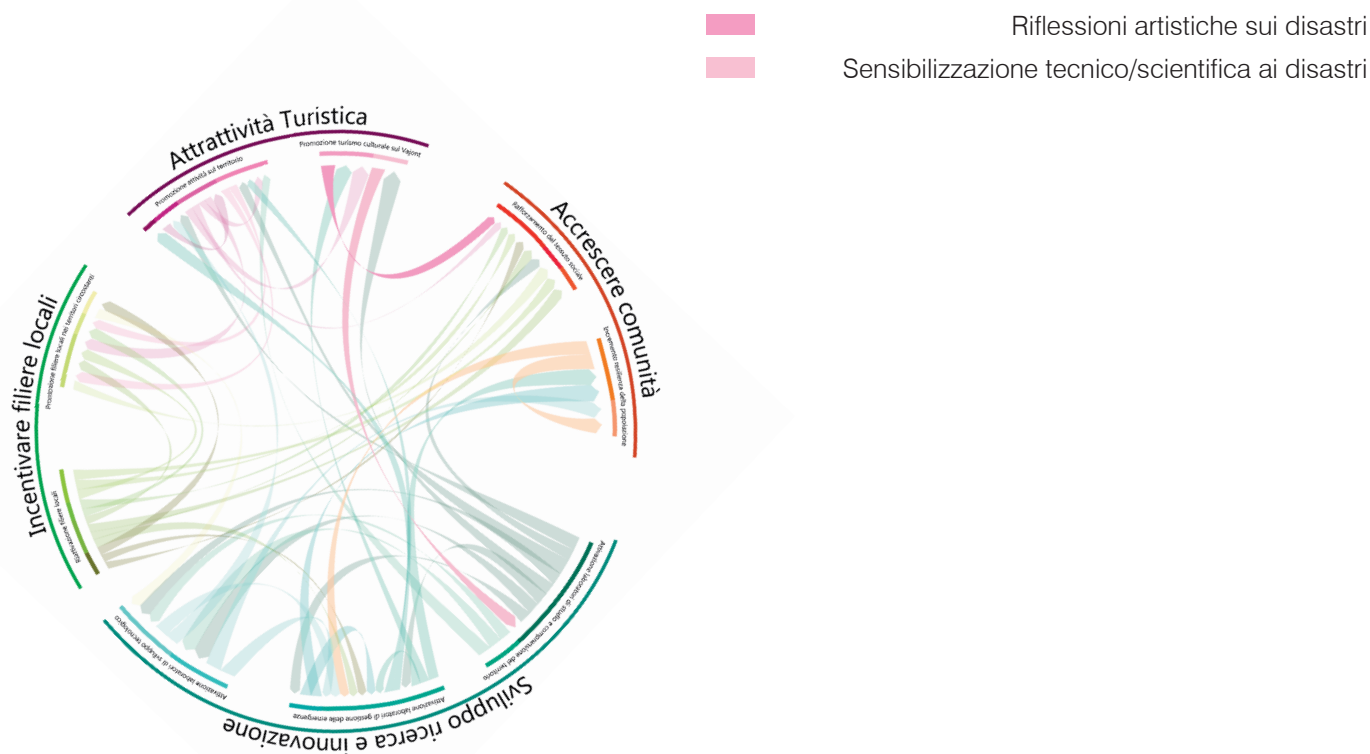
Gli elementi raccolti hanno portato alla definizione un progetto di rilancio del paese, definito progetto E-MERGO, basato su quattro obiettivi.

Il primo, *Attrattività turistica*, lavora sull'alta vocazione turistica del territorio, sia in termini ambientali-naturalistici che legati alle vicende del Vajont. Vi è poi lo *Sviluppo della ricerca e dell'innovazione*, legato soprattutto alle particolarità geologiche e ambientali del luogo. *Incentivare filiere locali* sviluppa le tradizionali pratiche agricole, allevative e di cura del territorio. Da ultimo, figlio degli obiettivi precedenti ma comunque alla base di tutto il progetto, si ha *Accrescere comunità*, legato al

rafforzamento dell'identità comunitaria in dissolvimento. Ognuno di questi obiettivi determina delle strategie, che a loro volta generano delle azioni. Lo schema scelto è una circonferenza, al cui interno dei fasci, le azioni, generano e vengono generate da altre azioni. Un processo che vive e si sviluppa grazie alla presenza di tutti gli attori, creando rapporti di interdipendenza che rafforzano il sistema rendendolo, nel lungo periodo, più stabile e resiliente. Per facilitare la lettura dello schema sono stati scelti, per gli obiettivi, quattro colori. In dettaglio: il blu per *Sviluppo della ricerca e dell'innovazione*, l'arancione per *Accrescere comunità*, il viola per *Attrattività turistica*, e infine il verde per *Incentivare filiere locali*. Le azioni derivanti da ogni obiettivo sono state rappresentate utilizzando lo stesso colore, ma con tonalità diverse. Questa strategia rende più immediata la comprensione degli effetti di ogni strategia e di ogni azione sulle altre.

Di seguito si analizzano le varie strategie e le azioni da esse derivanti. L'ordine scelto è, in un'ottica realistica, quello più probabile.





Promozione turismo culturale del Vajont

Questa strategia si sviluppa secondo le seguenti due azioni: *Riflessioni artistiche sui disastri*; *Sensibilizzazione tecnico/scientifica ai disastri*.

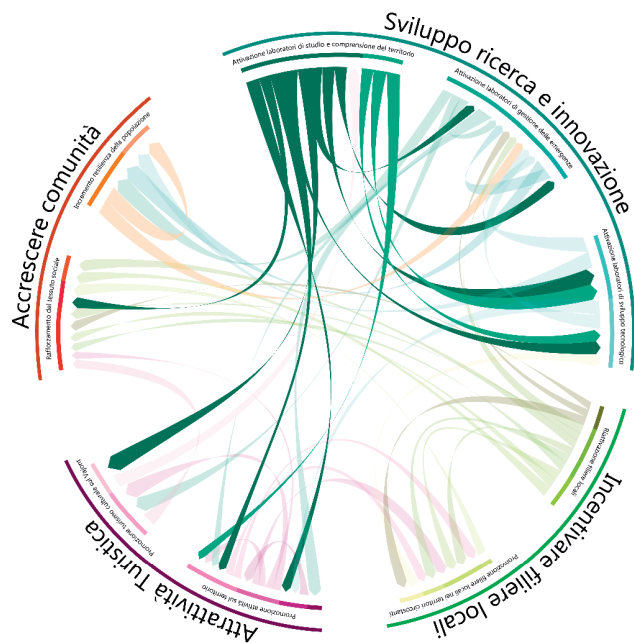
La storia del Vajont è costellata da diversi fatti ed eventi importanti, come ad esempio la straordinaria ingegneria alla base del secondo ponte sul Colomber e della stessa diga del Vajont, nonché la particolarità di un disastro frutto di molte cause concomitanti e di non immediata comprensione. Questi aspetti interessano in modo particolare professionisti quali ingegneri civili e geotecnici, geologi, ma anche studenti e ricercatori. A loro è rivolta l'azione *Sensibilizzazione tecnico/scientifica ai disastri*. In primo luogo, poiché spesso il buon senso tecnico e scientifico lascia il posto a interessi economici e politici; secondariamente, perché conoscere gli eventi del passato riduce la probabilità che essi si riverifichino nuovamente.

La prima azione – *Riflessioni artistiche sui disastri* – è invece rivolta in particolare al restante pubblico, composto dai sopravvissuti alla tragedia, dalla popolazione locale, nonché dei turisti. I disastri, siano essi naturali o provocati dall'uomo, portano con sé un importante carico emotivo. In tal senso l'arte può essere un mezzo per tramandare, ricordare ed elaborare un evento drammatico.

Queste due azioni sono attuabili a Casso in quanto è il luogo più prossimo al disastro, e perché è probabilmente il paese che, a distanza di 57 anni dalla tragedia, più risente dei suoi effetti. In quest'ottica il paese

passa dall'essere una realtà che subisce tristemente e passivamente il suo passato, a un luogo che si fa interprete e divulgatore di quanto è accaduto. Inoltre, già esiste il Nuovo Spazio di Casso. Esso può diventare un luogo, come già in precedenti occasioni è stato, per ricordare e reinterpretare, al pubblico, eventi disastrosi come il Vajont.

All'interno del progetto E-MERGO, quest'ultima azione ha ricadute nella strategia Rafforzamento del tessuto sociale, in particolare per quanto riguarda l'azione *Recupero e valorizzazione memoria e tradizioni*. La seconda invece, *Sensibilizzazione tecnico/scientifica ai disastri*, ha effetti sull'azione *Studio della morfologia e delle criticità del territorio*.



- Studio della morfologia e delle criticità del territorio
- Studio delle tecniche costruttive tradizionali

Attivazione laboratori di studio e comprensione del territorio

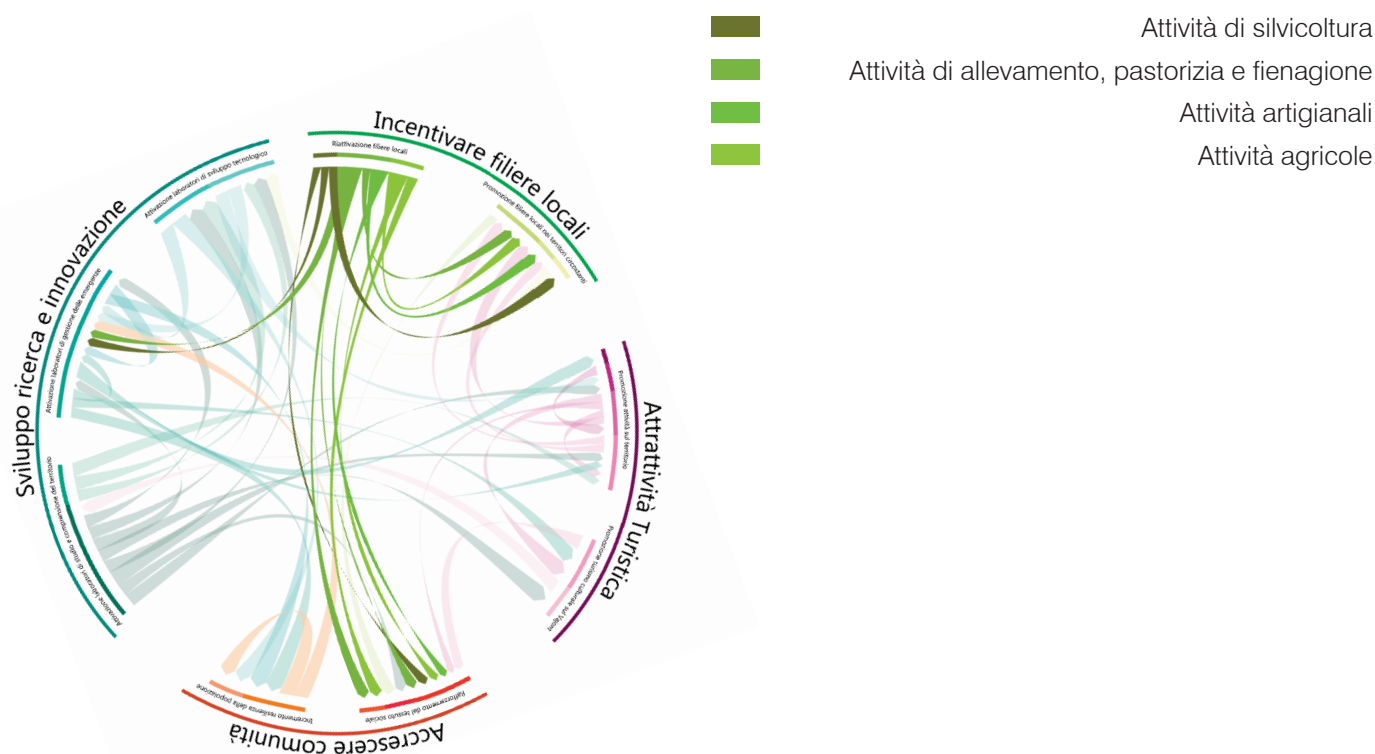
Questa strategia è definita da due azioni: *Studio della morfologia e delle criticità del territorio* e *Studio delle tecniche costruttive tradizionali*. Essa si lega alle particolarità insediative del territorio nonché alle sue caratteristiche geologiche ed ecosistemiche, aspetti che sia a livello comunale che sovracomunale ricoprono un importante ruolo. La prima azione, giustificata dalla volontà di sensibilizzare il pubblico sui disastri, si sviluppa qui nella creazione di un polo di ricerca che indaga le particolarità e le criticità del territorio sia attraverso nuove tecnologie e conoscenze, sia sfruttando il sapere tramandato di generazione in generazione dalle popolazioni locali.

Di pari passo si ha lo studio delle tecniche costruttive di questi borghi, siano esse edili o di trasformazione del paesaggio, permettendo una migliore manutenzione del costruito nonché un recupero delle pratiche locali. Ne beneficiano le azioni di *Elaborazione tecniche di consolidamento mirate*; di *Progettazione di nuovi sistemi costruttivi* e di *Promozione del territorio*.

La creazione di nuovi posti di lavoro ha ricadute sull'implementazione occupazione sul territorio; la scoperta di nuove particolarità morfologiche implementa in modo circolare l'azione *Sensibilizzazione tecnico/*

scientifico ai disastri nonché la *Promozione del territorio*; l'hub diventa un punto di riferimento per i ricercatori, rendendo necessaria l'*Implementazione delle strutture ricettive*.

Da ultimo, la conoscenza dei pericoli cui sono esposti gli abitanti fornisce informazioni più precise circa il *Miglioramento piani di risposta alle emergenze*, ad un'efficace *Educazione della popolazione alla convivenza coi rischi*, nonché all'*Attivazione di laboratori di sviluppo tecnologico* mirati alle esigenze e alle particolarità del territorio.



Riattivare filiere locali

La strategia *Riattivazione filiere locali* promuove la rigenerazione di pratiche diffuse un tempo nel borgo di Casso e ormai quasi scomparse a causa dell'invecchiamento e della riduzione della popolazione. Queste vengono sintetizzate dalle seguenti azioni: *Attività di silvicoltura*; *Attività di allevamento, pastorizia e fienagione*; *Attività artigianali*; *Attività agricole*. Tutte queste, essendo alla base della storia della comunità, portano allo sviluppo dell'azione di *Recupero e valorizzazione della memoria e delle tradizioni*.

Il vantaggio di riattivare pratiche del passato ne garantisce il successo in quanto già sperimentate e certe nella riuscita. Per quanto riguarda l'allevamento, questo consiste in prima battuta nel reintrodurre gli stessi animali allevati in passato: ovini, suini, caprini, bovini. Per le pratiche agricole, si traduce invece nella coltivazione degli ortaggi, dei tuberi, del mais, dei legumi. Le pratiche artigiane sono invece legate alla lavorazione del legno, e dei filati. A questa solida base si possono affiancare nel tempo nuove sperimentazioni, come ad esempio l'introduzione di nuovi capi di bestiame e/o nuove coltivazioni.

Questa strategia unisce la tradizione all'innovazione, permettendo alle nuove aziende di essere competitive e di ritagliarsi una fetta di mercato. Inoltre, creando posti di lavoro, contribuisce anch'essa all'*Implementazione dell'occupazione sul territorio*. Contribuiscono inoltre alla

Promozione delle filiere locali nei territori circostanti.

In dettaglio, per quanto riguarda la silvicoltura, il rinnovato mantenimento del verde porta alla *Vendita di legname e derivati*. Questa pratica, insieme alle attività allevative e di fienagione e dalle attività agricole portano alla *Riduzione dell'esposizione del territorio al rischio*. Inoltre, le attività allevative e agricole, grazie alla produzione di prodotti caseari e vegetali, sviluppano anche l'azione *Filiere corte e promozione gastronomica*.

Infine, dalle attività artigianali deriva la realizzazione e *Vendita di prodotti artigianali* sul territorio e nei comuni limitrofi.



- Elaborazione tecniche di consolidamento mirate
- Progettazione di nuove tipologie e sistemi costruttivi

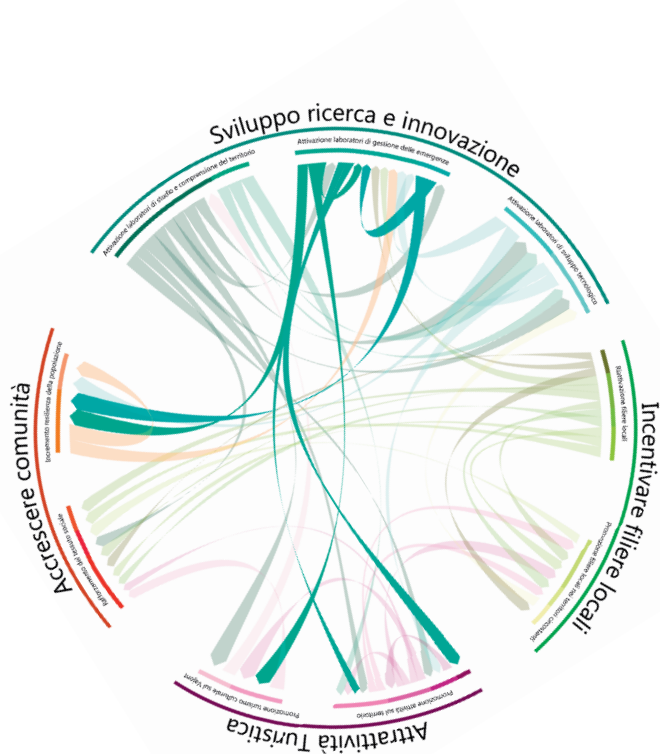
Attivazione laboratori di sviluppo tecnologico

Dalla strategia di *Attivazione di laboratorio di studio e comprensione del territorio*, e in particolare della *Studio delle tecniche costruttive tradizionali* deriva la presente strategia di *Attivazione di laboratori di sviluppo tecnologico*.

La prima azione che ne consegue è l'*Elaborazione di tecniche di consolidamento mirate*. La comprensione del territorio e delle tecniche di costruzione del passato permettono di intervenire nella maniera più appropriata sia sullo stato di degrado in cui vertono il borgo e il territorio circostante, che nei confronti dei rischi ambientali cui essi sono esposti. Questo punto porta alla *Rigenerazione consapevole degli immobili*, nonché alla *Riduzione dell'esposizione del territorio al rischio*.

La seconda azione è la *Progettazione di nuove tipologie e sistemi costruttivi*. Una delle caratteristiche del borgo di Casso è stata la continua introduzione dei nuovi sistemi costruttivi che si presentavano sul mercato. Questo ha modificato il carattere originario del paese ma, citando ancora una volta la Convenzione di Faro, lo ha anche arricchito di nuova storia. In questa prospettiva l'acciaio il legno possono affiancare le tecniche costruttive del passato, andando allo stesso tempo a rispondere con efficacia alle nuove esigenze di sostenibilità, economicità e conservazione del carattere storico del paese. Esse inoltre permettono anche l'introduzione di nuove tipologie edilizie più rispondenti alle esigenze contemporanee,

permettendo l'*Implementazione delle strutture ricettive*. Ne è un esempio la costruzione di un auditorium.



- Campagne informative sulla gestione del rischio
- Riduzione dell'esposizione del territorio al rischio
- Miglioramento piani di risposta alle emergenze

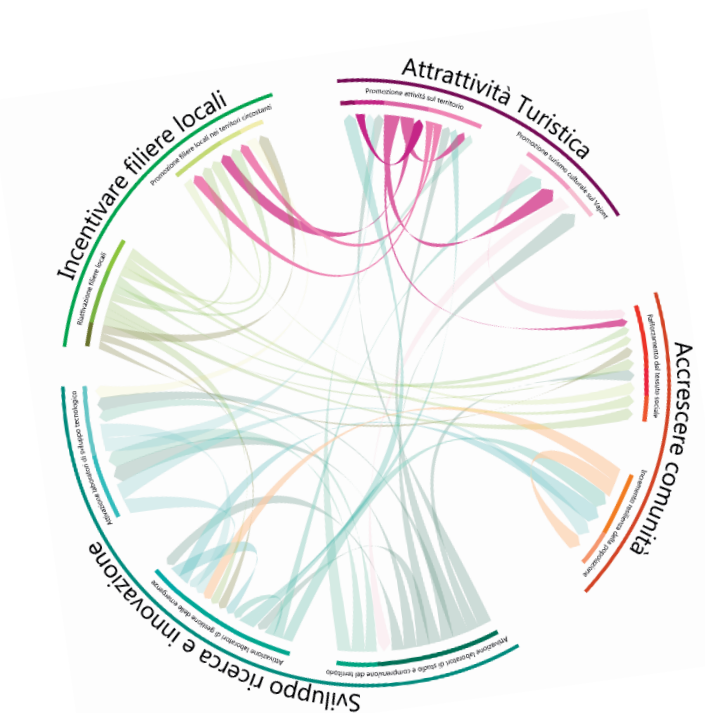
Attivazione laboratori di gestione delle emergenze

La strategia di *Attivazione di laboratori di gestione delle emergenze* definisce tre azioni: *Riduzione dell'esposizione del territorio al rischio*; *Miglioramento dei piani di risposta alle emergenze*; organizzazione di *Campagne informative sulla gestione del rischio*.

In dettaglio, lo studio continuo e approfondito della morfologia e delle criticità del territorio porta alla definizione di un quadro puntuale e aggiornato di tutte le situazioni emergenziali presenti a livello locale e comunale. È possibile quindi attuare un programma di continuo *Miglioramento dei piani di risposta alle emergenze*, adattato al mutamento dello stato delle cose. A questo si deve affiancare l'attività di prevenzione e risposta alle emergenze, con la programmazione di *Campagne informative sulla gestione del rischio*. In termini di rischio ambientale, la popolazione in passato sapeva affrontare alcuni eventi grazie alle conoscenze tramandate da generazioni. Oggi tuttavia questo sapere è in parte perduto, in parte inefficace. Per quanto riguarda invece le emergenze sanitarie, la maggior parte della popolazione è impreparata ad affrontare situazioni che richiedono un intervento immediato. Informare la cittadinanza risulta estremamente necessario, soprattutto in un contesto isolato come quello in esame. A questa azione conseguono l'*Educazione della popolazione alla convivenza coi rischi*, lo sviluppo dell'azione *Riflessioni*

artistiche sui disastri, nonché la *Riduzione dell'esposizione del territorio ai rischi*.

Questa azione, determinata da diversi punti analizzati in precedenza, permette a sua volta lo *Sviluppo delle attività sportive esistenti* e di incentivare la *Promozione del territorio*, in quanto esso diviene più sicuro e accessibile per tutti.



- Sviluppo delle attività sportive esistenti
- Implementazione strutture ricettive
- Realizzazione di eventi sul territorio
- Promozione del territorio

Promozione attività sul territorio

L'obiettivo di *Attrattività turistica* si compone di due strategie. Mentre la prima - *Promozione turismo culturale del Vajont* - è legata alla memoria del disastro del Vajont e ai disastri in generale, la seconda è basata sulla *Promozione di attività sul territorio*.

Nel comune di Erto e Casso è possibile praticare, tra le altre attività, l'arrampicata, e il trekking. Le condizioni di abbandono ed esposizione ai rischi di incendi e frane rendono tuttavia queste attività pericolose e di difficile sviluppo. Le azioni di *Riduzione dell'esposizione del territorio al rischio* nonché l'*Attività di silvicoltura* portano alla definizione della prima azione: *Sviluppo delle attività sportive esistenti*.

La seconda azione di questa strategia è *Implementare le strutture ricettive*. Esse risultano infatti fondamentali per poter accogliere e sfruttare il turismo che affluisce nel borgo di Casso.

La possibilità di accogliere e ospitare in loco i turisti contribuisce alla *Promozione del territorio* nonché alla *Realizzazione di eventi sul territorio*.

Quest'ultimo aspetto ha molteplici ricadute: la *Promozione del territorio*, lo sviluppo delle attività di *Sensibilizzazione tecnico-scientifica ai disastri*, la *Promozione gastronomica* e da ultimo il *Recupero e valorizzazione della memoria e delle tradizioni*.



Promozione filiere locali nei territori circostanti

Ogni territorio è unico nei suoi aspetti ambientali, culturali, climatici e floro-faunistici. Ne deriva che i beni ivi prodotti sono propri del luogo di provenienza e inimitabili.

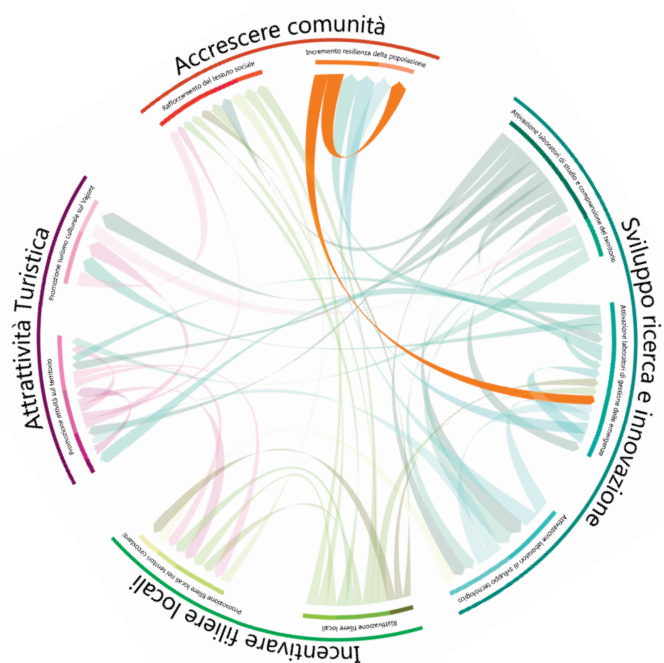
Con territorio si intende qui non solo il borgo di Casso e il comune di Erto e Casso. Le Alte Valli Occidentali, delle quali si è discusso alla pagina 34, rappresentano dei luoghi accumulati da caratteristiche simili sia sotto il profilo naturale che antropico. Nasce quindi la possibilità di creare, grazie alla riattivazione delle filiere allevative e agricole, una rete territoriale di *Promozione gastronomica* che sviluppi e diffonda le particolarità di ogni piccolo paese generando un sistema che ancora una volta promuove il territorio in senso ampio e locale.

Di questo sistema beneficia anche la comunità, grazie all'implementazione dell'occupazione sul territorio, che non si limita solo a chi produce ma anche ai terzi che rivendono i beni prodotti.

Un'altra azione legata a questa strategia è la *Vendita di prodotti artigianali*, diretta conseguenza dall'azione Attività artigianali.

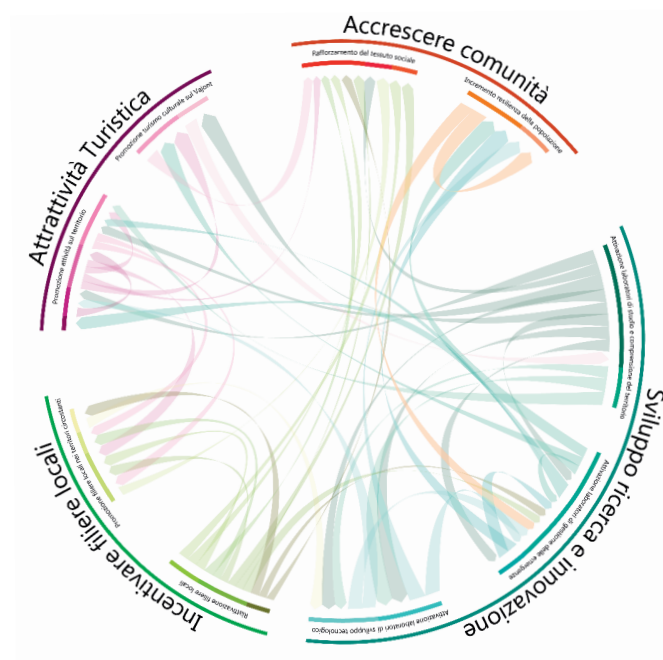
Da ultimo la *Vendita di legname e derivati*, sviluppata dall'azione *Attività di silvicoltura*. Questo punto comprende sia la vendita di legname ad uso combustibile, sia per la realizzazione di manufatti o addirittura costruzioni in legno. Nasce quindi la possibilità di inserirsi in un mercato ampio e in crescita legato alle energie rinnovabili e alle costruzioni sostenibili e a basso impatto ambientale. Si ha quindi lo sviluppo della strategia laboratori di sviluppo

tecnologico.



Incremento resilienza della popolazione

Vivere in territori esposti a diversi rischi ma allo stesso tempo isolati, con conseguente difficoltà ad avere soccorsi immediati, porta alla necessità di formare la popolazione ad una convivenza consapevole coi rischi. Significa sapere cosa fare e dove andare a seconda del pericolo che ci si sta trovando ad affrontare; nonché aumentare l'autonomia degli abitanti e la loro capacità di reagire alle difficoltà che si presentano. Da cui l'azione *Educazione della popolazione alla convivenza coi rischi*. Diretta conseguenza di questo aspetto è la *Ristrutturazione consapevole degli edifici* nonché un'ulteriore *Riduzione dell'esposizione del territorio ai rischi*. Quello che si viene a creare è un processo che anche qui si autoalimenta. La *Ristrutturazione consapevole degli immobili* è promossa, oltre che dall'azione appena descritta, anche dall'*Elaborazione di tecniche di consolidamento mirate*.



- Recupero e valorizzazione memoria e tradizioni
- Implementazione occupazione e servizi sul territorio
- Promozione di attività a carattere comunitario

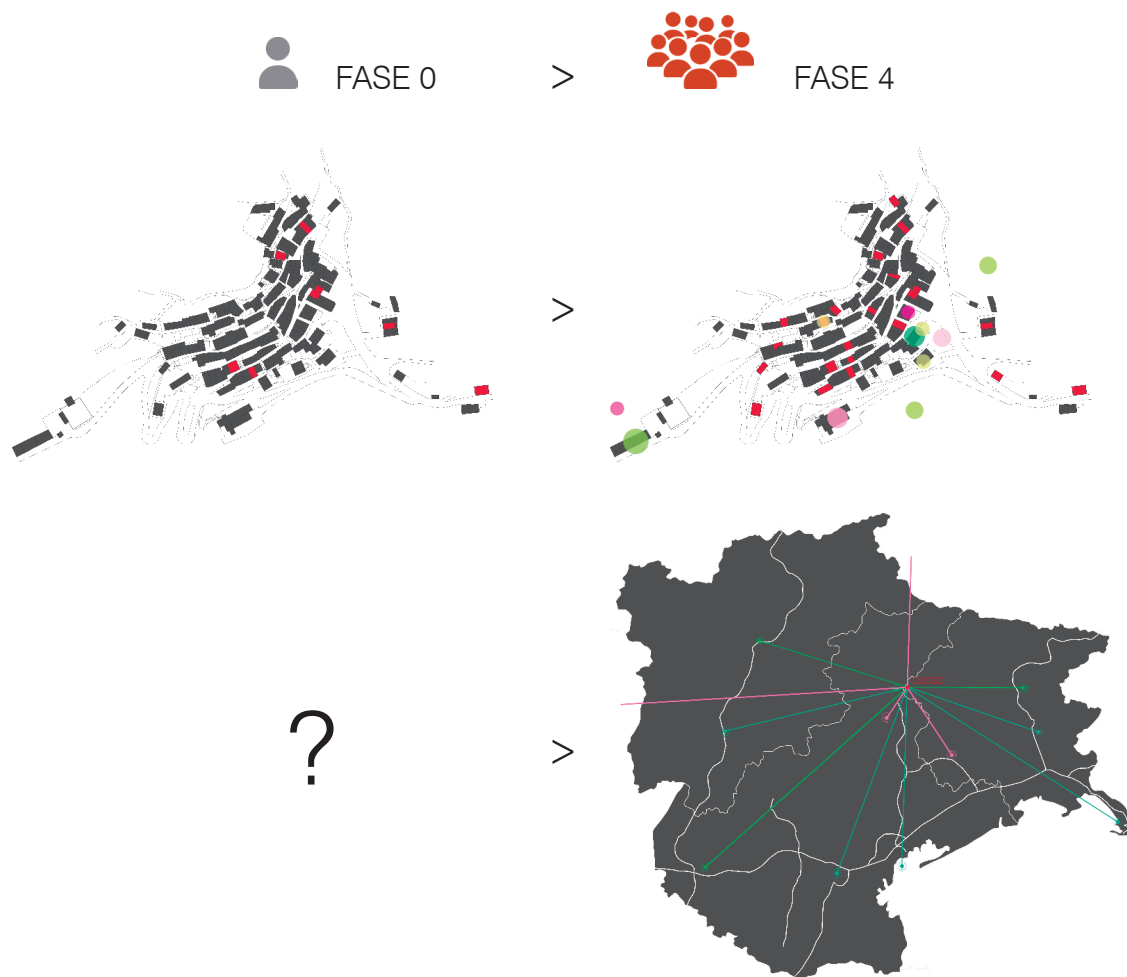
Rafforzamento del tessuto sociale

Tutto il sistema descritto nelle pagine precedenti ha una grande e importante ricaduta, il *Rafforzamento del tessuto sociale*. Questo, continuamente minacciato dalla riduzione della popolazione e dal suo invecchiamento, rischia di scomparire.

Le azioni sopra descritte portano in diversi modi a *Recuperare e valorizzare la memoria e le tradizioni*, sia recuperando le pratiche locali e attraverso ricordo della storia della comunità e dei luoghi.

La creazione a Casso di nuove attività economiche e produttive, può tradursi in un aumento degli abitanti del paese, favorendo l'*Implementazione dell'occupazione e dei servizi sul territorio*. Queste sono inoltre necessarie a stimolare a loro volta l'arrivo di nuovi abitanti.

Da ultimo si ha la *Promozione di attività a carattere comunitario*, al fine di creare coesione e unità in una nuova comunità che si sviluppa per addizione di persone provenienti da realtà diverse. Si creano quindi nuove tradizioni e nuove memorie collettive.



Concept di progetto

Come si è visto, le strategie e le azioni non si limitano allo sviluppo del solo borgo di Casso, ma lo inseriscono all'interno di un sistema territoriale in cui il paese diventa un produttore di servizi. In particolare, si possono sintetizzare le azioni di cui sopra in 5 fasi di sviluppo. La prima – Fase 0 – è la situazione iniziale in cui si trova il borgo. Si hanno qui solo alcuni servizi tra cui il Nuovo Spazio di Casso, e solamente pochi abitanti.

La Fase 1 vede la Promozione di un turismo culturale del Vajont, la Riattivazione delle filiere locali, nonché l'Attivazione di laboratori di studio e comprensione del territorio. Quest'ultimo è il primo punto che crea un legame tra Casso e l'esterno, andando a instaurare una rete territoriale con le Università di Ingegneria, Geologia e Architettura presenti nelle regioni FVG e Veneto, nonché con le province autonome di Trento e Bolzano. Si ha inoltre un iniziale aumento della popolazione legata alla riattivazione delle filiere locali. Questi imprenditori necessitano infatti di trovarsi in loco per gestire la propria attività. Questi aspetti si traducono fisicamente nella realizzazione di un Hub di ricerca e innovazione, di un Auditorium per la ricezione dei turisti e in un'azienda agricola.

La Fase 2 vede un continuo incremento della popolazione dato dal progressivo aumento dei servizi base per la popolazione. Si crea in questa fase una filiera corta che si inserisce nella rete territoriale di promozione gastronomica delle Alte Valli Occidentali. Questa

interazione promuove lo spostamento dei turisti lungo la rete, favorendo lo sviluppo di tutti i paesi coinvolti. I principali flussi verso la rete si hanno da Longarone, da Maniago e da Gemona. Questa rete territoriale porta alla realizzazione di un infopoint e di un ristorante. Le attività nate nella fase 1 si sviluppano, mentre la presenza di un maggiore flusso turistico porta alla creazione di laboratori artigianali nonché di un campeggio.

Nella Fase 3, quella che inizialmente nasce come rete gastronomica diventa un itinerario culturale e di promozione territoriale di tutte le Alte Valli Occidentali. Questo nuovo interesse verso il borgo accresce l'associazione locale, che diventa un punto di riferimento locale, si sviluppano le attività ristorative e ricettive, con la creazione di una locanda. L'accresciuta comunità porta finalmente all'inversione del trend demografico, con la necessità di creare una ludoteca per i bambini del paese. Lo studio attento del territorio porta alla creazione di un orto botanico alpino.

L'ultimo step del progetto è la Fase 4, che rappresenta la conclusione del progetto E-MERGO. Il paese ha finalmente raggiunto un nuovo equilibrio in termini sociali, produttivi ed economici. Da luogo spopolato della Fase 0, il borgo è ora un territorio ricco di rapporti commerciali, culturali e turistici con il resto dell'Italia e d'Europa. La popolazione è diventata una nuova comunità, arricchita dal passato e dal presente.

Legenda pagina 66:
Figura 4.4 - Schema di confronto, su varie scale, tra la Fase 0 e
la Fase 4 del concept

Gli interventi ipotizzati comportano importanti investimenti economici, pubblici ma potenzialmente anche privati. Tuttavia, essi si rendono necessari per attuare un processo di rigenerazione non solo del borgo di Casso, ma anche del territorio comunale e extra-comunale. Inoltre, il progetto precedentemente raccontato, creando nuove relazioni e dipendenze positive, muove l'economia di un ampio contesto, trasformando gli investimenti iniziali in enormi benefici di lungo periodo.

il progetto
urbano-architettonico

Progetto urbanistico

Le strategie e le azioni definite dal progetto E-MERGO si concretizzano in un progetto urbanistico che lavora su due livelli. Il primo, alla scala dell'area diga, è legato al territorio e alla viabilità. Il secondo, invece, si focalizza sul livello urbano e sulle problematiche ad esso connesse. Di seguito verranno descritte le varie proposte.

Territorio e viabilità

Gli interventi apprezzabili a questa scala sono legati all'azione di Riduzione dell'esposizione del territorio al rischio. In particolare, si considera qui quello derivante da frane e valanghe. Nel dettaglio, per entrambi i pericoli si propone l'installazione di ulteriori reti contro la caduta di massi e valanghe, nonché la manutenzione e sostituzione di quelle esistenti. Il duplice effetto di questa operazione è da un lato la protezione dell'abitato e delle infrastrutture direttamente coinvolte da questi eventi; dall'altro, proprio del rischio frane, la possibilità di portare il grado di pericolo al di sotto del 3, con conseguente possibilità di costruire nuovi edifici sul territorio.

Il secondo intervento prevede invece la modifica del tratto stradale in corrispondenza del ponte sul Rui.

Come si è visto in precedenza, la posizione non ottimale rende questa parte di strada estremamente vulnerabile portando, in caso di calamità, alla chiusura dell'unica strada di accesso al paese nonché a spese economiche per la riparazione dei danni. Non essendo possibile e sostenibile costruire una strada alternativa,

Legenda pagina 71:

Figura 5.1 - Esempio di intervento urbanistico

si propone qui di realizzare un nuovo ponte più esterno rispetto a quello esistente e quindi non sulla traiettoria delle valanghe. Questo intervento, se si considera il breve periodo e la condizione di abbandono del borgo, risulta economicamente sproporzionato rispetto ai vantaggi. Tuttavia, trova maggiore concretezza se visto in un'ottica di rilancio del borgo e di un'inversione del trend demografico.

L'azione di cui sopra, insieme all'Attività di silvicoltura, sono invece alla base dell'intervento 2. Esso prevede la realizzazione di un sentiero silvicolo costeggiante il paese nella parte settentrionale. Il tracciato ripercorre la strada utilizzata anni addietro dall'impresa operante alla cava e oggi in stato di dismissione e degrado. Questa strada, percorribile da mezzi di dimensioni contenute, consentirebbe di raggiungere la porzione di territorio interessata in maniera più agevole, incentivando la manutenzione del verde. Inoltre, soprattutto in caso di incendio, permetterebbe interventi più semplici e mirati.

Da ultimo si ha l'intervento 3, derivante dall'azione di Promozione attività sul territorio. La presenza, lungo la strada di accesso al paese, di un tratto di percorso alternativo, oggi chiuso e in abbandono, è un'occasione per ripensare la viabilità turistica e non solo. In particolare, esso consentirebbe una migliore gestione del traffico fine settimanale, nonché una via alternativa di accesso al paese praticabile dai mezzi pesanti che oggi sono



costretti a percorrere diversi tornanti stretti e ripidi.

Gli interventi pocanzi descritti sono schematizzati alla Tavola 54. Nella rappresentazione della mappa si è deciso di inserire il progetto vincitore del concorso di idee svoltosi nel 2006. Sebbene ad oggi non si abbiano segnali concreti di una sua realizzazione, la sua presenza contribuirebbe all'azione di promozione territoriale, andando a colmare le carenze infrastrutturale e dei servizi ad oggi presenti nell'area diga.

Concept plan urbano

La scala urbana è quella su cui si concentrano la maggior parte degli interventi previsti dal concept del progetto E-MERGO. In primo luogo, si richiamano qui gli interventi previsti sopra di posa di ulteriori reti paramassi e paravalanghe, nonché la realizzazione del sentiero silvicolo. Per quanto riguarda le azioni di Riattivazione e promozione filiere corte, si ha la creazione di laboratori artigianali e di un'azienda agricola, nonché lo stimolo alla cura degli orti e l'avvio di coltivazioni fruttifere. L'azione Promozione di attività sul territorio prevede la realizzazione di un'area campeggio e la creazione di un percorso tra orti botanici delle dolomiti, con la riconversione dei casotti in padiglioni a tema. Si ha inoltre il ripristino della pavimentazione di alcune vie del paese ad oggi bianche insieme alla creazione di nuove vie interne al paese che consentirebbero in parte di abbreviare gli spostamenti al

suo interno.

Questi ultimi due punti fanno parte anche dell'azione Attivazione laboratori di gestione del rischio in quanto definiscono nuove vie di fuga all'interno dell'abitato. Si ha poi il ripristino e la manutenzione dei terrazzamenti oggi in stato di abbandono. L'Attivazione laboratori di sviluppo tecnologico prevede invece l'intervento di ricostruzione delle ultime case a ovest del paese per la realizzazione dell'azienda agricola. Infine, viene individuata l'area su cui si svilupperà il progetto architettonico. Gli interventi qui analizzati sono riportati graficamente alla Tavola 55.

A titolo di esempio, le due figure in alto confrontano gli effetti di un intervento a livello urbano. In dettaglio, esso prevede il ripristino della pavimentazione tramite un'operazione di rimozione della vegetazione cresciuta in un contesto di abbandono del territorio. A queste azioni si affianca un'opera di recupero degli edifici esistenti. Come si vede a destra, il cambiamento è immediato.



Figura 5.2 - Area di progetto

Legenda pagina 73:

Figura 5.3 - Area di progetto 1

Figura 5.4 - Area di progetto 2

Figura 5.5 - Area di progetto 3

Progetto architettonico

L'area di progetto

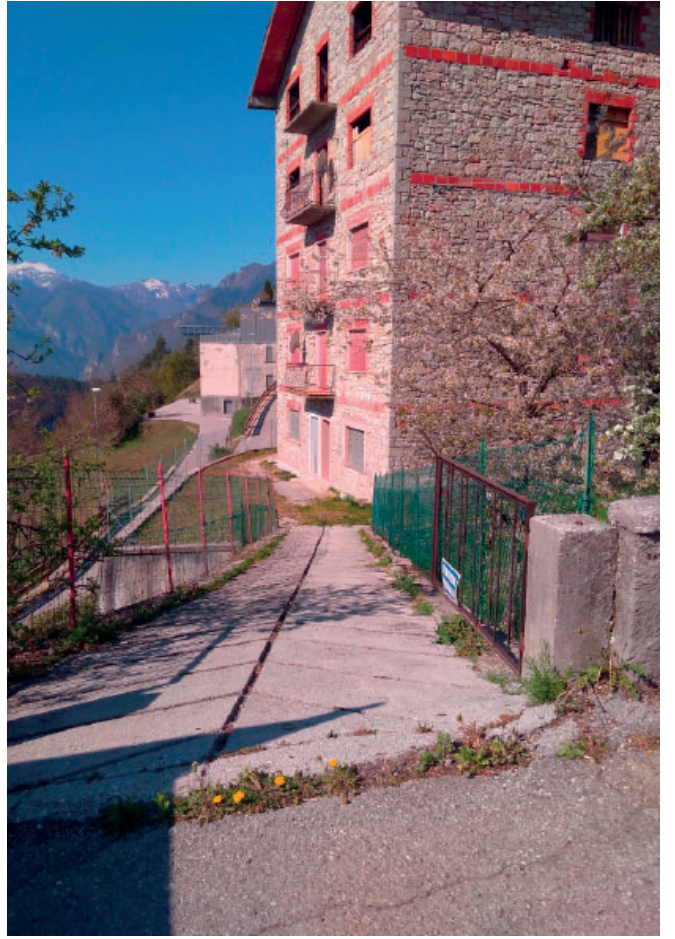
La scelta della zona di progetto è ricaduta sull'area evidenziata nella mappa, che oggi risulta in stato di degrado e che rappresenta, nell'articolazione complessiva del paese, un non finito/risolto. L'edificio presente all'interno dell'area (A), incompleto e quasi interamente disabitato, risulta sconnesso e fuori misura rispetto al restante borgo. D'altro canto, la piazzetta sopraelevata (C) a nord dell'area, ricavata in anni recenti dai ruderi di un'abitazione, risulta uno spazio ibrido, allo stesso tempo non connesso né completamente svincolato dalla piazza adiacente. Quest'ultima, infine, a causa delle dimensioni, della conformazione e della sua collocazione, è utilizzata unicamente come parcheggio, peraltro sottodimensionato. Gli spazi pubblici per la comunità risultano quindi frammentati e tra loro svincolati. Vi è inoltre in atto un importante degrado urbano e ambientale, in cui la vegetazione sta crescendo senza controllo e invadendo progressivamente l'abitato urbano. Il verde presente, in parte utilizzato per scopi agricoli, risulta trascurato e non fruibile dalla popolazione locale per diverse ragioni: il suo collocarsi ad una quota inferiore rispetto al piano stradale; la difficoltà di accesso; e da ultimo il suo essere privato, questo nonostante si collochi in un luogo molto centrale per la vita sociale della comunità.

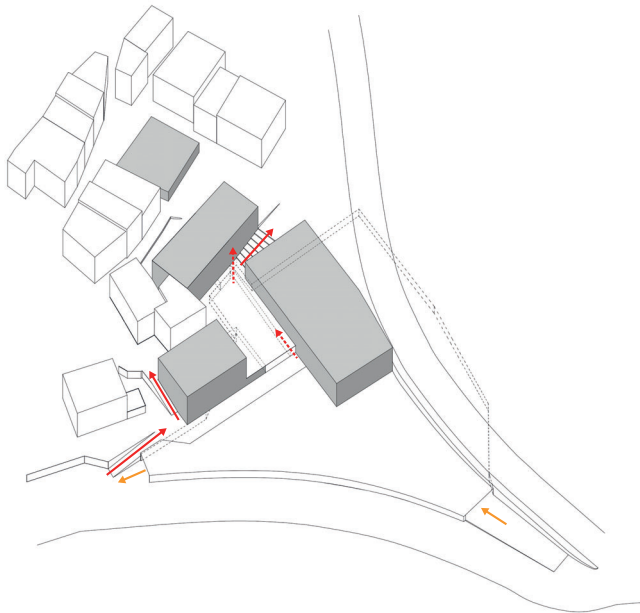
Il concept di progetto

Il progetto è legato alla volontà di ridefinire gli spazi pubblici dell'area di progetto, creando un luogo di aggregazione e comunità. Si prevede un intervento su due fronti. Da un lato modificando l'altimetria del terreno coinvolto, permettendo di avere spazi di dimensioni maggiori. Dall'altro lavorando sull'edificato urbano, andando ad introdurre nuovi edifici ospitanti nuovi servizi e funzioni pubbliche.

In dettaglio, si prevede la demolizione dell'abitazione A e la costruzione di un edificio di dimensioni più contenute adibito ai servizi alberghieri e di ristorazione. Si ha poi la costruzione di un nuovo fabbricato (l'edificio polifunzionale) che definisce il confine fisico tra la piazza-parcheggio esistente (a est della costruzione) e una nuova piazza (a ovest), collocata ad una quota inferiore. A nord di questa piazza si prevede il prolungamento dell'edificio esistente (B) andando a creare una tensione tra le due costruzioni di progetto nonché un collegamento tra le due piazze.

Da ultimo si è ipotizzato di intervenire sulla piazzetta (C) andando a sopraelevarla e collocando ad di sotto un nuovo edificio con nuove funzioni pubbliche (la sede dell'associazione e l'infopoint), a richiamo di quello esistente un tempo. Questa operazione crea una più netta separazione tra l'edificio in questione e la piazza-parcheggio, andando a definire un ambiente più intimo e con un suo significato proprio. Esso tuttavia non risulta

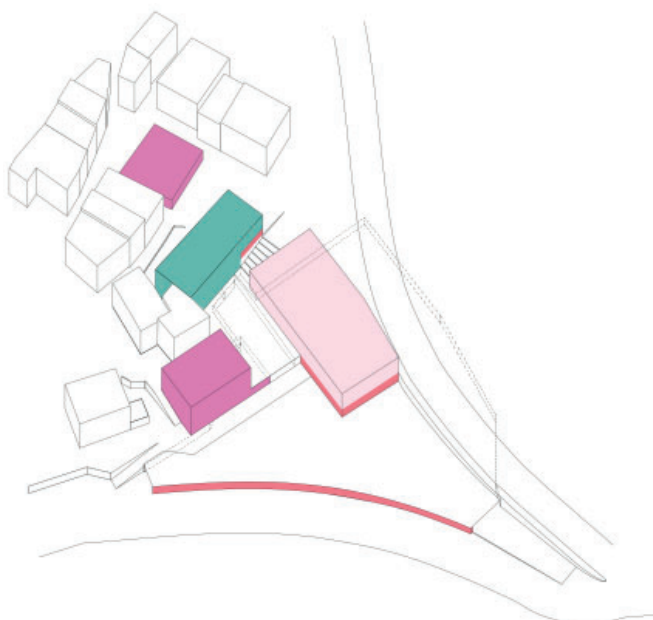




sistema distributivo

- Percorso pedonale
- - Percorso pedonale coperto
- Percorso carrabile per accesso e uscita dal parcheggio

sistema funzionale



Attivazione laboratori di gestione del rischio

■ Hub di ricerca

Attivazione laboratori di sviluppo tecnologico

■ Hub di ricerca

Attivazione laboratori di studio e comprensione del territorio

■ Hub di ricerca

Sensibilizzazione tecnico-scientifica ai disastri

■ Auditorium

Promozione del territorio

■ Sede associazione locale - infopoint

Implementazione strutture ricettive

■ Locanda

Implementazione occupazione e servizi sul territorio

■ Ludoteca

■ Negozio generi alimentari

■ Parcheggio

Legenda pagina 74:

Figura 5.6 - Schema sistema distributivo progetto

Figura 5.7 - Schema sistema funzionale progetto

sconnesso dal resto del borgo. La presenza della sede dell'associazione e dell'infopoint, infatti, lo mettono al centro dell'azione di promozione territoriale, incentrando su di esso un rinnovato interesse.

Sotto il profilo urbano, in linea con la lettura insediativa del borgo, l'intervento prevede la creazione di diversi livelli altimetrici collegati tra loro da percorsi scoperti e coperti, richiamando in quest'ultimo caso i portici esistenti un tempo in paese.

Livello 1 (927 m slm)

Alla quota inferiore è prevista la realizzazione di un parcheggio interrato per automobili e moto per un totale di 46 posti. L'ingresso e l'uscita delle auto avviene tramite la strada Sant'Antoni, mentre a livello pedonale è prevista una distribuzione interna verticale disability friendly che collega l'ambiente con le quote superiori. La costruzione del parcheggio interrato permette il dirottamento delle automobili in un luogo più consono, non accumulandosi più nella piazza-parcheggio. Questa viene quindi riconsegnata alla comunità, tornando ad essere un luogo di incontro e convivialità.

Livello 2 (930 m slm)

Il secondo livello è caratterizzato dalla presenza di un parco pubblico nonché dall'accesso agli ambienti della ludoteca. Il parco, in particolare, ricrea il verde precedentemente presente nell'area. Esso è adesso

accessibile e fruibile da tutta la cittadinanza nonché dai turisti.

Livello 3 (933 m slm)

Tramite una scalinata esterno, o attraverso un percorso coperto, si raggiunge il livello superiore. Questa quota, intermedia tra il parco e la piazza preesistente, definisce un nuovo ambiente pubblico che mette in relazione fisica e visiva l'hub, la locanda e l'edificio polifunzionale. In particolare, a questo livello sono collocati gli ingressi alla locanda e al laboratorio dell'hub.

Livello 4 (936 m slm)

Un ulteriore doppio collegamento porta alla quota 936 m, da cui è possibile accedere all'auditorium, al negozio di alimentari nonché alla sede dell'associazione e ai restanti ambienti dell'hub. Questo è anche il livello in cui l'intervento si mette maggiormente in relazione con il borgo, collocandosi alla stessa quota della piazza preesistente.

Livello 5 (940 m slm)

Da ultimo si ha la piazzetta sopraelevata, che diventa un punto panoramico sul nuovo intervento nonché un luogo coperto, più intimo e circoscritto, accessibile direttamente dal paese.



Il rapporto tra l'esistente e il nuovo

La relazione tra il nuovo intervento e il borgo avviene in diversi modi. In primo luogo, si ha la ripresa della tecnica insediativa del paese. Come evidenziato dalla figura soprastante, quasi tutti gli edifici si collocano in linea con le costruzioni esistenti, rispettando l'andamento delle curve di livello. Questa continuità si ritrova anche nelle coperture. L'edificio dell'auditorium, essendo una nuova costruzione, riprende gli interventi del '900, assumendo una posizione autonoma e distaccata. Essa tuttavia non è casuale, bensì richiama la forma ad arco che aveva in precedenza la piazza.

Il legame insediativo ritorna anche nei continui cambi di quota presenti nel progetto, che richiamano la complessità del reticolo viario del paese articolato su vari livelli.

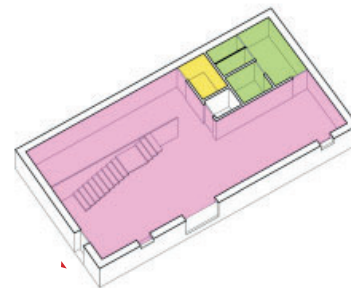
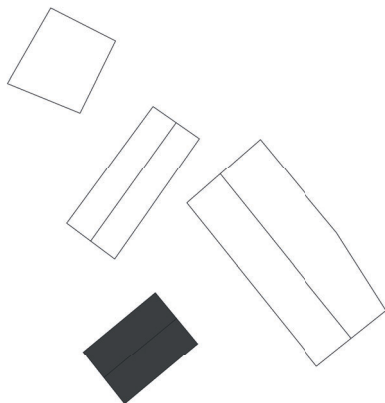
L'elemento che tuttavia lega maggiormente gli edifici di progetto con il borgo di Casso è la disposizione delle aperture. Queste, quadrate e apparentemente casuali, richiamano invece la tradizionale composizione delle case cassane. In particolare, si è deciso di riproporre, tramite le finestre di maggiore dimensione, le grandi aperture dei fienili, posizionandole per tale ragione solamente al piano terra e al primo. L'alternanza tra facciate con aperture più regolari e altre con grandi vuoti e invece un richiamo all'architettura delle abitazioni e dei fienili. Infine, un ultimo richiamo compositivo si ha nella

disposizione degli ingressi, presenti a diverse quote nonché in corrispondenza di incroci viari.

Gli edifici di progetto

Gli edifici di progetto, che verranno analizzati dettagliatamente in seguito, hanno alcune caratteristiche in comune. In primo luogo, tutti presentano un portico in corrispondenza dell'ingresso principale. Questo richiamo all'architettura cassana è qui una scelta progettuale, che va a definire dei luoghi di sosta, riparo e aggregazione sociale.

La modernità dell'intervento è rivendicata, oltre che dagli elementi descritti nel paragrafo precedente, anche dai materiali. In particolare, per il rivestimento esterno è stato impiegato un intonaco con sfumature rosate che ben si lega alle cromie del paese. Internamente, invece, si hanno il legno, il vetro e il cemento. Questi materiali, alla base dell'architettura contemporanea alpina, sono utilizzati sia in linea con la tradizione locale che in modo nuovo. Nel caso del legno, questo si traduce in un uso non solo a livello di pavimentazione, ma anche come rivestimento delle pareti.



- Ristorante - superficie: 91 m²
 - Bagni - superficie: 14 m²
 - Magazzino - superficie: 2.4 m²
- PIANO TERRA

Legenda pagina 76:

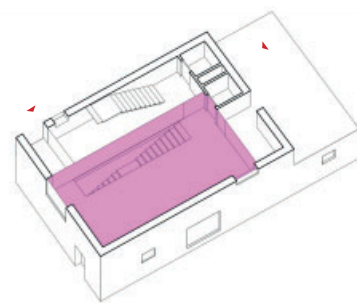
Figura 5.8 - Schema rapporto insediativo del progetto con il contesto

Legenda pagina corrente:

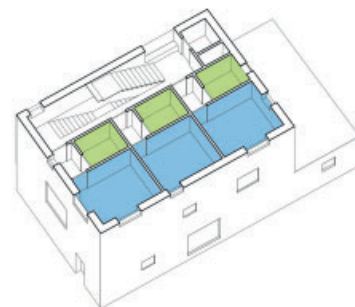
Figura 5.9 - Schemi distributivi e funzioni locanda

Locanda

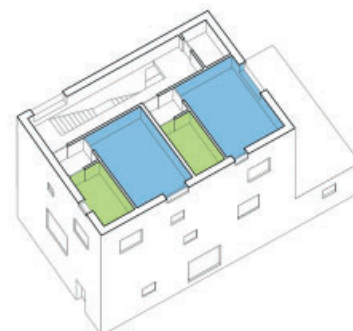
Come si è detto precedentemente, questo edificio è una nuova realizzazione che va a sostituire la precedente costruzione ivi collocata. Le funzioni, distribuite su quattro livelli, hanno carattere ristorativo-alberghiero, andando a creare un edificio ibrido tra il b&b e l'hotel. Ai piani terra e primo si hanno le funzioni ristorative. In particolare, l'ingresso principale si ha al piano primo, con accesso diretto al bar; da qui, tramite una scalinata e un ascensore, si scende al ristorante. Dal bar e da un ingresso sul retro è invece possibile accedere all'albergo. Esso prevede un totale di 5 camere disposte su due livelli, tre al piano secondo e due al terzo. Tutte le camere sono doppie, e presentano al loro interno un ingresso, un bagno e la camera. Le stanze al piano superiore, di dimensioni maggiori, prevedono all'interno della camera anche un angolo soggiorno. Qui gli spazi sono valorizzati dalla presenza di alcuni lucernai.



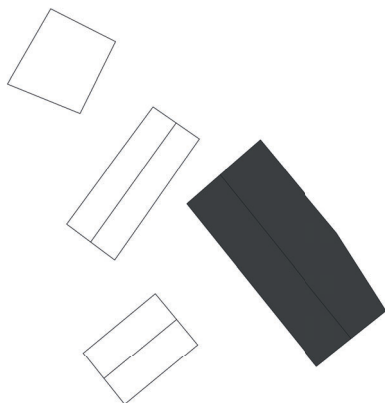
- Bar - superficie: 47 m²
- PIANO PRIMO



- 3 camere doppie - superficie singola camera: 11 m²
 - 3 bagni - superficie singolo bagno: 4 m²
- PIANO SECONDO



- 2 camere doppie - superficie singola camera: 17.6 m²
 - 2 bagni - superficie singolo bagno: 6 m²
- PIANO TERZO



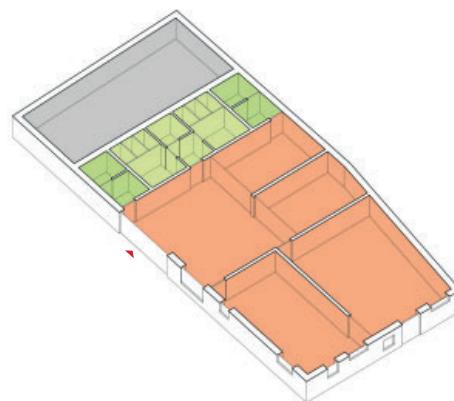
Legenda:

Figura 5.10 - Schemi distributivi e funzioni edificio polifunzionale

Edificio polifunzionale

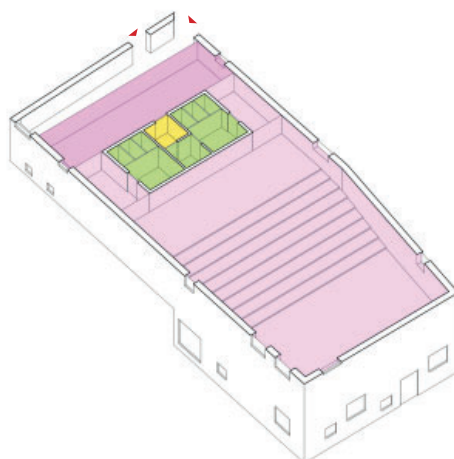
Questa nuova costruzione ospita funzioni pubbliche rivolte ai turisti e alla popolazione locale. Al piano terra si ha la ludoteca, composta da un atrio di ingresso dal quale è possibile accedere ai tre ambienti dedicati ai bambini nonché all'ufficio del dirigente e ai bagni. La scelta di collocare qui questa funzione è legata alla presenza del parco giochi, direttamente accessibile da un'aula e che ne costituisce un valore aggiunto.

Al piano superiore, sconnesso dal precedente, si ha l'auditorium. Esso presenta un ampio foyer che, nei periodi estivi, è quasi completamente apribile sul portico esterno. Da qui, tramite due corridoi posti ai lati del corpo servizi, si accede all'auditorium. Questo si sviluppa in 10 livelli discendenti, sui quali sono collocati i 148 posti a sedere. Anche qui si è scelto di posizionare in copertura alcuni lucernai al fine di rendere l'illuminazione più omogenea.



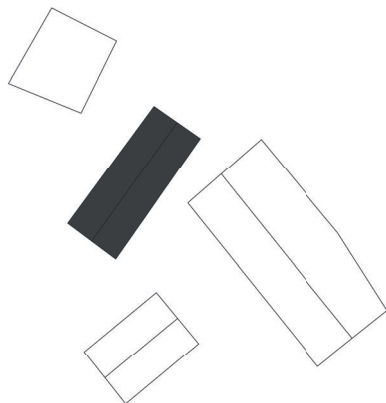
- Ludoteca - superficie: 180 m²
- 2 Bagni adulti - superficie singolo bagno: 7.5 m²
- Bagni bambini - superficie: 24.5 m²
- Locale tecnico - superficie: 53.5 m²

PIANO TERRA



- Auditorium - superficie: 200 m²
- Foyer - superficie: 36.4 m²
- Bagni - superficie: 53.5 m²
- Magazzino - superficie: 53.5 m²

PIANO PRIMO



Legenda:

Figura 5.11 - Schemi distributivi e funzioni hub

Hub di ricerca

L'edificio dell'hub, diversamente dai precedenti, è un ampliamento di un edificio esistente il cui rilievo viene descritto in seguito. Per mettere in luce la connessione tra le due strutture si è deciso di creare un giunto incassato in corrispondenza dell'unione.

All'interno del progetto l'edificio gioca un ruolo fondamentale di connessione tra le diverse quote descritte in precedenza. In particolare, il corpo scale + ascensore collocato al centro dell'edificio collega la quota 927 del parcheggio ai livelli 930, 933 e 936. A quest'ultimo piano, lungo il percorso si ha il negozio di generi alimentari.

L'hub, sconnesso dagli ambienti sopra descritti, si sviluppa su quattro piani. Alla quota 930 si colloca il laboratorio di sperimentazione, collegato all'esterno e, tramite un ascensore, ai piani superiori. Alla quota 937 si ha l'ingresso vero e proprio nonché l'ufficio del direttore. Superiormente si hanno un totale di 4 uffici openspace, disposti due al terzo secondo piano e due all'ultimo.

L'articolazione spaziale di questo complesso è un richiamo alla complessità distributiva e funzionale delle abitazioni cassane descritte alle pagine x y e z del book.



Legenda pagina 81:

Figura 5.12 - Rilievo materico edificio esistente

Rilievo edificio esistente

Il rilievo è stato condotto unicamente sulle facciate esterne dell'edificio in quanto non è stato possibile accedervi. Per la loro ricostruzione si è utilizzato il software Agisoft Metashape e, con la nuvola di punti ottenuta, è stata scalata tramite la misurazione diretta di alcune porzioni di edificio.

Dal rilievo è emerso come l'edificio si componga di una parte più antica, realizzata in pietra, ampliata lateralmente e superiormente negli anni '50 del '900.

I materiali del complesso originario sono la pietra calcarea dolomia e la malta composta da inerti locali. L'ampliamento è stato invece realizzato utilizzando mattoni di laterizio e cemento.

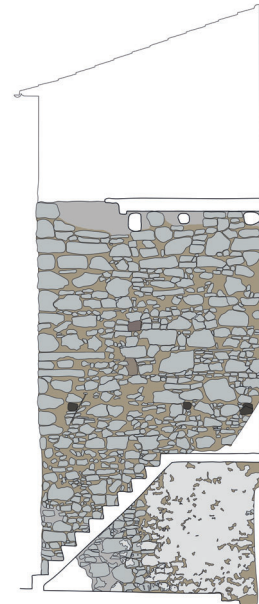
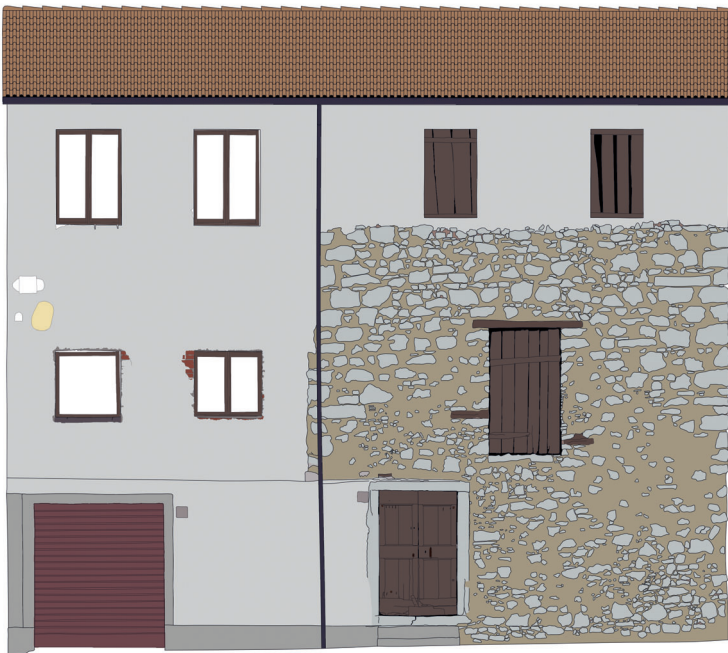
Le aperture della parte vecchia risultano in prevalenza tamponate da elementi lignei. Il restante edificio è invece finestrato con serramenti in legno ad esclusione del sopralzo che invece presenta aperture in linea con la parte antica.

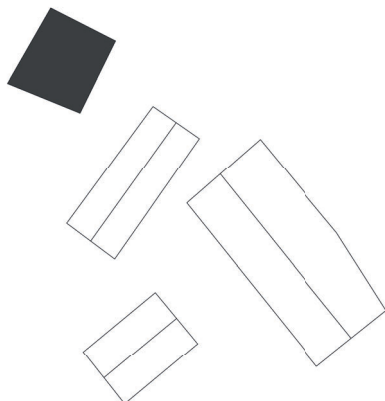
Da questa analisi e da alcune testimonianze orali emerge come la parte vecchia del complesso fosse adibita a fienile, mentre la restante porzione avesse funzione abitativa. L'analisi del degrado è stata condotta con riferimento alla normativa UNI Normal 1-88. Il rilievo non ha evidenziato problematiche strutturali ma solamente alterazioni del rivestimento esterno.

In particolare, sono state individuate in prevalenza mancanze e lacune del rivestimento in intonaco

dell'ampliamento, con l'affioramento della muratura sottostante. Si ha poi la presenza di diverse macchie sia sulla muratura che sull'intonaco. Da ultimo si evidenzia la presenza di muschi, licheni e piante alla base di quasi tutte le facciate.

Si riporta a lato, a titolo di esempio, il rilievo materico dell'edificio. L'ampliamento e la parte originaria del complesso sono immediatamente distinguibili.





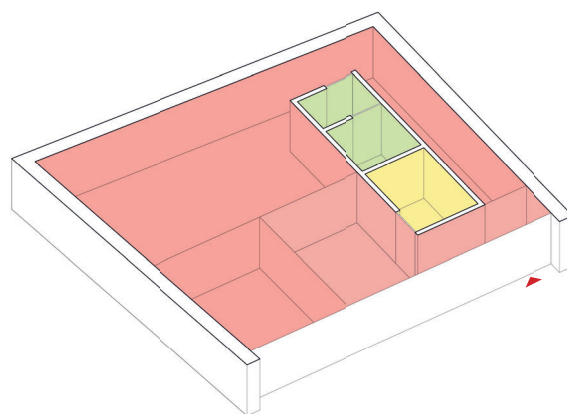
Legenda pagina 81:

Figura 5.13 - Schemi distributivi e funzioni sede associazione

Sede associazione

Questo edificio, come si è visto, consiste nel sopralzo della piazzetta ad oggi esistente e nell'inserimento di un edificio accessibile alla quota 936 m. Al suo interno si ha la sede dell'associazione locale Insieme par Cas, a cui viene affidata la gestione dell'infopoint. Insieme a quest'ultimo ambiente si ha un ufficio per il presidente dell'associazione, nonché una sala riunioni da 24 posti. La facciata di questo edificio si distingue dalle altre in quanto interamente finestrata. Questa scelta è legata, da un lato, all'importante funzione pubblica dell'infopoint, che in questo modo diventa immediatamente visibile ai turisti; dall'altro alla volontà di illuminare con luce naturale anche gli ambienti più interni e altrimenti completamente ciechi.

La piazzetta, invece, è collocata alla quota 940 e risulta accessibile dal paese tramite una via pedonale. Essa è delimitata lungo il perimetro dal prolungamento di una parte della struttura sottostante, con la definizione di grandi aperture su tutti e quattro i lati. L'ambiente che ne deriva ricreare virtualmente l'abitazione un tempo ivi presente. Da ultimo, la copertura in legno arricchisce lo spazio, rendendolo un luogo di aggregazione indipendente e utilizzabile con qualsiasi condizione climatica.



- Sede associazione - superficie: 55 m²
- Infopoint - superficie: 16.3 m²
- Bagni - superficie: 5 m²
- Magazzino - superficie: 4.5 m²

PIANO TERRA

progetto strutturale

A livello strutturale si è deciso di analizzare solamente una parte del progetto architettonico, ipotizzando che gli edifici non analizzati abbiano una struttura e un comportamento simile a quello degli altri.

Si è inoltre deciso di utilizzare diversi materiali al fine di dimostrarne la versatilità nel contesto in esame. Questo risulta particolarmente significativo in quanto, come si è visto, l'introduzione di nuovi materiali e tecniche costruttive è una caratteristica del borgo di Casso.

In particolare, si è ipotizzato di utilizzare l'acciaio per la struttura dell'edificio polifunzionale; il legno per la locanda e il cls armato per il parcheggio. Il dettaglio di studio raggiunto nelle tre diverse strutture è diverso: la struttura in acciaio è stata completamente dimensionata e verificata; la struttura in legno è stata solamente predimensionata; mentre per quanto riguarda il parcheggio si è proceduto al dimensionamento della sola piastra superiore.

Ai calcoli manuali è stato inoltre affiancato l'utilizzo del software ad elementi finiti RFEM di Dlubal in particolare per la valutazione delle sollecitazioni agenti sulla piastra.

Normative di riferimento

Per i calcoli si è fatto riferimento alle seguenti normative:

- Norme tecniche per le costruzioni (NTC) 2018
- Circolare esplicativa 2019
- Eurocodice 2
- Eurocodice 3

Si è inoltre utilizzato il seguente manuale:

- Bamonte, P., Coronelli, D., Gambarova, P.G., Linee guida per la progettazione delle piastre in c.a., Bologna, 2007, Pàtron Editore.

Zonizzazione, vita nominale, classe d'uso

Le strutture di progetto sono localizzate come segue.

Longitudine: 12°22'19.52" E

Latitudine: 46°16'27.94" N

Le prestazioni della struttura sono state individuate prestando attenzione all'uso della struttura nonché ai possibili effetti indotti da un sisma. Per quanto riguarda la struttura in acciaio, si sono usati i seguenti parametri

Classe d'uso: Classe IV

Vita nominale: $V_N = 50$ anni

Coefficiente d'uso: $C_U = 2$

Periodo di riferimento per l'azione sismica :

$V_R = 100$

Caratteristiche e resistenze di calcolo dei materiali utilizzati

Acciaio strutturale

Classe dell'acciaio: S335
 Tensione caratteristica di snervamento:
 $f_{yk} = 335 \text{ N/mm}^2$
 Tensione caratteristica di rottura:
 $f_{tk} = 510 \text{ N/mm}^2$
 Modulo elastico: $E = 210000 \text{ N/mm}^2$

Classe delle viti: HR 8.8
 Classe dei dadi: HR 8
 Tensione caratteristica di snervamento dei bulloni:
 $f_{yb} = 649 \text{ N/mm}^2$
 Tensione caratteristica di rottura dei bulloni
 $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$

Calcestruzzo

Classe di resistenza del calcestruzzo:
 C30/37
 Resistenza caratteristica a compressione cilindrica:
 $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
 Resistenza caratteristica a compressione cubica:
 $R_{ck} = 37 \text{ N/mm}^2$
 Resistenza di progetto a compressione:
 $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 17 \text{ N/mm}^2$
 Resistenza media a trazione:
 $f_{ctm} = 0.27 R_{ck}^{(2/3)} = 2.99 \text{ N/mm}^2$
 Resistenza caratteristica a trazione:
 $f_{ctk} = 0.7 f_{ctm} = 2.09 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di progetto a trazione:

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.22 \text{ N/mm}^2$$

Acciaio da armatura

Tipologia acciaio: B450C
 Tensione caratteristica di snervamento:
 $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
 Tensione di progetto di snervamento:
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.30 \text{ N/mm}^2$
 Modulo elastico: $E = 210000 \text{ N/mm}^2$

Tabella 6.1 - Calcolo valori di $v_{(b,0)}$, a_0 e k_s

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$	a_0	k_s
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino-Alto Adige, Veneto, FVG (ad eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0.40
2	Emilia-Romagna	25	750	0.45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0.37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0.36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0.40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0.36
7	Liguria	28	1000	0.54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0.50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0.32

Calcolo delle azioni

Azione della neve

Il carico da neve è così definito:

$$q_s = q_{sk} \cdot \mu_i \cdot C_E \cdot C_t \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Dove:

q_{sk} è il carico di neve al suolo

μ_i è il coefficiente di forma della copertura

C_E è il coefficiente di esposizione

C_t è il coefficiente termico.

Si ha:

$$q_{sk} = 1.39 \cdot \left[1 + \left(\frac{a_s}{728} \right)^2 \right] = 3.67 \text{ [kN/m}^2\text{]}, \text{ con } a_s = 933 \text{ m}$$

$$\mu_{i,1} = 0.8, \text{ con } \alpha = 20^\circ$$

$$\mu_{i,2} = 0.4, \text{ con } \alpha = 20^\circ$$

$$C_E = 1$$

$$C_t = 1$$

Il carico di neve risulta quindi:

$$q_{s,1} = 2.94 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{s,2} = 1.47 \text{ kN/m}^2$$

Azione del vento

Velocità base di riferimento

La velocità base di riferimento, v_b , viene determinata dalla seguente espressione

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_a$$

Dove:

$v_{(b,0)}$ è la velocità base di riferimento al livello del mare, definito nella tabella a seguire

c_a è il coefficiente di altitudine fornito dalla relazione:

$$c_a = 1 \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$c_a = 1 + k_s \cdot \left(\frac{a_s}{a_0} - 1 \right) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

Con a_0 e k_s parametri indicati nella Tabella 6.1, e definiti in base alla zona di costruzione; mentre a_s è definito come l'altitudine sul livello del mare del sito di costruzione.

Si ha quindi:

$$a_s = 933 \text{ m s.l.m.}$$

$$c_a = 1$$

$$v_b = 25 \text{ m/s.}$$

Tabella 6.2 - Classe di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni, ...), aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	<ul style="list-style-type: none"> a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa) b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, ...)

Velocità di riferimento

La velocità di riferimento v_r viene calcolata tramite la seguente espressione:

$$v_r = v_b \cdot c_r$$

Dove c_r è il coefficiente di ritorno, funzione del periodo di ritorno di progetto T_R , il cui valore viene definito come segue:

$$c_r = 0.75 \cdot \sqrt{1 - 0.2 \cdot \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]} = 1 \text{ (per } T_R = 50)$$

Risulta quindi $v_r = 25$ m/s.

Azioni statiche equivalenti

Pressione del vento e azione tangente del vento

La pressione del vento viene definita come:

$$p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

L'azione tangente del vento viene invece definita:

$$p_f = q_r \cdot c_e \cdot c_f$$

dove

q_r è la pressione cinetica di riferimento
 c_e è il coefficiente di esposizione
 c_p è il coefficiente di pressione

c_d è il coefficiente dinamico

c_f è il coefficiente di attrito

Di seguito vengono analizzate e calcolate le incognite sopra definite.

Pressione cinetica di riferimento

$$q_r = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_r^2 = 390.625 \text{ N/m}^2$$

In quanto v_r è la velocità di riferimento precedentemente calcolata, mentre ρ è la densità dell'aria, assunta pari a 1.25 kg/m^3 .

Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione c_e dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, della topografia del terreno e della categoria di esposizione del sito. Per valori di z inferiori a 200 m, il coefficiente può essere calcolato nei due modi seguenti:

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) \cdot \left[7 + c_t \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) \right] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

Al fine del calcolo del coefficiente di esposizione è necessario individuare la classe di rugosità del terreno. A tal fine si fa riferimento alla Tabella 6.2.

Tabella 6.3 - Classe di esposizione del sito

Categoria di esposizione del sito	k_r	z_0	z_{min}
I	0.17	0.01	2
II	0.19	0.05	4
III	0.20	0.10	5
IV	0.22	0.30	8
V	0.23	0.70	12

Tabella 6.4 - Coefficiente di esposizione

	k_r	C_t	Z_0	z - gronda	z - colmo	Z_{min}	C_e
S1	0.22	1	0.3	9	-	8	1.71
S2	0.22	1	0.3	6	-	8	1.63
S2	0.22	1	0.3	-	8	8	1.63
S3	0.22	1	0.3	5	-	8	1.63
S4	0.22	1	0.3	9	-	8	1.71
S4	0.22	1	0.3	-	11	8	1.85
S5	0.22	1	0.3	-	11	8	1.85
S6	0.22	1	0.3	-	7	8	1.63

Tabella 6.5 - Coefficiente di Attrito

Superficie	Coefficiente di attrito c_f
Liscia (acciaio, cemento a faccia vista, ...)	0.01
Scabra (cemento a faccia scabra, catrame, ...)	0.02
Molto scabra (ondulata, consolata, piegata, ...)	0.03

Tabella 6.6 - Coefficienti di pressione

	$C_{pe,gronda}$	$C_{pi,gronda}$	$C_{p,gronda}$	$C_{pe,colmo}$	$C_{pi,colmo}$	$C_{p,colmo}$
sopravento	0.8	0.2	1	-0.4	-0.2	-0.6
sottovento	-0.4	-0.2	-0.6	-0.4	-0.2	-0.6

Il coefficiente c_t , detto di topografia, è generalmente pari a 1.

La categoria di esposizione del sito è stata definita sulla base della Tab. 3.3.III (riportata in alto) e della Fig. 3.3.2 del DM 20/02/2018.

Sono stati calcolati diversi valore di C_E in base alle diverse superfici della struttura e all'altezza, valutare rispetto alla quota di calpestio, della gronda e del colmo. Si attua quindi una semplificazione, ipotizzando che su una stessa parete agisca un carico costante riferito alla condizione peggiore.

La figura in basso mostra le diverse facciate considerate, mentre la Tabella 6.4 mostra i valori del coefficiente di esposizione.

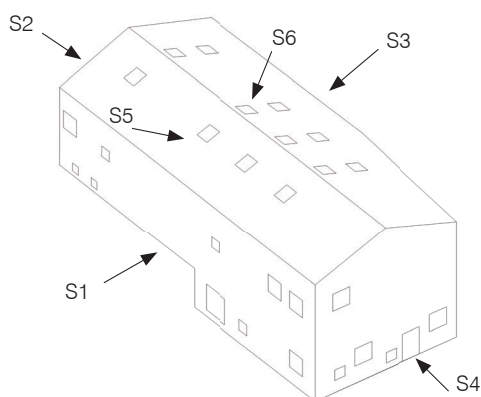


Figura 6.1 - Numerazione facciate edificio per il calcolo dell'azione del vento

Coefficiente dinamico

Essendo gli edifici di progetto di forma regolare e non eccedenti gli 80 m di altezza, il coefficiente dinamico c_d viene considerato pari a 1.

Coefficiente di attrito

Per la determinazione del coefficiente di attrito c_f si è fatto ricorso alla Tabella 6.5, considerando come rivestimenti di facciata intonaco scabro a base cementizia.

Coefficiente di pressione

Il coefficiente di pressione c_p , anche definito coefficiente di forma, dipende dalla forma dell'oggetto colpito dal vento. Esso può essere positivo, se associato a pressioni, o negativo se associato a depressioni. Si individuano due coefficienti di pressione:

- C_{pi} , coefficiente di pressione interna
- C_{pe} , coefficiente di pressione esterna

Il coefficiente di pressione finale è dato dalla somma della pressione interna e della pressione esterna, calcolato secondo la condizione più gravosa. Al fine della sua determinazione è stata usata come riferimento la Figura 6., considerando un angolo $\alpha = 20^\circ$.

I valori calcolati sono riassunti nella Tabella 6.6

Tabella 6.7 - Valori pressione del vento in direzione x

Direzione x					
	C_e	q_r [N/m ²]	C_p	C_d	p [N/m ²]
S1	1.71	390.62	1	1	668.84
S2	1.63	390.62	-0.6	1	-383.02
S2	1.63	390.62	-0.6	1	-383.02
S3	1.63	390.62	-0.6	1	-383.02
S4	1.71	390.62	-0.6	1	-401.30
S4	1.85	390.62	-0.6	1	-433.18
S5	1.85	390.62	-0.6	1	-433.18
S6	1.63	390.62	-0.6	1	-383.02

Tabella 6.8 - Valori pressione del vento in direzione y

Direzione y					
	C_e	q_r [N/m ²]	C_p	C_d	p [N/m ²]
S1	1.71	390.62	-0.6	1	-401.30
S2	1.63	390.62	-0.6	1	-383.02
S2	1.63	390.62	-0.6	1	-383.02
S3	1.63	390.62	-0.6	1	-383.02
S4	1.71	390.62	1	1	668.84
S4	1.85	390.62	-0.6	1	-433.18
S5	1.85	390.62	-0.6	1	-433.18
S6	1.63	390.62	-0.6	1	-383.02

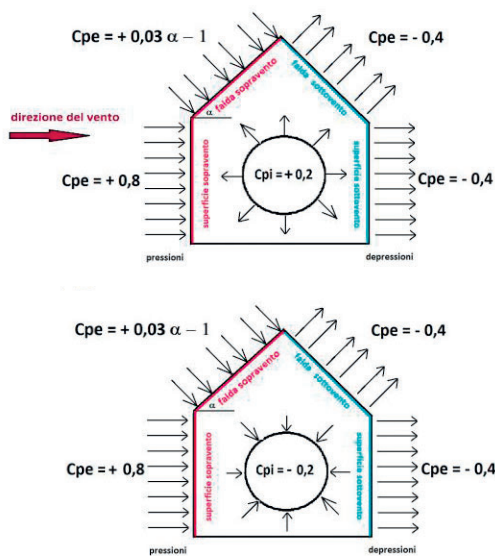


Figura 6.2 - Schemi per il calcolo del coefficiente di pressione

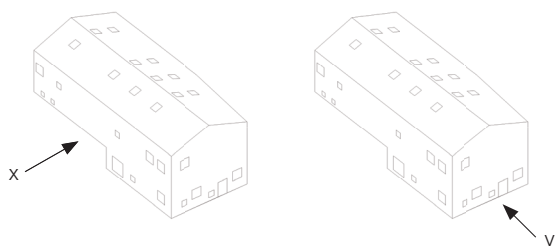


Figura 6.3 - Schema con le due direzioni del vento scelte

Pressione del vento

Al fine del calcolo della pressione del vento si considerano due possibili scenari come indicato nella Figura 6.3. Il primo fa riferimento al vento con direzione positiva rispetto all'asse x, il secondo con direzione positiva rispetto all'asse y.

Le due tabelle in alto sintetizzano i calcoli, mentre in azzurro sono state evidenziate le condizioni più gravose per la struttura. Dove i valori risultavano uguali sono stati evidenziati una sola volta.

Azione tangente del vento

L'azione tangente pf può assumere 3 valori:

$$p_{f,1} = 12.7673 \text{ per } c_e = 0.0016 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{f,2} = 13.3767 \text{ per } c_e = 0.0017 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{f,3} = 14.4393 \text{ per } c_e = 0.0018 \text{ kN/m}^2$$

Come si può vedere, i valori dell'azione tangente sono molto contenuti. Si è deciso quindi di considerarli trascurabili.

Combinazioni di carico

Ai fini delle verifiche agli stati limite, vengono utilizzate le seguenti combinazioni:

Combinazione fondamentale (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} \dots$$

Combinazione caratteristica rara (SLE):

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} \dots$$

I coefficienti ψ vengono definiti di combinazione, e variano a seconda della categoria di edificio come mostrato nella Tabella 6.9. In azzurro vengono evidenziati i valori facenti riferimento agli edifici di progetto.

I coefficienti γ assumono invece i valori riportati nella Tabella 6.10.

Carichi permanenti non strutturali

Elementi divisorii interni

Il carico delle partizioni può essere paragonato ad un carico uniformemente distribuito g_2 a meno di correzioni atte a garantire la distribuzione del carico. La correlazione tra il valore g_2 e il peso proprio delle partizioni Q_2 avviene nel modo seguente:

$$\text{Per } G_2 \leq 1.00 \text{ kN/m: } g_2 = 0.40 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Per } 1.00 < G_2 \leq 2.00 \text{ kN/m: } g_2 = 0.80 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Per } 2.00 < G_2 \leq 3.00 \text{ kN/m: } g_2 = 1.20 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Per } 3.00 < G_2 \leq 4.00 \text{ kN/m: } g_2 = 1.60 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Per } 4.00 < G_2 \leq 5.00 \text{ kN/m: } g_2 = 2.00 \text{ kN/m}^2$$

Le partizioni interne di peso superiore ai 5.00 kN/m vanno considerate come parte della struttura portante.

Sovraccarichi

I sovraccarichi considerano i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera, e vengono classificati come segue:

Carichi verticali uniformemente distribuiti q_k

Carichi verticali concentrati Q_k

Carichi orizzontali lineari H_k

La Tabella 6.11 riporta i valori di sovraccarico per le categorie d'uso di progetto.

Tabella 6.9 - Valori coefficiente ψ

Categoria/azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A – ambienti ad uso residenziale	0.7	0.5	0.3
Categoria B – uffici	0.7	0.5	0.3
Categoria C – ambienti suscettibili di affollamento	0.7	0.7	0.6
Categoria D – ambienti ad uso commerciale	0.7	0.7	0.6
Categoria E – aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale. Biblioteche, archivi, etc.	1.0	0.9	0.8
Categoria F – rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0.7	0.7	0.6
Categoria G – rimesse, parcheggi ed aree per il traffico veicolare (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0.7	0.5	0.3
Categoria H – coperture accessibili per sola manutenzione	0.0	0.0	0.0
Categoria I – coperture praticabili	Da valutare caso per caso		
Categoria K – coperture per usi speciali	Da valutare caso per caso		
Vento	0.6	0.2	0.0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0.5	0.2	0.0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0.7	0.5	0.2
Variazioni termiche	0.6	0.5	0.0

Tabella 6.10 - Valori coefficiente γ

		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	Sfavorevoli		1.1	1.3	1.0
Carichi permanenti non strutturali G_2	Favorevoli	γ_{G2}	0.8	0.8	0.8
	Sfavorevoli		1.5	1.5	1.3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Q1}	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevoli		1.5	1.5	1.3

Tabella 6.11 - Valori di q_k , Q_k e H_k per le diverse categorie di edifici

Cat.	Ambienti	q_k	Q_k	H_k
A	Aree per attività domestiche e residenziali, quali locali di abitazione e relativi servizi, alberghi e camere di degenza di ospedali	2.00	2.00	1.00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4.00	4.00	2.00
B	Cat. B1 Uffici aperti al pubblico	3.00	2.00	1.00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4.00	4.00	2.00
C	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti	3.00	3.00	1.00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze	4.00	4.00	2.00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria con le seguenti limitazioni		
		≥ 4.00	≥ 4.00	≥ 2.00
	Cat. C5 Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5.00	5.00	3.00
D	Cat. D1 Negozi	4.00	4.00	2.00
F - G	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2.50	2 · 10.00	1.00
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci	5.00	2 x 50.00	1.00
H - I - K	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione	0.50	1.20	1.00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	Secondo categoria di appartenenza		

Tabella 6.12 - Valore del carico permanente strutturale G_1

Codice	Strato	Sp. [mm]	Sp. [m]	Peso unitario [kN/m ³]	Peso [kN/m ²]
1	Pannello strutturale in legno tipo XLAM	57	0.057	3.5	0.1995
G₁ totale					0.1995

Tabella 6.13 - Valore del carico permanente non strutturale G_2

Codice	Strato	Sp. [mm]	Sp. [m]	Peso unitario [kN/m ³]	Peso [kN/m ²]
1	Lastra singola in cartongesso	12.5	0.0125	14	0.175
2	barriera al vapore	0.5	0.0005	9.8	0.0049
3	Lastra singola in cartongesso	12.5	0.0125	14	0.175
4	sottostruttura con profili a U	0.6	0.0006	77	0.01
5	Isolante in lana di vetro	245	0.245	0.8	0.196
6	Listelli in legno	100	0.1	3.5	0.034
7	Isolante in lana di roccia	100	0.1	0.78	0.078
8	Listelli in legno	50	0.05	3.5	0.0112
9	Impermeabilizzante	0.5	0.0005	13.9	0.0006
10	tavolato in legno	24	0.024	4.5	0.108
11	lamiera di copertura	0.6	0.0006	71	0.0426
G₂ totale					0.6918

Tabella 6.14 - Valore del sovraccarico q_k

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]
H	Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0.50

Progetto struttura in acciaio

La struttura è composta da cinque portali con arco a tre cerniere, collegati tra loro da travi secondarie.

Analisi dei carichi - copertura

Per il dimensionamento si è deciso di utilizzare i soli carichi verticali, viene quindi escluso in carico da vento.

Carichi permanenti strutturali G_1

I carichi permanenti strutturali agenti sulla trave secondaria sono riportati nella prima Tabella 6.12.

Carichi permanenti non strutturali G_2

I carichi permanenti non strutturali si compongono degli strati non strutturali della copertura, e vengono riportati nella seconda Tabella 6.13.

Carichi variabili Q

Si considera come carico variabile il solo carico di neve, pari a $q_s = 2.94$ kN/m².

Sovraccarico q_k

Il sovraccarico agente sulla struttura è riportato nella Tabella 6.14.

Analisi dei carichi – secondo impalcato

I carichi permanenti strutturali G_1 e il sovraccarico q_k vengono riportati rispettivamente nella Tabella 6.15 e nella Tabella 6.16

Carichi permanenti non strutturali G_2

I carichi permanenti non strutturali si compongono degli strati non strutturali del solaio, come riportato nella Tabella 6.17. Sono inoltre presenti i carichi legati alle partizioni interne, calcolati come riportato nella Tabella 6.18 e nella Tabella 6.19. I carichi permanenti non strutturali complessivi risultano quindi: 2.62 kN/m².

Tabella 6.15 - Valore del carico permanente strutturale G_1

Codice	Strato	Sp. [mm]	Sp. [m]	Peso unitario [kN/m ³]	Peso [kN/m ²]
1	Pannello strutturale in legno tipo XLAM	57	0.057	3.5	0.1995
2	Pannello strutturale in legno tipo XLAM	57	0.057	3.5	0.1995
G₁ totale					0.399

Tabella 6.16 - Valore del sovraccarico q_k

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]
C2	Ambienti con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne.	4

Tabella 6.17 - Valore del carico permanente non strutturale G_2

Codice	Strato	Sp. [mm]	Sp. [m]	Peso unitario [kN/m ³]	Peso [kN/m ²]
1	Rivestimento in piastrelle	7	0.007	23	0.161
2	Pavilastra	12.5	0.0125	12	0.15
3	Pavimento radiante in polistirene espanso	41	0.041	0.2	0.0082
4	Sottostruttura con profili a U, passo 60 cm	54	0.054	77	0.01
5	Isolante in lana di vetro	45	0.045	0.8	0.036
8	Lastra singola in cartongesso	12.5	0.0125	6	0.075
9	Lastra singola in cartongesso	12.5	0.0125	14	0.175
G₂ totale					0.62

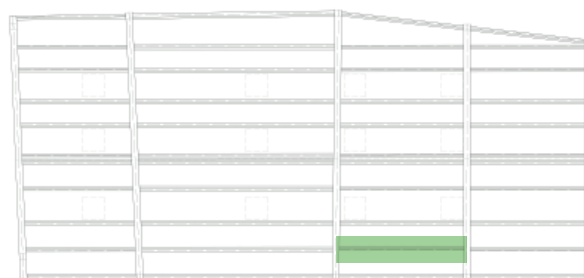
Tabella 6.18 - Valore del carico permanente non strutturale G_2 riferito alla partizione 1

Codice	Strato	Sp. [mm]	Sp. [m]	Peso unitario [kN/m ³]	Peso [kN/m ²]
1	Rivestimento in piastrelle	7	0.007	23	0.161
5	Isolante in lana di vetro	80	0.080	0.8	0.036
	Sottostruttura con profili a C 100/50, passo 60 cm	100	0.1	77	0.01
8	Lastra singola in cartongesso	12.5	0.0125	6	0.075
9	Rivestimento in piastrelle	7	0.007	23	0.161
g₂ totale					0.5453
l					3.8 [m]
G₂					2.0721 [kN/m]
g₂					1.2

Tabella 6.19 - Valore del carico permanente non strutturale G_2 riferito alla partizione 2

Codice	Strato	Sp. [mm]	Sp. [m]	Peso unitario [kN/m ³]	Peso [kN/m ²]
1	Lastra singola in cartongesso	12.5	0.0125	6	0.075
5	Isolante in lana di vetro	80	0.080	0.8	0.036
	Sottostruttura con profili a C 100/50, passo 60 cm	100	0.1	77	0.01
8	Lastra singola in cartongesso	12.5	0.0125	6	0.075
9	Rivestimento in piastrelle	7	0.007	23	0.161
g₂ totale					0.3843
l					4.52 [m]
G₂					1.7370 [kN/m]
g₂					0.8

Figura 6.4 - Pianta copertura con evidenziata la trave secondaria oggetto del dimensionamento nonché la sua area di influenza

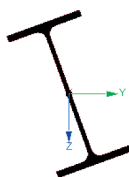


1° trave secondaria di copertura

Dati di progetto

Lunghezza trave in pianta: 5.9 m
Interasse: 1.2 m

La trave considerata, raffigurata nella Figura 6.4, risulta inclinata rispetto all'asse z di 20° come rappresentato dall'immagine seguente.



Combinazione delle azioni (SLE) – combinazione caratteristica rara

Si hanno due possibili combinazioni di carico

$$\text{Caso A: } Q_d = G_{1,orto} + G_{2,orto} + q_{s,orto} + \psi_{02}q_{k,orto} = 3.5262 \frac{kN}{m^2}$$

$$\text{Caso B: } Q_d = G_{1,orto} + G_{2,orto} + q_{k,orto} + \psi_{02}q_{s,orto} = 3.2176 \frac{kN}{m^2}$$

Il Caso A risulta il più gravoso per la struttura. Distribuito lungo l'interasse, il carico lineare risulta quindi:

$$Q = 4.2314 \text{ kN/m.}$$

Considerando la sola componente parallela all'anima della trave si ha $Q = 3.98 \text{ kN/m}$.

Verifica allo spostamento verticale

Ai fini della verifica allo spostamento verticale deve risultare:

$$\frac{\delta_{max}}{l} \leq \frac{1}{200}$$

$$\frac{\delta_2}{l} \leq \frac{1}{250}$$

Dove 1/200 e 1/250 sono i limiti imposti della normativa (tab. 4.2.XII) per coperture in generale. δ_{max} si riferisce allo spostamento massimo mentre δ_2 allo spostamento generato dai soli carichi variabili.

Le relazioni risultano verificate con un profilo IPE 220. Si ha infatti:

$$\delta_{max} = \frac{5ql^4}{384EI} = 0.0095 \text{ m} \quad \delta_2 = 0.0075 \text{ m}$$

$$\frac{\delta_{max}}{l} = 0.0016 \text{ m} < \frac{1}{200} = 0.005 \quad \frac{\delta_2}{l} = 0.0013 \text{ m} < \frac{1}{250} = 0.004$$

In quanto i soli carichi variabili sono $Q = 3.11 \text{ kN/m}$

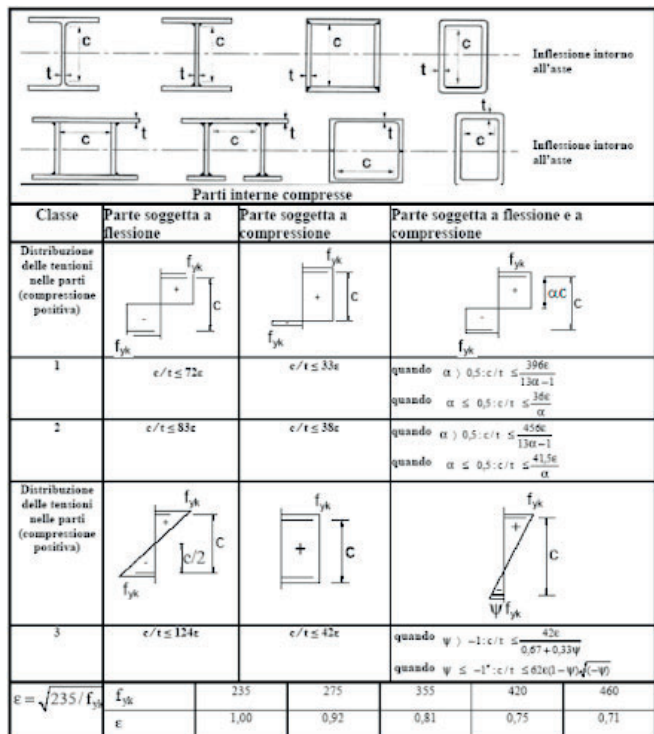


Figura 6.5 - Massimi rapporti larghezza spessore per parti compresse delle anime

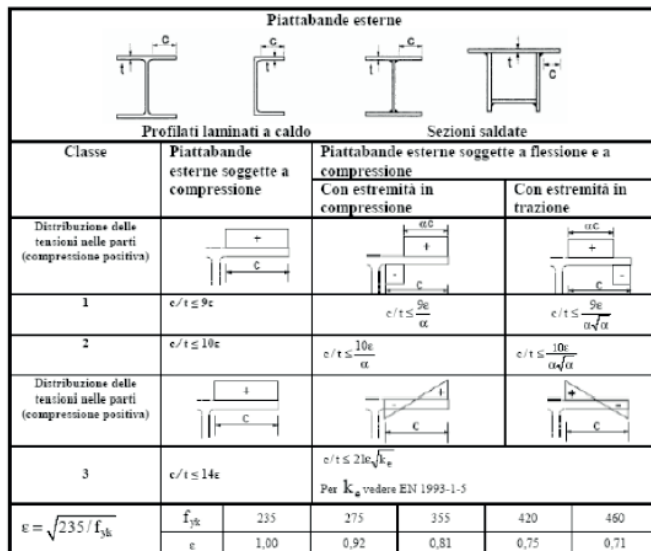


Figura 6.6 - Massimi rapporti larghezza spessore per parti compresse delle ali

Studio della sezione

Si riportano in tabella i dati geometrici del profilo.

IPE 220 - Geometria sezione [mm]	
h	220
b	110
t _w	5.9
t _f	9.2
r	12
A	3340 [mm ²]
b _c	40.05
h _w	177.6
ε	0.81 [adm]

Verifica delle parti interne compresse

La Figura 6.5 rappresenta i rapporti massimi larghezza-spessore per le parti di anima compresse.

Si ha:

$$c/t = h_w/t_w = 30.10$$

$$c/t \cdot \epsilon = 37.16 < 38$$

Il profilo risulta in classe 2

Verifica delle parti esterne compresse

La figura in alto a destra rappresenta i rapporti massimi larghezza-spessore per le parti di ala compresse.

Si ha:

$$c/t = b_c/t_f = 4.35$$

$$c/t \cdot \epsilon = 5.37 < 9$$

Il profilo risulta in classe 1.

Essendo predominante la classe inferiore, il profilo IPE 220 viene classificato come in classe 2.

Combinazione delle azioni (SLU) – combinazione fondamentale

Essendo presenti due carichi variabili si procede alla verifica di due combinazioni di carico fondamentali come di seguito indicato.

Caso A:

$$Q_d = \gamma_{G1}G_{1,orto} + \gamma_{G2}G_{2,orto} + \gamma_Q q_{s,orto} + \gamma_Q \psi_{02} q_{k,orto} = 5.71 \frac{kN}{m^2}$$

Caso B:

$$Q_d = \gamma_{G1}G_{1,orto} + \gamma_{G2}G_{2,orto} + \gamma_Q q_{k,orto} + \gamma_Q \psi_{02} q_{s,orto} = 5.13 \frac{kN}{m^2}$$

Per i coefficienti γ si considerano i seguenti valori:

$$\gamma_{G1} = 1.3$$

$$\gamma_{G2} = 1.5$$

$$\gamma_Q = 1.5$$

Il caso A risulta il più critico. Moltiplicato per l'interasse di influenza della trave si ha $Q = 6.84846$ kN/m, che proiettato lungo l'asse della trave risulta essere $Q = 6.44$ kN/m.

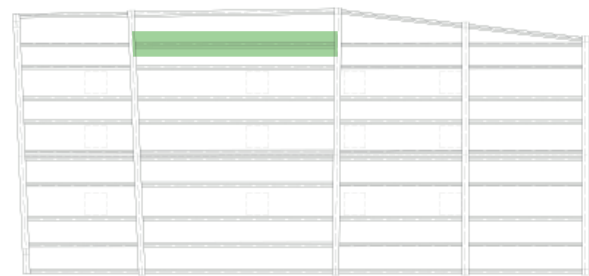
Verifica a flessione monoassiale

La verifica deve rispettare la seguente condizione:

$$\frac{M_{ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

Dove:

Figura 6.7 - Pianta copertura con evidenziata la trave secondaria oggetto del dimensionamento nonché la sua area di influenza



M_{ed} = momento flettente di progetto
 $M_{c,Rd}$ = resistenza di progetto a flessione.
 Si ha:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl}f_{yk}}{\gamma_{M0}} = 96.36 \text{ kNm}$$

$$M_{ed} = 28.01 \text{ kNm}$$

Con $\gamma_{M0} = 1.05$ coefficiente di sicurezza per la resistenza delle sezioni di classe 1,2,3,4.

Verifica a taglio

Per la verifica a taglio deve essere rispettata la seguente equazione:

$$\frac{V_{ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

Dove:

V_{ed} è il taglio di progetto

$V_{c,Rd}$ è il taglio resistente

Si ha:

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v f_{yk}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 218.70 \text{ kN}$$

Con:

$$A_v = A - 2bt_f + (t_w + r)t_f = 1120.4 \text{ mm}^2$$

$$V_{ed} = \frac{Ql}{2} = 18.99 \text{ kN}$$

2° trave secondaria di copertura

Dati di progetto

Lunghezza trave in pianta: 9.556 m

Interasse: 1.2 m

La trave, riportata in Figura 6.7, risulta come prima inclinata di 20°.

Combinazione delle azioni (SLE)

I carichi agenti sulla trave risultano gli stessi della trave precedente, si ha quindi $Q = 3.98 \text{ kN/m}$.

Verifica allo spostamento verticale

Le verifiche risultano rispettate con un profilo IPE 270 in quanto:

$$\delta_{max} = 0.035 \text{ m}$$

$$\delta_2 = 0.028 \text{ m}$$

$$\frac{\delta_{max}}{l} = 0.0037 \text{ m} < \frac{1}{200} = 0.005$$

$$\frac{\delta_2}{l} = 0.0029 \text{ m} < \frac{1}{250} = 0.004$$

Studio della sezione

Si riportano in tabella i dati geometrici del profilo.

IPE 270 - Geometria sezione [mm]	
h	270
b	135
t _w	6.6
t _f	10.2
r	15
A	4590 [mm ²]
b _c	49.2
h _w	219.6
ε	0.81 [adm]

Verifica delle parti interne compresse

$$c/t = h_w/t_w = 33.27$$

$$c/t \cdot \varepsilon = 41.07 < 42$$

Il profilo risulta pertanto in classe 3.

Verifica delle parti esterne compresse

Si ha:

$$c/t = b_c/t_f = 4.82$$

$$c/t \cdot \varepsilon = 5.95 < 9$$

Il profilo risulta in classe 1.

Essendo predominante la classe inferiore, il profilo IPE 270 viene classificato come in classe 3.

Combinazione delle azioni (SLU)

Il carico lineare risulta, come prima: $Q = 6.44 \text{ kN/m}$.

Verifica a flessione monoassiale

Si ha:

$$M_{ed} = 73.48 \text{ kNm}$$

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el,min} f_{yk}}{\gamma_{M0}} = 145.042 \text{ kNm}$$

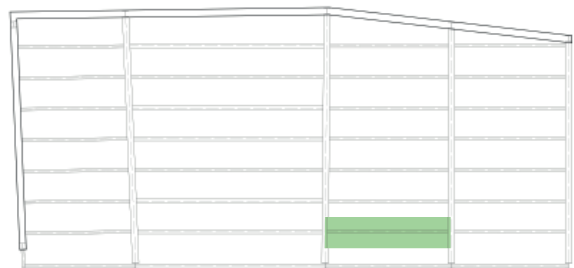
Verifica a taglio

Si ha:

$$V_{c,Rd} = 431.26 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 30.75 \text{ kN}$$

Figura 6.8 - Pianta 2° impalcato con evidenziata la trave secondaria oggetto del dimensionamento nonché la sua area di influenza



1° trave secondaria del II impalcato

Dati di progetto

Lunghezza trave in pianta: 5.994 m

Interasse: 1.5 m

La trave dimensionata è rappresentata in Figura 6.8.

Combinazione delle azioni (SLE)

Si ha la seguente combinazione di carico:

$$Q_d = G_1 + G_2 + q_k = 7.019 \frac{kN}{m^2}$$

Carico lineare: $Q = 10.5285 \text{ kN/m}$.

Verifica allo spostamento verticale

Ai fini della verifica allo spostamento verticale deve risultare:

$$\frac{\delta_{max}}{l} \leq \frac{1}{250}$$

$$\frac{\delta_2}{l} \leq \frac{1}{300}$$

Dove $1/250$ e $1/300$ sono i limiti imposti della normativa (tab. 4.2.XII) per solai in generale.

Lo spostamento risulta verificato con un profilo IPE 270.

Si ha infatti:

$$\delta_{max} = 0.014 \text{ m}$$

$$\delta_{max} = 0.008 \text{ m}$$

$$\frac{\delta_{max}}{l} = 0.0024 \text{ m} < \frac{1}{250} = 0.004 \quad \frac{\delta_{max}}{l} = 0.0013 \text{ m} < \frac{1}{300} = 0.003$$

Studio della sezione

Per lo studio della sezione si rimanda alla pagina 93.

Combinazione delle azioni (SLU)

Diversamente da quanto fatto precedentemente non si hanno diverse combinazioni di carico in quanto è presente un solo sovraccarico.

Si ha quindi:

$$Q_d = \gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}G_2 + \gamma_Q q_k = 10.4487 \frac{kN}{m^2}$$

Carico lineare: $Q = 15.673 \text{ kN/m}$.

Verifica a flessione monoassiale

Si ha:

$$M_{ed} = 70.3877 \text{ kNm}$$

$$M_{c,Rd} = 145.042 \text{ kNm}$$

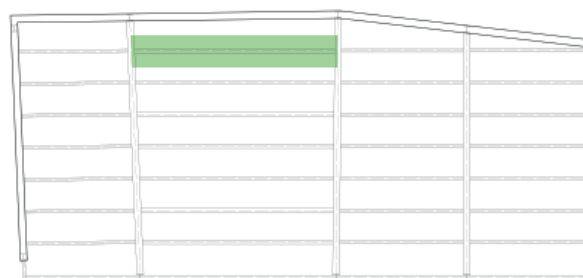
Verifica a taglio

Si ha:

$$V_{c,Rd} = 431.26 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 46.97 \text{ kN}$$

Figura 6.9 - Pianta 2° impalcato con evidenziata la trave secondaria oggetto del dimensionamento nonché la sua area di influenza



2° trave secondaria del II impalcato

Dati di progetto

Lunghezza trave in pianta: 9.483 m
 Interasse: 1.5 m
 La trave dimensionata è rappresentata in Figura 6.9.

Combinazione delle azioni (SLE)

Si ha, come prima: $Q = 10.5285 \text{ kN/m}$.

Verifica allo spostamento verticale

La verifica risulta rispettata con un profilo IPE 360 in quanto:

$$\delta_{max} = 0.032 \text{ m} \quad \delta_2 = 0.018 \text{ m}$$

$$\frac{\delta_{max}}{l} = 0.0034 \text{ m} > \frac{1}{250} = 0.004 \quad \frac{\delta_{max}}{l} = 0.0019 \text{ m} > \frac{1}{300} = 0.003$$

Studio della sezione

Si riportano in tabella i dati geometrici del profilo.

IPE 360 - Geometria sezione [mm]	
h	360
b	170
t_w	8
t_f	12.7
r	18
A	7270 [mm ²]
b_c	63
h_w	298.6
ϵ	0.81 [adm]

Verifica delle parti interne compresse

Si ha:
 $c/t = h_w/t_w = 37.32$
 $c/t \cdot \epsilon = 46.08 > 42$
 Il profilo risulta pertanto in classe 4.

Verifica delle parti esterne compresse

Si ha:
 $c/t = b_f/t_f = 4.96$
 $c/t \cdot \epsilon = 6.12 < 9$
 Il profilo risulta in classe 1.

Essendo predominante la classe inferiore, il profilo IPE 360 viene classificato come in classe 4.

Si ha quindi:

$$b_{cw} = \frac{h_w}{2} = 149.3 \text{ mm}$$

con $\rho_w = 1$ in quanto:

$$\lambda_p = \frac{h_w/t_w}{28.4\epsilon\sqrt{k_\sigma}} = 0.332 < 0.673$$

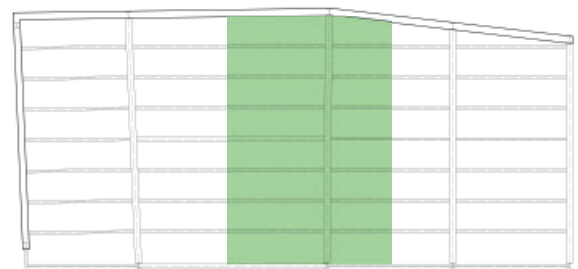
Con $k_\sigma = 23.9$.

Conoscendo la parte di anima non più collaborante di procede al calcolo dell'area efficace in direzione y, $A_{eff,y}$.

$$A_{eff,y} = A - (1 - \rho_w)b_{cw}t_w = A = 7270 \text{ mm}^2$$

Si procede dunque al calcolo del nuovo baricentro sull'asse y, y'_G come segue

Figura 6.10 - Pianta 2° impalcato con evidenziata la trave primaria oggetto del dimensionamento nonché la sua area di influenza



$$y'_G = \frac{[(1 - \rho_w)b_{cw}t_w][(0.5 + 0.1\rho_w)b_{cw}]}{A_{eff,y}} = 0$$

Il nuovo momento d'inerzia della sezione, $I_{eff,y}$ risulta:

$$I_{eff,y} = I_y - \frac{1}{12}t_w[(1 - \rho_w)b_{cw}]^3 - [(1 - \rho_w)b_{cw}t_w] \\ [(0.5 + 0.1\rho_w)b_{cw}]^2 + A_{eff,y}y_G'^2 = \\ = 16270 \cdot 10^4 mm^4$$

Il nuovo modulo di resistenza vale quindi:

$$W_{eff,y} = \frac{I_{eff,y}}{\frac{H}{2} + y'_G} = 903.88 \cdot 10^3 mm^3$$

Combinazione delle azioni (SLU)

Analogamente alla prima trave secondaria si ha $Q = 15.673 kN/m$.

Verifica a flessione monoassiale

Si ha:

$$M_{ed} = 176.179 kNm$$

$$M_{c,Rd} = 305.60 kNm$$

Verifica a taglio

Si ha:

$$V_{c,Rd} = 685.30 kN$$

$$V_{ed} = 74.31 kN$$

Trave primaria del II impalcato

Dati di progetto

Lunghezza trave in pianta: 11.64 m

Interasse: 7.63 m

La trave in oggetto è rappresentata nella Figura 6.10.

Combinazione delle azioni (SLE)

I carichi agenti sulla trave sono rappresentati nella figura in alto.

Verifica allo spostamento verticale

Il Grafico 6.1 riporta l'andamento della freccia in direzione Z.

Si ha:

$$\delta_{max} = 0.037 m$$

$$\delta_2 = 0.0196 m$$

$$\frac{\delta_{max}}{l} = 0.0032 m < \frac{1}{250} = 0.004$$

$$\frac{\delta_2}{l} = 0.0017 m < \frac{1}{300} = 0.003$$

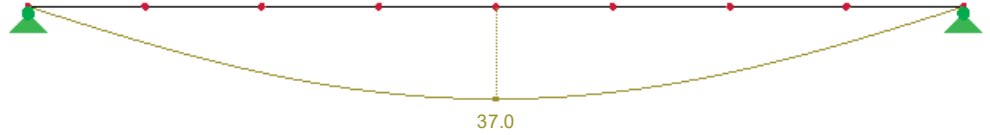


Grafico 6.1 - Spostamento verticale trave HE 650M

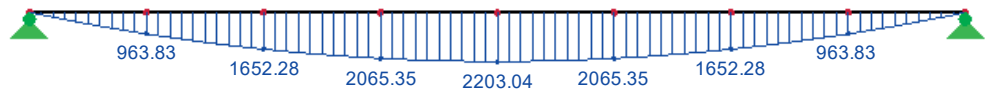


Grafico 6.2 - Momento flettente trave HE 650M

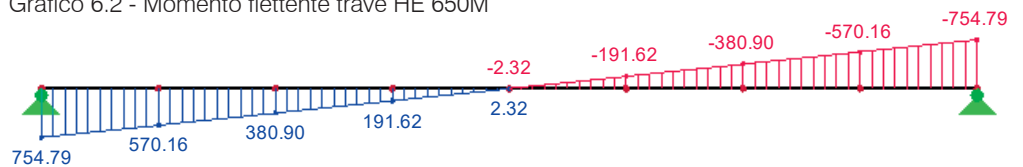


Grafico 6.3 - Taglio trave HE 650M

Studio della sezione

Si riportano in tabella i dati geometrici del profilo.

HE 650M– Geometria sezione [mm]	
h	668
b	305
t_w	21
t_f	40
r	27
A	29300 [mm ²]
b_c	115
h_w	534
ϵ	0.81 [adm]

Verifica delle parti interne compresse

$$c/t = h_w/t_w = 25.43$$

$$c/t \cdot \epsilon = 31.39 < 32$$

Il profilo risulta pertanto in classe 2.

Verifica delle parti esterne compresse

La tabella riportata in figura rappresenta i rapporti massimi larghezza spessore per le parti compresse.

Si ha:

$$c/t = b_c/t_f = 2.87$$

$$c/t \cdot \epsilon = 3.55 < 9$$

Il profilo risulta in classe 1.

Essendo predominante la classe inferiore, il profilo HE 650M viene classificato come in classe 2.

Combinazione delle azioni (SLU)

Analogamente alla trave primaria di copertura, si ricavano i valori di momento, taglio e spostamento verticale da un'analisi agli elementi finiti.

Il carico da travi secondarie di sinistra: $G_{1,sx} = 1.0169$ kN

Il carico da travi secondarie di destra: $G_{1,dx} = 2.556$ kN

I carichi del solaio risultano invece come segue:

$$g_1 = 4.365$$
 kN

$$g_2 = 28.66$$
 kN

$$q_k = 43.76$$
 kN

I carichi permanenti strutturali vengono moltiplicato, nel caso dello stato limite ultimo, per il coefficiente

$$\gamma_{G1} = 1.3.$$

Si hanno quindi i valori rappresentati nello schema in alto.

Verifica a flessione monoassiale

Il Grafico 6.2 riporta l'andamento del momento flettente.

Si ha:

$$M_{ed} = 2203.04 \text{ kNm}$$

$$M_{c,Rd} = 3264.98 \text{ kNm}$$

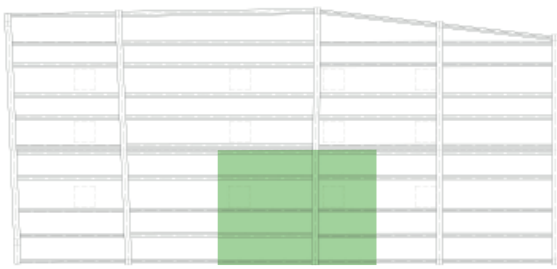


Figura 6.11 - Pianta copertura con evidenziata la trave primaria oggetto del dimensionamento nonché la sua area di influenza

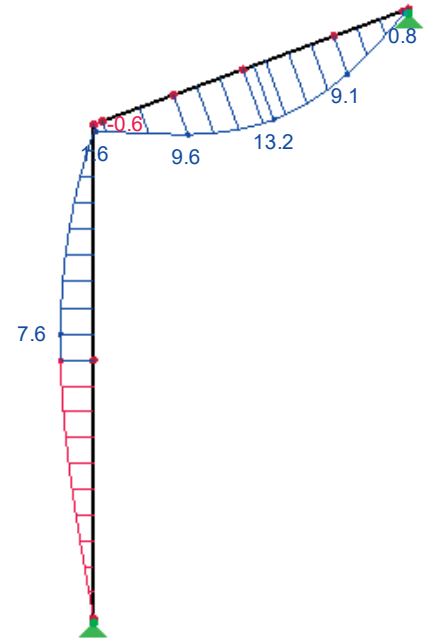


Grafico 6.4 - Spostamento lungo z locale

Verifica a taglio

Il Grafico 6.3 rappresenta l'andamento del taglio.

Si ha:

$$V_{c,Rd} = 1542.07 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 754.79 \text{ kN}$$

Portale

Si affianca, al calcolo manuale, l'uso del software a elementi finiti RFEM. Si sceglie inoltre di utilizzare lo stesso profilo sia per la trave che per il pilastro. In alto viene rappresentato il portale oggetto del dimensionamento.

Dati di progetto

Lunghezza trave primaria:	5.8 m
Altezza pilastro:	8.7 m
Interasse:	7.23 m
Interasse sinistro:	4.64 m
Interasse destro:	2.57 m

Combinazione delle azioni (SLE)

Si considerano i carichi verticali derivanti dalle travi secondarie di copertura nonché i carichi legati alla trave primaria del II impalcato.

Verifica allo spostamento verticale

Il Grafico 6.4 il valore dello spostamento.

Ai fini della verifica si sceglie come profilo un HE 300 A.

Per quanto riguarda la trave si ha:

$$\delta_{max} = 0.0132 \text{ m}$$

$$\delta_2 = 0.0088 \text{ m}$$

$$\frac{\delta_{max}}{l} = 0.0023 < \frac{1}{200} = 0.005$$

$$\frac{\delta_2}{l} = 0.0015 < \frac{1}{250} = 0.004$$

Per quanto riguarda il pilastro si ha invece:

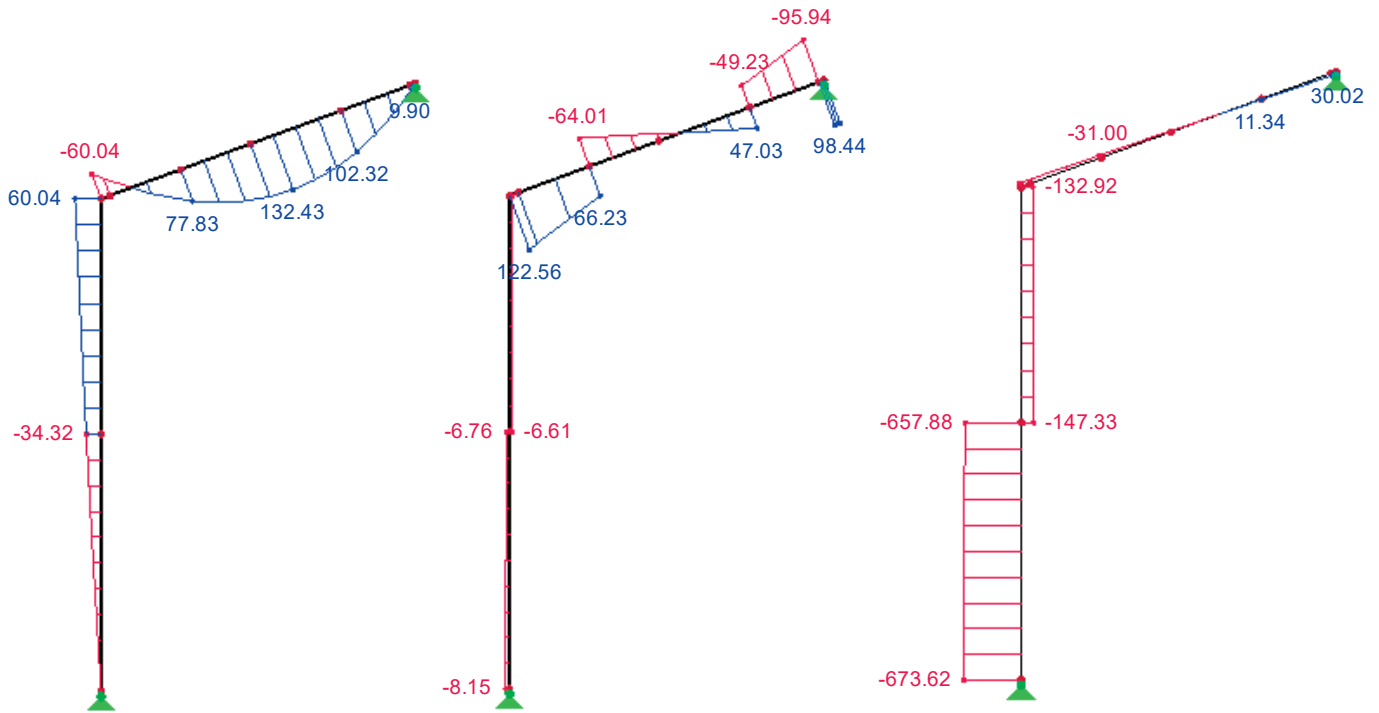
$$\delta_{max} = 0.0076 \text{ m}$$

$$\frac{\delta_{max}}{l} = 0.0009 \text{ m} < \frac{1}{300} = 0.0033$$

Studio della sezione

Si riportano in tabella i dati geometrici del profilo.

HE 300 A - Geometria sezione [mm]	
h	290
b	300
t _w	8.5
t _f	14
r	27
A	11250 [mm ²]
b _c	118.75
h _w	208
ε	0.81 [adm]



Secondo l'ordine di lettura:

Grafico 6.5 - Momento flettente portale

Grafico 6.6 - Taglio portale

Grafico 6.7 - Azione assiale portale

Verifica delle parti interne compresse

$$c/t = h_w/t_w = 24.47$$

$$c/t \cdot \varepsilon = 30.21 < 32$$

Il profilo risulta pertanto in classe 1.

Verifica delle parti esterne compresse

Si ha:

$$c/t = b_c/t_f = 8.48$$

$$c/t \cdot \varepsilon = 10.47 < 14$$

Il profilo risulta in classe 3.

Essendo predominante la classe inferiore, il profilo HE 300A viene classificato come in classe 3.

Combinazione delle azioni (SLU)

Si considerano agenti sulla trave primaria i seguenti carichi:

Il carico della trave secondaria di sx moltiplicato per l'interasse di sinistra: $G_{1,sx} = 0.67$ kN

Il carico della trave secondaria di destra moltiplicato per l'interasse di destra: $G_{1,dx} = 1.67$ kN.

Il carico strutturale del solaio: $G_1 = 1.727$ kN

Il carico non strutturale del solaio: $G_2 = 5.9904$ kN

Il carico da neve: $q_s = 25.458$ kN

Il sovraccarico: $q_k = 4.329$ kN

Si considera invece agente sul pilastro l'azione di taglio derivante dalla trave primaria del secondo impalcato pari a: $V = 510.55$ kN

Per gli stati limite ultimi, i carichi G_1 vengono moltiplicati per il coefficiente $\gamma_{G1} = 1.3$.

Verifica a flessione monoassiale

Il Grafico 6.5 mostra l'andamento del momento flettente. Poiché viene utilizzato lo stesso profilo sia per la trave che per il pilastro si procede alle verifiche della sola trave in quanto presenta il momento più gravoso.

Si ha:

$$M_{ed} = 193.36 \text{ kNm}$$

$$M_{c,Rd} = 426 \text{ kNm}$$

Verifica a taglio

Il Grafico 6.6 mostra l'andamento del taglio.

Si ha:

$$V_{c,Rd} = 873.22 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 178.33 \text{ kN}$$

Verifica a compressione del pilastro

Il Grafico 6.7 mostra l'andamento dell'azione assiale N sul pilastro.

Si hanno due possibili verifiche a compressioni:

Verifica di resistenza a compressione delle membrature

Verifica di stabilità a compressione delle membrature

La prima la verifica prevede il rispetto della seguente disequazione:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

Si ha:

$$N_{Ed} = 673.62 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rd} = A \frac{f_{ky}}{\gamma_{M0}} = 3803.57 \text{ kN}$$

La seconda verifica prevede invece la seguente disequazione:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

Dove $N_{b,Rd}$ è la resistenza di progetto all'instabilità dell'asta compressa.

Si ha:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_{yk}}{\gamma_{M1}} = 3364.53 \text{ kN}$$

Dove:

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}} = 0.884 \leq 1$$

Con

$$\phi = 0.5[1 + \alpha(\lambda - 0.2) + \lambda^2] = 0.73$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{A f_{yk}}{N_{cr}}} = 0.619$$

$$N_{cr} = \frac{EI\pi^2}{(2l)^2} = 10590.29 \text{ kN}$$

Verifica a presso-flessione retta del pilastro

Per il caso in esame la resistenza di progetto a presso-flessione risulta:

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} = 426 \text{ kNm}$$

In quanto:

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = 0.17$$

$$a = \frac{A - 2bt_f}{A} = 0.25 \leq 0.5$$

risulta quindi $n < a$.

Collegamenti

Per tutti i collegamenti si scelgono bulloni ad alta resistenza del tipo HR con classe di resistenza 8.8.

Si ha quindi quanto segue:

$$f_{yb} = 649 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2;$$

dadi ad alta resistenza del tipo HR, con classe di resistenza 8, e rondelle del tipo HR, con durezza 300-370.

Per gli elementi di collegamento quali piastre e profili ad L viene scelto l'acciaio S355. Si ha quindi:

$$f_{yk} = 0.355 \text{ kN/mm}^2$$

$$f_{tk} = 0.510 \text{ kN/mm}^2$$

Giunto bullonato A

Si esamina a titolo esemplificativo il giunto a completo ripristino sulla trave primaria HE 650M del secondo impalcato.

Verifica a taglio

Ai fini della verifica si deve rispettare la seguente relazione:

$$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$$

Si ha quindi:

$$F_{v,Ed} = 62.12 \text{ kN}$$

Mentre il taglio resistente, utilizzando 2 bulloni M12, risulta come segue:

$$F_{v,Rd} = \frac{0.6f_{tb}A_{res}}{\gamma_{M2}} = 129.48 \text{ kN}$$

Verifica a rifollamento

Indicando con $F_{b,Rd}$ la resistenza di progetto a rifollamento, si ha:

$$F_{b,Rd} = \frac{nk\alpha f_{tk}dt}{\gamma_{M2}} = 57.12 \text{ kN}$$

Con:

n numero bulloni

d diametro nominale del bambo del bullone

t spessore della piastra

$\alpha = \min\{e_1/3d_0; f_{tb}/f_{tk}; 1\}$ per bulloni di bordo nella direzione del carico

$\alpha = \min\{(p_1/3d_0) - 0.25; f_{tb}/f_{tk}; 1\}$ per bulloni interni nella direzione del carico

$k = \min\{2.8e_2/d_0 - 1.7; 2.5\}$ per bulloni di bordo nella direzione del carico

$k = \min\{1.4p_2/d_0 - 1.7; 2.5\}$ per bulloni interni nella direzione del carico;

con d_0 diametro nominale del foro di alloggiamento del bullone, e e_1 , e_2 , p_1 , p_2 come indicato al §4.2.8.1.1 dell'NTC 2018.

Si ripropone la verifica col metodo delle tensioni ammissibili. Essa prevede il rispetto della seguente designazione:

$$\sigma_{rif} \leq \alpha \sigma_{amm}$$

Con $\alpha = 2$.
Si ha quindi:

$$\sigma_{rif} = \frac{F_{v,Rd}}{td} = 0.18 \frac{kN}{mm^2}$$

$$\alpha\sigma_{amm} = \frac{f_{tk}}{4} = 0.25 \frac{kN}{mm^2}$$

Verifica a trazione

La trave risulta soggetta a momento flettente pari a:

$$M_{Ed} = 2203.04 \text{ kNm}$$

Si decide di utilizzare 340 bulloni M20.

Risulta quindi:

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 \cdot f_{tb} A_{res}}{\gamma_{M2}} = 141.12 \text{ kN}$$

Con il braccio $z = 0.225 \text{ m}$ si ha:

$$M_{Rd} = 2540.16 \text{ kNm}$$

Questa verifica dimostra anche la precedente a taglio, per tale ragione si inseriscono solo i bulloni di cui sopra

Nodo B

Si studia il nodo tra le travi secondarie e trave primaria del secondo impalcato. Essendo le travi appoggiate si dimensionano nodi a cerniera.

Trave secondaria IPE 270

Verifica a taglio

Si ha:

$$F_{v,Ed} = 46.97 \text{ kN}$$

Mentre il taglio resistente, utilizzando 2 bulloni M12, risulta come segue:

$$F_{v,Rd} = 129.48 \text{ kN}$$

Verifica a rifollamento

Si ha:

$$F_{b,Rd} = 87.87 \text{ kN}$$

Con il metodo delle tensioni ammissibili risulta invece:

$$\sigma_{rif} = 0.14 \frac{kN}{mm^2}$$

$$\alpha\sigma_{amm} = 0.25 \frac{kN}{mm^2}$$

Trave secondaria IPE 360

Verifica a taglio

Si ha:

$$F_{v,Ed} = 74.31 \text{ kN}$$

Mentre il taglio resistente, utilizzando 2 bulloni M12, risulta come segue:

$$F_{v,Rd} = 129.48 \text{ kN}$$

Verifica a rifollamento

Si ha:

$$F_{b,Rd} = 87.87 \text{ kN}$$

Metodo delle tensioni ammissibili:

$$\sigma_{rif} = 0.22 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

$$\alpha\sigma_{amm} = 0.25 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

Nodo C

Si considera qui il nodo a cerniera tra la trave primaria HE 650M del secondo impalcato e il pilastro.

Verifica a taglio

Si ha: $F_{v,Ed} = 754.79 \text{ kN}$

Mentre il taglio resistente, utilizzando 12 bulloni M14, risulta come segue:

$$F_{v,Rd} = 1059.84 \text{ kN}$$

Verifica a rifollamento

Si ha: $F_{b,Rd} = 761.6 \text{ kN}$

Metodo delle tensioni ammissibili:

$$\sigma_{rif} = 0.22 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

$$\alpha\sigma_{amm} = 0.25 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

Nodo D

Il nodo D rappresenta la connessione tra le travi secondarie e trave primaria di copertura. Essendo le travi secondarie vincolate in semplice appoggio alla trave primaria si dimensiona un nodo a cerniera.

Trave secondaria IPE 270

Verifica a taglio

Si ha:

$$F_{v,Ed} = 30.64 \text{ kN}$$

Mentre il taglio resistente, utilizzando 1 bullone M10, risulta:

$$F_{v,Rd} = 44.54 \text{ kN}$$

Verifica a rifollamento

Si ha:

$$F_{b,Rd} = 32.26 \text{ kN}$$

Metodo tensioni ammissibili:

$$\sigma_{rif} = 0.07 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

$$\alpha\sigma_{amm} = 0.25 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

Trave secondaria IPE 220

Verifica a taglio

Si ha:

$$F_{v,Ed} = 17.69 \text{ kN}$$

Il taglio resistente, utilizzando 1 bulloni M10, risulta come segue:

$$F_{v,Rd} = 44.54 \text{ kN}$$

Verifica a rifollamento

Si ha:

$$F_{b,Rd} = 23.04 \text{ kN}$$

Riproponendo la verifica col metodo delle tensioni ammissibili si ha:

$$\sigma_{rif} = 0.09 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

$$\alpha \sigma_{amm} = 0.25 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

Nodo E

Il nodo in esame rappresenta la connessione al colmo tra le due travi primarie di copertura.

Trave secondaria HE 300 A

Verifica a taglio

Si ha:

$$F_{v,Ed} = 143.41 \text{ kN}$$

Mentre il taglio resistente, utilizzando 4 bulloni M12, risulta come segue:

$$F_{v,Rd} = 258.97 \text{ kN}$$

Verifica a rifollamento

Si ha:

$$F_{b,Rd} = 342.72 \text{ kN}$$

Metodo delle tensioni ammissibili:

$$\sigma_{rif} = 0.21 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

$$\alpha \sigma_{amm} = 0.25 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

Verifica saldatura piatto- trave

Considerando un piatto in acciaio S355 si ha quanto segue.

$$\tau_{II} = \frac{F_{v,Ed}}{2la} = 0.06 \frac{kN}{mm^2}$$

Con $a = 5 \text{ mm}$ e $l = 250 \text{ mm}$.

Risulta quindi:

$$\sqrt{3(\tau_{II})^2} = 0.10 \frac{kN}{mm^2} < \frac{f_{tk}}{\beta\gamma_{M2}} = 0.45 \frac{kN}{mm^2}$$

Nodo F

Il nodo a incastro rappresenta la connessione tra la trave primaria di copertura e il pilastro.

Verifica a taglio trave-piatto

Si ha:

$$F_{v,Ed} = 115.21 \text{ kN}$$

Il taglio resistente, utilizzando 4 bulloni M12, risulta come segue:

$$F_{v,Rd} = 129.48 \text{ kN}$$

Verifica a rifollamento

Si ha:

$$F_{b,Rd} = 342.72 \text{ kN}$$

Riproponendo la verifica col metodo delle tensioni ammissibili si ha:

$$\sigma_{rif} = 0.17 \frac{kN}{mm^2}$$

$$\alpha\sigma_{amm} = 0.25 \frac{kN}{mm^2}$$

Verifica a trazione sul piatto

Si ha:

$$F_{v,Ed} = 41.67 \text{ kN}$$

La resistenza a trazione, utilizzando 4 bulloni M12, risulta come segue:

$$F_{t,Rd} = 129.48 \text{ kN}$$

Resistenza a trazione da momento

Sulla trave e sul pilastro agisce lo stesso momento flettente $M_{ed} = 60.04 \text{ kNm}$.

Ipotizzando 6 bulloni M12, la resistenza a trazione risulta:

$$F_{t,Rd} = 97.11 \text{ kN}$$

Con un braccio $z = 0.125 \text{ m}$ si ha:

$$M_{Rd} = 72.83 \text{ kNm}$$

Verifica saldatura piatto-trave

La forza di trazione agente sul piatto risulta pari a:

$$F_{t,Ed} = 41.67 \text{ kN}$$

Ipotizzando l'altezza di gola $a = 5 \text{ mm}$, si ha:

$$\sigma_{\perp} = \frac{F_{t,Ed}}{2al\sqrt{2}} = \tau_{\perp} = 0.01 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

La resistenza a trazione risulta quindi:

$$F_{t,Rd} = 58.9 \text{ kN}$$

Verifica saldatura piatto-pilastro

La forza di trazione agente sul piatto è pari a:

$$F_{t,Ed} = 389.22 \text{ kN}$$

Ipotizzando l'altezza di gola $a = 5 \text{ mm}$, si ha:

$$\sigma_{\perp} = \frac{F_{t,Ed}}{al\sqrt{2}} = \tau_{\perp} = 0.05 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

La resistenza a trazione risulta quindi:

$$F_{t,Rd} = 550.45 \text{ kN}$$

Verifica saldatura piatti tra ali

Si ipotizzano un piatto per lato della trave. La forza di trazione agente sul singolo piatto è pari a:

$$F_{t,Ed} = 207.03 \text{ kN}$$

Ipotizzando l'altezza di gola $a = 5 \text{ mm}$, si ha:

$$\sigma_{\perp} = \frac{F_{t,Ed}}{2al\sqrt{2}} = \tau_{\perp} = 0.15 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

La resistenza a trazione risulta quindi:

$$F_{t,Rd} = 292.79 \text{ kN}$$

Tutte le saldature rispettano inoltre la seguente relazione:

$$F_{t,Rd} \leq \frac{f_{tk}}{\beta\gamma_{M2}} = 0.45 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

Tabella 6.20 - Valore del carico permanente non strutturale G_2

Codice	Strato	Sp. [mm]	Sp. [m]	Peso unitario [kN/m ³]	Peso [kN/m ²]
1	Lastra singola in cartongesso	12.5	0.0125	14	0.175
2	barriera al vapore	0.5	0.0005	9.8	0.0049
3	Lastra singola in cartongesso	12.5	0.0125	14	0.175
4	sottostruttura con profili a U	0.6	0.0006	77	0.01
5	Listelli in legno	100	0.1	3.5	0.034
6	Isolante in lana di roccia	100	0.1	0.78	0.078
7	Listelli in legno	50	0.05	3.5	0.0112
8	Impermeabilizzante	0.5	0.0005	13.9	0.0006
9	tavolato in legno	24	0.024	4.5	0.108
10	lamiera di copertura	0.6	0.0006	71	0.0426
G₂ totale					0.6393

Tabella 6.21 - Valore del sovraccarico q_k

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]
H	Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0.50

Progetto struttura in legno

Si procede qui al predimensionamento della struttura in legno della locanda. Viste le interessanti prestazioni sia strutturali che antisismiche, si è deciso di utilizzare di pannelli Xlam a strati incrociati.

Si procede al calcolo dei carichi agenti sulla struttura.

Analisi dei carichi - copertura

Per il predimensionamento si è deciso di utilizzare i soli carichi verticali, viene quindi escluso in carico da vento.

Per i carichi permanenti strutturali si considera il solo peso proprio dei pannelli.

Carichi permanenti non strutturali G_2

I carichi permanenti non strutturali si compongono degli strati non strutturali della copertura, come riportato nella Tabella 6.20.

Carichi variabili Q

Si considera come carico variabile il solo carico di neve, pari a $q_s = 2.94$ kN/m².

Sovraccarico q_k

Il sovraccarico agente sulla struttura è riportato nella Tabella 6.21.

Analisi dei carichi – terzo e quarto impalcato

I carichi permanenti non strutturali G_2 si compongono degli strati non strutturali del solaio, nonché dai carichi legati alle partizioni interne, la cui stratigrafia è stata ipotizzata uguale alla struttura in acciaio.

I carichi non strutturali totali risultano quindi:

$$g_2 = 1.82 \text{ kN/m}^2.$$

Le stratigrafie dei carichi non strutturali e il sovraccarico q_k sono riportati, in ordine, alla pagina seguente.

Analisi dei carichi –secondo impalcato

I carichi non strutturali risultano, ad esclusione delle partizioni, pari a $g_2 = 0.62$ kN/m². La stratigrafia è riportata nella Tabella 6.22. Quella riguardante il sovraccarico q_k è invece la Tabella 6.26.

Tabella 6.22 - Valore del carico permanente non strutturale G_2

Codice	Strato	Sp. [mm]	Sp. [m]	Peso unitario [kN/m ³]	Peso [kN/m ²]
1	Rivestimento in piastrelle	7	0.007	23	0.161
2	Pavilastra	12.5	0.0125	12	0.15
3	Pavimento radiante in polistirene espanso	41	0.041	0.2	0.0082
4	Sottostruttura con profili a U, passo 60 cm	54	0.054	77	0.01
5	Isolante in lana di vetro	45	0.045	0.8	0.036
6	Lastra singola in cartongesso	12.5	0.0125	6	0.075
7	Lastra singola in cartongesso	12.5	0.0125	14	0.175
G₂ totale					0.62

Tabella 6.23 - Valore del carico permanente non strutturale G_2 riferito alla partizione 1

Codice	Strato	Sp. [mm]	Sp. [m]	Peso unitario [kN/m ³]	Peso [kN/m ²]
1	Lastra singola in cartongesso	12.5	0.0125	6	0.075
2	Isolante in lana di vetro	80	0.080	0.8	0.036
3	Sottostruttura con profili a C 100/50, passo 60 cm	100	0.1	77	0.01
4	Lastra singola in cartongesso	12.5	0.0125	6	0.075
g₂ totale					0.196
l					2.7 [m]
G₂					0.5292 [kN/m]
g₂					0.4

Tabella 6.24 - Valore del carico permanente non strutturale G_2 riferito alla partizione 2

Codice	Strato	Sp. [mm]	Sp. [m]	Peso unitario [kN/m ³]	Peso [kN/m ²]
1	Lastra singola in cartongesso	12.5	0.0125	6	0.075
2	Isolante in lana di vetro	80	0.080	0.8	0.036
	Sottostruttura con profili a C 100/50, passo 60 cm	100	0.1	77	0.01
3	Lastra singola in cartongesso	12.5	0.0125	6	0.075
4	Rivestimento in piastrelle	7	0.007	23	0.161
g₂ totale					0.3843
l					2.7 [m]
G₂					1.0376 [kN/m]
g₂					0.8

Tabella 6.25 - Valore del sovraccarico q_k

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]
A	Aree per attività domestiche e residenziali, quali locali di abitazione e relativi servizi, alberghi e camere di degenza di ospedali	2.00

Tabella 6.26 - Valore del sovraccarico q_k

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]
C1	Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti	3.00

Tabella 6.27 - Carichi su pannello Xlam di copertura

Carico permanente non strutturale 1 kN/m ²	Carico da neve 3 kN/m ²	Campata della trave di 5 m 5s 140 DL
--	---------------------------------------	---

Tabella 6.28 - Dati pannello Xlam di copertura

	sp [mm]	strati	sp. L [mm]	sp. T [mm]	sp. L [mm]	sp. T [mm]	sp. L [mm]
5s 140DL	140	5	40	20	20	20	40

Tabella 6.29 - Carichi sui pannelli Xlam del 3° e 4° impalcato

Carico permanente non strutturale 2 kN/m ²	Carico variabile 2 kN/m ²	Campata della trave di 9 m 8ss 300 DL
--	---	--

Tabella 6.30 - Carichi sul pannello Xlam del 2° impalcato

Carico permanente non strutturale 1 kN/m ²	Carico variabile 3 kN/m ²	Campata della trave di 9 m 8ss 300 DL
--	---	--

Tabella 6.31 - Dati pannelli Xlam del 2°, 3° e 4° impalcato

	sp [mm]	strati	sp. L [mm]	sp. T [mm]	sp. L [mm]	sp. T [mm]	sp. L [mm]
8ss 300DL	300	8	40+40	30	40+40	30	40+40

Tabella 6.32 - Carichi sul pannello Xlam di parete

Carico permanente non strutturale 10 kN/m	Carico variabile 13 kN/m	Altezza parete di 2.95 m e R90 3s 120 DT
--	-----------------------------	---

Tabella 6.33 - Dati pannelli Xlam di parete

	sp [mm]	strati	sp. L [mm]	sp. T [mm]	sp. L [mm]
3s 120 DT	120	3	40	40	40

Pannelli di copertura

Ai fini del predimensionamento si fa riferimento alle tabelle fornite dalla società KLH.

Dati di progetto

Lunghezza trave: 4.6 m

Il pannello è assimilabile ad una trave su due appoggi soggetta ai carichi permanenti non strutturali e a quelli derivanti dalla neve. Si ipotizza quindi un pannello a 5 strati 5s 140 DL. La Tabella 6.27 e la Tabella 6.28 riassumono rispettivamente i carichi e la composizione del pannello.

Pannelli 2°, 3° e 4° impalcato

Dati di progetto

Lunghezza pannello: 8.3 m

Il pannello è soggetto ai carichi permanenti non strutturali e a quelli variabili. Si ipotizza quindi un pannello a 8 strati 8ss 300 DL. In particolare, la Tabella 6.29 riporta i carichi agenti sul 3° e sul 4° impalcato, mentre la Tabella 6.30 quelli agenti sul 2°.

La Tabella 6.31 la composizione del pannello scelto.

Pannelli a parete

I pannelli a parete vengono dimensionati alla combustione unilaterale.

Dati di progetto

Altezza pannello: 2.95 m

Si considera agente sulla parete l'azione di taglio derivante dai carichi permanenti strutturali, non strutturali e variabili del secondo impalcato in quanto risulta il più sollecitato. Si ipotizza quindi un pannello 3s 120 DT con una resistenza al fuoco pari a R90. La Tabella 6.32 e la Tabella 6.33 riportano rispettivamente i carichi agenti sulla parete e i dati del pannello scelto.

Tabella 6.34 - Valore del carico permanente strutturale G_1

Codice	Strato	Sp. [mm]	Peso unitario [kN/m ³]
1	Argilla espansa Leca	variabile	3.9

Tabella 6.35 - Valore dei sovraccarichi q_{ki}

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]
q_{k1}	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti	3.00
q_{k2}	Cat. C5 Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5.00
q_{k3}	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci	5.00

Tabella 6.36 - Andamento valori del momento, nei tre punti considerati, al variare della mesh

		m_x [kNm]	m_y [kNm]	m_{xy} [kNm]
mesh 50 cm	punto 1	1146.44	830.43	66.45
	punto 2	410.95	252.64	-24.19
	punto 3	488.47	617.37	95.90
mesh 40 cm	punto 1	1147.68	835.35	67.26
	punto 2	412.03	247.41	-26.58
	punto 3	522.58	621.31	120.37
mesh 30 cm	punto 1	1147.46	836.58	67.67
	punto 2	411.76	247.11	-28.77
	punto 3	496.95	617.83	-103.88

Progetto struttura in cls armato

Nel presente capitolo viene dimensionata la piastra in cls armato. Anche in questo caso, per semplicità di calcolo, per il dimensionamento degli elementi, vengono considerati i soli carichi verticali.

Piastra in cls armato

Ai fini del dimensionamento della piastra si è proceduto alla realizzazione di un modello 3D ad elementi finiti. Questo ha reso possibile la valutazione della distribuzione degli sforzi sull'elemento di studio.

Analisi dei carichi

Si elencano di seguito i carichi propri della piastra ovvero quelli agenti direttamente su essa. Si rimanda ai capitoli precedenti per i carichi derivanti dagli edifici dell'auditorium e della locanda.

Carichi permanenti strutturali G_1

Si considera facente parte di questa categoria il terreno. Ai fini di ridurne il carico si è deciso di utilizzare come riempimento dell'argilla espansa. Questa, a parità di prestazione, ha un peso notevolmente inferiore. La Tabella 6.34 ne riassume le caratteristiche.

Carichi variabili Q

Si considera come carichi variabile il carico di neve

$$q_s = 2.94 \text{ kN/m}^2$$

Sovraccarichi q_{ki}

Si hanno tre sovraccarichi: q_{k1} riferito alla ludoteca; q_{k2} alla piazza e al parco; mentre q_{k3} alla parte di parcheggio sottostante la strada di accesso al paese. La Tabella 6.35 ne riporta i valori.

Caratteristiche del modello

Per la realizzazione del modello è stato utilizzato il software RFEM di Dlubal. Per la realizzazione della struttura in acciaio si sono utilizzati degli elementi trave a cui è stato assegnato il materiale e la sezione trasversale scelta. Per quanto riguarda invece la struttura in legno e la stessa piastra, si è utilizzato un elemento superficie a cui è stato assegnato il materiale e lo spessore.

In particolare, il calcestruzzo utilizzato è del tipo Beton C30/37. Ad esso sono associate le seguenti costanti:

- Modulo di elasticità $E = 2830 \text{ kN/cm}^2$
- Modulo di taglio $G = 1179.17 \text{ kN/cm}^2$
- Coefficiente di Poisson $\nu = 0.2$
- Peso specifico $\gamma = 20.45 \text{ kN/m}^3$
- Dilatazione termica $\alpha = 1 \text{ E-05}$

Il materiale è inoltre considerato isotropo elastico lineare.

Per la realizzazione della mesh sono state utilizzate le seguenti impostazioni:

- Massima distanza tra un nodo e una linea per integrare

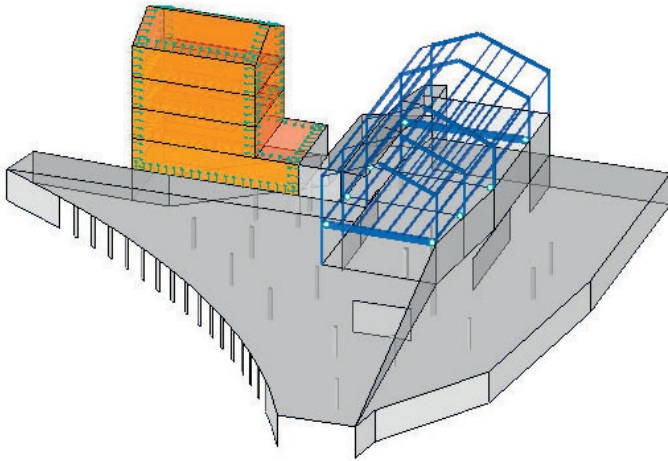


Figura 6.12 - Modello 3D ad elementi finiti

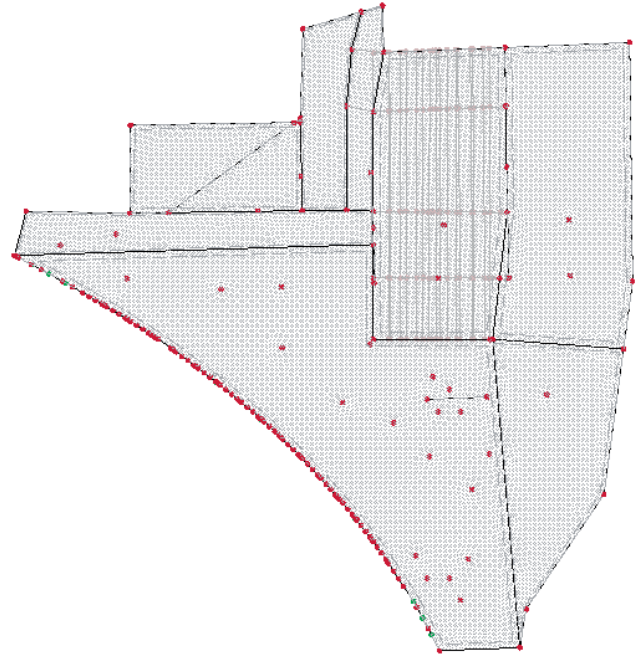


Figura 6.13 - Maglia della mesh larghe 30 cm della piastra

il nodo nella linea $\varepsilon = 0.001$ m

- Numero massimo di nodi della mesh (in migliaia) max = 500
 - massimo rapporto delle diagonali del rettangolo $\Delta_D = 1.8$
 - massima inclinazione fuori piano di un singolo elemento quadrangolare $\alpha = 0.5^\circ$
 - forma degli elementi finiti: triangoli e quadrangoli
- Si riporta, in Figura 6.12 una vista del modello realizzato, mentre in Figura 6.13 l'andamento delle mesh della piastra.

Dimensionamento della piastra

Si sceglie di progettare una piastra con armatura dibirezionale, alleggerita con elementi tipo COBIAX CLS. Il calcolo viene condotto come se fosse una piastra piena in quanto ne è assimilabile il comportamento.

Dati di progetto

Altezze sezioni:	0.45 m
	0.80 m
Ampiezza delle mesh:	0.50 – 0.40 – 0.30 m

Copriferro

Con riferimento all'Eurocodice 2 si ha che il copriferro non può essere minore di ϕ , ovvero del diametro delle barre. Inoltre, non minore di 25 mm, in quanto si sceglie come classe di esposizione la 2b.

Combinazione delle azioni (SLU)

Vengono qui riassunte le quattro combinazioni di carico agli stati limite ultimi considerate ai fini del dimensionamento:

$$Q_d = \gamma_{G1}G_{1,orto} + \gamma_{G2}G_{2,orto} + \gamma_Q q_s + \gamma_Q \psi_{01} q_{k1} + \gamma_Q \psi_{02} q_{k2} + \gamma_Q \psi_{03} q_{k3}$$

$$Q_d = \gamma_{G1}G_{1,orto} + \gamma_{G2}G_{2,orto} + \gamma_Q q_{k1} + \gamma_Q \psi_{01} q_s + \gamma_Q \psi_{02} q_{k2} + \gamma_Q \psi_{03} q_{k3}$$

$$Q_d = \gamma_{G1}G_{1,orto} + \gamma_{G2}G_{2,orto} + \gamma_Q q_{k2} + \gamma_Q \psi_{01} q_s + \gamma_Q \psi_{02} q_{k1} + \gamma_Q \psi_{03} q_{k3}$$

$$Q_d = \gamma_{G1}G_{1,orto} + \gamma_{G2}G_{2,orto} + \gamma_Q q_{k3} + \gamma_Q \psi_{01} q_s + \gamma_Q \psi_{02} q_{k1} + \gamma_Q \psi_{03} q_{k2}$$

Studio della mesh

Si è deciso di precedere, al calcolo dell'armatura, lo studio dell'andamento del momento al variare dell'ampiezza delle mesh. I passi scelti sono 50, 40, 30 cm.

In Tabella 6.36 sono riportati i valori dei momenti m_x , m_y , m_{xy} , per i passi considerati, dei tre punti della struttura risultati più critici. Al fine di una maggiore comprensione, alla pagine seguente sono riportate le figure riferite ai momenti m_x e m_y .

Calcolo locale dell'armatura

L'armatura verrà calcolata, come anticipato, nelle due direzioni x e y, nonché ai lembi inferiore e superiore. In particolare, per il primo si considereranno i momenti col segno positivo, mentre nel secondo con segno opposto.

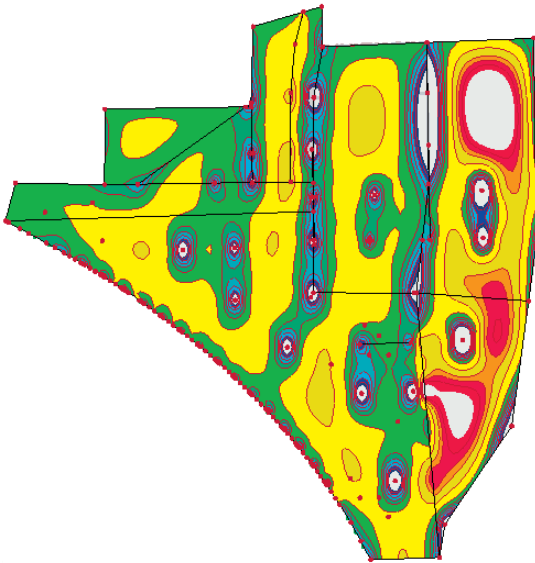


Figura 6.14 - MESH 50 cm - m_x

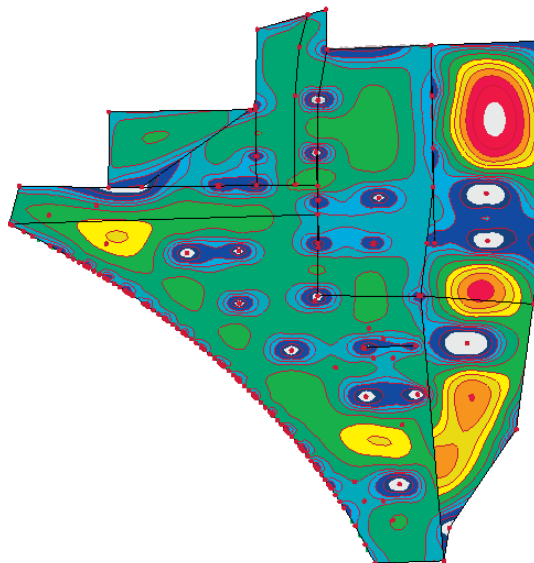


Figura 6.15 - MESH 50 cm - m_y

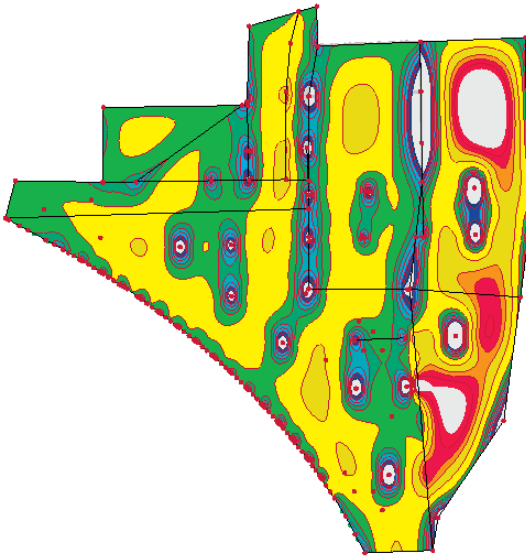
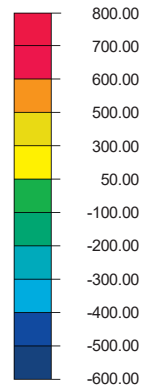


Figura 6.16 - MESH 40 cm - m_x

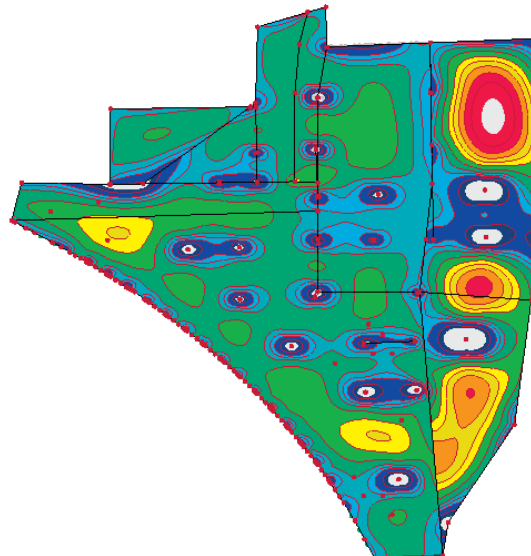


Figura 6.17 - MESH 40 cm - m_y

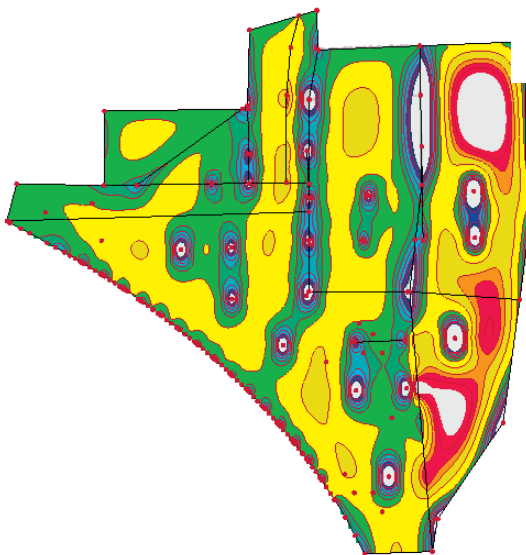
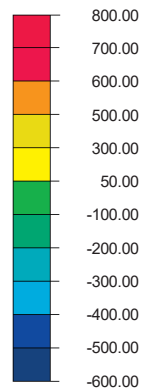


Figura 6.18 - MESH 30 cm - m_x

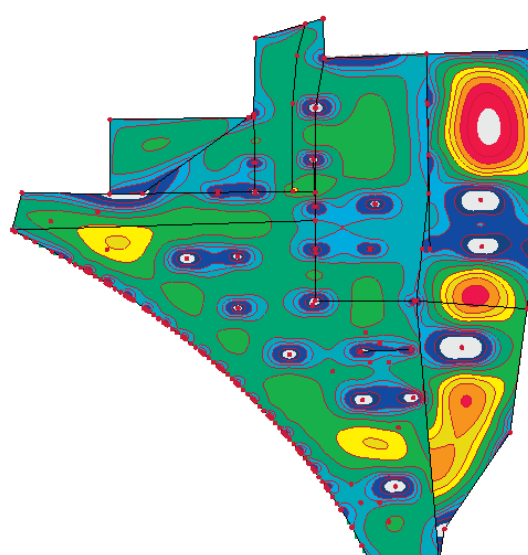


Figura 6.19 - MESH 30 cm - m_y

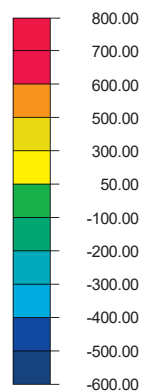




Figura 6.20 - Pianta piastra quotata e con indicati i punti analizzati

Armatura inferiore

Poiché i momenti flettenti risultano entrambi positivi si ha:

$$m_x^* = m_x + |m_{xy}| = 1215.13 \text{ kNm}$$

$$m_y^* = m_y + |m_{xy}| = 904.25 \text{ kNm}$$

Dove m_x^* e m_y^* sono i momenti flettenti critici rispettivamente nelle direzioni x e y.

L'armatura risulta quindi:

$$A_x = \frac{m_x^*}{f_{yd}0.8t} = 48.52 \text{ cm}^2$$

Si scelgono quindi $10\phi 26$.

A_x risulta quindi pari a 53.09 cm^2 .

$$A_y = \frac{m_y^*}{f_{yd}0.8t} = 36.11 \text{ cm}^2$$

Si scelgono quindi $7\phi 26$.

A_y risulta quindi pari a 37.17 cm^2 .

Armatura superiore

Poiché entrambi i momenti risultano negativi si rientra nella seguente caso:

$m_x^* < 0$, $|m_x| > |m_{xy}|$, analogo per il momento in direzione y. Si procede all'inserimento della sola armatura minima necessaria da normativa. In particolare, si sceglie il maggiore tra i seguenti valori:

$$A_{s,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t d = 6.29 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min} = 0.0013 b_t d = 5.43 \text{ cm}^2$$

Si scelgono quindi $2\phi 26$. A risulta quindi pari a 10.62 cm^2 .

Punto 2

Armatura inferiore

Poiché i momenti flettenti risultano entrambi positivi si ha:

$$m_x^* = m_x + |m_{xy}| = 440.53 \text{ kNm}$$

$$m_y^* = m_y + |m_{xy}| = 275.88 \text{ kNm}$$

L'armatura risulta pertanto:

$$A_x = 31.27 \text{ cm}^2$$

$$A_y = 19.58 \text{ cm}^2$$

Si scelgono pertanto: $6\phi 26$ per la direzione x, e $4\phi 26$ per la direzione y.

Armatura superiore

Poiché entrambi i momenti risultano negativi si procede come al Caso 1.

Punto 3

Armatura inferiore

Poiché i momenti flettenti risultano entrambi positivi si ha:

$$m_x^* = m_x + |m_{xy}| = 602.61 \text{ kNm}$$

$$m_y^* = m_y + |m_{xy}| = 723.49 \text{ kNm}$$

L'armatura risulta pertanto:

$$A_x = 24.06 \text{ cm}^2$$

$$A_y = 28.89 \text{ cm}^2$$

Si scelgono pertanto: 5 ϕ 26 per la direzione x, e 6 ϕ 26 per la direzione y.

Armatura superiore

Poiché entrambi i momenti risultano negativi si procede come al Caso 1.

Verifica a punzonamento

Ai fini della presente verifica si procede facendo riferimento all'EC2 [12]. Si procede alla verifica, a titolo esemplificativo, del solo pilastro più sollecitato, in corrispondenza del punzo 4. Esso si colloca, come in figura, nella parte di piastra spessa 80 cm.

Resistenza del solo calcestruzzo

Si analizza la resistenza a punzonamento del pilastro senza armatura a taglio-punzonamento.

La verifica prevede il rispetto della seguente disequazione:

$$v_{Rd,C} \geq v_{Ed}$$

Si ha:

$$v_{Rd,C} = \frac{0.18}{\gamma_c} k (100 \rho_l f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \sigma_{cp} = 0.86 \text{ N}$$

Che deve essere minore o uguale a:

$$v_{min} = 0.035 k^{\frac{2}{3}} f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0.25$$

Con

$$v_{Ed} = 0.72 \text{ N}$$

La verifica risulta rispettata, per tale ragione non è necessaria alcuna armatura a taglio.

Verifica del solo calcestruzzo immediatamente a ridosso della colonna

Si ha:

$$v_d = \beta \frac{V_d}{u_0 d} = 0.0041 \text{ kN} < v_{Rd,max} = 0.5 v_{fcd} = 0.0075 \text{ kN}$$

con:

Tabella 6.37 - Dati momento m_x , m_y e m_{xy} per il punto 4

	m_x [kNm]	m_y [kNm]	m_{xy} [kNm]
punto 4	-2049.16	-2327.165	-103.88

$$v = 1 - \frac{f_{ck}}{250}$$

$$u_0 = 4b = 2400 \text{ mm}$$

$b=600$ mm lato del pilastro quadrato.

Verifica armatura flessionale

In corrispondenza del pilastro è inoltre necessario verificare il momento flettente negativo.

Facendo riferimento alla mesh 0.30 m si individuano due punti, come riassunto nella Tabella 6.37.

Punto 4

Si analizza in questo caso la sola armatura superiore. Ai fini del calcolo si rientra nella casistica con momenti flettenti fortemente negativi nelle due direzioni con tuttavia $|m_x|, |m_y| \geq |m_{xy}|$. Si ha quindi:

$$m_x^* = -m_x + |m_{xy}| = 2153.04 \text{ kNm}$$

$$m_y^* = -m_y + |m_{xy}| = 2431.04 \text{ kNm}$$

L'armatura risulta pertanto:

$$A_x = 85.97 \text{ cm}^2$$

$$A_y = 97.07 \text{ cm}^2$$

L'armatura risulta quindi composta da 11 ϕ 32 per la direzione x, e 12 ϕ 32 per la direzione y.

Verifica a spostamento

Ai fini della verifica a spostamento di fa riferimento all'EC2

§7.4.4. Si utilizza inoltre la combinazione SLE "quasi permanente". In particolare, viene studiato il punto 2 in quanto risulta il più sollecitato.

Da modello la freccia risulta:

$$f_1 = 10 \text{ mm}$$

Si ha inoltre

$$\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} = \frac{M_{cr}}{M_s} = 1.45$$

con

$$M_{cr} = \frac{bt^2}{6} f_{ctf} = 1419.09 \text{ kNm}$$

$$M_s = \left(\frac{M_{min} + M_{max}}{2} \right) = 980.31 \text{ kNm}$$

In cui M_{min} e M_{max} sono rispettivamente il massimo momento negativo e il massimo momento in campata.

È possibile quindi calcolare il coefficiente di distribuzione come segue:

$$\xi = 1 - \beta \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 = -0.047$$

Con $\beta = 1$.

Al fine dal calcolo di f_{ll} si ipotizza un calcestruzzo in condizione fessurata.

La viscosità altera il valore del modulo elastico come segue.

$$E_{II} = \frac{E}{1 + \varphi_{(\infty, t_0)}} = 707.5 \text{ kN/cm}^2$$

Tabella 6.38 - Stati limite azione sismica

	Stati limite	P_{VR}
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tabella 6.39 - Categoria di sottosuolo

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m

Tabella 6.40 - Condizione topografica

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i < 30^\circ$

Azione del sisma

Con $\varphi_{(\infty,10)} = 3$.

Sostituendo questo valore nel modello ad elementi finiti si ottiene:

$$f_{II} = 40.1 \text{ mm}$$

$$f = \xi f_{II} + (1 - \xi) f_I = 8.56 \text{ mm}$$

$$\frac{f}{l} = 0.0007 < \frac{1}{250}$$

con $l = 11.95 \text{ m}$.

Lo spostamento risulta pertanto verificato.

Il borgo di Casso rientra all'interno delle zona a pericolosità 2 individuate dall'INGV. Per tale ragione si procede al calcolo dell'azione sismica derivante dal parcheggio e agente al piede degli edifici dell'auditorium e della locanda.

Stati limite e probabilità di superamento

Per il calcolo delle azioni sismiche vengono individuati ulteriori classi di stati limite sia per la categoria SLE che per l'SLU.

Gli stati limite di esercizio comprendono:

Stato limite di operatività (SLO)

Stato limite di danno (SLD)

Gli stati limite ultimi comprendono:

Stato limite di salvaguardia della vita (SLV)

Stato limite di prevenzione del collasso (SLC)

A questi quattro stati limite corrispondono diversi valori di probabilità di superamento P_{VR} , riferiti al periodo di riferimento V_{R1} , come riportato nella Tabella 6.38.

Si procede l'analisi considerando lo stato limite di salvaguardia della vita SLV.

Una volta scelto il valore di superamento P_{VR} si procede al calcolo del periodo di ritorno T_{R1} , secondo la formula seguente:

$$T_R = - \frac{V_r}{\ln(1 - P_{VR})} = - \frac{C_U \cdot V_N}{\ln(1 - P_{VR})} = 949 \text{ anni}$$

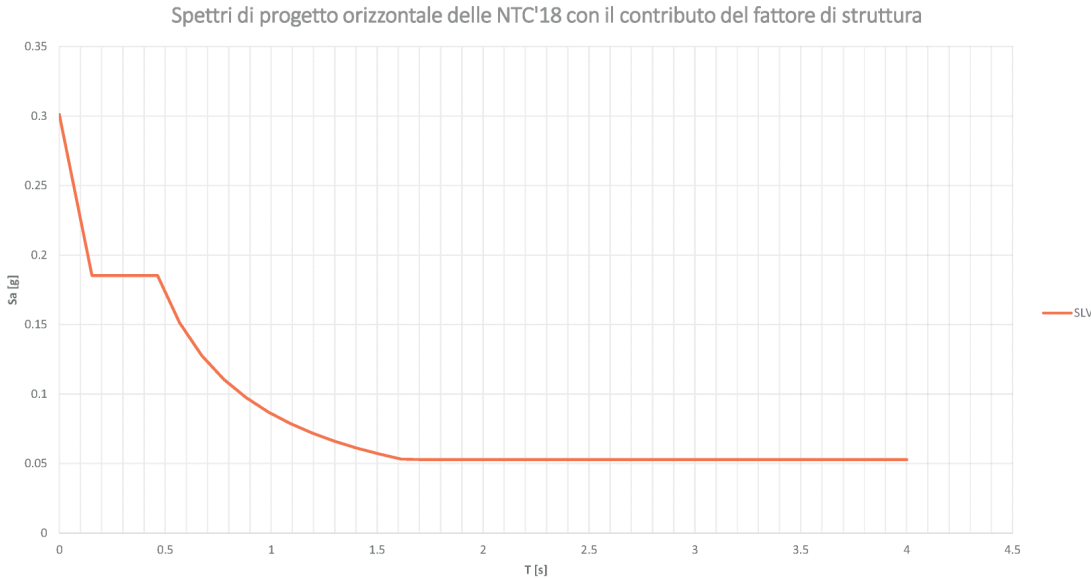


Grafico 6.8 - Spettro accelerazione orizzontale
 Figura 6.21 - Individuazione ID di progetto

Per ogni P_{VR} vengono definiti tre parametri necessari al fine della determinazione delle forme spettrali:

- a_g , l'accelerazione orizzontale massima del sito
- F_0 , il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T_C^* , il valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche
 Categorie di sottosuolo

Per la scelta della categoria di sottosuolo viene fatto riferimento all'approccio semplificato, ricavando la categoria tramite la Tabella 6.39.

In particolare, un sopralluogo all'area di progetto ha permesso l'individuazione di affioramenti rocciosi in superficie. Trattasi questi con molta probabilità di scaglia rossa nella parte ovest e accumulo di frana in quella a est. Non essendo tuttavia certo il loro addensamento si è scelta a favore di sicurezza la classe B.

Per la scelta della condizione topografica si fa invece riferimento alla Tabella 6.40.

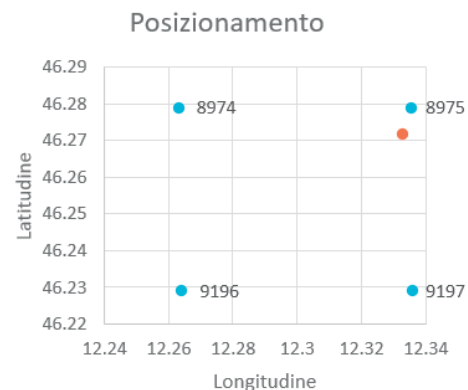
Fattore di comportamento

Si è deciso di realizzare una struttura a comportamento dissipativo con riferimento alla classe di duttilità alta, CD"B", tramite l'analisi lineare. Gli elementi costruttivi lavorano quindi in campo elastico.

Il valore massimo di q per la verifica SLV viene determinato in riferimento ai paragrafi 7.3.1 e 7.5.2. In particolare, $q_0 = 1.5$ per strutture in calcestruzzo a pendolo inverso. Il fattore K_R , che rappresenta la regolarità in altezza della struttura, si considera uguale a 1. Si ha quindi che il valore massimo di $q_{lim} = q_0 \cdot K_R = 1.5$.

Azione sismica

Attraverso l'allegato B alla norma tecnica è stato possibile ricavare i quattro ID più vicini alle coordinate di progetto, come riportato sotto in Figura 6.21.



È stato quindi possibile ricavare i seguenti valori:

$$a_g = 0.264g$$

$$F_0 = 2.462$$

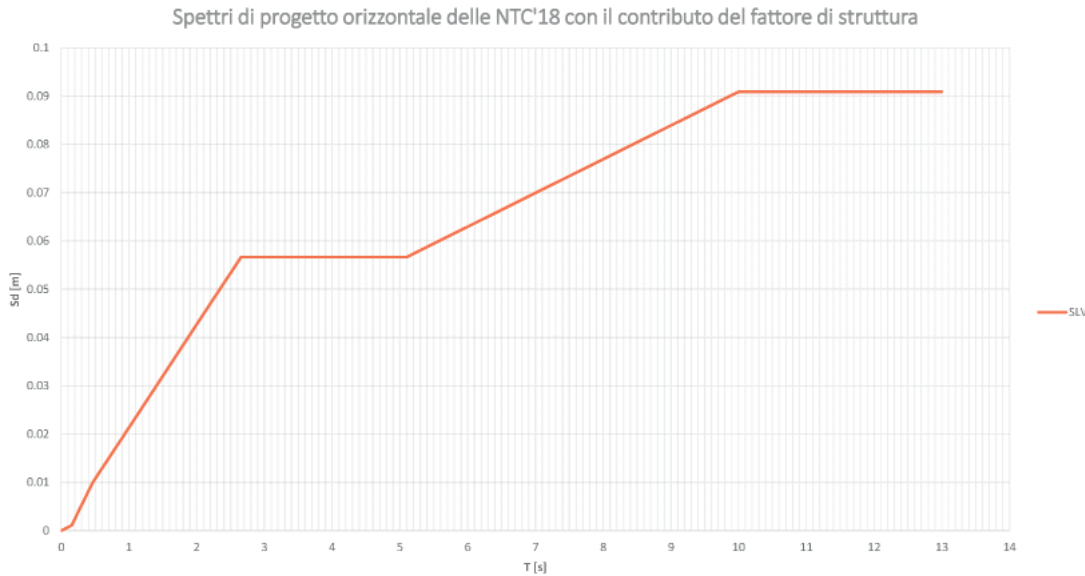


Grafico 6.9 - Spostamento orizzontale

$$T_c^* = 0.339$$

Si è quindi ricavato lo spettro elastico in accelerazione delle componenti orizzontali, nonché lo spettro di risposta elastico in spostamento delle componenti orizzontali. Il primo è rappresentato dal Grafico 6.8, mentre il secondo dal Grafico 6.9.

Periodo proprio con isolatori sismici

Considerando le particolarità della struttura nonché le prestazioni attese si è deciso di utilizzare degli isolatori sismici disposti alla sommità dei pilastri del parcheggio. Il sistema scelto è a pendolo scorrevole (FPS) tipo FIP [23], il suo utilizzo permette di ottenere un periodo proprio T (s) della struttura maggiore, cui corrisponde un valore di $S_e(T)$ minore.

Ai fini del calcolo è necessario in primo luogo conoscere lo spostamento massimo del sistema dato un certo periodo T . Si è ipotizzato in questa fase un $T = 3$ s, cui corrisponde uno spostamento $S_d = 0.151$ m.

È stato dunque possibile ricavare il valore dello smorzamento viscoso ξ dato dalla seguente formula:

$$\xi = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{1}{\frac{S_d}{\mu R} + 1} = 0.196$$

Dove R e μ , rispettivamente il raggio di curvatura e l'attrito propri del sistema di isolamento, assumono i seguenti valori:

- $\mu = 0.0269$
- $R = 2.5$ m

Si è poi calcolata la rigidità equivalente K_e :

$$K_e = N_{sd} \left(\frac{1}{R} + \frac{\mu}{S_d} \right) = 1733.70 \frac{kN}{m}$$

Dove N_{sd} è il carico agente sul singolo pilastro ricavato dalla formula 2.5.7 al §2.5.3 della NTC 2018.

Il periodo proprio equivalente viene quindi calcolato come segue:

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{1}{g \left(\frac{1}{R} + \frac{\mu}{S_d} \right)}} = 2.64 \text{ s}$$

Cui corrisponde $S_e(T) = 0.087g$.

Periodo proprio in assenza di isolatori

Ai fini di sottolineare l'importante contributo offerto dagli isolatori si riporta qui il calcolo del periodo proprio della struttura secondo la formula C7.3.2 della Circolare del 2019.

Si ha quindi quanto segue.

$$T_1 = C_1 H^{3/4} = 0.16 \text{ s}$$

Con $C_1 = 0.075$ per struttura in calcestruzzo armato e H l'altezza dell'edificio pari a 2.85 m.

A questo periodo corrisponde un'accelerazione $S_e(T) = 0.494$ g. Più di cinque volte superiore al risultato ottenuto con gli isolatori.

Tabella 6.41 - Masse edificio in acciaio

Copertura	Elemento	kN/m	m	n°	kN
G ₁	IPE 220	2.61	5.55	11	159.34
	IPE 220	2.61	5.92	11	169.96
	IPE 270	3.71	9.225	11	376.47
	IPE 220	2.61	5.3	11	152.16
	HE 300A - tp	8.83	6.43	10	567.77
	HE 300A - pl	8.83	4.156	10	366.97
	g ₁	0.1995 [kN/m ²]	323 [m ²]	1	64.44
G ₂	g ₂	0.6918[kN/m ²]	323 [m ²]	1	223.45
	g ₂ muri perimetrali 1	7	10.04	2	140.56
	g ₂ muri perimetrali 2	4.68	25.85	2	241.96
totale					2'463.09

Il impalcato	Elemento	kN/m	m	n°	kN
G ₁	IPE 270	3.71	5.55	8	164.72
	IPE 270	3.71	5.92	8	175.71
	IPE 360	5.71	9.225	8	421.4
	IPE 270	3.71	5.3	8	157.3
	HE 650M	29.3	11.2	4	1'312.6
	HE 300A - pl	8.83	4.45	4	157.17
	g ₁ muro ca 1	25 [kN/m ³]	25.05 [m ³]	1	626.34
	g ₁ muro ca 2	25 [kN/m ³]	58.74 [m ³]	1	1'468.5
G ₂	g ₂	2.62[kN/m ²]	304 [m ²]	1	796.48
	g ₂ muri perimetrali 1	4.68	10.04	1	46.99
	g ₂ muri perimetrali 2	4.68	25.85	1	120.98
q _k	Cat. C2	4 [kN/m ²]	304 [m ²]	1	729.6
totale					6'299.1

Tabella 6.42 - Masse edificio in legno

Copertura	Elemento	kN/m ²	m ²	n°	kN
G ₁	pannello Xlam	0.77	107.64	1	82.88
	g ₁ muri perimetrali 1	0.66	34.66	2	45.75
	g ₁ muri perimetrali 2	0.66	24.48	2	32.30
G ₂	g ₂	0.6393	107.64	1	68.81
totale					229.74

III e IV impalcato	Elemento	kN/m ²	m ²	n°	kN
G ₁	pannello Xlam	1.65	97.11	2	320.46
	g ₁ muri perimetrali 1	0.66	34.66	4	91.5
	g ₁ muri perimetrali 2	0.66	24.48	4	64.6
G ₂	g ₂	1.82	97.11	2	353.48
q _k	Cat A	2	97.11	2	388.44
totale					1'218.48

Il impalcato	Elemento	kN/m ²	m ²	n°	kN
G ₁	pannello Xlam	1.65	97.11	1	160.23
	g ₁ muri perimetrali 1	0.66	34.66	2	45.75
	g ₁ muri perimetrali 2	0.66	24.48	2	32.31
G ₂	g ₂	0.62	97.11	1	60.21
q _k	Cat C1	3	97.11	1	291.33
totale					589.83

Tabella 6.43 - Masse edificio in calcestruzzo armato

Piastra	Elemento	kN/m ³	m ³	n°	kN
G ₁	piastra	20.45	844.11	1	17'262.05
	g ₁ terreno	3.9	1640.88	1	6'399.43
q _k	C5	5 [kN/m ²]	688.7 [m ²]	1	3'443.5
	G	5 [kN/m ²]	554.46 [m ²]	1	2'772.3
totale					29'877.28

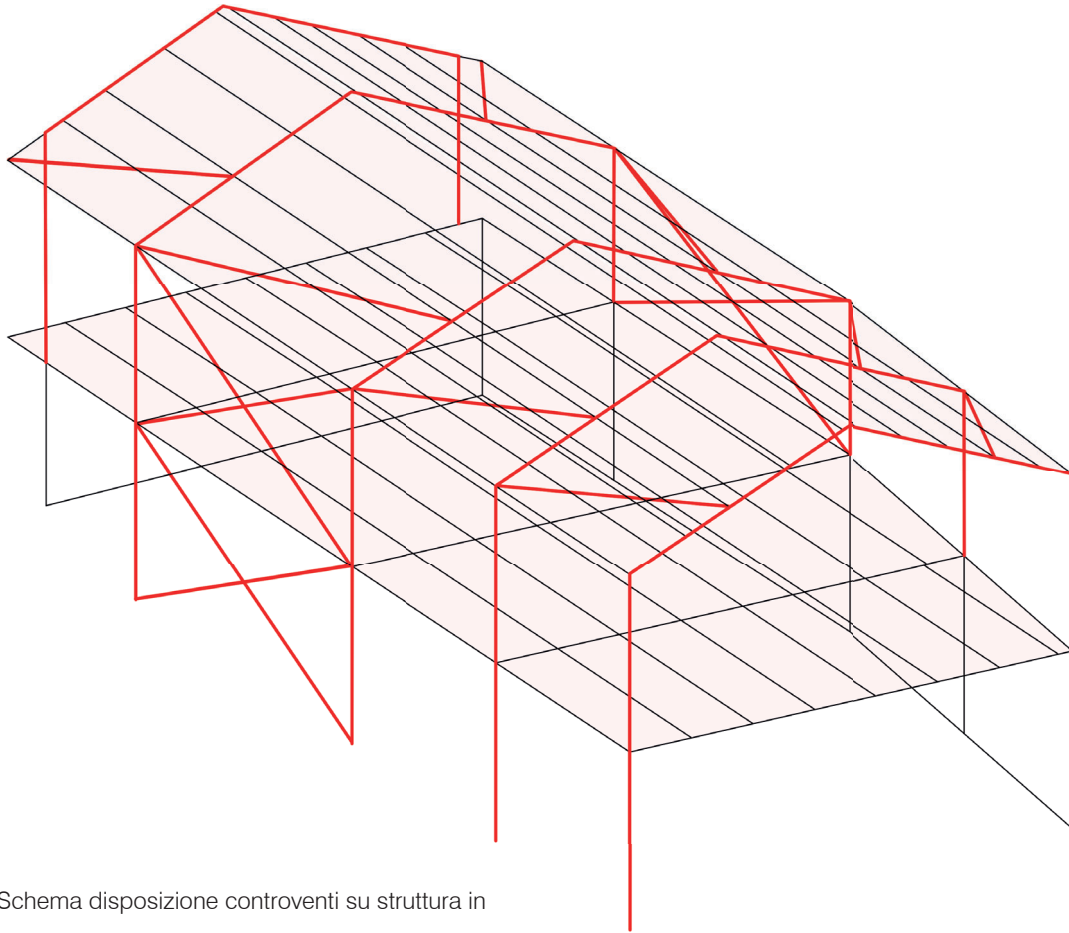


Figura 6.22 - Schema disposizione controventi su struttura in acciaio

La forza orizzontale assorbita da ciascun isolatore risulta quanto segue.

$$F_{max} = \mu N_{sd} + \frac{N_{sd}}{R} S_d = 261.78 \text{ kN}$$

Massa struttura

Ai fini del calcolo dell'azione sismica vengono individuati i carichi della struttura secondo la formula 2.5.7 dell'NTC. Le masse dei singoli edifici vengono riportate nella pagina precedente nella Tabella 6.41, 6.42 e 6.43.

Il peso totale di tutti gli edifici risulta pari a 40'077.52 kN. Poiché l'edificio in calcestruzzo armato rappresenta quasi i $\frac{3}{4}$ del peso totale e considerando che le strutture in acciaio e in legno ricoprono una minima porzione della sua superficie totale, si è deciso di ipotizzare la massa totale interamente concentrata sulla piastra.

La forza applicata a tale massa risulta:

$$F_i = F_h z_i \frac{W_i}{\sum_j z_j W_j} = 3538.94 \text{ kN}$$

Dove:

$$F_h = S(T)W\lambda$$

Con $\lambda = 1$.

La forza orizzontale al piede delle strutture in acciaio e in legno sarà tuttavia inferiore in quanto il fattore di comportamento utilizzato fa riferimento a strutture in cls armato. Nel caso degli edifici soprastanti il suo valore risulta pari a 4 per l'acciaio e a 2.5 per il legno. In alto, in

Figura 6.22, si ha una rappresentazione della disposizione dei controventi nell'edificio in acciaio.

La controventatura è costituita, orizzontalmente, dai pannelli Xlam. In verticale dai muri in cls armato, dai portali e dai controventi concentrici a diagonale tesa. Questi ultimi sono presenti anche in copertura.

progetto tecnologico

consumo energetico per settori

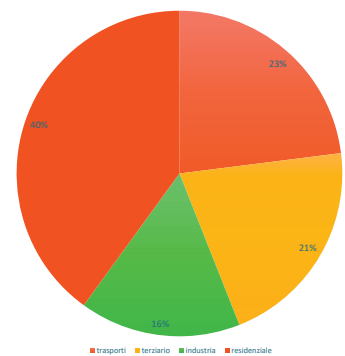


Grafico 7.1 - Percentuale consumo energetico per settori

La crescente sensibilizzazione sul cambiamento climatico in atto e sui suoi effetti ha spinto l'Europa e l'Italia a regolamentare le emissioni di CO₂ e il consumo energetico nei vari ambiti. In particolare, il primato nei consumi del settore residenziale ha portato i legislatori alla definizione di normative sempre più stringenti sull'utilizzo energetico, nonché all'introduzione e promozione di sistemi di produzione locale di energia da fonti rinnovabili. In quest'ottica, con il DPR 412/1993 l'Italia è stata suddivisa in 6 zone climatiche in base alle diverse condizioni climatiche. Esse sono state poi utilizzate per definire i cosiddetti gradi giorno (GG), ossia la somma annua della differenza tra la temperatura interna e la media delle temperature esterne. A questo è conseguita, per ogni zona, la regolamentazione sull'uso del riscaldamento ad un periodo annuo prefissato nonché ad un numero massimo di ore al giorno. La stessa suddivisione in zone climatiche è stata ripresa nel D.Lgs 192/05 per definire i massimi valori di trasmittanza che un edificio di riferimento all'interno di ogni zona deve rispettare in caso di nuova costruzione, demolizione-ricostruzione e ampliamento.

Nel 2010 in Europa, e nel 2015 in Italia, si è infine arrivati alla definizione di NZEB, ossia edifici ad energia quasi zero. La normativa definisce e fornisce i requisiti minimi per la costruzione di edifici in grado di soddisfare autonomamente e in maniera sostenibile la propria domanda di energia. Questi parametri sono divenuti, con il 1° gennaio 2021, obbligatori per tutti i nuovi edifici e nei casi di demolizione e ricostruzione.

In questo contesto il comune di Erto e Casso rientra all'interno della zona climatica F. Sono quindi previsti 3757 GG, che si traducono in nessuna limitazione né sul periodo di accensione né sull'orario; nonché i seguenti valori di trasmittanza termica, considerati sul periodo 2019/2021:

- strutture opache verticali, verso l'esterno, gli ambienti non climatizzati o contro terra: 0.24 W/m²K
- strutture opache orizzontali o inclinate di copertura, verso l'esterno e gli ambienti non climatizzati: 0.20 W/m²K
- strutture opache orizzontali di pavimento, verso l'esterno, gli ambienti non climatizzati o contro terra: 0.24 W/m²K
- chiusure tecniche trasparenti e opache e dei cassonetti, comprensivi degli infissi, verso l'esterno e verso gli ambienti non climatizzati: 1.1 W/m²K
- strutture opache verticali e orizzontali di separazione tra edifici o unità immobiliari confinanti: 0.8 W/m²K.

Sulla base delle indicazioni sopra riportate e con la volontà di contribuire alla lotta al cambiamento climatico si è proceduto allo studio energetico e tecnologico di alcuni edifici di progetto che, affiancato alla progettazione architettonica, ha permesso di sfruttare al meglio le risorse disponibili, riducendo il consumo di energia.

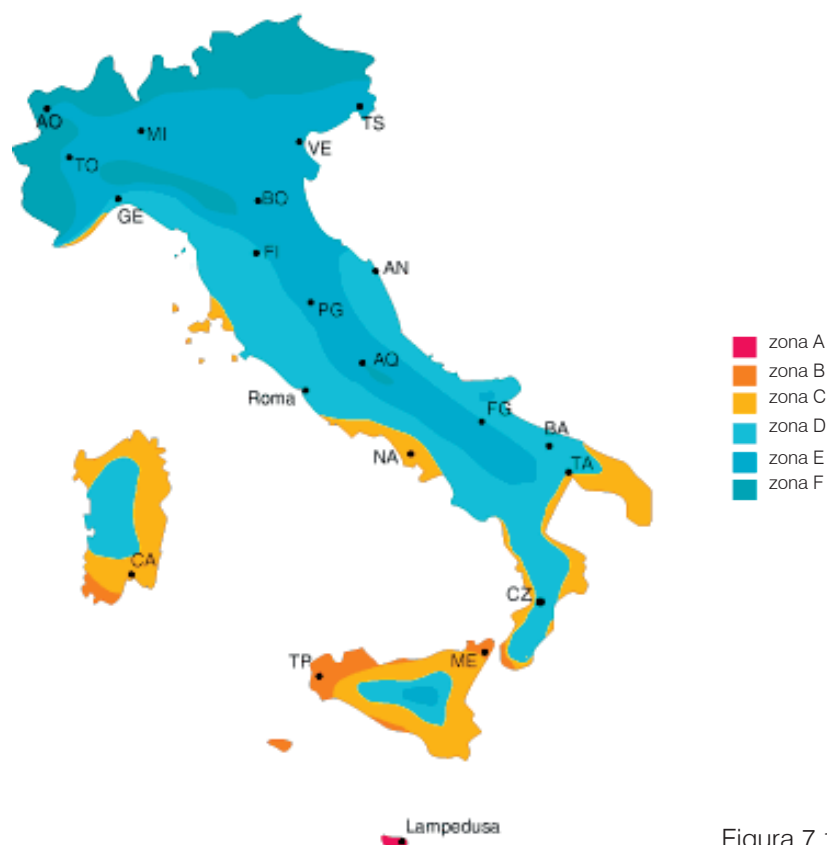


Figura 7.1 - Zone climatiche italiane

Analisi illuminotecnica

La prima analisi condotta ha riguardato l'aspetto illuminotecnico. Una volta scelto l'orientamento dell'edificio, che come si è visto si è basato sull'analisi distributiva del borgo di Casso, la simulazione condotta col software VELUX Daylight Visualizer ha portato alla scelta di tre dimensioni di finestre – 80x80, 130x130 e 200x200 – che, in linea con gli aspetti distributivi dell'architettura cassana, hanno permesso di raggiungere, in quasi tutti i locali, il fattore di luce diurna di almeno il 2%. Alcuni ambienti, data la collocazione o le dimensioni, hanno necessitato di ulteriori studi. In primo luogo, si è approfondito l'auditorium. Il grande ambiente della sala necessitava di maggiore illuminazione soprattutto nella parte centrale. Per tale ragione si è deciso di affiancare, alle classiche finestre, dei lucernai, che oltre ad aumentare la luce naturale hanno anche permesso una sua migliore distribuzione spaziale.

La scelta di utilizzare delle finestre da tetto si è poi estesa a tutte le coperture a falde del progetto.

Un altro tema sono stati i piani semi-interrati di alcuni edifici, con particolare riferimento alla ludoteca. Ad esclusione dei bagni e del locale tecnico, dove l'illuminazione non è necessaria, alcuni ambienti risultavano poco illuminati poiché privi di finestre. Sebbene non sia stato possibile ovviare interamente a questo problema sono state prese delle decisioni che hanno comunque permesso di aumentare la qualità e la vivibilità di questi locali.

In primo luogo, si è deciso di sostituire l'ingresso coperto alla ludoteca con una grande vetrata. Questa, trovandosi vicina all'ingresso al percorso pedonale coperto (a sua volta vetrato), ha permesso di illuminare l'atrio altrimenti completamente buoi. Per quanto riguarda invece l'ufficio e il locale proiezioni, si è deciso di sostituire entrambe le pareti di ingresso con due grandi vetrate. Queste, mettendo in comunicazioni gli ambienti con l'atrio, hanno permesso di cambiare la percezione dello spazio, rendendolo più accogliente.

Un ragionamento simile è stato fatto per la sede dell'associazione. Questa, sebbene caratterizzata da una facciata vetrata, non consentiva minima illuminazione alla sala riunioni. Optando, anche in questo caso, per pareti interne vetrate è stato possibile raggiungere le prestazioni attese.

Progetto tecnologico

Allo studio illuminotecnico è seguita la scelta della tecnologica dell'involucro nonché dei pacchetti tecnologici. Si approfondisce qui il solo edificio polifunzionale, ipotizzando una tecnologia simili anche per gli altri.

Alla base della scelta tecnologica c'è stata, come accennato diverse volte nei capitoli precedenti, la volontà di creare un edificio sostenibile, temporaneo in termini di impatto ambientale di lunga durata. In questo contesto si è optato per una tecnologia interamente a secco. Essa

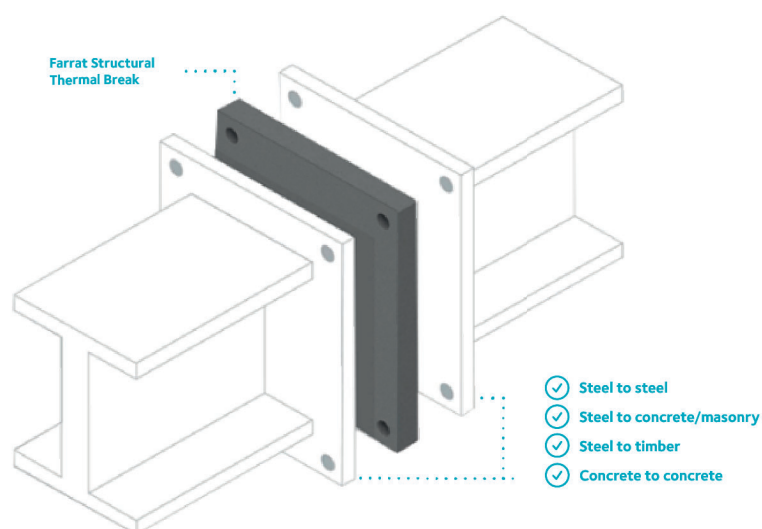


Figura 7.2 - Esempio giunto termico tra travi in acciaio

ha permesso di creare un edificio che possa esistere per lungo tempo ma che, se in un futuro si volesse, potrebbe essere interamente smontato, consentendo la reintroduzione dei componenti nel sistema produttivo. Questo approccio, in qualche modo di economia circolare, è certamente in antitesi con la storia del borgo, caratterizzato da una storia e da tradizioni secolari che si esprimono anche e soprattutto attraverso i solidi e “duraturi” edifici in pietra. La tecnologia a secco è tuttavia espressione di un periodo storico, il nostro, in cui gli effetti dell’antropizzazione sull’ambienti necessitano di pensare di rendere le nostre azioni reversibili nel tempo. Un altro pregio di questa tecnologia sono le prestazioni che permette di raggiungere che, in linea con quanto scritto nell’introduzione del presente capitolo, portano ad una riduzione del consumo di energia.

Le stratigrafie proposte per il progetto, riportate nelle tavole del capitolo 7, consistono quindi in partizioni orizzontali in acciaio con un pannello XLam che, oltre alla funzione antisismica, fornisce un piano rigido di appoggio per gli strati superiori nonché di aggancio per quelli inferiori. Su questo pannello sono posizionati, senza massetto impiantistico, gli strati di riscaldamento a pavimento e di finitura. Gli impianti sono interamente alloggiati nei controsoffitti o nei vani posti sotto i pavimenti rialzati. È stato inoltre predisposto, nella parete retrostante i bagni, un cavedio impiantistico che percorre in verticale tutto l’edificio.

Una stratigrafia particolare è la PO1 nelle versioni

con rivestimento in parquet o in piastrelle. Le scelte architettoniche avevano portato ad avere il solaio tra il parcheggio e la ludoteca di soli 60 cm. Al fine di ottenere la prestazione richiesta da quell’elemento si è reso necessario l’utilizzo di un isolante termoriflettente che ha permesso di ottenere in soli 7.7 cm le prestazioni di un isolante di 20 cm.

Una delle maggiori complessità nella realizzazione dei nodi è stata il taglio termico tra l’ambiente del foyer (caldo) e il portico (freddo). Infatti, in copertura, nonostante il posizionamento di un pannello isolante, si aveva comunque un taglio termico dovuto alle travi secondarie. Si è proposta quindi la realizzazione di un taglio termico come in figura, caratterizzato dalla divisione della trave in due parti unite a completo ripristino frapponendo tra i due piatti un sottile strato di isolante.

Oltre al nodo sopradescritto si sono approfondite le connessioni tra la copertura e la chiusura verticale, il nodo tra il lucernaio e la copertura, il nodo a livello della finestra nonché due attacchi a terra. I dettagli costruttivi sono riportati dalla pagina XX del book in avanti.

Analisi energetica dell'edificio

Le due analisi sopra descritte – illuminotecnica e tecnologica – hanno portato allo studio della prestazione energetica dell'edificio polifunzionale. Si sono quindi ipotizzati, tramite la realizzazione delle sezioni bioclimatiche, dei sistemi di riscaldamento, raffrescamento, produzione di energia elettrica e risparmio di acqua in funzione di tre momenti dell'anno e quindi con tre condizioni climatiche: solstizio d'inverno, solstizio d'estate e durante gli equinozi. In particolare, questa analisi ha permesso di ipotizzare la combinazione più favorevole tra i diversi sistemi a seconda delle condizioni al contorno.

Solstizio d'inverno

Poiché il borgo di Casso si colloca in zona climatica F si è posta grande attenzione allo studio del sistema di riscaldamento, in particolare sfruttando l'energia geotermica. Da un'analisi della temperatura al variare della profondità è infatti emerso come essa tenda ad assestarsi ad un valore di circa 10° nei primi 100 metri, per poi aumentare di circa 3 gradi ogni 100 metri scendendo. In un contesto in cui l'aria esterna tende ad essere particolarmente fredda si ritiene geotermico più efficiente.

Si propone quindi di riscaldare l'acqua tramite pompa di calore geotermica. Utilizzando poi i pannelli radianti come sistema di riscaldamento in quanto, lavorando a

temperature medie, bene si affianca al geotermico. Inoltre, soprattutto nella ludoteca, l'utilizzo del riscaldamento a pavimento apporta maggiore confort ai bambini che potenzialmente passano molto tempo per terra.

L'acqua calda viene poi utilizzata a livello sanitario nei bagni della ludoteca e dell'auditorium. Nei bagni è inoltre predisposto un sistema di recupero del calore dall'acqua di scarto, nonché un impianto di riciclo delle acque domestiche. Date le grandi dimensioni della copertura si è deciso di installare un impianto fotovoltaico con una produzione annua di 20'766 kWh. A queste si affiancano delle batterie al litio da 2.4 kWh cadauna. L'energia prodotta non viene utilizzata solamente dall'edificio polifunzionale, ma anche dal parcheggio, andando ad alimentare una colonnina di ricarica per auto elettriche.

In copertura è inoltre predisposto un sistema di recupero delle acque piovane nonché dell'acqua derivante dallo scioglimento della neve invernale. Nel locale tecnico è quindi predisposto un serbatoio da 100 litri.

Viste le basse temperature esterne non si considera ottimale l'apertura delle finestre. Per tale ragione è previsto un sistema di ventilazione meccanica con scambiatore di calore in affiancamento al riscaldamento a pavimento.

Equinozi di primavera e autunno

Le temperature esterne, medio-basse, prevedono ancora l'utilizzo del riscaldamento. Tuttavia, giornate più calde si prevede la completa sostituzione con il sistema di ventilazione con scambiatore di calore. Nelle stesse

giornate si prevede, se necessario, l'utilizzo di tende oscuranti esterne. Risultano inoltre presenti i sistemi di recupero e gestione delle acque piovane descritti in precedenza, nonché i pannelli solari.

Solstizio d'estate

In questo periodo le temperature risultano mediamente alte. È quindi previsto lo spegnimento dell'impianto di riscaldamento, con occasionale accensione di quello di raffrescamento. In alternativa è previsto l'utilizzo della ventilazione naturale, tramite il cosiddetto effetto camino. Questo, in particolare, risulta applicabile nell'auditorium. Inoltre, per ridurre ulteriormente gli apporti solari gratuiti, oltre al naturale ombreggiamento offerto dagli alberi si prevede l'utilizzo di tende oscuranti esterne.

L'acqua sanitaria, proveniente da un torrente, può risultare fredda anche in questa stagione. Si prevede quindi l'occasionale accensione della pompa di calore.

Oltre agli altri sistemi descritti, è sempre previsto un sistema di controllo domotico degli impianti che permette una notevole ottimizzazione delle risorse.

Dimensionamento impianto fotovoltaico

La necessità costante e sempre maggiore di energia elettrica ha portato all'installazione in copertura di soli pannelli fotovoltaici. In particolare, i pannelli sono stati disposti solamente sulla falda orientata a sud-ovest e inclinata rispetto all'orizzontale di 20°. Si dimensiona quindi un impianto di 125 m².

La radiazione globale annua risulta pari a 4984 MJ/m², che equivalgono a 1384.44 kWh/m².

I pannelli scelti sono del tipo MIDSUMMER SLIM. La loro particolarità è lo spessore. Il prodotto si presenta infatti in fogli adesivi posizionabili su qualsiasi supporto e dalle elevate qualità mimetiche. Questa scelta è legata al contesto storico del borgo, in cui la struttura tradizionale dei pannelli sarebbe forse risultata un po' impattante.

I pannelli hanno una potenza di picco di 150 W_p/m² che, moltiplicata per l'estensione dell'impianto, risulta di 18.75 kW_p. Considerando un'efficienza dell'80%, la radiazione globale diventa 1107.55 kWh/kW_p. Moltiplicando la potenza di picco complessiva per questo valore si ottiene la produzione annua di energia elettrica, pari a 20'766 kWh/anno.

Tabella 7.1 - Valore Occ per gli edifici di progetto considerati

	Ludoteca	Auditorium	Hub di ricerca	Bar + Ristorante	Locanda
Occ	19.6	23	16.6	61.3	10

Tabella 7.2 - Fabbisogno idrico per gli edifici di progetto considerati

	$F_{pc,std}$	n_{gg}	$F_{ind,std} [m^3]$
Ludoteca	50	246	241.38
Auditorium	30	365	281.05
Hub di ricerca	50	246	204.18
Bar + Ristorante	50	312	956.8
Locanda	77	365	281.05

Tabella 7.3 - Acqua risparmiata per gli edifici di progetto considerati

	$V_{ris,i}$	$V_{ris,ii}$	Indicatore acqua risparmiata [%]
Ludoteca	48.27	60.58	45
Auditorium	41.62	42.09	58
Hub di ricerca	51.04	44.34	47
Bar + Ristorante	133.02	128.75	27
Locanda	59.49	85.19	51

Consumo di acqua domestica

In Italia il consumo di acqua risulta piuttosto elevato, anche a causa degli acquedotti molte volte fatiscenti. Si stima infatti che, degli 8 mld di m^3 di acqua gestiti ogni anno, circa 3 vengano sprecati a causa di perdite nel sistema. Vista la grande importanza di questo bene pubblico si propone qui l'analisi dei sistemi di recupero dell'acqua all'interno del progetto.

Ai fini del calcolo è necessario stimare il numero di occupanti. Si è deciso qui di equiparare l'auditorium ad una scuola superiore di secondo grado, e la ludoteca ad una scuola materna. La Tabella 7.1 riassume i dati per ogni edificio considerato.

Il volume di acqua potabile necessario ogni anno per il soddisfacimento del fabbisogno idrico si calcola mediante la seguente formula:

$$F_{ind,std} = \frac{Occ \cdot F_{pc,std} n_{gg}}{1000}$$

Dove

$F_{pc,std}$ = fabbisogno idrico pro capite standard per usi indoor [litri/gg · Occ]

n_{gg} = numero di giorni del periodo di calcolo.

Nella Tabella 7.2 vengono riassunti i valori delle incognite nonché il volume di acqua necessaria. L'acqua risparmiata si calcola come segue:

$$V_{ris,i} = \frac{\sum(V_i R_i) Occ n_{gg}}{1000}$$

Dove

V_i è l'acqua pro-capite necessaria per l'attività i-esima

R_i è il coefficiente di riduzione dei consumi idrici per l'attività i-esima.

Le tabelle nella pagina successiva riportano gli indici utilizzati per i vari servizi.

Utilizzando dei sistemi di recupero delle acque grigie è inoltre possibile recuperare il 12% sul lavaggio della biancheria; il 30% sull'acqua utilizzata per il lavaggio personale; nonché il 29% dell'acqua del WC e della doccia. L'acqua risparmiata da questi sistemi verrà indicata $V_{ris,ii}$ [39]

L'acqua risparmiata risulta quindi come riportato nella Tabella 7.3.

Tabella 7.4 - Coefficienti acqua risparmiata per uffici, edifici commerciali e industriali [39]

Utilizzo indoor: Uffici – Edifici commerciali – Edifici industriali	Consumo V [l/Occ·gg]	R [%]	Risparmio [l/Occ·gg]
Usi alimentari (se presenti)		0	
Pulizia ambienti	7,2	10	0,72
Igiene personale	12,8	10	1,28
WC	30	35	10,5
Totale	50		12,5

Tabella 7.5 - Coefficienti acqua risparmiata per edifici scolastici [39]

Utilizzo indoor	Nidi di infanzia e Scuole di infanzia [l/occ·gg]	Consumo Scuola primaria Scuola secondaria [l/occ·gg]	R [%]	Risparmio Nidi di infanzia e Scuole di infanzia [l/occ·gg]	
				Scuola primaria Scuola secondaria	
Pulizia ambienti	7,5	7	10	0,75	0,70
Igiene personale	22,5	10	10	2,25	1,00
WC	20	20	35	7,00	7,00
Totale	50	37		10,00	8,70

Tabella 7.6 - Coefficienti acqua risparmiata per edifici alberghieri [39]

Utilizzo indoor Alberghi	Pensioni Residence Ostelli	Consumo V [l/posti letto·gg]		R [%]	Risparmio [l/ab·gg]		
		2-3 stelle	4-5 stelle				
Usi alimentari (cottura cibi bevande) (consumo di progetto se l'attività è presente)		-	-	8	0		
Lavaggio biancheria	7	17	30	0	0		
Lavaggio stoviglie(indicare il consumo se l'attività è presente)		-	-	10	-		
Pulizia ambienti	7	7	7	10	0,7		
Igiene personale (escluso bagno/doccia)	13	13	13	10	1,3		
WC	30	30	30	35	10,5		
Bagno, doccia	20	30	37	7	1,4	2,1	2,57
Totale	77	97	117		13,9	14,6	15,07

conclusioni

Come si è visto, il tema delle aree interne è piuttosto complesso e articolato, a partire della grande estensione dei territori coinvolti – più della metà della nazione – che rendono difficile l’attuazione di programmi sistematici. Nonostante la varietà geografica, che le vede presenti in montagna, così come in pianura e nelle aree costiere, le aree interne sono tuttavia accumulate da alcuni aspetti importanti che qui richiamiamo e che definiscono il potenziale, ma anche le problematiche, di questi luoghi. Innanzitutto, le aree interne si collocano lontano dai grandi centri, siano essi città o aggregati di comuni, culla di servizi ospedalieri e scolastici nonché caratterizzati da importanti sistemi di collegamento infrastrutturale. Come già detto, l’aumentare della distanza porta a una maggiore difficoltà di accesso a questi servizi fondamentali ed essenziali per ogni cittadino, con la conseguente “esclusione” dalla vita sociale e decisionale del paese.

Questi problemi si traducono tuttavia in grandi potenzialità. L’isolamento fisico di questi territori ne fa dei luoghi ad alto grado di naturalità, ricchi di biodiversità e di risorse quali, per citarne alcune, ossigeno, acqua e legname. Ma la lontananza dal dinamismo delle grandi città ha anche permesso di tramandare fino ai giorni nostri uno straordinario patrimonio culturale fatto di storia, architettura, arte, usi e costumi nonché cura del territorio e tradizioni. Un insieme di memorie tangibili e intangibili che hanno definito la storia dell’Italia.

Aspetti che tuttavia sono minacciati dalle emergenze che le aree interne si trovano ad affrontare.

Come si è visto, esse sono state divise in quattro macro-gruppi: la sfera sociale, l’emergenza ambientale, la condizione economica e la condizione culturale. Questi ambiti altro non sono che le varie declinazioni di un problema che deriva in primo luogo proprio dalla carenza di servizi sopra citata, che non offre possibilità di crescita e sviluppo alle comunità locali. Esse sono quindi “naturalmente” portate ad abbandonare i loro territori alla ricerca di maggiori opportunità e benessere. La popolazione che resta, in assenza di un continuo ricambio generazionale, invecchia e perde progressivamente la capacità di gestire un territorio fragile e complesso. L’abbandono del territorio è l’abbandono dei borghi, della cultura e del saper fare.

Vi sono tuttavia emergenze che, nella loro drammaticità, portano anche a grandi cambiamenti culturali e sociali. È il caso del Coronavirus, che oramai da un anno ha cambiato e cambia le nostre vite e le nostre abitudini, costringendoci a sperimentare nuovi modi per essere vicini senza esserlo veramente. Ne sono esempi lo smart working, la didattica a distanza, la telemedicina. Misure che fino a un anno e mezzo fa sembravano impensabili, o forse no. Come si è visto nei capitoli precedenti, queste tecniche sono gli strumenti che possono invertire il trend in atto nelle aree interne; per permettere l’inclusione sociale delle popolazioni locali, una didattica di qualità ai giovani, nonché un lavoro che coniughi la realizzazione personale con la carriera per tutte le persone che scelgono di vivere

o restare nelle aree interne.

Il Covid ha portato il nostro paese ad accelerare in termini di digitalizzazione e di innovazione, costringendoci a un progresso che in altri contesti avrebbe richiesto anni.

Ha creato però anche gli innumerevoli problemi nonché la grave crisi economica che stiamo vivendo, e alla quale gli stati membri dell'EU hanno deciso di rispondere con lo stanziamento di circa 750 mld di euro attraverso il programma NEXT GENERATION EU (NGEU). Questi fondi, come lo sono stati quelli della SNAI, sono una concreta possibilità di ripartenza. I temi trattati sono quelli della transizione ecologica, della resilienza nonché dell'innovazione tecnologica. Essi si possono tradurre, per quanto riguarda l'Italia, nella crescita economica, nella ripresa dell'occupazione, nel miglioramento della qualità dei servizi al cittadino, nella promozione della coesione territoriale e nella parità di genere. Questa circostanza può stimolare anche la crescita delle aree interne, soprattutto attraverso i fondi dedicati alla coesione e lo sviluppo rurale.

In questo contesto si colloca anche il borgo di Casso, ovvero il caso studio scelto. Il grande potenziale in esso individuato può tradurre, anche e soprattutto grazie allo stanziamento di nuovi fondi comunitari, un evento drammatico in un fattore di crescita e sviluppo. Lo studio del borgo ha portato, come si è visto, all'ideazione del progetto E-MERGO. Un progetto che nel contesto di crescita che si prospetta, può trovare effettiva applicabilità

non solo nel borgo di Casso, ma anche in territori simili. Infatti, gli obiettivi individuati di Attrattività turistica, Sviluppo della ricerca e dell'innovazione, Incentivare filiere locali e Accrescere comunità, riprendono i temi sopra citati che contraddistinguono le aree interne, e che per tale ragione riguardano anche altri borghi e comuni marginali. La particolarità del progetto consiste poi nell'introdurre dei propulsori che stimolino lo sviluppo delle peculiarità locali, creando un sistema interconnesso di relazioni e interdipendenza, che conferisce resilienza e stimoli di rinascita al territorio oggetto dell'intervento.

In particolare, per quanto riguarda il caso di Casso, questo si è tradotto nel far leva sull'evento del Vajont nonché sulle particolarità geologiche-ambientali del luogo. Elementi che si trovano solo nel territorio esaminato, e che per questo lo rendono unico e speciale. Partendo da questa caratteristica, ad oggi poco sfruttata e valorizzata, si è aggiunto il propulsore, ovvero l'obiettivo di Sviluppo ricerca e innovazione, concretizzatosi nella realizzazione di un hub di ricerca. Esso ha permesso di immaginare il borgo non più solo come entità passiva, ma anche e soprattutto come realtà portatrice di un nuovo sapere, scientifico, tecnico e morale.

Questo impulso, che si può tradurre in un neonato interesse verso Casso, ha poi giustificato e stimolato gli altri interventi, riguardanti le filiere locali, la promozione territoriale e la comunità. Come si è visto nel capitolo 4, queste azioni ricalcano in parte le tradizioni proprie del

paese, tuttavia, la mancanza di un sistema organizzato tra i diversi attori non ha permesso, ad oggi, un loro reale sviluppo. Il progetto E-MERGO ha quindi ipotizzato un nuovo sistema, in progressione, di relazioni, che, proprio perché connesse le une alle altre, acquistano maggiore resilienza e capacità di crescita.

In conclusione, credo che il progetto elaborato possa essere, nella prospettiva di sviluppo nazionale che si sta definendo, un modello di rinascita per Casso e per le aree interne, che contribuisca a creare una vera coesione sociale e territoriale.

indice figure, grafici e tabelle della tesi

aree interne in emergenza

FIGURE:

- FIGURA 1.1 - LE AREE INTERNE E I COMUNI RIENTRANTI NELLA SNAI [44]
 FIGURA 1.2 - SCHEMA DIMENSIONA STRATEGICA SNAI [44]
 FIGURA 1.3 - VARIAZIONE DI POPOLAZIONE NEL PERIODO 2011-2018 [16]
 FIGURA 1.4 - POPOLAZIONE RESIDENTE 2018 [16]
 FIGURA 1.5 - INDICE DI VECCHIAIA [16]
 FIGURA 1.6 - ACCESSO ALLA RETE FISSA WIRELESS
 FIGURA 1.7 - PERICOLOSITÀ SISMICA IN ITALIA [18]
 FIGURA 1.8 - RISCHIO IDRO-GEOLOGICO IN ITALIA [24]
 FIGURA 1.9 - UN ESEMPIO DEGLI EFFETTI DELLA TEMPESTA VAIA
 FIGURA 1.10 - AMATRICE DOPO IL TERREMOTO
 FIGURA 1.11 - ESEMPIO DEGLI EFFETTI DI UNA FRANA
 FIGURA 1.12 - ESEMPIO DI POTENZIALE DEI BORGHI
 FIGURA 1.13 - DETTAGLIO INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE EDIFICIO A OSTANA
 FIGURA 1.14 - ESEMPIO DI POSSIBILE INTERVENTO
 FIGURA 1.15 - ESEMPIO DI INTERVENTO IN AMBITO SANITARIO - FORMAZIONE PRIMO SOCCORSO PER LAICI
 FIGURA 1.16 - ESEMPIO DI INTERVENTO IN AMBITO SANITARIO - INFERMIERE A DOMICILIO
 FIGURA 1.17 - AREE-PROGETTO 2014-2020 IN FVG [27]

TABELLE:

- TABELLA 1.1 - CLASSIFICAZIONE COMUNI ITALIANI IN POLO ATTRATTORE, AREE DI CINTURA, AREE INTERMEDIE, AREE PERIFERICHE, AREE ULTRA-PERIFERICHE
 TABELLA 1.2 - CENSIMENTI AGRICOLI DEI TERRITORI MONTANI 1990-2000
 TABELLA 1.3 - IMPATTO AMBIENTALE, ECONOMICO E SOCIALE DELLA FORESTAZIONE SECONDARIA [13]

il territorio di Erto e Casso

FIGURE:

- FIGURA 2.1 - CARTOGRAFIA DEL 1752 REALIZZATA DAL PUBBLICO PERITO STEFANO CODROIPO
 FIGURA 2.2 - CARTOGRAFIA DEL 1771 COMPILATA DAL PUBBLICO PERITO GIOVANNI BATTISTA NASCIMBENI
 FIGURA 2.3 - CARTOGRAFIA DEL 1810 (COMUNE DI ERTO E CASSO)
 FIGURA 2.4 - DETTAGLIO CARTOGRAFIA 1810
 FIGURA 2.5 - CARTOGRAFIA DEL 1820 COMPILATA DAGLI ISPETTORI BOSCHIVI AUSTRIACI
 FIGURA 2.6 - VISTA FRONTALE DELLA DIGA
 FIGURA 2.7 - SEZIONI LONGITUDINALI DELLA DIGA
 FIGURA 2.8 - FOTOGRAFIA REALIZZATA POCO DOPO IL DISASTRO DEL VAJONT E INQUADRANTE IL CORONAMENTO DELLA DIGA
 FIGURA 2.9 - NORD-EST ITALIA CON EVIDENZIATE LE AUTOSTRADE, LE PRINCIPALI STRADE STATALI, NONCHÉ LE DOLOMITI PATRIMONIO DELL'UNESCO
 FIGURA 2.10 - FOTOGRAFIA DELLE 5 TORRI AL TRAMONTO
 FIGURA 2.11 - ESEMPIO DOLOMITI
 FIGURA 2.12 - PERICOLOSITÀ DA VALANGA NEL COMUNE DI ERTO E CASSO
 FIGURA 2.13 - PERICOLOSITÀ DA FRANE NEL COMUNE DI ERTO E CASSO

GRAFICI:

- GRAFICO 2.1 - SPOSTAMENTO DI UN CAPOSALDO SUL MONTE TOC

TABELLE:

- TABELLA 2.1 - LOCALITÀ DI INTERESSE GEOLOGICO E MORFOLOGICO ALL'INTERNO DEL COMUNE DI ERTO E CASSO
 TABELLA 2.2 - GEOSITI ALL'INTERNO DEL COMUNE DI ERTO E CASSO

il borgo di Casso

FIGURE:

FIGURA 3.1 - FOTOGRAFIA STORICA 1
 FIGURA 3.2 - FOTOGRAFIA STORICA 2
 FIGURA 3.3 - FOTOGRAFIA STORICA 3
 FIGURA 3.4 - FOTOGRAFIA STORICA 4
 FIGURA 3.5 - FOTOGRAFIA STORICA 5
 FIGURA 3.6 - FOTOGRAFIA STORICA 6
 FIGURA 3.7 - VISTA AEREA DI CASSO
 FIGURA 3.8 - ESEMPIO DI DEGRADO 1
 FIGURA 3.9 - ESEMPIO DI DEGRADO 2
 FIGURA 3.10 - FOTOGRAFIA DELLE LASTRE DI SAN DANIELE SUL MONTE SALTA

GRAFICI:

GRAFICO 3.1 - DISTRIBUZIONE POPOLAZIONE PER FASCE D'ETÀ

il progetto e-mergo

FIGURE:

FIGURA 4.1 - LA FALESIA DI ERTO
 FIGURA 4.2 - INDICAZIONE DEL SENTIERO TRUI DEL SCIARBON (SENTIERO DEL CARBONE) DI COLLEGAMENTO TRA ERTO E CASSO
 FIGURA 4.3 - ESONDAZIONE TORRENTI VARMA E CELLINA
 FIGURA 4.4 - SCHEMA DI CONFRONTO, SU VARIE SCALE, TRA LA FASE 0 E LA FASE 4 DEL CONCEPT

il progetto urbano-architettonico

FIGURE:

FIGURA 5.1 - ESEMPIO DI INTERVENTO URBANISTICO
 FIGURA 5.2 - AREA DI PROGETTO
 FIGURA 5.3 - AREA DI PROGETTO 1
 FIGURA 5.4 - AREA DI PROGETTO 2
 FIGURA 5.5 - AREA DI PROGETTO 3
 FIGURA 5.6 - SCHEMA SISTEMA DISTRIBUTIVO PROGETTO
 FIGURA 5.7 - SCHEMA SISTEMA FUNZIONALE PROGETTO
 FIGURA 5.8 - SCHEMA RAPPORTO INSEDIATIVO DEL PROGETTO CON IL CONTESTO
 FIGURA 5.9 - SCHEMI DISTRIBUTIVI E FUNZIONI LOCANDA
 FIGURA 5.10 - SCHEMI DISTRIBUTIVI E FUNZIONI EDIFICIO POLIFUNZIONALE
 FIGURA 5.11 - SCHEMI DISTRIBUTIVI E FUNZIONI HUB
 FIGURA 5.12 - RILIEVO MATERICO EDIFICIO ESISTENTE
 FIGURA 5.13 - SCHEMI DISTRIBUTIVI E FUNZIONI SEDE ASSOCIAZIONE

progetto strutturale

FIGURE:

FIGURA 6.1 - NUMERAZIONE FACCIATE EDIFICIO PER IL CALCOLO DELL'AZIONE DEL VENTO
 FIGURA 6.2 - SCHEMI PER IL CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI PRESSIONE
 FIGURA 6.3 - SCHEMA CON LE DUE DIREZIONI DEL VENTO SCELTE
 FIGURA 6.4 - PIANTA COPERTURA CON EVIDENZIATA LA TRAVE SECONDARIA OGGETTO DEL DIMENSIONAMENTO NONCHÈ LA SUA AREA DI INFLUENZA
 FIGURA 6.5 - MASSIMI RAPPORTI LARGHEZZA SPESSORE PER PARTI COMPRESSE DELLE ANIME
 FIGURA 6.6 - MASSIMI RAPPORTI LARGHEZZA SPESSORE PER PARTI COMPRESSE DELLE ALI
 FIGURA 6.7 - PIANTA COPERTURA CON EVIDENZIATA LA TRAVE SECONDARIA OGGETTO DEL DIMENSIONAMENTO NONCHÈ LA SUA AREA DI INFLUENZA
 FIGURA 6.8 - PIANTA 2° IMPALCATO CON EVIDENZIATA LA TRAVE SECONDARIA OGGETTO DEL DIMENSIONAMENTO NONCHÈ LA SUA AREA DI INFLUENZA
 FIGURA 6.9 - PIANTA 2° IMPALCATO CON EVIDENZIATA LA TRAVE SECONDARIA OGGETTO DEL DIMENSIONAMENTO NONCHÈ LA SUA AREA DI INFLUENZA
 FIGURA 6.10 - PIANTA 2° IMPALCATO CON EVIDENZIATA LA TRAVE PRIMARIA OGGETTO DEL DIMENSIONAMENTO NONCHÈ LA SUA AREA DI INFLUENZA
 FIGURA 6.11 - PIANTA COPERTURA CON EVIDENZIATA LA TRAVE PRIMARIA OGGETTO DEL DIMENSIONAMENTO NONCHÈ LA SUA AREA DI INFLUENZA
 FIGURA 6.12 - MODELLO 3D AD ELEMENTI FINITI
 FIGURA 6.13 - MAGLIA DELLA MESH LARGHE 30 CM DELLA PIASTRA
 FIGURA 6.14 - MESH 50 CM - Mx
 FIGURA 6.15 - MESH 50 CM - My
 FIGURA 6.16 - MESH 40 CM - Mx
 FIGURA 6.17 - MESH 40 CM - My

FIGURA 6.18 - MESH 30 CM - M_x
 FIGURA 6.19 - MESH 30 CM - M_y
 FIGURA 6.20 - PIANTA PIASTRA QUOTATA E CON INDICATI I PUNTI ANALIZZATI
 FIGURA 6.21 - INDIVIDUAZIONE ID DI PROGETTO
 FIGURA 6.22 - SCHEMA DISPOSIZIONE CONTROVENTI SU STRUTTURA IN ACCIAIO

GRAFICI:

GRAFICO 6.1 - SPOSTAMENTO VERTICALE TRAVE HE 650M
 GRAFICO 6.2 - MOMENTO FLETTENTE TRAVE HE 650M
 GRAFICO 6.3 - TAGLIO TRAVE HE 650M
 GRAFICO 6.4 - SPOSTAMENTO LUNGO Z LOCALE
 GRAFICO 6.5 - MOMENTO FLETTENTE PORTALE
 GRAFICO 6.6 - TAGLIO PORTALE
 GRAFICO 6.7 - AZIONE ASSIALE PORTALE
 GRAFICO 6.8 - SPETTRO ACCELERAZIONE ORIZZONTALE
 GRAFICO 6.9 - SPOSTAMENTO ORIZZONTALE

TABELLE:

TABELLA 6.1 - CALCOLO VALORI DI $v_{(B,0)}$, a_0 E k_s
 TABELLA 6.2 - CLASSE DI RUGOSITÀ DEL TERRENO
 TABELLA 6.3 - CLASSE DI ESPOSIZIONE DEL SITO
 TABELLA 6.4 - COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE
 TABELLA 6.5 - COEFFICIENTE DI ATTRITO
 TABELLA 6.6 - COEFFICIENTI DI PRESSIONE
 TABELLA 6.7 - VALORI PRESSIONE DEL VENTO IN DIREZIONE X
 TABELLA 6.8 - VALORI PRESSIONE DEL VENTO IN DIREZIONE Y
 TABELLA 6.9 - VALORI COEFFICIENTE ψ
 TABELLA 6.10 - VALORI COEFFICIENTE γ
 TABELLA 6.11 - VALORI DI q_k , Q_k E H_k PER LE DIVERSE CATEGORIE DI EDIFICI
 TABELLA 6.12 - VALORE DEL CARICO PERMANENTE STRUTTURALE

G_1
 TABELLA 6.13 - VALORE DEL CARICO PERMANENTE NON STRUTTURALE G_2
 TABELLA 6.14 - VALORE DEL SOVRACCARICO q_k
 TABELLA 6.15 - VALORE DEL CARICO PERMANENTE STRUTTURALE G_1
 TABELLA 6.16 - VALORE DEL SOVRACCARICO q_k
 TABELLA 6.17 - VALORE DEL CARICO PERMANENTE NON STRUTTURALE G_2
 TABELLA 6.18 - VALORE DEL CARICO PERMANENTE NON STRUTTURALE G_2 RIFERITO ALLA PARTIZIONE 1
 TABELLA 6.19 - VALORE DEL CARICO PERMANENTE NON STRUTTURALE G_2 RIFERITO ALLA PARTIZIONE 2
 TABELLA 6.20 - VALORE DEL CARICO PERMANENTE NON STRUTTURALE G_2
 TABELLA 6.21 - VALORE DEL SOVRACCARICO q_k
 TABELLA 6.22 - VALORE DEL CARICO PERMANENTE NON STRUTTURALE G_2
 TABELLA 6.23 - VALORE DEL CARICO PERMANENTE NON STRUTTURALE G_2 RIFERITO ALLA PARTIZIONE 1
 TABELLA 6.24 - VALORE DEL CARICO PERMANENTE NON STRUTTURALE G_2 RIFERITO ALLA PARTIZIONE 2
 TABELLA 6.25 - VALORE DEL SOVRACCARICO q_k
 TABELLA 6.26 - VALORE DEL SOVRACCARICO q_k
 TABELLA 6.27 - CARICHI SU PANNELLO XLAM DI COPERTURA
 TABELLA 6.28 - DATI PANNELLO XLAM DI COPERTURA
 TABELLA 6.29 - CARICHI SUI PANNELLI XLAM DEL 3° E 4° IMPALCATO
 TABELLA 6.30 - CARICHI SUL PANNELLO XLAM DEL 2° IMPALCATO
 TABELLA 6.31 - DATI PANNELLI XLAM DEL 2°, 3° E 4° IMPALCATO
 TABELLA 6.32 - CARICHI SUL PANNELLO XLAM DI PARETE
 TABELLA 6.33 - DATI PANNELLI XLAM DI PARETE
 TABELLA 6.34 - VALORE DEL CARICO PERMANENTE STRUTTURALE G_1
 TABELLA 6.35 - VALORE DEI SOVRACCARICHI q_{ki}
 TABELLA 6.36 - ANDAMENTO VALORI DEL MOMENTO, NEI TRE PUNTI

progetto tecnologico

CONSIDERATI, AL VARIARE DELLA MESH
TABELLA 6.37 - DATI MOMENTO M_x , M_y E M_{xy} PER IL PUNTO 4
TABELLA 6.38 - STATI LIMITE AZIONE SISMICA
TABELLA 6.39 - CATEGORIA DI SOTTOSUOLO
TABELLA 6.40 - CONDIZIONE TOPOGRAFICA
TABELLA 6.41 - MASSE EDIFICIO IN ACCIAIO
TABELLA 6.42 - MASSE EDIFICIO IN LEGNO
TABELLA 6.43 - MASSE EDIFICIO IN CALCESTRUZZO ARMATO

FIGURE:

FIGURA 7.1 - ZONE CLIMATICHE ITALIANE
FIGURA 7.2 - ESEMPIO GIUNTO TERMICO TRA TRAVI IN ACCIAIO

GRAFICI:

GRAFICO 7.1 - PERCENTUALE CONSUMO ENERGETICO PER SETTORI

TABELLE:

TABELLA 7.1 - VALORE O_{cc} PER GLI EDIFICI DI PROGETTO CONSIDERATI
TABELLA 7.2 - FABBISOGNO IDRICO PER GLI EDIFICI DI PROGETTO CONSIDERATI
TABELLA 7.3 - ACQUA RISPARMIATA PER GLI EDIFICI DI PROGETTO CONSIDERATI
TABELLA 7.4 - COEFFICIENTI ACQUA RISPARMIATA PER UFFICI, EDIFICI COMMERCIALI E INDUSTRIALI [39]
TABELLA 7.5 - COEFFICIENTI ACQUA RISPARMIATA PER EDIFICI SCOLASTICI [39]
TABELLA 7.6 - COEFFICIENTI ACQUA RISPARMIATA PER EDIFICI ALBERGHIERI [39]

indice delle tavole

aree interne in emergenza

Le aree interne	2
Le aree interne in emergenza	3
Un potenziale di rinascita	5
Possibili interventi	5
La scelta del caso studio	6
Le aree-progetto del FVG	6

il territorio di Erto e Casso

Inquadramento generale	8
Il comune di Erto e Casso	8
Inquadramento area diga	9
Origini ed evoluzione storica	10
Storia recente	11
Sistema morfologico e ambientale	14
I mutamenti della valle del Vajont	15
La tutela della biodiversità	16
Analisi ambientale e analisi geologica	17
La geologia della frana	19
Emergenze ambientali	20
Pericolosità da valanghe	20
Pericolosità da frane	21

il borgo di Casso

Analisi urbanistica	24
Espansione	24
Lettura insediativa	25
Le case "a fiammifero"	26
I portici	26
Lettura paesaggistica	27
Analisi architettonica	28
Lettura compositiva	28
Lettura distributiva	29
Edifici a uso residenziale	29
Edifici a uso allevativo	30
Principali variazioni sul tema	30
Tecniche costruttive	31
Il tetto in lastre	31
Analisi del degrado	32
Analisi socioeconomica	33
Andamento demografico	33
Attività economiche del passato	33
Dolomiti Contemporanee	34
Il passato in chiave moderna	35
Le opere di Andrea Grotto per dolomiti contemporanee	35

il progetto e-mergo

Swot analysis	38
Strengths	38
Opportunities	38
Weaknesses	39
Threats	39
Concorso di idee per la riqualificazione dell'area diga	40
Il progetto E-MERGO	41
Obiettivi e strategie	41
Promozione turismo culturale del Vajont	42
Attivazione laboratori di studio e compresione del territorio	42
Riattivazione filiere locali	43
Attivazione laboratori di sviluppo tecnologico	43
Attivazione laboratori di gestione delle emergenze	44
Promozione attività sul territorio	44
Promozione filiere locali nei territori circostanti	45
Incremento resilienza della popolazione	45
Rafforzamento del tessuto sociale	46
Concept di progetto	47
Fase 0	47
Fase 1	48
Fase 2	49
Fase 3	50
Fase 4	51

il progetto urbano-architettonico

Progetto urbanistico	54	Pianta piano terra	81
Territorio e viabilità	54	Pianta piano primo	82
Concept plan urbano	55	Pianta copertura	83
Progetto architettonico	56	Prospetto est	84
Rilievo fotografico area di progetto	56	Prospetto nord	85
Riferimenti	57	Prospetto ovest	86
Concept di progetto	58	Prospetto sud	87
Masterplan	59	Sezione D-D	88
Planimetria 927 m slm	60	Sezione E-E	89
Planimetria 930 m slm	61	Hub di ricerca	90
Planimetria 933 m slm	62	Rilievo geometrico	91
Planimetria 936 m slm	63	Rilievo materico	94
Planimetria 939 m slm	64	Rilievo del degrado	97
Planimetria 942 m slm	65	Pianta piano -2	100
Planimetria 945 m slm	66	Pianta piano -1	101
Locanda	67	Pianta piano terra	102
Pianta piano terra	68	Pianta piano primo	103
Pianta piano primo	69	Pianta piano secondo	104
Pianta piano secondo	70	Pianta piano terzo	105
Pianta piano terzo	71	Pianta copertura	106
Pianta copertura	72	Prospetto est	107
Prospetto est	73	Prospetto nord	108
Prospetto nord	74	Prospetto ovest	109
Prospetto ovest	75	Prospetto sud	110
Prospetto sud	76	Sezione F-F	111
Sezione A-A	77	Sezione G-G	112
Sezione B-B	78	Sede associazione	113
Sezione C-C	79	Pianta piano terra	114
Edificio polifunzionale	80	Pianta piano primo	115

progetto strutturale

Pianta copertura	116	Progetto struttura in acciaio	124
Prospetto est	117	Pianta secondo impalcato	124
Prospetto nord	118	Pianta copertura	125
Prospetto ovest	119	Sezione A-A e Sezione B-B	126
Prospetto sud	120	Sezione C-C	127
Sezione H-H	121	Collegamenti	128
		Progetto struttura in cls armato	129
		Piastra in cls armato	129

progetto tecnologico

Analisi geografica e climatica	132
Analisi illuminotecnica	133
Fattore di luce diurna	133
Progetto tecnologico	134
Stratigrafie	134
Pianta piano terra	142
Pianta piano primo	143
Sezione A-A	144
Sezione B-B	145
Blow-up 1	146
Nodo A e Nodo B	147
Nodo C e Nodo D	148
Blow-up 2	149
Nodo E e Nodo F	150
Blow-up 3	151
Nodo G e Nodo H	152
Nodo I	153
Sezioni bioclimatiche	154
Solstizio d'estate	154
Equinozi di primavera e autunno	155
Solstizio d'inverno	156

indice figure, grafici e tabelle delle tavole

aree interne in emergenza

FIGURE:

- FIGURA 1.1 - LE AREE INTERNE IN ITALIA[44]
- FIGURA 1.2 - VARIAZIONE DI POPOLAZIONE NEL SETTENNIO 2011-2018[16]
- FIGURA 1.3 - ZONE ALTIMETRICHE ITALIANE [16]
- FIGURA 1.4 - INDICE DI FRANOSITÀ [24]
- FIGURA 1.5 - RISCHIO SISMICO IN ITALIA
- FIGURA 1.6 - MACERIE POST-TERREMOTO DI AMATRICE
- FIGURA 1.7 - VISTA DALL'ALTO DI ARQUATA DEL TRONTO
- FIGURA 1.8 - ESEMPIO DI PATRIMONIO ITALIANO DISTRUTTO DAL TERREMOTO
- FIGURA 1.9 - AMATRICE DURANTE LA RIMOZIONE DELLE MATERIE
- FIGURA 1.10 - LA DESOLAZIONE DI POGGIOREALE
- FIGURA 1.11 - LE PIANTAGIONI DI LENTICCHIE A CASTELLUCCIO DI NORCIA
- FIGURA 1.12 - LE COSTE DI SANTA TERESA DI GALLURA (SARDEGNA)
- FIGURA 1.13 - IL LAGO DI RADONA A TRAMONTI DI SOPRA (FVG)
- FIGURA 1.14 - UN ESEMPIO DI BORGO STORICO ITALIANO
- FIGURA 1.15 - IL CAMPANILE DI VAL MONTANAIA
- FIGURA 1.16 - UNA FOTO DEL VALCANALE INNEVATA
- FIGURA 1.17 - LA CARNIA (FVG)

il territorio di Erto e Casso

FIGURE:

- FIGURA 2.1 - IL COMUNE DI ERTO E CASSO
- FIGURA 2.2 - INQUADRAMENTO AREA DIGA
- FIGURA 2.3 - CARTOGRAFIA STORIA COMUNE DI ERTO E CASSO DEL 1893
- FIGURA 2.4 - DETTAGLIO DELLA CARTOGRAFIA STORIA SUL BORGO DI CASSO
- FIGURA 2.5 - DETTAGLIO DELLA CARTOGRAFIA STORIA SUL BORGO DI ERTO
- FIGURA 2.6 - FOTOGRAFIA DEL PONTE DEL COLOMBER PRIMA DELLA COSTRUZIONE DELLA DIGA
- FIGURA 2.7 - FOTOGRAFIA DELLA DIGA IN COSTRUZIONE
- FIGURA 2.8 - INQUADRATURA DEL CANTIERE DELLA DIGA VERSO IL MONTE TOC
- FIGURA 2.9 - ALCUNE CASE ABBANDONATE SOTTO ERTO DURANTE L'INVASO DEL BACINO
- FIGURA 2.10 - VISTA DEL CORONAMENTO DELLA DIGA COMPLETATO NONCHÈ DEL BACINO
- FIGURA 2.11 - FOTOGRAFIA DEL MONTE TOC PRIMA DEL DISASTRO DEL VAJONT
- FIGURA 2.12 - FOTOGRAFIA DEL MONTE TOC POCO DOPO IL DISASTRO DEL VAJONT
- FIGURA 2.13 - VISTA AEREA DELLA FRANA DEL VAJONT
- FIGURA 2.14 - INQUADRAMENTO DELLO SVILUPPO DELLA VALLE DEL VAJONT
- FIGURA 2.15 - ANDAMENTO CURVE DI LIVELLO NEL COMUNE DI ERTO E CASSO
- FIGURA 2.16 - INQUADRAMENTO VALLE DEL VAJONT PRIMA DELLA COSTRUZIONE DELLA DIGA
- FIGURA 2.17 - INQUADRAMENTO VALLE DEL VAJONT DOPO LA COSTRUZIONE DELLA DIGA E CON IL BACINO

FIGURA 2.18 - INQUADRAMENTO VALLE DEL VAJONT IMMEDIATAMENTE DOPO LA FRANA

FIGURA 2.19 - INQUADRAMENTO DIGA DEL VAJONT OGGI E PORZIONE TERRITORIO A VALLE DELLA DIGA

FIGURA 2.20 - CARTINA FVG CON EVIDENZIATE LE ALTE VALLI OCCIDENTALI

FIGURA 2.21 - CARTINA FVG CON EVIDENZIATO IL PARCO REGIONALE DELLE DOLOMITI FRIULANE

FIGURA 2.22 - CARTINA FVG CON EVIDENZIATE LE DOLOMITI FRIULANE PATRIMONIO UNESCO

FIGURA 2.23 - LA BIODIVERSITÀ NEL COMUNE DI ERTO E CASSO

FIGURA 2.24 - GEOLOGIA COMUNE DI ERTO E CASSO

FIGURA 2.25 - FOTOGRAFIA DI UNA AMMONITE DELLA CAVA BUSCADA

FIGURA 2.26 - FOTOGRAFIA DELLE LASTRE DI SAN DANIELE SUL MONTE SALTA

FIGURA 2.27 - FOTOGRAFIA DEL TORRENTE DELLA VAL ZEMOLA CON DELLE PERSONE CHE PRATICANO IL CANYONING

FIGURA 2.28 - FOTOGRAFIA DEL COL NUDO AL TRAMONTO

FIGURA 2.29 - SCHEMA ORIGINE VALLE DEL VAJONT

FIGURA 2.30 - FOTOGRAFIA AEREA DELLA FRANA DEL VAJONT IMMEDIATAMENTE DOPO IL DISASTRO

FIGURA 2.31 - FOTOGRAFIA VALANGA LUNGO LA STRADA PER CASSO

FIGURA 2.32 - FOTOGRAFIA VALANGA LUNGO LA STRADA PER CASSO DA UN DIVERSO INQUADRAMENTO

FIGURA 2.33 - LOCALIZZAZIONE DELLE VALANGHE NEL COMUNE DI ERTO E CASSO

FIGURA 2.34 - FOTOGRAFIA DEI GHIAIONI SOPRA IL LAGO DEL VAJONT

FIGURA 2.35 - FOTOGRAFIA DELLA MONTE TOC OGGI

FIGURA 2.36 - LA PERICOLOSITÀ DA FRANA NEL COMUNE DI ERTO

E CASSO

GRAFICI:

GRAFICO 2.1 - SETTORE PRIMARIO

GRAFICO 2.2 - SETTORE SECONDARIO

GRAFICO 2.3 - SETTORE TERZIARIO

il borgo di Casso

FIGURE:

- FIGURA 3.1 - TESSUTO EDILIZIO DI CASSO NEL 1930
 FIGURA 3.2 - TESSUTO VIARIO DI CASSO NEL 1930
 FIGURA 3.3 - TESSUTO EDILIZIO DI CASSO NEL 1963
 FIGURA 3.4 - TESSUTO VIARIO DI CASSO NEL 1963
 FIGURA 3.5 - TESSUTO EDILIZIO DI CASSO NEL 2000
 FIGURA 3.6 - TESSUTO VIARIO DI CASSO NEL 2000
 FIGURA 3.7 - TESSUTO EDILIZIO DI CASSO NEL 2020
 FIGURA 3.8 - TESSUTO VIARIO DI CASSO NEL 2020
 FIGURA 3.9 - DISEGNO DI CASSO RISALENTE AL XIX SECOLO
 FIGURA 3.10 - SEZIONE SUL BORGO DI CASSO
 FIGURA 3.11 - LETTURA INSEDIATIVA DEL BORGO DI CASSO
 FIGURA 3.12 - FOTOGRAFIA PANORAMICA DEL BORGO DI CASSO CON EVIDENZIATO L'IMPIANTO INSEDIATIVO DEL PAESE
 FIGURA 3.13 - CASA DI CASSO CON LE PIETRE SPORGENTI SULLA FACCIATA
 FIGURA 3.14 - ESEMPIO DI CASA A FIAMMIFERO 1
 FIGURA 3.15 - ESEMPIO DI CASA A FIAMMIFERO 2
 FIGURA 3.16 - ESEMPIO DI CASA A FIAMMIFERO 3
 FIGURA 3.17 - ESEMPIO DI PORTICO 1
 FIGURA 3.18 - ESEMPIO DI PORTICO 2
 FIGURA 3.19 - ESEMPIO DI PORTICO 3
 FIGURA 3.20 - TERRAZZAMENTI LIMITROFI AL BORGO DI CASSO
 FIGURA 3.21 - ESEMPIO DI TERRAZZAMENTI 1
 FIGURA 3.22 - ESEMPIO DI TERRAZZAMENTI 2
 FIGURA 3.23 - VISUALE DI CASSO
 FIGURA 3.24 - PARTICOLARE ARCHITETTURA 1
 FIGURA 3.25 - PARTICOLARE ARCHITETTURA 2
 FIGURA 3.26 - PARTICOLARE ARCHITETTURA 3
 FIGURA 3.27 - PARTICOLARE ARCHITETTURA 4
 FIGURA 3.28 - PARTICOLARE ARCHITETTURA 5
 FIGURA 3.29 - PARTICOLARE ARCHITETTURA 6
 FIGURA 3.30 - PARTICOLARE ARCHITETTURA 7
 FIGURA 3.31 - PARTICOLARE ARCHITETTURA 8
 FIGURA 3.32 - PARTICOLARE ARCHITETTURA 9
 FIGURA 3.33 - PARTICOLARE ARCHITETTURA 10
 FIGURA 3.34 - PARTICOLARE ARCHITETTURA 11
 FIGURA 3.35 - SEZIONE ORIZZONTALE DI ESEMPIO STRUTTURA COPERTURA IN LASTRE [1]
 FIGURA 3.36 - SEZIONE VERTICALE DI ESEMPIO STRUTTURA COPERTURA IN LASTRE [1]
 FIGURA 3.37 - PARTICOLARE TETTO IN LASTRE 1
 FIGURA 3.38 - PARTICOLARE TETTO IN LASTRE 2
 FIGURA 3.39 - ESEMPIO DEGRADO 1
 FIGURA 3.40 - ESEMPIO DEGRADO 2
 FIGURA 3.41 - ESEMPIO DEGRADO 3
 FIGURA 3.42 - ESEMPIO DEGRADO 4
 FIGURA 3.43 - ESEMPIO DEGRADO 5
 FIGURA 3.44 - BILANCE UTILIZZATE NEL CONFEZIONAMENTO DEI SALUMI
 FIGURA 3.45 - CONTENITORE IN PIETRA PER LA CONSERVAZIONE DELLO STRUTTO
 FIGURA 3.46 - ARON DEMETZ, TRAGÖDIE DER EINDEUTIGKEIT (CASA), ROCCEDIMENTI, FOTO GIACOMO DE DONÀ. [22]
 FIGURA 3.47 - FOTOGRAFIA TIROCINIO PRESSO DOLOMITI CONTEMPORANEE
 FIGURA 3.48 - FOTOGRAFIA DEL NUOVO SPAZIO DI CASSO
 FIGURA 3.49 - ANDREA GROTTTO_DIDN'T YOU KNOW STONES CAN FLY?, ROCCEDIMENTI, FOTO GIACOMO DE DONÀ. [22]
 FIGURA 3.50 - LA LEGROSEGA PANDUDA, ANDREA GROTTTO, CASSO 8 SETTEMBRE, FOTO GIACOMO DE DONA. FOTO 1 [22]
 FIGURA 3.51 - LA LEGROSEGA PANDUDA, ANDREA GROTTTO, CASSO 8 SETTEMBRE, FOTO GIACOMO DE DONA. FOTO 2 [22]

il progetto e-mergo

GRAFICI:

GRAFICO 3.1 - PERCENTUALE DI TETTI IN LASTRE SUL TOTALE DELLE COPERTURE

GRAFICO 3.2 - EDILIZIA - PERCENTUALE DI CASE ABITATE DAI RESIDENTI, LE SECONDE CASE NONCHÈ QUELLE IN DISUSO

GRAFICO 3.3 - DISTRIBUZIONE POPOLAZIONE PER FASCE D'ETÀ

GRAFICO 3.4 - POPOLAZIONE RESIDENTE AI CENSIMENTI DAL 1871 AL 2011 [28]

GRAFICO 3.5 - ANDAMENTO POPOLAZIONE RESIDENTE NEL PERIODO 2001-2019 [28]

FIGURE:

FIGURA 4.1 - NORD-EST ITALIA CON EVIDENZIATE LE AUTOSTRADE, LE PRINCIPALI STRADE STATALI, NONCHÉ LE DOLOMITI PATRIMONIO DELL'UNESCO

FIGURA 4.2 - IL BORGO DI CASSO CON EVIDENZIATI I TERRAZZAMENTI E IL NUOVO SPAZIO DI CASSO

FIGURA 4.3 - NORD-EST ITALIA CON EVIDENZIATE LE AUTOSTRADE, LE PRINCIPALI STRADE STATALI, NONCHÉ LE FAGLIE SISMICHE

FIGURA 4.4 - IL BORGO DI CASSO CON EVIDENZIATI I PARCHEGGI E GLI EDIFICI ABITATI QUOTIDIANAMENTE

FIGURA 4.5 - PROGETTO VINCITORE CONCORSO DI IDEE PER LA RIQUALIFICAZIONE DELL'AREA DIGA

FIGURA 4.6 - IL BORGO DI CASSO CON EVIDENZIATI GLI EDIFICI ABITATI QUOTIDIANAMENTE

FIGURA 4.7 - IL COMUNE DI ERTO E CASSO CON LA PANORAMICA TERRITORIALE DI FASE 1

FIGURA 4.8 - IL BORGO DI CASSO CON LA PANORAMICA LOCALE DI FASE 1

FIGURA 4.9 - NORD-EST ITALIA CON LE CONNESSIONI EXTRA-TERRITORIALI DI FASE 1

FIGURA 4.10 - IL COMUNE DI ERTO E CASSO CON LA PANORAMICA TERRITORIALE DI FASE 2

FIGURA 4.11 - IL BORGO DI CASSO CON LA PANORAMICA LOCALE DI FASE 2

FIGURA 4.12 - NORD-EST ITALIA CON LE CONNESSIONI EXTRA-TERRITORIALI DI FASE 2

FIGURA 4.13 - IL COMUNE DI ERTO E CASSO CON LA PANORAMICA TERRITORIALE DI FASE 3

FIGURA 4.14 - IL BORGO DI CASSO CON LA PANORAMICA LOCALE DI FASE 3

FIGURA 4.15 - NORD-EST ITALIA CON LE CONNESSIONI EXTRA-

TERRITORIALI DI FASE 3

FIGURA 4.16 - IL BORGO DI CASSO CON LA PANORAMICA LOCALE DI FASE 4

FIGURA 4.17 - NORD-EST ITALIA CON LE CONNESSIONI EXTRA-TERRITORIALI DI FASE 4

il progetto urbano-architettonico

FIGURE:

FIGURA 5.1 - PROPOSTE INTERVENTO AREA DIGA

FIGURA 5.2 - SCHEMA INTERVENTO 1

FIGURA 5.3 - PROPOSTE INTERVENTO A LIVELLO URBANO

FIGURA 5.4 - FOTOGRAFIA AREA DI PROGETTO 1

FIGURA 5.5 - L'AREA DI PROGETTO INDIVIDUATA

FIGURA 5.6 - FOTOGRAFIA AREA DI PROGETTO 2

FIGURA 5.7 - FOTOGRAFIA AREA DI PROGETTO 3

FIGURA 5.8 - FOTOGRAFIA AREA DI PROGETTO 4

FIGURA 5.9 - RICOSTRUZIONE DELLA COMUNITÀ GONDO, DURRER LINGGI ARCHITEKTEN

FIGURA 5.10 - EGGENBERGER MADER - BEARTH & DEPLAZES, HAUS AM PLATZ, FLÄSCH, SVIZZERA

FIGURA 5.11 - BEARTH & DEPLAZES, MEULI HOUSE, FLÄSCH, SVIZZERA

FIGURA 5.12 - ESEMPIO DI ARCHITETTURA SCANDINAVA

FIGURA 5.13 - STEP 1 CONCEPT DI PROGETTO

FIGURA 5.14 - STEP 2 CONCEPT DI PROGETTO

FIGURA 5.15 - STEP 3 CONCEPT DI PROGETTO

FIGURA 5.16 - STEP 4 CONCEPT DI PROGETTO

FIGURA 5.17 - STEP 5 CONCEPT DI PROGETTO

FIGURA 5.18 - STEP 6 CONCEPT DI PROGETTO

FIGURA 5.19 - STEP 7 CONCEPT DI PROGETTO

FIGURA 5.20 - MASTERPLAN DI PROGETTO

FIGURA 5.21 - PLANIMETRIA 927 M SLM

FIGURA 5.22 - PLANIMETRIA 930 M SLM

FIGURA 5.23 - PLANIMETRIA 933 M SLM

FIGURA 5.24 - PLANIMETRIA 936 M SLM

FIGURA 5.25 - PLANIMETRIA 939 M SLM

FIGURA 5.26 - PLANIMETRIA 942 M SLM

FIGURA 5.27 - PLANIMETRIA 945 M SLM

FIGURA 5.28 - SCHEMA PIANO TERRA LOCANDA

FIGURA 5.29 - SCHEMA PIANO PRIMO LOCANDA
FIGURA 5.30 - SCHEMA PIANO SECONDO LOCANDA
FIGURA 5.31 - SCHEMA PIANO TERZO LOCANDA
FIGURA 5.32 - PIANTE PIANO TERRA
FIGURA 5.33 - PIANTE PIANO PRIMO
FIGURA 5.34 - PIANTE PIANO SECONDO
FIGURA 5.35 - PIANTE PIANO TERZO
FIGURA 5.36 - PIANTE COPERTURA
FIGURA 5.37 - PROSPETTO EST
FIGURA 5.38 - PROSPETTO NORD
FIGURA 5.39 - PROSPETTO OVEST
FIGURA 5.40 - PROSPETTO SUD
FIGURA 5.41 - SEZIONE A-A
FIGURA 5.42 - SEZIONE B-B
FIGURA 5.43 - SEZIONE C-C
FIGURA 5.44 - SCHEMA PIANO TERRA EDIFICIO POLIFUNZIONALE
FIGURA 5.45 - SCHEMA PIANO PRIMO EDIFICIO POLIFUNZIONALE
FIGURA 5.46 - PIANTE PIANO TERRA
FIGURA 5.47 - PIANTE PIANO PRIMO
FIGURA 5.48 - COPERTURA
FIGURA 5.49 - PROSPETTO EST
FIGURA 5.50 - PROSPETTO NORD
FIGURA 5.51 - PROSPETTO OVEST
FIGURA 5.52 - PROSPETTO SUD
FIGURA 5.53 - SEZIONE D-D
FIGURA 5.54 - SEZIONE E-E
FIGURA 5.55 - SCHEMA PIANO -2 HUB
FIGURA 5.56 - SCHEMA PIANO -1 HUB
FIGURA 5.57 - SCHEMA PIANO TERRA HUB
FIGURA 5.58 - SCHEMA PIANO PRIMO HUB
FIGURA 5.59 - SCHEMA PIANO SECONDO HUB
FIGURA 5.60 - SCHEMA PIANO TERZO HUB
FIGURA 5.61 - PROSPETTO EST
FIGURA 5.62 - PROSPETTO OVEST
FIGURA 6.63 - PROSPETTO NORD
FIGURA 5.64 - DISEGNO DETTAGLIO D01
FIGURA 5.65 - FOTOGRAFIA DETTAGLIO D01
FIGURA 5.66 - PROSPETTO SUD
FIGURA 5.67 - DISEGNO DETTAGLIO D02
FIGURA 5.68 - FOTOGRAFIA DETTAGLIO D02
FIGURA 5.69 - PROSPETTO EST
FIGURA 5.70 - PROSPETTO OVEST
FIGURA 5.71 - PROSPETTO NORD
FIGURA 5.72 - PROSPETTO SUD
FIGURA 5.73 - PROSPETTO EST
FIGURA 5.74 - PROSPETTO OVEST
FIGURA 5.75 - PROSPETTO NORD
FIGURA 5.76 - PROSPETTO SUD
FIGURA 5.77 - PIANTE PIANO -2
FIGURA 5.78 - PIANTE PIANO -1
FIGURA 5.79 - PIANTE PIANO TERRA
FIGURA 5.80 - PIANTE PIANO PRIMO
FIGURA 5.81 - PIANTE PIANO SECONDO
FIGURA 5.82 - PIANTE PIANO TERZO
FIGURA 5.83 - PIANTE COPERTURA
FIGURA 5.84 - PROSPETTO EST
FIGURA 5.85 - PROSPETTO NORD
FIGURA 5.86 - PROSPETTO OVEST
FIGURA 5.87 - PROSPETTO SUD
FIGURA 5.88 - SEZIONE F-F
FIGURA 5.89 - SEZIONE G-G
FIGURA 5.90 - SCHEMA PIANO TERRA SEDE ASSOCIAZIONE
FIGURA 5.91 - PIANTE PIANO TERRA
FIGURA 5.92 - PIANTE PIANO PRIMO

progetto strutturale

FIGURA 5.93 - PIANTA COPERTURA
FIGURA 5.94 - PROSPETTO EST
FIGURA 5.95 - PROSPETTO NORD
FIGURA 5.96 - PROSPETTO OVEST
FIGURA 5.97 - PROSPETTO SUD
FIGURA 5.98 - SEZIONE H-H

FIGURE:

FIGURA 6.1 - PIANTA SECONDO IMPALCATO
FIGURA 6.2 - PIANTA COPERTURA
FIGURA 6.3 - SEZIONE AA
FIGURA 6.4 - SEZIONE BB
FIGURA 6.5 - SEZIONE CC
FIGURA 6.6 - NODO A
FIGURA 6.7 - NODO B
FIGURA 6.8 - NODO C
FIGURA 6.9 - NODO D
FIGURA 6.10 - NODO E
FIGURA 6.11 - NODO F
FIGURA 6.12 - PIANTA PIASTRA CON ARMATURA PUNTI
FIGURA 6.13 - ARMATURA PUNTO 1
FIGURA 6.14 - ARMATURA PUNTO 2
FIGURA 6.15 - ARMATURA PUNTO 3
FIGURA 6.16 - ARMATURA PUNTO 4

TABELLE:

TABELLA 6.1 - MOMENTO NEI DIVERSI PUNTI CONSIDERATI

progetto tecnologico

FIGURE:

FIGURA 7.1 - DIAGRAMMA SOLARE - 21/06/2021 - 21/12/2021
 FIGURA 7.2 - SOLSTIZIO D'INVERNO - 21/12/2020
 FIGURA 7.3 - EQUINOZIO DI PRIMAVERA - 20/03/2021
 FIGURA 7.4 - SOLSTIZIO D'ESTATE - 21/06/2021
 FIGURA 7.5 - SCHEMA ANDAMENTO ANNUALE TEMPERATURA TERRENO PER $Z < 0$
 FIGURA 7.6 - ANDAMENTO TEMPERATURA MEDIA MENSILE - DATI CLIMATICI DI AVIANO (SOFTWARE: CLIMATE CONSULTANT)
 FIGURA 7.7 - PARCHEGGIO - 927 M SLM
 FIGURA 7.8 - PRIMO LIVELLO - 930 M SLM
 FIGURA 7.9 - SECONDO LIVELLO - 933 M SLM
 FIGURA 7.10 - TERZO LIVELLO - 937 M SLM
 FIGURA 7.11 - QUARTO LIVELLO - 940 M SLM
 FIGURA 7.12 - QUARTO LIVELLO - 943 M SLM
 FIGURA 7.13 - CO1
 FIGURA 7.14 - CO2
 FIGURA 7.15 - CO3
 FIGURA 7.16 - PO1A
 FIGURA 7.17 - PO1B
 FIGURA 7.18 - PO2A
 FIGURA 7.19 - PO2B
 FIGURA 7.20 - CV1A
 FIGURA 7.21 - CV1B
 FIGURA 7.22 - CV2A
 FIGURA 7.23 - CV2B
 FIGURA 7.24 - PV1A
 FIGURA 7.25 - PV1B
 FIGURA 7.26 - PV2A
 FIGURA 7.27 - PV2B
 FIGURA 7.28 - PV2C

FIGURA 7.29 - PV3
 FIGURA 7.30 - PIANTA PIANO TERRA
 FIGURA 7.31 - PIANTA PIANO PRIMO
 FIGURA 7.32 - SEZIONE A-A
 FIGURA 7.33 - SEZIONE B-B
 FIGURA 7.34 - BLOW-UP 1 CON PROSPETTO A PIANTA
 FIGURA 7.35 - NODO A
 FIGURA 7.36 - NODO B
 FIGURA 7.37 - NODO C
 FIGURA 7.38 - NODO D
 FIGURA 7.39 - BLOW-UP 2 CON PROSPETTO E PIANTA
 FIGURA 7.40 - NODO E
 FIGURA 7.41 - NODO F
 FIGURA 7.42 - BLOW-UP 3 CON PROSPETTO E PIANTA
 FIGURA 7.43 - NODO G
 FIGURA 7.44 - NODO H
 FIGURA 7.45 - NODO I
 FIGURA 7.46 - SEZIONE BIOCLIMATICA SOLSTIZIO D'ESTATE
 FIGURA 7.47 - SEZIONE BIOCLIMATICA EQUINOZI
 FIGURA 7.48 - SEZIONE BIOCLIMATICA SOLSTIZIO D'INVERNO

GRAFICI:

GRAFICO 7.1 - VERIFICA GLASER CO1
 GRAFICO 7.2 - VERIFICA GLASER PO1a
 GRAFICO 7.3 - VERIFICA GLASER PO1b
 GRAFICO 7.4 - VERIFICA GLASER CV1a
 GRAFICO 7.5 - VERIFICA GLASER CV1b
 GRAFICO 7.6 - VERIFICA GLASER CV2a
 GRAFICO 7.7 - VERIFICA GLASER CV2b

bibliografia

- [1] Abaco degli elementi costruttivi, allegato 1, Comune di Erto e Casso, FVG
- [2] *Agricoltura intensiva*, in <http://www.idaic.it>
- [3] Alte Valli Occidentali, All. 12 PPR FVG
- [4] Bamonte, P., Coronelli, D., Gambarova, P.G., *Linee guida per la progettazione delle piastre in c.a.*, Bologna, 2007, Pàtron Editore.
- [5] Benevieri, S., Casella, A. e Pieroni, A. C. (2014-2015) *"Modelli di valorizzazione dei piccoli borghi storici"*, tesi di laurea, Università degli studi di Firenze
- [6] Benevolo, L., *Il tracollo dell'urbanistica italiana*, Bari 2012, Editori Laterza
- [7] Bersani, S.G., *L'impero in quota. I Romani e le Alpi*, Torino 2019, Einaudi
- [8] Biasillo, R., *Dalla montagna alle aree interne. La marginalizzazione territoriale nella storia d'Italia*, in "Storia e Futuro. Rivista di storia e storiografia online", n. 51
- [9] Bologna, R. e Terpolilli, C., (a cura di) *Emergenza del progetto. Progetto dell'emergenza. Architetture contemporaneità*, Milano 2005, Federico Motta Editore
- [10] Breglia, G., Chiloiro, A., Inserra, G., Mantineo, M., Olori, D., Sangiorgi, R., Serafini, M., *Le aree interne durante l'emergenza. Politiche di differenziazione del mondo rurale nei post-terremoti del Centro-Italia*, in "Agriregionieuropa", a. XIII, n. 51
- [11] Callegari, G., De Rossi, A. e Pace, S., (a cura di) *Paesaggi in verticale. Storia, progetto e valorizzazione del patrimonio alpino*, II edizione, Venezia 2006, Marsilio Editori
- [12] Carlucci, C., Lucatelli, S., *Aree interne: un potenziale per la crescita economica del Paese*, in "Agriregionieuropa", a. IX, n. 34
- [13] Conti, G., Fagarazzi, L., *Avanzamento del bosco in ecosistemi montani: sogno degli ambientalisti o incubo per la società? Cause, aspetti ed impatti di una delle principali trasformazioni ambientali, territoriali e paesistiche del XX secolo in Italia*, in "PLANUM: The European on line-journal of planning", Vol. XI, pp. 1-20
- [14] De Marchi, B., Pellizzoni, L. e Ungaro, D., *Il rischio ambientale*, Bologna 2001, il Mulino.
- [15] Deon Cardin, E., *Una strada lunga cent'anni (da Longarone a Cimolais)*, 2015, Collana "Quaderno Pulchra" n.6

- [16] <http://gisportal.istat.it/ConfrontaMappe/>
- [17] <http://gisportal.istat.it/mapparischi>
- [18] <https://ingvterremoti.com/>
- [19] <http://irdat.regione.fvg.it/WebGIS>
- [20] <http://www.adbve.it/>
- [21] <http://www.comune.ertoecasso.pn.it>
- [22] <http://www.dolomiticontemporanee.net/DCi2013/>
- [23] <http://www.fipindustriale.it>
- [24] <https://www.isprambiente.gov.it>
- [25] <https://www.parcodolomitifriulane.it/>
- [26] <http://www.protezionecivile.gov.it/attivita-rischi>
- [27] <https://www.regione.fvg.it>
- [28] <https://www.tuttitalia.it/>
- [29] <http://www.unesco.it/it/PatrimonioMondiale/Detail/148>
- [30] https://www.wikiwand.com/it/Disastro_del_Vajont
- [31] Iuvinale, K., *Aree interne e "piccole scuole": ripensare alla didattica e adottare la giusta policy*, in "EyesReg", vol. 10, n. 3
- [32] Macchi Janica, G., *Desertificazione demografica dell'Italia. Geografia dello spopolamento rurale nella penisola*, in "Trame nello spazio. Collana di Geografia e Territorio", n. 6, pp. 9-18"
- [33] Martinelli, O. *Il mio Vajont*, Edizione a cura del Comune di Vajont, 1976
- [34] Mocarrelli, L., *Un bilancio. Terre alte-terre basse: una storia di disparità?*, in "Histoire des Alpes = Storia delle Alpi = Geschichte des Alpen", vol 17
- [35] Next Generation Italia, il Piano per disegnare il futuro del Paese, in <https://www.mef.gov.it/focus/>
- [36] Peppoloni, S., *Convivere con i rischi naturali*, Bologna 2014, il Mulino, pp. 26-30
- [37] *Perchè è importante la biodiversità*, in <https://www.isprambiente.gov.it>
- [38] Piano per la ripresa dell'Europa, in https://ec.europa.eu/info/strategy/recovery-plan-europe_it

[39] Protocollo ITACA 2015 Non Residenziale, Scheda criterio B.5.2

[40] Quadro Curzio, A., *La prevenzione non è un costo*, in <https://www.ilsole24ore.com>

[41] Sacchet, A., *Vajont, la diga*, Pieve di Cadore 2003, Tipografia Tiziano

[42] Santoianni, F., *Protezione Civile, pianificazione e gestione dell'emergenza. Guida per gli operatori di protezione civile*, II edizione, Firenze 2003, Nocchioli Editore.

[43] Scesi, L., Papini, M., Gattinoni, P., *Geologia applicata. Il rilevamento geologico-tecnico*, II edizione, Milano 2006, Casa Editrice Ambrosiana.

[44] Strategia Nazionale per le Aree Interne: definizioni, obiettivi, strumenti e governance, allegato alla bozza di Accordo di Partenariato trasmessa alla CE il 9 dicembre 2013

[45] *Terremoto in Centro Italia, rapporto alla UE: danni per oltre 23 miliardi*, in <https://www.repubblica.it/cronaca/>

[46] Toniolo, G. (a cura di), *L'Italia e l'economia mondiale. Dall'unità ad oggi*, Venezia 2013, Marsilio Editori

[47] *Turismo sostenibile: cos'è e perché oggi è così importante*, in <https://www.equotube.it/blog/>

ringraziamenti

Ringrazio tutte le persone che mi sono state accanto in questo percorso lungo e importante. Le ringrazio per avermi supportata e aiutata, ma soprattutto per avermi sopportata. Credo infatti che alle volte non sia stato molto facile. Alcune di loro, fondamentali, hanno permesso che una vaga idea che mi sta molto a cuore diventasse la presente tesi. Altre mi sono state vicine sempre, sempre.

A queste persone dico, sinceramente,

GRAZIE