



**Politecnico
di Torino**

POLITECNICO DI TORINO

Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica

Corso di Laurea in Ingegneria Edile – Resilienza del Costruito

Tesi di Laurea Magistrale

Una nuova vita per la centrale idroelettrica di Hône II

Progetto Pelton

Relatore

Prof. Ing. Paolo Piantanida

Correlatore

Ing. Ivan Nuris

Candidata

Micaela Bazzanella

Matricola: S304573

*Alla mia famiglia
che mi supporta e mi spinge
sempre a dare il meglio di me.*

Sommario

1. Introduzione	5
2. Abstract	5
3. Indice delle figure e delle tabelle	6
4. L'energia elettrica	10
Le principali fonti di energia	10
La transizione energetica	11
L'energia idroelettrica	13
5. L'idroelettrico in Valle d'Aosta	15
L'impatto degli impianti idroelettrici sul territorio valdostano	17
Gli impianti idroelettrici presenti sul territorio regionale	19
L'architettura delle centrali idroelettriche	20
6. L'impianto idroelettrico di Hône II	28
Costruzione dell'impianto idroelettrico	28
Testimonianze e curiosità	31
Stato attuale	32
La centrale idroelettrica	36
7. La costruzione della nuova centrale	39
Criticità dell'impianto esistente	39
Il nuovo impianto	39
La nuova centrale	41
8. Analisi del territorio	44
Il comune di Hône	44
Inquadramento paesaggistico	46
Inquadramento urbanistico e territoriale	48
Analisi del contesto	50
Analisi SWOT	52
Rilievo e stato dell'opera	52
9. Il progetto di riqualificazione	57
Esempi di riqualifiche di siti industriali	57
Proposte progettuali per la riqualifica della Centrale	60
Proposta 1: bar, coworking e biblioteca	61
Proposta 2: bar, coworking, biblioteca e sale multifunzionali	63
Proposta 3: bar, coworking e biblioteca	66
Proposta 4: bar e uffici CVA	68
10. Sviluppo della scelta progettuale	71
Suddivisione degli spazi	71

Area museale.....	72
Bar.....	74
Uffici.....	76
Cunicoli.....	77
Criticità.....	77
Tecnologie costruttive	77
Adeguamento strutturale	82
Eliminazione delle barriere architettoniche.....	88
Riqualificazione energetica	89
Cappotto interno.....	90
Serramenti.....	93
Impianti di climatizzazione.....	94
Particolari costruttivi	99
Illuminazione.....	103
Render	107
Parte esterna.....	118
11. Conclusione.....	120
12. Riferimenti.....	121
Bibliografia.....	121
Sitografia	121
Appendice.....	123

1. Introduzione

Il presente capitolo introduce gli argomenti trattati nella tesi di laurea magistrale redatta all'interno dell'azienda ospitante CVA, Compagnia Valdostana delle Acque. Dopo una breve introduzione riguardante l'energia idroelettrica, care business dell'azienda maggiore produttrice di energia elettrica da fonti rinnovabili in Valle d'Aosta, e quarto operatore nazionale, è stato effettuato un focus sul processo di transizione energetica del nostro Paese e della Regione in quanto rappresenta il motivo principale per cui tutto il lavoro ha potuto prendere vita.

La tesi illustra i lavori necessari sull'impianto idroelettrico di Hône II che si estende tra i comuni di Champorcher, Pontboset ed Hône. Costruito più di 100 anni prima al servizio dell'industria bellica di Borgofranco, è uno dei più longevi impianti idroelettrici di CVA. Con il passare degli anni la manutenzione e le problematiche legate all'impianto sono notevolmente aumentate, inoltre non vengono sfruttate a pieno le potenzialità idroelettriche della vallata e per questa ragione è stato avviato un progetto per la costruzione di un nuovo impianto. Per evitare un progressivo degrado e l'abbandono dell'attuale fabbricato di produzione, si è resa necessaria la progettazione di un suo futuro recupero e riutilizzo, cercando di valorizzare la sua storia industriale e portando a nuova vita l'edificio storico. Nonostante la presenza di numerose criticità e vincoli legati all'edificio stesso, si è riusciti a portare avanti diverse soluzioni progettuali che non solo rispondessero alle esigenze della comunità, ma che rendessero questi spazi unici accessibili a tutti ed inclusivi.

2. Abstract

The present chapter introduces the topics covered in the Master's thesis prepared within the host company CVA, Compagnia Valdostana delle Acque. After a brief introduction regarding hydroelectric energy, the core business of the largest producer of electricity from renewable sources in the Aosta Valley and the fourth national operator, a focus was placed on the energy transition process of our country and the region, as it represents the primary reason for the entire work to come to life.

The thesis details the necessary work on the Hône II hydroelectric plant, which spans the municipalities of Champorcher, Pontboset, and Hône. Built over 100 years ago to serve the wartime industry of Borgofranco, it is one of CVA's most long-standing hydroelectric facilities. Over the years, maintenance and issues related to the plant have significantly increased. Additionally, the hydroelectric potential of the valley is not fully exploited, leading to the initiation of a project for the construction of a new plant. To prevent the gradual degradation and abandonment of the current production facility, it became necessary to design its future recovery and reuse, seeking to valorize its industrial history and bring new life to the historic building.

Despite numerous challenges and constraints associated with the building itself, various design solutions were successfully pursued. These solutions not only met the community's needs but also made these spaces unique, accessible to all and inclusive.

3. Indice delle figure e delle tabelle

Figura 1: Produzione mondiale di energia e di energia da fonti rinnovabili, documenti dell'autore	10
Figura 2: Produzione mondiale lorda di energia elettrica per fonte (TWh), documento dell'autore.....	11
Figura 3: Consumo di energia elettrica in Italia nel 2022, dati Terna 2022	11
Figura 4: Quota delle FER sul consumo finale di energia tra il 1990 e 2030, Le concessioni idroelettriche in Italia - Ambrosetti.....	12
Figura 5: Generazione elettrica per tipologia di FER, Ambrosetti.....	12
Figura 6: Emissione di GHG durante il ciclo di vita della produzione elettrica per tecnologia, Ambrosetti ..	13
Figura 7: Primi 10 Paesi europei per potenza idroelettrica installata (GW), Ambrosetti.....	13
Figura 8: Età del parco idroelettrico in Italia, Ambrosetti.....	14
Figura 9: Schema di un impianto idroelettrico, Corso di impianti elettrici – Produzione - ENEL	14
Figura 10: Andamento produzione locale da FER termiche ed elettriche 2010-2019, PEAR VdA.....	15
Figura 11: Produzione, esportazione e consumo 2010-2019, PEAR VdA.....	15
Figura 12: Cottonificio Brambilla - Verrès fine anni 20 (documento di Donne e lavoro in Valle d'Aosta).....	15
Figura 13: Bacini e impianti idroelettrici in Valle d'Aosta, documento CVA.....	16
Figura 14: Stato attuale, a sinistra, e stato di progetto, a destra, della centrale di Chavonne, documenti CVA	17
Figura 15: Decauville della diga del Goillet.....	17
Figura 16: Diga del Goillet – Valtournenche, documenti dell'autore	18
Figura 17: Esplosione di un concio di diga a Beauregard, documenti CVA	18
Figura 18: Dighe del Lago Gabiet, documenti CVA	19
Figura 19: Diga di Beauregard a sinistra e Diga di Place Moulin a destra, documenti dell'autore e di CVA ..	20
Figura 20: Centrale di Chavonne a sinistra e Centrale di Aymavilles a destra, documenti CVA	20
Figura 21: Centrale di Gressoney-La-Trinité a sinistra e Centrale di Pont-Saint-Martin a destra, documenti CVA.....	21
Figura 22: Decorazioni in legno del tetto della centrale di Gressoney, documento dell'autore.....	21
Figura 23: Parte a sbalzo e finta finestra della centrale di Gressoney, documento dell'autore.....	21
Figura 24: A sinistra prospetto principale, a destra prospetto posteriore della centrale di Champagne I, documenti dell'autore.....	22
Figura 25: In ordine cornice in finta pietra, scalinata interna e decorazioni sul soffitto, documenti dell'autore	22
Figura 26: Castello Baron Gamba a sinistra e centrale di Champagne I a destra, www.turismo-news.com e documento CVA.....	23
Figura 27: Portone di Champagne I a sinistra e portone di Champagne II a destra, documenti dell'autore ...	23
Figura 28: Passaggio da rivestimento in pietra a intonaco, vista di una finestra e vista del prospetto posteriore della Centrale di Champagne II, documenti dell'autore.....	24
Figura 29: A sinistra vista interna della centrale di Champagne I, a destra quella di Champagne II, documenti CVA.....	24
Figura 30: Centrali di Covalou (1926), Maën (1928) e Isollaz (1928), documenti CVA.....	25
Figura 31: Capriate di Covalou, Pilastro di Covalou, sala espositiva di Maën, documenti dell'autore.....	25
Figura 32: Vecchie aperture ad arco, sala mostre e vecchia sala di controllo della centrale di Maën, documenti dell'autore	26
Figura 33: Travi del tetto di Covalou, centrale di Covalou, centrale di Maën, documenti dell'autore.....	26
Figura 34: Dipinto prima e dopo l'aggiunta del segno zodiacale della Vergine, documenti CVA.....	27
Figura 35: Centrale di Torrent e Centrale di Faubourg, documenti CVA	27
Figura 36: Ingegnere Vincenzo Soldati, Centrale del Raffor - Comune di Hône.....	28
Figura 37: Stabilimento elettrochimico, Borgofranco, Centrale del Raffor - Comune di Hône.....	28
Figura 38: Teleferica, Storia d'acqua e d'energia - CVA.....	29
Figura 39: Trasporto delle condotte forzate, Hone e il suo passato - Teresa Charles e Raimondo Martinet ..	29
Figura 40: Centrale di Hone, documento CVA	29
Figura 41: Gruppi e sala di controllo originali, Storie d'acqua e d'energia - CVA.....	30
Figura 42: Casa dei guardiani, documento CVA.....	30
Figura 43: Trasporto a piedi di sacchi di sabbia o cemento, documento CVA	31

Figura 44: Operai nella pausa pranzo, La centrale del Raffor - Comune di Hône	31
Figura 45: Impianto idroelettrico di Hône II, documento CVA	32
Figura 46: Porzione di canale passante all'interno della roccia, documento dell'autore	33
Figura 47: Vista del canale a sinistra e botola di accesso al canale a destra, documenti dell'autore	33
Figura 48: Vista degli interventi sul canale dell'impianto, documento dell'autore	34
Figura 49: Dissabbiatore a sinistra e aerofori a destra, documenti dell'autore.....	34
Figura 50: Tratto terminale delle condotte forzate, documenti dell'autore.....	35
Figura 51: Schema generale delle opere esistenti, documento CVA.....	35
Figura 52: Centrale idroelettrica di Hône II, documenti dell'autore.....	36
Figura 53: Galleria di passaggio dei cavi a sinistra e ingresso alla medesima galleria a destra, documenti dell'autore	36
Figura 54: Progetto originale della Centrale di Hône II, documento CVA	37
Figura 55: Pianta piano terra dello stato attuale della centrale con i relativi accessi, documento CVA	37
Figura 56: Quadro di controllo del gruppo 1 a sinistra e cabina di trasformazione all'aperto a destra, documenti dell'autore	38
Figura 57: Interno della centrale idroelettrica, documenti dell'autore.....	38
Figura 58: Schema del nuovo impianto di produzione, documento CVA.....	40
Figura 59: Rappresentazione del vecchio e del nuovo impianto idroelettrico, documento CVA.....	40
Figura 60: Stralcio del nuovo progetto, documento CVA	41
Figura 61: Pianta del piano terreno della nuova centrale, documento CVA	42
Figura 62: Render della nuova centrale idroelettrica, documenti CVA	42
Figura 63: Render notturno della nuova centrale idroelettrica, documento CVA.....	43
Figura 64: Comune di Hône (www.regione.vda.it)	44
Figura 65: Popolazione del comune di Hône, dati ISTAT 1° gennaio 2022	44
Figura 66: Targa a Giacomo Gossweiler, documento dell'autore.....	45
Figura 67: Campanile della chiesa di San Giorgio	45
Figura 68: Vista dall'alto di Hone negli anni 2000 e negli anni 1940.....	46
Figura 69: Vista del Forte di Bard e del Ponte medioevale, documenti dell'autore	46
Figura 70: Ponti di Pontboset, documenti dell'autore.....	47
Figura 71: Castello ed Ecomuseo a Champorcher, documenti CVA	48
Figura 72: Frane F3, Geoportale VdA.....	48
Figura 73: Zonizzazione acustica – Classe IV, Geoportale VdA	49
Figura 74: TAB.1E.9 - Destinazione d'uso e modalità d'intervento, NDA.....	49
Figura 75: Servizi presenti nel comune di Hone, documento dell'autore	50
Figura 76: Drone Intel Falcon 8+ Topco a sinistra (documento dell'autore) e target per drone a destra (aerialclick.com).....	53
Figura 77: Stazioni online in verde e solo post elaborazione in blu, www.spingnss.it	53
Figura 78: Stazione permanente di Nus, documento dell'autore	54
Figura 79: Vista tridimensionale della nuvola di punti, documento dell'autore	54
Figura 80: Pianta e sezione della nuvola di punti, documento dell'autore.....	55
Figura 81: Vista tridimensionale della nuvola di punti all'interno della centrale, documento dell'autore	55
Figura 82: Immagini fotorealistiche della Centrale, documento dell'autore.....	56
Figura 83: Guggenheim Museum di Bilbao, www.webuildvalue.com	57
Figura 84: Tate Modern, immagine tratta da “Riuso del patrimonio ex industriale: la nuova Tate Modern di Londra”, Laura Milan - 14 dicembre 2020.....	58
Figura 85: Parco Dora Spina 3, immagine tratta da Wikimedia Commons	59
Figura 86: Vista del bar a sinistra e parete museale a destra, documento dell'autore.....	62
Figura 87: Biblioteca al primo piano, documento dell'autore.....	62
Figura 88: Pavimentazione vetrata a sinistra e zona relax a destra, documenti dell'autore.....	62
Figura 89: Tavoli per studiare, lavorare e connettersi alla rete, documento dell'autore	63
Figura 90: Spazio dedicato al coworking, documenti dell'autore.....	63
Figura 91: Vista dal coworking e sala conferenze, documento dell'autore	63
Figura 92: Bar e sala multifunzionale al piano terreno, documenti dell'autore	64

Figura 93: Libreria al primo piano, documenti dell'autore.....	64
Figura 94: Sala multifunzionale al primo piano, documenti dell'autore.....	64
Figura 95: Interni della sala multifunzionale al primo piano, documenti dell'autore.....	65
Figura 96: Zona coworking, documenti dell'autore.....	65
Figura 97: Zona relax, documenti dell'autore.....	65
Figura 98: Vista dall'alto e sala conferenze, documenti dell'autore.....	65
Figura 99: Vista del bar, documenti dell'autore.....	66
Figura 100: Parte museale con i gruppi di produzione, documenti dell'autore.....	66
Figura 101: Bar al primo piano con il mantenimento del carroponete, documenti dell'autore.....	67
Figura 102: Vista del bar al primo piano, documenti dell'autore.....	67
Figura 103: Vista dall'esterno e dall'interno della biblioteca al primo piano, documenti dell'autore.....	67
Figura 104: Vista della biblioteca, documenti dell'autore.....	67
Figura 105: Vista del coworking, documenti dell'autore.....	68
Figura 106: Bar, documento dell'autore.....	68
Figura 107: Vista della parete museale, documenti dell'autore.....	69
Figura 108: Vista sull'ingresso degli uffici, documenti dell'autore.....	69
Figura 109: Linea del tempo e sala riunioni, documenti dell'autore.....	69
Figura 110: Vista zona svago al primo piano, documenti dell'autore.....	70
Figura 111: Vista sull'ufficio del capo e sulla vista al piano inferiore, documenti dell'autore.....	70
Figura 112: Vista sulle postazioni di lavoro e sulla zona relax, documenti dell'autore.....	70
Figura 113: Suddivisione degli spazi all'interno del nuovo progetto, documento dell'autore.....	71
Figura 114: Pianta piano terreno con i percorsi per il raggiungimento degli altri piani.....	72
Figura 115: Dispositivi interattivi, www.agmultivision.it	72
Figura 116: Elementi museali all'interno del progetto, documento dell'autore.....	73
Figura 117: Facciata iniziale del virtual tour della diga di Beauregard, documento CVA.....	73
Figura 118: Selezione del numero 11.....	74
Figura 119: Parete museale, documenti dell'autore.....	74
Figura 120: Bagno per diversamente abili, documento dell'autore.....	74
Figura 121: Vista della zona bar, documento dell'autore.....	75
Figura 122: Esempi parete arredata, sedie sospese e tavolini da bar, www.pinterest.it	76
Figura 123: Suddivisione degli spazi all'interno degli uffici, documento dell'autore.....	76
Figura 124: Libreria di divisione degli spazi, parete autoportante in doghe di legno e box isolato acusticamente, www.pinterest.it	77
Figura 125: Solaio tipo 1 in arancione e solaio tipo 2 in verde, documento dell'autore.....	78
Figura 126: Solaio tipo 1, documento dell'autore.....	79
Figura 127: Solaio tipo 2, documento dell'autore.....	80
Figura 128: Parete divisoria, documento dell'autore.....	80
Figura 129: Stratigrafia del tetto, documento dell'autore.....	81
Figura 130: Pareti vetrate Fantoni, scheda tecnica Fantoni.....	81
Figura 131: Sezione di un modulo vetrato, scheda tecnica Fantoni.....	81
Figura 132: Vista tridimensionale della nuova struttura portante, documento dell'autore.....	83
Figura 133: Vista tridimensionale della struttura portante con le scale, documento dell'autore.....	83
Figura 134: Area di influenza trave secondaria, documento dell'autore.....	84
Figura 135: NTC 2018.....	84
Figura 136: Verifiche SLU delle travi secondarie, software All Wood Tools.....	85
Figura 137: Area d'influenza delle travi primarie, documento dell'autore.....	86
Figura 138: Predimensionamento travi HEB400, www.oppo.it	86
Figura 139: Carotaggi effettuati nel cortile della centrale esistente, documenti CVA.....	87
Figura 140: Area di influenza del pilastro per il primo ed il secondo livello, documento dell'autore.....	87
Figura 141: Plinti di fondazione collegati alla struttura monolitica esistente, documento dell'autore.....	88
Figura 142: Miniascensore, scheda tecnica Gulliver.....	88
Figura 143: Zone climatiche, www.celsiuspanel.it	90
Figura 144: Grafico della pressione di vapore della parete perimetrale nel mese di novembre.....	92

Figura 145: Grafico della pressione di vapore del tetto.....	92
Figura 146: Trasmittanza termica serramento, documento Forster	93
Figura 147: Trasmittanza termica portone, documento Forster.....	94
Figura 148: Particolare 1, documento dell'autore.....	99
Figura 149: Particolare 2, documento dell'autore.....	99
Figura 151: Aggancio pavimentazione in vetro, documento dell'autore	100
Figura 152: Particolare 5, documento dell'autore.....	101
Figura 153: Particolari del colmo, Sandrini metalli.....	101
Figura 154: Particolare 7, documento dell'autore.....	102
Figura 154: Seduta all'interno degli uffici, documento dell'autore.....	102
Figura 156: Particolare 8, documento dell'autore.....	102
Figura 157: Esempio di luci a LED inserite e studio dell'illuminazione del bagno, www.pinterest.it e www.lucelight.it	103
Figura 158: Faretto direzionali sulla parete museale, www.pinterest.it e www.lucelight.it	103
Figura 159: Impianto di illuminazione Ferroluce, www.ferroluce.it	104
Figura 160: Luce a LED incassato nel corrimano, www.pinterest.it	104
Figura 161: Disegni con i cavi, www.pinterest.it	104
Figura 162: Luci a cascata, www.pinterest.it	105
Figura 163: Esempio di lampade, strisce a LED decorative e illuminazione del lichene stabilizzato, www.pinterest.it	105
Figura 164: Luci nella sala conferenze, www.pinterest.it	105
Figura 165: Illuminazione inserita al secondo piano all'interno degli uffici, www.pinterest.it	106
Figura 166: Interventi esterni, documento dell'autore	118
Figura 167: Barriera antirumore verde e recinzione in corten, documenti dell'autore	118
Figura 168: Rete antintrusione, documento www.sovatec.it	119
Figura 169: Larghezza accesso alla nuova cabina di trasformazione all'aperto, documento dell'autore	119

4. L'energia elettrica

Nella nostra civiltà l'energia elettrica è l'energia più utilizzata. Essa ha una grande flessibilità, sia in fase di produzione che in fase di utilizzazione, e, per questa ragione, tutte le altre forme di energia, dove è possibile, vengono convertite in energia elettrica prima di fornire un servizio. Senza energia elettrica quasi tutte le attività sarebbero totalmente bloccate, dal mondo produttivo a quello dei sistemi di comunicazione, dall'ambito scientifico fino a quello domestico. Se ne fossimo privati il nostro sistema di vita dovrebbe cambiare radicalmente sia nelle abitudini che nei comportamenti, affermazione confermata ogni qualvolta che si verifica un black-out elettrico in una grande città. Nel tempo la richiesta di energia elettrica non potrà che aumentare con lo sviluppo e la digitalizzazione dei servizi, andando incontro alla problematica sul tipo di fonte utilizzata, sull'inquinamento e la conseguente produzione di CO₂, principale causa dei cambiamenti climatici. Quindi è sempre più imminente la necessità di una transizione energetica in cui entra in campo l'importante ruolo dell'idroelettrico, storicamente la fonte di energia rinnovabile più utilizzata al mondo.

Le principali fonti di energia

Per la produzione dell'energia elettrica esistono differenti fonti, queste si distinguono in fonti non rinnovabili e fonti rinnovabili. Nel 2021, la produzione mondiale lorda di energia elettrica vede al primo posto il carbone con una percentuale di circa il 36%. Le fonti rinnovabili hanno contribuito in misura significativa, rappresentando il 28% della produzione, mentre il gas naturale è stato appena al di sotto, con il 23%. Infine la restante parte deriva, in ordine di produzione, dal nucleare e dal petrolio. Tra le fonti rinnovabili la quota maggiore viene ricoperta dall'idroelettrico che rappresenta il 15% della produzione totale. Le restanti parti vengono coperte, in ordine di produzione, dall'eolico, dal solare, dalle bioenergie, geotermico e altre fonti minori.

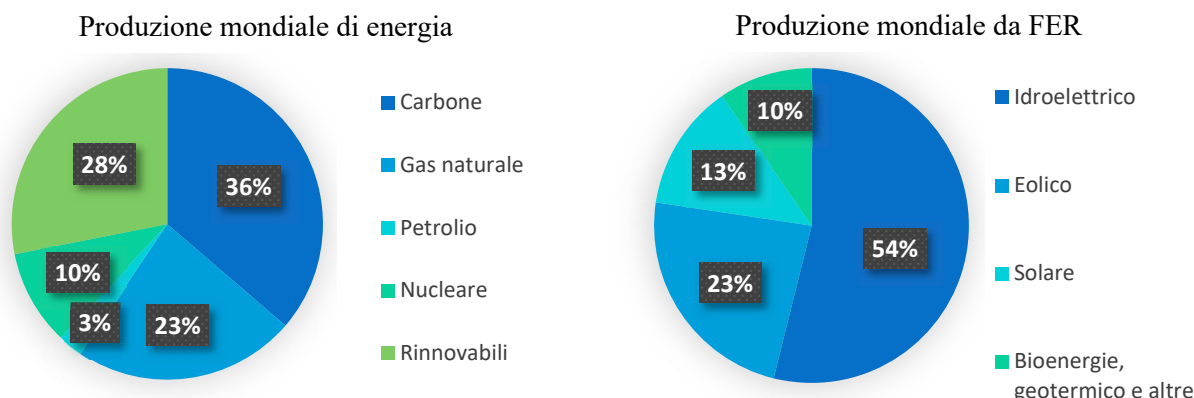


Figura 1: Produzione mondiale di energia e di energia da fonti rinnovabili, documenti dell'autore

Nel tempo la modalità di produzione dell'energia a livello mondiale ha subito svariati cambiamenti. Nel passato la prima fonte di energia utilizzata era quella idroelettrica ma, nel corso degli anni, il primato di produzione è passato alle fonti non rinnovabili. Negli ultimi periodi però le politiche di decarbonizzazione hanno contribuito, soprattutto in Europa, alla crescita delle altre fonti rinnovabili, quali eolico e fotovoltaico.

Facendo un'analisi più dettagliata delle fonti di energia utilizzate in Italia e analizzando gli anni dal 1900 al 2015, è possibile vedere l'evoluzione dell'idroelettrico nel mix energetico del paese. Sino agli anni '50 l'energia idroelettrica costituiva la quasi totalità della produzione, mentre nei decenni successivi la crescita delle fonti fossili ha modificato questa tendenza facendo ridurre drasticamente la quota di rinnovabile.

L'aumento di produzione di energia elettrica è stato però accompagnato ad un continuo aumento della domanda di energia, diventando con il passare degli anni, indispensabile. Questo fattore, accompagnato alla scoperta e allo sviluppo di nuove fonti di energia, ha reso le fonti di energia rinnovabili non sufficienti a coprire i fabbisogni della popolazione.

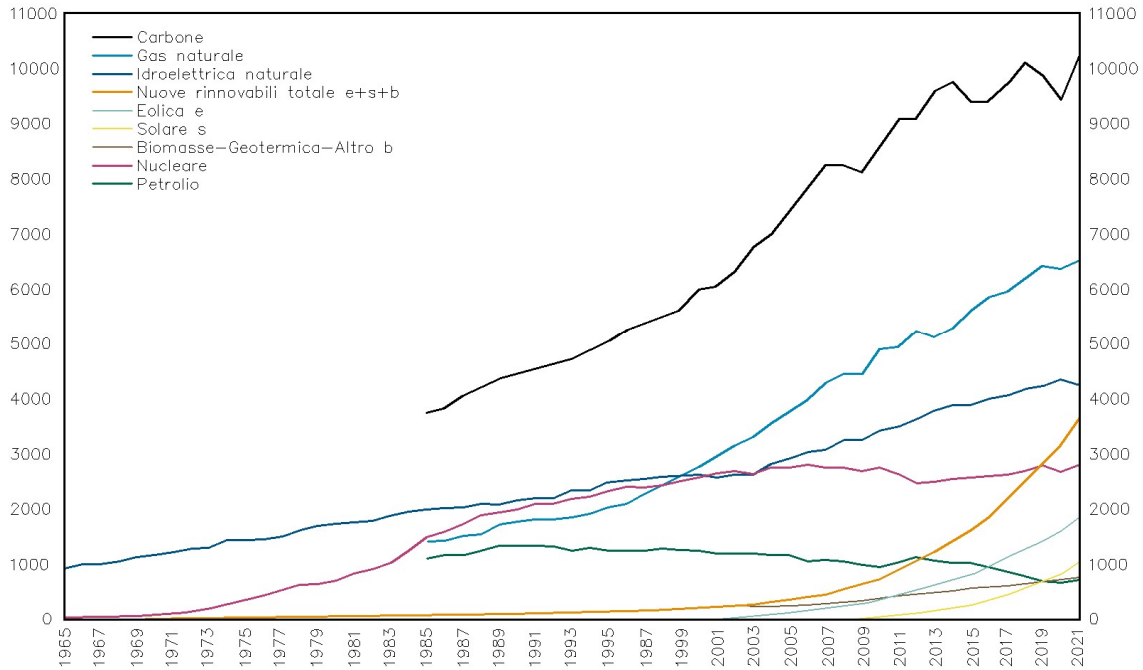


Figura 2: Produzione mondiale lorda di energia elettrica per fonte (TWh), documento dell'autore

Inoltre, in Italia, l'anno 2022 è stato un "annus horribilis" per l'idroelettrico che ha presentato un calo di produzione circa pari al 38% rispetto all'anno 2021 a causa della siccità.

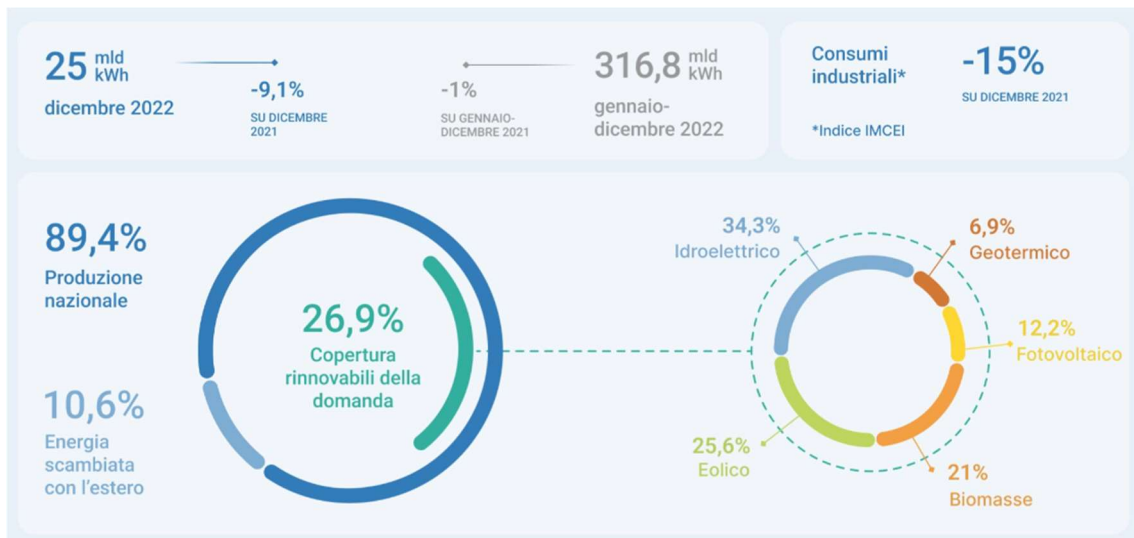


Figura 3: Consumo di energia elettrica in Italia nel 2022, dati Terna 2022

La transizione energetica

Negli ultimi anni si è iniziato a parlare sempre di più dell'inquinamento e dei cambiamenti climatici ad esso legati. La comunità scientifica attribuisce la causa di questi cambiamenti alle emissioni antropiche di gas a effetto serra in atmosfera, presenti sin dall'epoca della Rivoluzione Industriale, e identifica l'anidride carbonica come il principale fra questi gas.

Per puntare alla riduzione delle emissioni dei gas serra, nel corso degli ultimi 30 anni sono state firmate numerose Convenzioni. Il primo documento venne firmato durante la Conferenza sull'Ambiente e sullo Sviluppo delle Nazioni Unite, informalmente conosciuta come Summit della Terra, tenutasi a Rio de Janeiro nel 1992. In seguito, nel dicembre 2015, durante la COP21 a Parigi, è stato firmato un accordo internazionale che fissa l'obiettivo di mantenere il riscaldamento globale entro la fine di questo secolo al di sotto di 2 gradi

rispetto ai livelli preindustriali, e possibilmente limitarlo a 1,5 gradi. La Cop26 di Glasgow, che si è tenuta nel novembre 2021, ha sancito l'impegno a raggiungere entro il 2050 la cosiddetta *Carbon Neutrality*.

Per raggiungere questi obiettivi lo strumento principale è la transizione energetica. Tra le azioni che si possono intraprendere quella che riveste il ruolo più importante è il passaggio da un mix energetico centrato sui combustibili fossili ad uno a basse o a zero emissioni di carbonio, basato sulle fonti rinnovabili. Un grande contributo alla decarbonizzazione arriva dall'elettrificazione dei consumi, andando a rimpiazzare l'elettricità prodotta da fonti fossili con quella generata da fonti rinnovabili.

Per ciò che concerne la normativa europea sul clima, sono stati fissati due obiettivi: il primo prevede che i paesi dell'UE debbano ridurre le emissioni di gas a effetto serra di almeno il 55% entro il 2030, mentre il secondo prevede di rendere l'UE climaticamente neutra entro il 2050, in accordo alla Convenzione sopra citata. Un altro elemento fondamentale dell'UE verso la neutralità climatica è il cosiddetto pacchetto "Fit for 55" che rappresentano una forte accelerazione nella direzione della transizione energetica. In particolare ha rivisto gli obiettivi europei con maggiore ambizione, fissando tre principali obiettivi per il 2030: -55% di immissioni GHG, 40% di quota di FER sui consumi finali complessivi e +36% di miglioramento dell'efficienza energetica.

Tuttavia, al ritmo registrato negli ultimi anni, l'Europa raggiungerebbe il target sulle GHG con 21 anni di ritardo, quello sulle rinnovabili con 13 anni di ritardo e quello sull'efficienza energetica con 23 anni di ritardo.

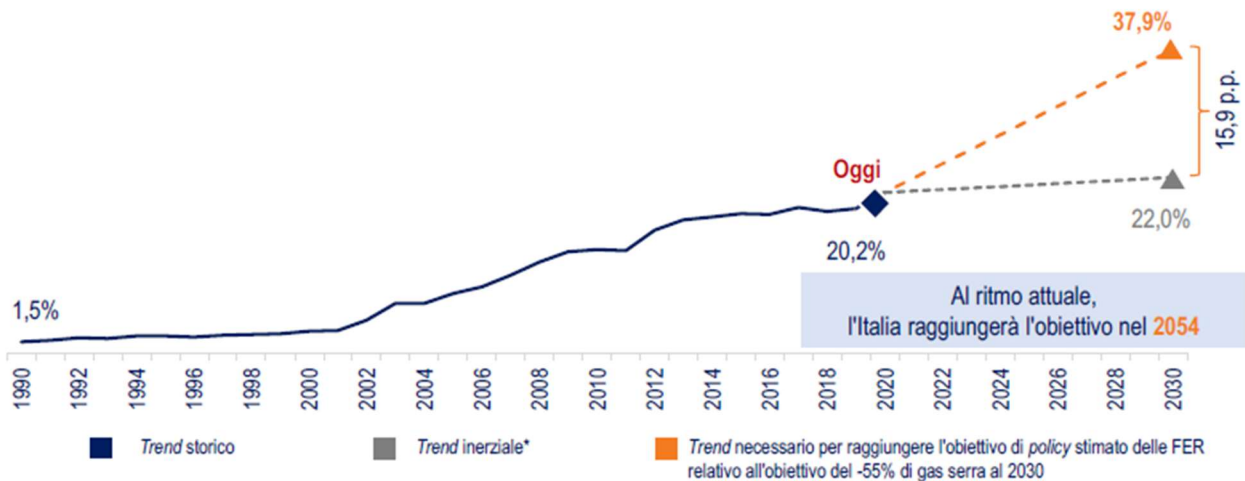


Figura 4: Quota delle FER sul consumo finale di energia tra il 1990 e 2030, Le concessioni idroelettriche in Italia - Ambrosetti

Nonostante ciò, il PINEC riconosce la rilevanza del grande idroelettrico, definendolo una risorsa di grande livello strategico nella politica energetica al 2030 e nel lungo periodo al 2050, non solo perché è un settore già maturato, ma anche perché offre una grande flessibilità e sicurezza, riducendo la dipendenza dai mercati esteri.

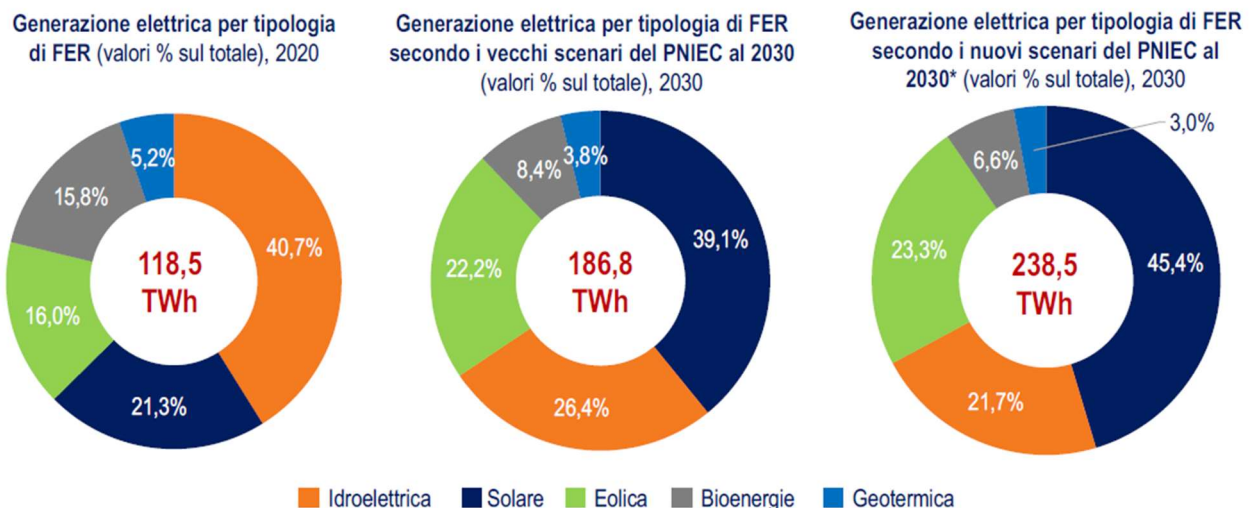


Figura 5: Generazione elettrica per tipologia di FER, Ambrosetti

L'energia idroelettrica

L'energia idroelettrica si classifica tra le più antiche fonti di energia rinnovabile e fino ad oggi ha sempre rappresentato la più grande fonte di energia pulita al mondo. L'idroelettrico è una fonte rinnovabile di grande importanza, è la fonte maggiormente produttiva ed ha caratteristiche qualitative tali da renderla insostituibile.

Alla luce del processo di transizione energetica in tutto il mondo e in particolare in Europa, i vantaggi dell'energia idroelettrica sono, a differenza delle altre FER, programmabili e garantiscono un approvvigionamento energetico sicuro, accessibile e sostenibile. Si tratta infatti dell'unica fonte sostenibile che può essere regolata in funzione delle esigenze, attraverso accumuli idraulici quali dighe e bacini. Oltre a questi aspetti positivi ne troviamo altri non meno importanti, quali gli alti livelli di efficienza dei processi di conversione energetica. Questi permettono di stimare che l'idroelettrico sia in grado di generare nel suo intero ciclo di vita, che può giungere sino a 80-100 anni, oltre 200 volte l'energia necessaria a costruirla, mantenerla e gestirla. Ultimo, ma non per importanza, l'idroelettrico assume un valore strategico anche nella mitigazione dei cambiamenti climatici presentando tra tutte le tecnologie energetiche la più bassa intensità emissiva nel ciclo di vita. Si stima che questa tecnologia contribuisca ad evitare annualmente più di 180 milioni di tonnellate di emissioni di CO₂, pari al 15% di quelle complessivamente generate dal settore energetico dell'UE, con una produzione di 26 tonnellate di CO₂ equivalente per ogni GWh di energia generata in tutto il suo ciclo di vita.

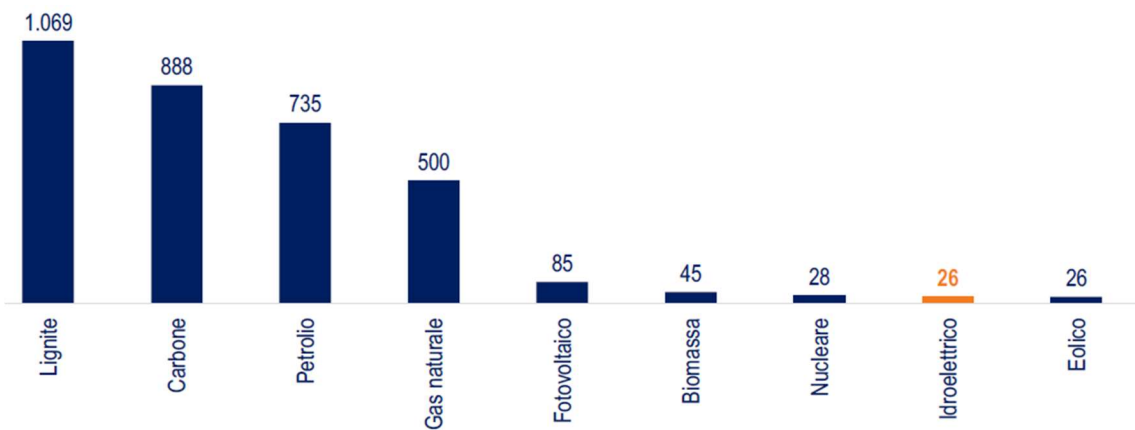


Figura 6: Emissione di GHG durante il ciclo di vita della produzione elettrica per tecnologia, Ambrosetti

Secondo alcune testimonianze la prima centrale idroelettrica del mondo venne costruita nel 1879 presso le Cascate del Niagara e, da allora, la diffusione dell'idroelettrico ha contribuito alla generazione elettrica mondiale. In 35 paesi nel mondo l'energia idroelettrica costituisce oltre il 50% dell'elettricità prodotta e la Cina, per capacità totale installata, primeggia tra i Paesi virtuosi nell'idroelettrico, ed è in grado di coprire da sola il 50% dell'espansione della capacità lorda globale. L'Europa contribuisce alla produzione della potenza idroelettrica per una quota del 19% di quella mondiale, mentre in Italia si classifica come prima fonte rinnovabile, arrivando a coprire fino al 16% della produzione nazionale e facendo classificare il Paese al terzo posto in Europa per potenza idroelettrica installata.



Figura 7: Primi 10 Paesi europei per potenza idroelettrica installata (GW), Ambrosetti

La capacità idroelettrica europea, rispetto ai paesi extra-europei in via di sviluppo, è cresciuta molto nella prima parte del secolo scorso. In quasi tutta Europa oggi gli aspetti e le normative legati all’impatto ambientale, combinati con l’utilizzo già in atto dei principali corsi d’acqua, rendono difficile la realizzazione di nuovi impianti di grande taglia. È tuttavia necessario stabilire un contesto favorevole alla realizzazione di investimenti di ammodernamento degli impianti che presentano ormai elementi di obsolescenza dovuti ad un’età media superiore ai 45 anni, interventi che garantirebbero il mantenimento dell’efficienza e un aumento della producibilità del parco. In Italia oltre il 70% degli impianti idroelettrici ha più di 40 anni. La costruzione di gran parte degli impianti è stata completata prima del 1965 e, delle 532 dighe ad uso idroelettrico presenti sul territorio nazionale, il 74% ha una età media di 74 anni, fatto che si traduce nel rischio di una perdita dell’efficienza del parco idroelettrico.

Analizzando meglio la situazione nel nostro Paese è possibile affermare che la potenza idroelettrica è di circa 23 GW, il 55% della quale è detenuta da Enel, mentre la generazione nel 2021, al netto dei pompaggi, è stata di 44,3 TWh, pari al 14% del fabbisogno elettrico e al 16% della produzione interna, calata nell’anno 2022 a causa della siccità. L’età media degli impianti e i crescenti vincoli normativi ne limitano lo sviluppo futuro. Solo il 42% della capacità realizzata prima del 1960 è stata ammodernata e per raggiungere gli obiettivi degli altri Paesi è necessario rinnovare un terzo circa del parco impianti italiano per aumentarne le prestazioni e non perdere 6 TW di generazione.

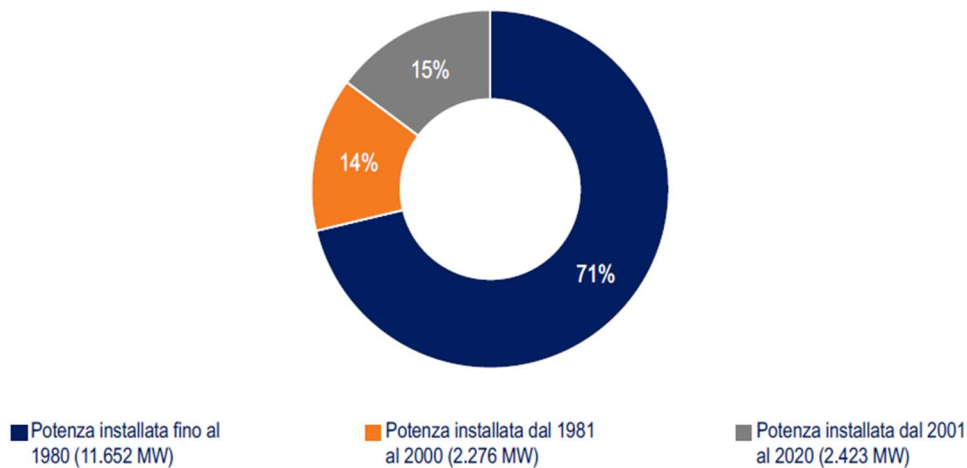


Figura 8: Età del parco idroelettrico in Italia, Ambrosetti

L’impianto idroelettrico è un impianto di produzione di energia elettrica che utilizza a tal fine l’energia cinetica dell’acqua. Gli impianti prelevano l’acqua a monte di un certo dislivello per poi incanalarla, immetterla dopo il salto nel macchinario idraulico, ed infine restituirla dopo l’utilizzazione all’alveo naturale. Tutti i tipi di impianti idroelettrici hanno in comune alcuni elementi: le opere di sbarramento (1), le opere di presa (2), le opere di derivazione (3), il bacino di carico (4), le condotte forzate (5), la centrale elettrica (6) e le opere di scarico (7).

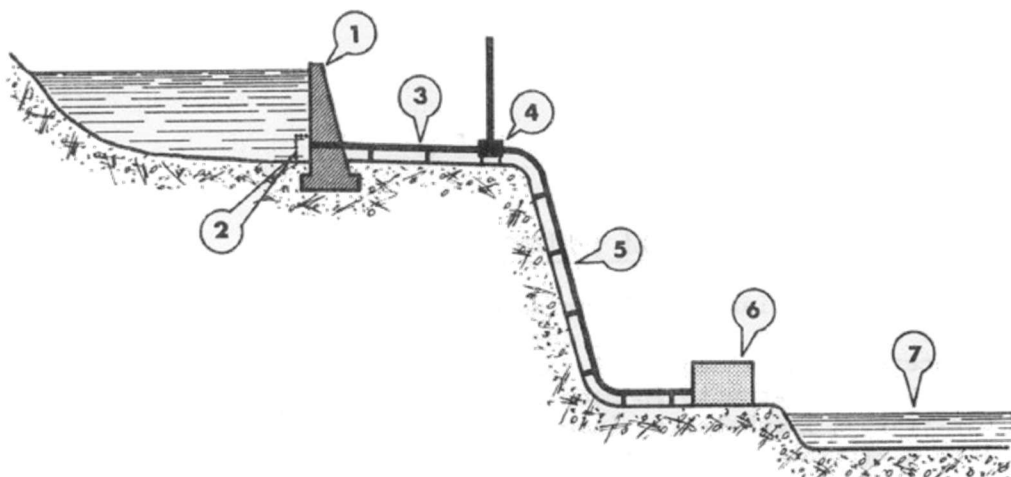


Figura 9: Schema di un impianto idroelettrico, Corso di impianti elettrici – Produzione - ENEL

5. L'idroelettrico in Valle d'Aosta

In Italia la regione autonoma Valle d'Aosta produce tra il 50% ed il 60% di energia in eccesso rispetto al fabbisogno immettendola sulla rete elettrica nazionale. Al 2019 la Valle d'Aosta si attesta su un valore di produzione pari a circa 3.514 GWh, costituito per il 100% da fonti energetiche rinnovabili (FER), di cui circa 3.186 GWh (90,7%) derivanti da fonti energetiche rinnovabili elettriche e i restanti 328 GWh (9,3%) da fonti energetiche rinnovabili termiche, dove quelle elettriche sono costituite per il 99% da idroelettrico.

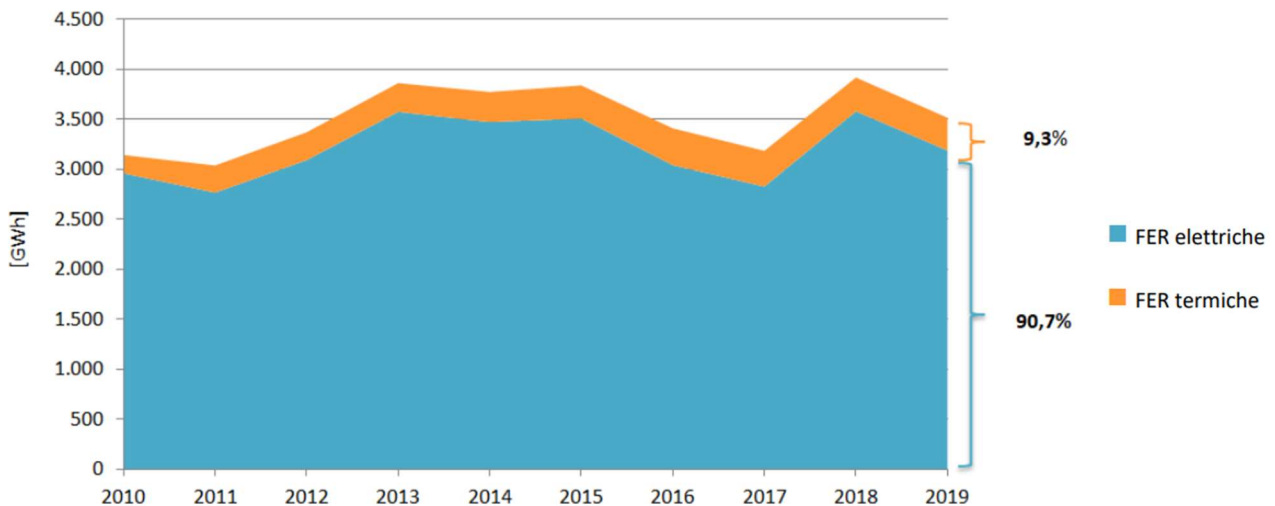


Figura 10: Andamento produzione locale da FER termiche ed elettriche 2010-2019, PEAR VdA

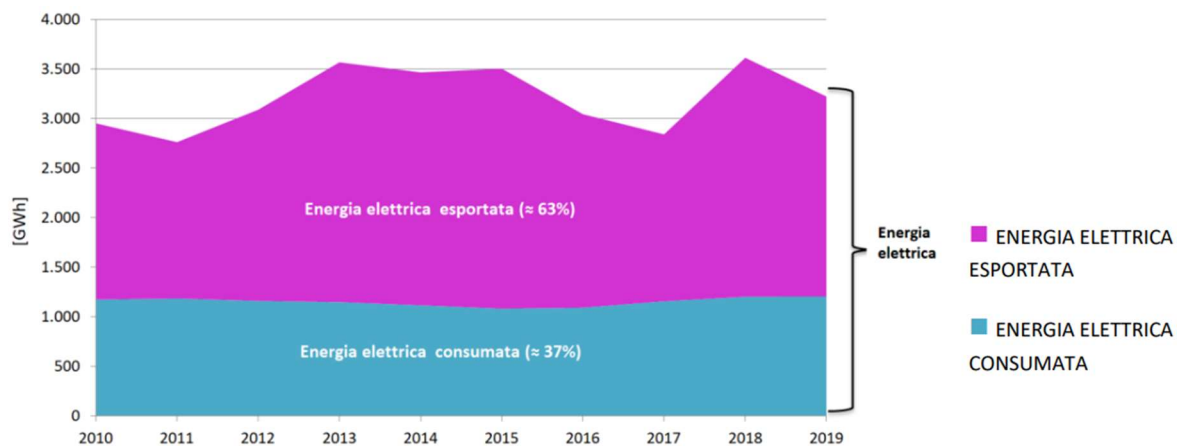


Figura 11: Produzione, esportazione e consumo 2010-2019, PEAR VdA

L'energia idroelettrica in Valle d'Aosta ha sempre ricoperto un ruolo fondamentale ed ha inoltre permesso alla città di Aosta di avere il primo tratto di città illuminato da energia idroelettrica in Italia. Ma l'importanza dell'energia idroelettrica in Valle d'Aosta deriva soprattutto dalle caratteristiche del territorio. La regione, infatti, si presenta ricca di corsi d'acqua che gli abitanti hanno sempre saputo utilizzare al meglio. Nel corso dei secoli si è passati dalla costruzione di mulini e poi di piccole centrali che soddisfacevano le ridotte esigenze delle comunità locali, fino ad arrivare alla costruzione di vere e proprie centrali idroelettriche che oggi si trovano distribuite su tutto il territorio regionale. Le prime grandi centrali idroelettriche sono nate per promuovere grandi industrie localizzate nella valle come, ad esempio, la Quinzio e Rossi di Pont-Saint-Martin, la Brambilla di Verrès e la Cogne di Aosta, spesso nate proprio in occasione della Grande Guerra. Oggi i grandi



Figura 12: Cottonificio Brambilla - Verrès fine anni 20 (documento di Donne e lavoro in Valle d'Aosta)

impianti, grazie alla connessione con la rete nazionale, hanno permesso di esportare verso le industrie di pianura buona parte dell'energia prodotta.

Sul territorio regionale la più grande azienda produttrice di energia è CVA Spa (Compagnia Valdostana delle Acque – Compagnie Valdôtaine des Eaux S.p.a.), una delle più importanti realtà italiane nel settore della green energy e quarto operatore del Paese in termini di produzione di energia idroelettrica. La sua storia ha inizio nel 1995, quando la Valle d'Aosta acquisì tre impianti idroelettrici di proprietà di ILVA Centrali Elettriche, società che nacque per la gestione del patrimonio idroelettrico al servizio della Cogne Acciai Speciali. In seguito la Regione entrò in possesso di altri tre impianti idroelettrici, quelli di Verrès, Champagne 2 e Lillaz, e di terreni e fabbricati appartenenti allo stabilimento siderurgico di Aosta. Nel 1997 venne acquisita anche la centrale idroelettrica di Issime e, nel 1999, l'amministrazione regionale presentò a ENEL, all'ora azienda posseditrice degli impianti idroelettrici sia sul territorio regionale che al di fuori, l'ipotesi di acquisire il 50% degli impianti presenti su tutto il territorio. La proposta venne accolta e si avviò una lunga negoziazione che si concluse il 19 aprile 2000 con la firma dell'accordo quadro. Il documento è di rilevanza storica in quanto la Valle d'Aosta diventa così la prima regione italiana ad assicurarsi una gestione delle acque e una produzione idroelettrica interamente locali. La sede del Gruppo si stabilì a Châtillon. Il 1° giugno 2001 si concluse il processo di acquisizione dell'intera infrastruttura ENEL e CVA iniziò ufficialmente ad essere il più importante produttore di energia idroelettrica valdostano.

CVA produce, sin dalla sua nascita, solo energia da fonti rinnovabili grazie alle 32 centrali idroelettriche, agli 8 parchi eolici e ai 3 impianti fotovoltaici con una produzione media annua di circa 3 miliardi di kWh: 2,9 miliardi di kWh di energia idroelettrica, 320 milioni di kWh di energia eolica e 17 milioni di kWh di energia fotovoltaica.

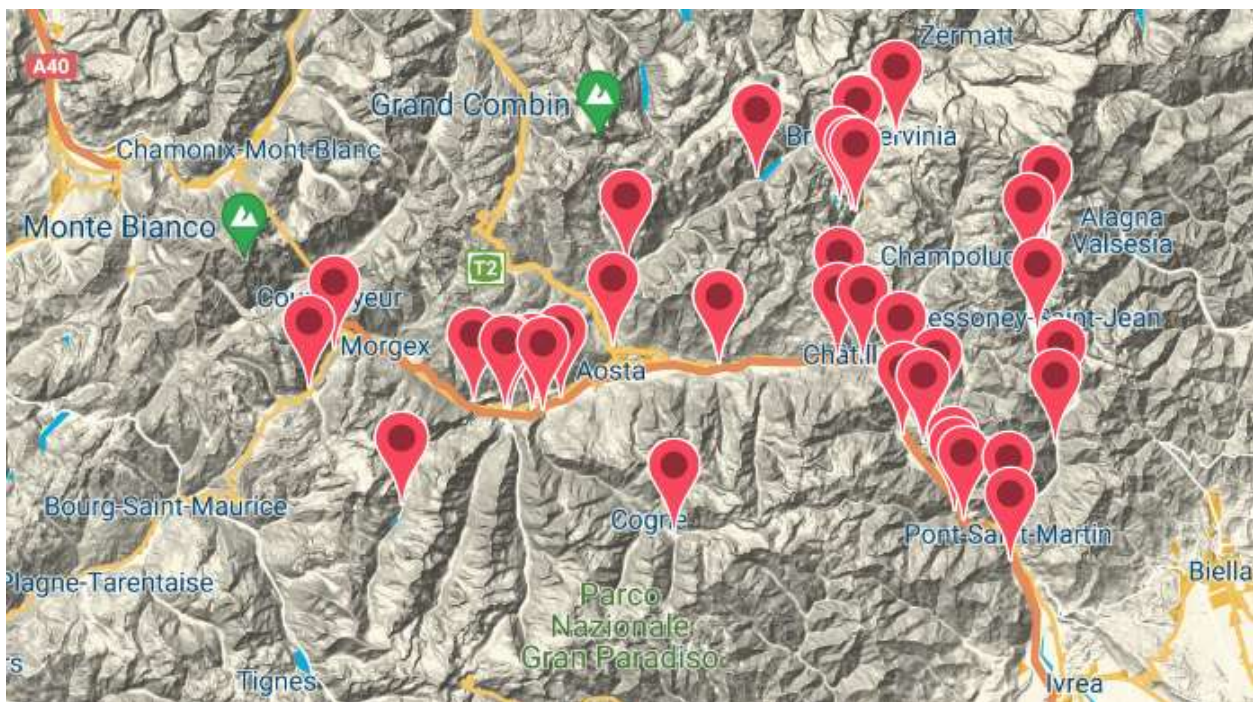


Figura 13: Bacini e impianti idroelettrici in Valle d'Aosta, documento CVA

L'azienda è molto attiva in merito alla transizione energetica del Paese, contribuendo all'obiettivo italiano di decarbonizzazione e a quello regionale di raggiungere una Valle d'Aosta *fossil free*. Per quanto riguarda il lato idroelettrico, l'azienda sta attualmente studiando due interventi di miglioramento, uno per l'impianto di Hône II e l'altro per l'impianto di Chavonne. Questi due impianti sono stati costruiti negli anni 20 del secolo scorso, ovvero sono in funzione da più di 100 anni. Le problematiche legate a questi due impianti sono importanti, si parla di rilevanti oneri per le attività di manutenzione, per il mantenimento in efficienza e per il monitoraggio: in numeri si parla di 1.500.000 € annui per i lavori di manutenzione, 15 GWh all'anno di produzione persa per il fuori servizio degli impianti durante i lavori e 500.000 € all'anno per le attività di studio e monitoraggio delle opere. Questi, realizzati al servizio dell'industria locale, non utilizzavano le possibilità

idrologiche dei bacini, pertanto i progetti consentiranno un aumento della produzione da fonti rinnovabili rispetto all'attuale.

Per l'impianto di Hône II si raggiungerebbe un incremento del 107% di produzione in più, mentre per la centrale di Chavonne si raggiungerebbe il 125% di produzione in più, diventando la seconda centrale più importante, in termini di produzione, della Valle d'Aosta. Questi interventi darebbero un grande contributo per la transizione energetica a livello regionale, in quanto, pur avendo una quota maggiore di energia prodotta che viene esportata, la Valle d'Aosta ha comunque la necessità di ricorrere all'importazione di prodotti petroliferi, gas naturale, energia elettrica e biomassa per poter soddisfare i fabbisogni energetici. La diffusione delle fonti energetiche rinnovabili (FER) è finalizzata alla progressiva transizione verso un nuovo sistema energetico che minimizzi il ricorso alle fonti fossili, contribuisca a ridurre le emissioni di gas climalteranti e inquinanti e diversifichi l'approvvigionamento energetico, riducendo contestualmente la dipendenza energetica. In tale ambito, è necessario prevedere azioni volte a incrementare la produzione da fonti energetiche rinnovabili, sia di energia termica (FER termiche), sia di elettricità (FER elettriche). Si prevede per lo sviluppo delle FER una nuova capacità installata al 2030 di circa 70-75 GW, al fine di raggiungere la quota del 72% di rinnovabili elettriche sul totale della produzione elettrica.

Come descritto nel capitolo precedente, l'obiettivo per il 2030 è coprire il 90% dei consumi totali tramite la produzione di energia derivante da fonti rinnovabili. Sapendo che nell'anno 2018 la produzione da fonti rinnovabili è risultata pari a 3.885 GWh, e ipotizzando che la produzione necessaria nel 2030 a consumi costanti sia pari a 4.215 GWh, la produzione da fonti rinnovabili dovrebbe aumentare di 330 GWh. Grazie a questi due interventi si riuscirebbe dunque a coprire il 68% di questo incremento.

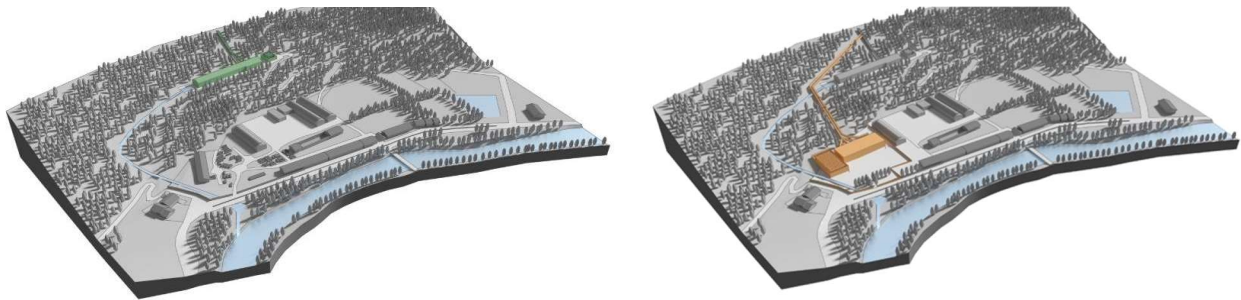


Figura 14: Stato attuale, a sinistra, e stato di progetto, a destra, della centrale di Chavonne, documenti CVA

L'impatto degli impianti idroelettrici sul territorio valdostano

Gli impianti idroelettrici presenti sul territorio valdostano, oltre a dare un prezioso contributo alla generazione di energia idroelettrica, risultano essere parte integrante del paesaggio naturale e delle risorse del territorio, in quanto facenti parte della "cultura della montagna". Questi edifici spesso fanno parte dell'architettura industriale e testimoniano un'intensa attività umana del XX secolo.

La Valle d'Aosta può apparire come un museo a cielo aperto di come la risorsa idrica possa essere utilizzata e trasformata in energia di altro tipo. Guardandosi attorno è possibile comprendere tutti i cicli di produzione dell'energia: dalla raccolta delle acque nei grandi bacini montani alla loro concentrazione negli invasi di valle, dalle dighe di ritenuta ai canali o tubazioni di adduzione alle sottostanti centrali, dalle cabine di trasformazione agli elettrodotti. Gli abitanti della Valle d'Aosta e i comuni regionali



Figura 15: Decauville della diga del Goillet

hanno saputo valorizzare al meglio queste costruzioni ed ora vengono sfruttate turisticamente, rientrando anche nelle pagine internet come “*luoghi imperdibili della Valle d’Aosta*”. Uno degli sbarramenti artificiali più belli è proprio la diga del Goillet, in Valtournenche, invasato contenuto in una delle conche lacustri di origine glaciale scavate nelle rocce presenti nella zona. La diga si trova all’interno del comprensorio sciistico di Cervinia e d’estate diventa una meta molto apprezzata non solo per le sue acque azzurre nel quale si specchia il Monte Cervino nelle giornate più serene, ma anche per la camminata lungo le vecchie rotaie Decauville utilizzate per la costruzione della diga stessa.



Figura 16: Diga del Goillet – Valtournenche, documenti dell’autore

Anche tutti gli altri sbarramenti artificiali presenti nella regione sono diventati delle mete turistiche e quasi tutti presentano passeggiate lungo le acque dei bacini artificiali che regalano panorami mozzafiato e sono accessibili a tutti.

Un’altra diga molto importante, che negli ultimi anni è entrata nel mirino di tutti gli appassionati e di chi si occupa dell’argomento, è proprio la diga di Beauregard. Quest’ultima ha subito dei lavori di messa in sicurezza tra gli anni 2011 e 2015 a causa della presenza di una *deformazione gravitativa profonda di versante*, ovvero un movimento del terreno che interessa il versante sinistro e che interagisce con la diga comprimendone l’arco e compromettendo la struttura stessa. Mediante l’utilizzo di esplosivo e filo diamantato la diga è stata abbassata di 52 metri, lavoro mai visto fino ad allora in tutta Italia e che rende la diga unica nel suo genere.



Figura 17: Esplosione di un conco di diga a Beauregard, documenti CVA

Gli impianti idroelettrici presenti sul territorio regionale

Gli impianti idroelettrici sono distribuiti su tutto il territorio regionale, strutturati in modi differenti in funzione delle caratteristiche del territorio. Le prime centraline locali, realizzate nei primi anni del '900, utilizzavano limitati salti generati dalla deviazione in canali dell'acqua captata da torrenti di fondo valle, con costi di costruzione e impatto ambientale limitati. Queste venivano costruite per alimentare le industrie locali, ne sono un esempio le centrali di Pont-Saint-Martin, Verrès, Chavonne, Lillaz e Hône II.

Il secondo gruppo di impianti idroelettrici sorgono nel periodo tra le due guerre con la necessità di fornire energia elettrica alle industrie belliche. Questi sono prevalentemente costituiti da piccoli e medi invasi di raccolta che indirizzavano le acque in canali a bassa pendenza verso lontane centrali poste nella valle principale, con un salto finale elevato in modo da garantire una maggiore potenza. I più sofisticati risultano i sistemi di centrali della Valle del Lys e in quella di Valtournenche. Nel primo caso le acque raccolte nel lago di Gabiet dopo aver alimentato la centrale di Gressoney-La-Trinité sono successivamente incanalate, per successivi sfruttamenti, nella centrale di Issime (oggi passano prima in quelle di Sendren e di Zuino realizzati negli anni del boom economico) sino a far muovere le macchine della centrale di Pont-Saint-Martin. Nel secondo caso le acque del Lago Goillet alimentano le sottostanti centrali di Perrères, Maën e di Covalou per arrivare infine a Châtillon.



Figura 18: Dighe del Lago Gabiet, documenti CVA

Negli anni del boom economico sorgono invece un terzo gruppo di impianti derivanti proprio dalla sempre più alta richiesta di energia elettrica. Fino al 1960 il Governo aveva infatti chiesto alle imprese elettriche l'impegno alla costruzione di nuovi impianti per la produzione di circa 16 miliardi di kWh per arrivare a coprire il fabbisogno di energia elettrica. Si realizzarono dunque grandi bacini in quota sia per sfruttare il più elevato dislivello, sia per garantire maggiore regolarità alla produzione elettrica e nacquero così i laghi artificiali di Beauregard nella Valgrisenche e di Place Moulin in Valpelline con le relative centrali di Avise e di Valpelline. Sempre nello stesso periodo vennero realizzate le centrali di Sendren e di Zuino nella valle del Lys ed altri impianti vennero rinnovati per ottenere una maggiore produzione di energia idroelettrica, tra cui quello di Montjovet.

Gli ultimi invece, i più recenti, sono nati con l'ottica di fornire energia elettrica derivante da fonti di energia rinnovabili, fino ad arrivare oggi a parlare di transizione energetica. Le centrali più recenti sono quelle di Faubourg, nel comune di La Thuile, e quella di Torrent, tra i comuni di La Thuile e di Pré-Saint-Didier, la prima entrata in funzione nel 2010 mentre la seconda nel 2012.

Sul territorio valdostano ci sono numerose centrali idroelettriche di cui 32, come visto precedentemente, appartenenti al Gruppo CVA. Tutte queste centrali sono caratterizzate da elementi che le distinguono e tra le più importanti, in termini di produzione, rientrano quella di Avise e quella di Valpelline, tutti e due impianti a serbatoio. Alla prima arriva l'acqua dal bacino di Beauregard mentre alla seconda da quello di Place Moulin, il più grande della Valle d'Aosta. Queste due centrali sono state inserite nel piano di riaccensione della rete elettrica nel caso di blackout totale.



Figura 19: Diga di Beauregard a sinistra e Diga di Place Moulin a destra, documenti dell'autore e di CVA

L'architettura delle centrali idroelettriche

Nel paragrafo precedente è stato illustrato come gli impianti cambiano in base all'anno di costruzione e alle esigenze dell'epoca. Oltre alle caratteristiche stesse dell'impianto varia molto anche l'architettura delle centrali idroelettriche che oggi hanno acquisito un importante valore storico. Inizialmente queste strutture non erano semplici contenitori di elementi per la produzione di energia elettrica, ma presentavano prospetti elaborati in sintonia con l'architettura dell'epoca e del territorio circostante. Ciò è stato reso possibile grazie alla disponibilità di una grande quantità di manodopera dovuta alla presenza di numerosi prigionieri di guerra. Negli anni successivi, le centrali sono diventate molto più semplici, razionali ed economiche, mentre negli ultimi anni hanno adottato un'architettura più moderna e materiali che si integrano con l'ambiente circostante, cercando di ridurre al minimo l'impatto visivo sul territorio. La diversa azione architettonica legata ai periodi storici e culturali consente di classificare le varie centrali presenti sul territorio regionale.

Il primo gruppo di centrali è costituito da tutti quei complessi edificati durante e al termine della grande guerra. Questi edifici sono caratterizzati da uno stesso elemento comune, ovvero la massiccia muratura perimetrale che si può presentare intonacata o in pietra a vista e che è stata alleggerita da grandi e regolari aperture. Un esempio di edifici aventi muratura intonacata sono quelle di Bard (la centrale più vecchia che è stata dismessa e adesso utilizzata come deposito), Aymaville e Chavonne, mentre alcuni esempi di muratura in pietra a vista con finestre binate o trinate sono le centrali di Pont-Saint-Martin, di Gressoney-La-Trinité e di Champagne I.



Figura 20: Centrale di Chavonne a sinistra e Centrale di Aymavilles a destra, documenti CVA

Si riscontra un'influenza liberty nelle centrali di Gressoney-La-Trinité (1921) e in quella di Pont-Saint-Martin (1920) che risentono inoltre del panorama culturale dell'epoca quale si sviluppava nelle grandi città. Oltre allo stile dell'epoca di costruzione, queste centrali presentano particolari costruttivi che riprendono l'architettura tipica della valle di Gressoney, infatti questi elementi sono ben visibili nella parte a sbalzo presente sulla

centrale di Gressoney-La-Trinité e nelle decorazioni in legno presenti sul prospetto principale di entrambe le centrali idroelettriche.



Figura 21: Centrale di Gressoney-La-Trinité a sinistra e Centrale di Pont-Saint-Martin a destra, documenti CVA

Osservando più da vicino la centrale di Gressoney-La-Trinité è possibile notare alcuni particolari che permettono di affermare quanto in quegli stessi anni fosse importante l'aspetto architettonico di questi edifici industriali. Il complesso si presenta in muratura di pietrame e tetto in lamiera con travi portanti in legno. Su uno dei due lati maggiori presenta una sorta di abbaino senza finestre e a sbalzo sulla cabina di trasformazione all'aperto, costituita da travi in cemento messe in modo tale da ricreare delle decorazioni, come se l'intero elemento fosse stato realizzato in legno. Appena al di sotto di questo elemento è stata inserita una finta apertura, probabilmente per mantenere la simmetria delle finestre sull'intero edificio. Questa è stata dipinta a mano e incorniciata come tutte le altre finestre.



Figura 22: Decorazioni in legno del tetto della centrale di Gressoney, documento dell'autore



Figura 23: Parte a sbalzo e finta finestra della centrale di Gressoney, documento dell'autore

Di impostazione diversa risulta invece la centrale di Champagne I, chiamata anche *Cattedrale della Luce*, che presenta riferimenti culturali indirizzati all'architettura medioevale proprio per l'ampio uso di finestre guelfe, con bordi in pietre scolpite. Questa centrale, situata a 678 m slm nel comune di Villeneuve, rappresenta un monumento industriale della Belle Époque, è stata realizzata nel 1921 ed è una delle centrali più interessanti dal punto di vista architettonico.

La centrale è caratterizzata dalla presenza di una struttura costituita da un corpo principale in pietra di colore grigio con ampie finestre, e questa imponente architettura rende omaggio all'importanza che l'energia elettrica ricopriva agli inizi del XX secolo. Il prospetto principale presenta due torri laterali quadrangolari, caratteristica che ricorda i castelli presenti nella zona, mentre il prospetto posteriore ricorda quasi l'ingresso di una chiesa. La struttura è in perfetta sintonia con i numerosi castelli situati nelle immediate vicinanze, come quello di Saint-Pierre, di Aymavilles, di Introd, di Avise e quello di Arvier.

All'interno della centrale, una volta oltrepassato il portone d'ingresso in legno scolpito, si entra in un ampio salone interamente affrescato e decorato dal soffitto alle pareti. Tutte le decorazioni, terminate nel 1929, vennero realizzate da un gruppo di artigiani guidati da Graziano Michaud di Aymavilles, per poi essere restaurati nei primi anni 2000 e portati al loro originario splendore dopo un paziente lavoro durato un anno e mezzo.



Figura 24: A sinistra prospetto principale, a destra prospetto posteriore della centrale di Champagne I, documenti dell'autore

Le pareti interne sono state decorate con trifori déco, stemmi di famiglie della Valle d'Aosta, cornici e finti stucchi. Alcune decorazioni si presentano in pietra mentre altre, come ad esempio la cornice del finestrone posizionato in cima alla scalinata, sono state pitturate con la tecnica del *trompe l'oeil* e rappresentano una cornice in pietra con scanalature. La ricercatezza nei dettagli è visibile anche dal parapetto delle scale, che si presenta come elemento decorativo in legno e ferro.

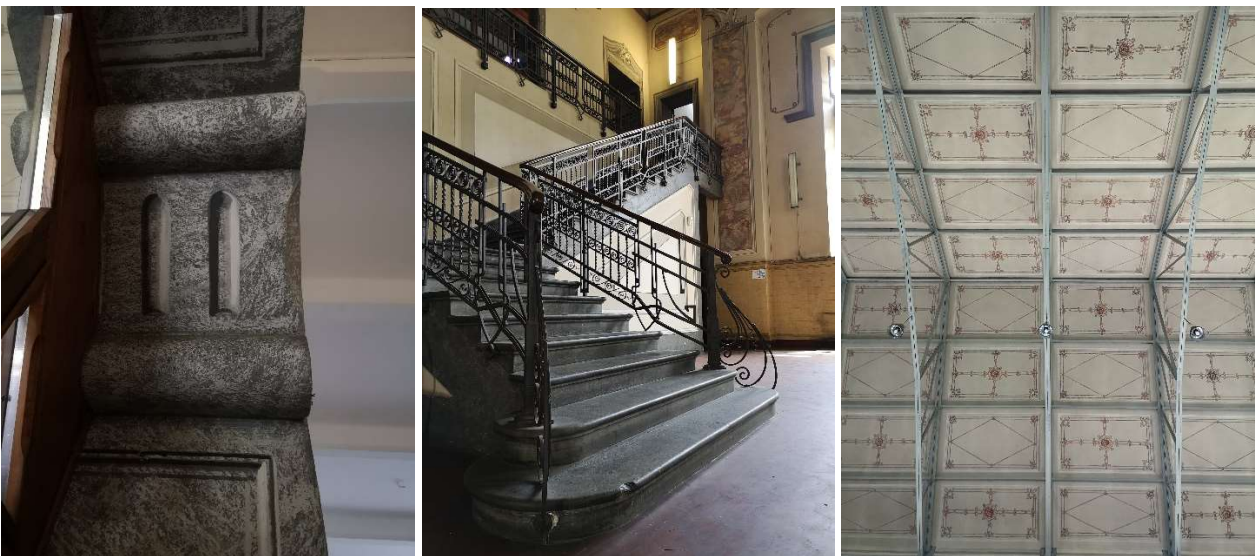


Figura 25: In ordine cornice in finta pietra, scalinata interna e decorazioni sul soffitto, documenti dell'autore

In questo salone sono posizionate le turbine ed i generatori di energia originali, mentre la maestosa scala conduce alla sala dove un tempo si controllava il funzionamento e si regolava la produzione di energia elettrica

della centrale, funzioni che ora vengono svolte in telecontrollo nella sede di Chatillon. Sempre all'interno della centrale è presente la vecchia cabina di trasformazione che ora è stata posizionata all'esterno dell'edificio.

Si ipotizza infine che per la costruzione di questa centrale i progettisti abbiano preso ispirazione dal Castello Baron Gamba di Chatillon. Queste similitudini sono visibili nella muratura perimetrale, nell'architettura delle torrette e nella scalinata interna della centrale che riprende quella presente all'esterno del castello. Di seguito si riportano le immagini che mettono a confronto i due edifici.



Figura 26: Castello Baron Gamba a sinistra e centrale di Champagne I a destra, www.turismo-news.com e documento CVA

Nel 1939, per alimentare gli stabilimenti siderurgici di Aosta, è stata costruita la Centrale di Champagne II nelle immediate vicinanze di quella di Champagne I. Ad un primo sguardo le due centrali si presentano molto simili per ciò che concerne i materiali e le decorazioni esterne, infatti, tutte e due sono state rivestite in pietra ed arricchite da decorazioni molto simili, come ad esempio, i portoni in legno. Se ci si avvicina e si osservano con più attenzione i due edifici, è possibile notare come essi siano profondamente diversi. Infatti la seconda centrale non presenta tutte quelle decorazioni e quella ricercatezza presenti nei particolari costruttivi e ben visibili nella prima. I portoni, realizzati in entrambi gli edifici in legno, hanno decorazioni completamente diverse e, come ben visibile nelle immagini, risultano molto più sfarzosi nel caso della centrale di Champagne I.



Figura 27: Portone di Champagne I a sinistra e portone di Champagne II a destra, documenti dell'autore

Anche i serramenti, in particolare gli infissi in legno, sono differenti, apparendo più curvilinei e ricercati nel primo caso e più squadrati e semplici nel secondo caso. È quindi possibile affermare che la centrale di Champagne II è stata realizzata in modo tale da richiamare lo stile architettonico già presente nell'area, teoria supportata anche dal fatto che questo stile è stato mantenuto esclusivamente sui prospetti visibili dalla strada, mentre gli altri, ovvero quelli più nascosti e meno importanti, si presentano intonacati e le decorazioni esterne sono state realizzate mediante l'utilizzo di materiali molto più poveri e semplici da modellare. Proprio negli

angoli dell'edificio, come riportato nell'immagine in basso a sinistra, è ben visibile il passaggio tra pietra e intonaco, mentre nelle altre due immagini è possibile osservare i dettagli appartenenti allo stile dei due prospetti nascosti e si riporta l'esempio di una finestra e di una delle due facciate.



Figura 28: Passaggio da rivestimento in pietra a intonaco, vista di una finestra e vista del prospetto posteriore della Centrale di Champagne II, documenti dell'autore

Anche internamente le due centrali sono molto differenti proprio per l'attenzione ai particolari e alle decorazioni interne. Infatti la prima, come precedentemente descritta, si presenta completamente decorata, mentre la seconda è completamente spoglia di ogni tipo di decorazione.



Figura 29: A sinistra vista interna della centrale di Champagne I, a destra quella di Champagne II, documenti CVA

Queste differenze sono dovute ai diversi periodi storici in cui le centrali sono state realizzate. Nel primo caso ci si trovava in un periodo in cui il principale obiettivo era quello di esaltare l'architettura delle centrali idroelettriche, il tutto permesso dalla presenza di una grande quantità di manodopera derivante soprattutto dai prigionieri di guerra. Nel secondo periodo storico invece vi era la necessità di questi edifici a causa di un continuo aumento della richiesta di energia elettrica per scopi industriali e bellici, il tutto sommato alla carenza di manodopera, dando così vita ad edifici molto più semplici e minimali.

Passando al secondo gruppo di centrali, ovvero quelle realizzate tra il 1925 ed il 1930, che presenta caratteristiche differenti. Si trova una maggiore ricerca di particolari effetti compositivi e le aperture si fanno più evidenti nella massa muraria. In questi anni la scarsa disponibilità di mano d'opera specializzata per la gestione degli impianti ha comportato l'insediamento in prossimità delle centrali di fabbricati residenziali destinati ai tecnici. Di questo genere sono le case gemelle a Isollaz oppure il fabbricato di Montjovet e, più tardi, quello di Perrères.

Tra il 1924 e il 1927 vengono realizzate le centrali di Maën, Covalou, la stazione di pompaggio di Promeron e la centrale di Isollaz che, dal punto di vista architettonico, presentano molte caratteristiche comuni dovute non solo al fatto di essere state realizzate all'incirca negli stessi anni, ma esse condividono il medesimo

progettista: l'architetto Giovanni Muzio. Negli edifici delle centrali Muzio, pur impiegando un linguaggio storicista, riuscì a dare coerenza alla forma degli spazi e dei vari involucri edilizi attraverso il rispetto della funzione ed all'uso di geometrie essenziali e riuscì ad unire la funzione all'architettura rurale del luogo.



Figura 30: Centrali di Covalou (1926), Maën (1928) e Isollaz (1928), documenti CVA

Guardando più da vicino le centrali di Covalou e di Maën, esse si presentano molto simili sia per la forma geometrica esterna che nella distribuzione interna, differendo per i materiali di rivestimento esterno. Infatti esse presentano una struttura portante composta da travi e capriate in cemento, leggermente più elaborate per quanto riguarda la centrale di Covalou. La geometria delle due facciate principali si presenta molto simile, la parte sinistra presenta un tetto a due falde, la parte centrale è costituita da una torre e la parte di destra è composta da un tetto a sbalzo sorretto da travi in cemento. In questi casi le torri, a differenza della centrale di Champagne I, hanno una funzione pratica e non architettonica, infatti al suo interno sono presenti dei meccanismi per poter muovere e sollevare i macchinari all'interno delle centrali stesse. Di seguito si riportano alcune immagini che mostrano la struttura portante in cemento all'interno delle due centrali.

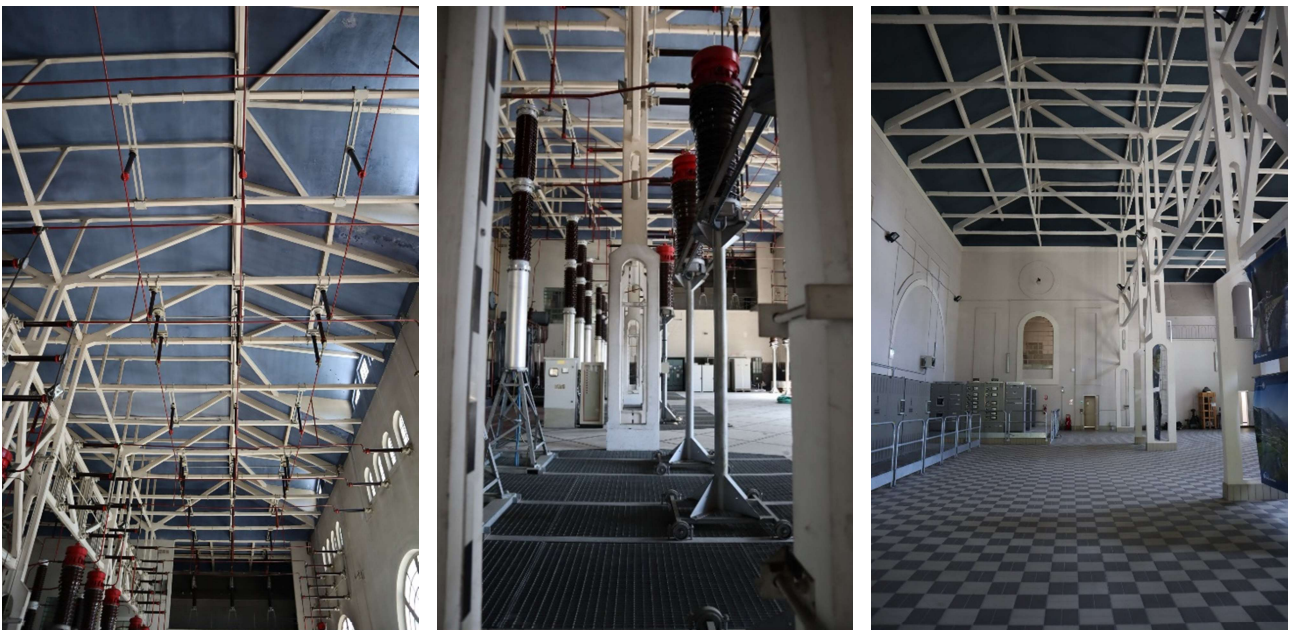


Figura 31: Capriate di Covalou, Pilastro di Covalou, sala espositiva di Maën, documenti dell'autore

Nella parte interna di sinistra delle due centrali, quella composta dal tetto a due falde, è possibile trovare i gruppi, mentre nella parte a destra le cabine di trasformazione. I due locali sono collegati da ampie aperture ad arco che, nel caso della centrale di Maën, dopo una recente ristrutturazione, sono state chiuse. Anche la cabina di trasformazione dopo la ristrutturazione è stata spostata dall'interno della centrale all'esterno e, nello spazio rimasto a disposizione, occasionalmente vengono allestite delle mostre aperte al pubblico. Sempre all'interno delle due centrali, ad un livello più alto rispetto alla sala macchine, è presente la vecchia sala di controllo che con una grossa finestra da direttamente sulle macchine. Oggi queste stanze non vengono quasi più utilizzate e sono state allestite con i macchinari originali.



Figura 32: Vecchie aperture ad arco, sala mostre e vecchia sala di controllo della centrale di Maën, documenti dell'autore

Esternamente invece le due centrali si presentano molto differenti. Quella di Maën ha molte più aperture rispetto a quella di Covalou, la prima ha le finestre riquadrate da una cornice in pietra mentre la seconda è stata esclusivamente intonacata. Ma una differenza sostanziale tra le due centra riguarda proprio l'attenzione nella decorazione delle travi di cemento nella parte a sbalzo del tetto. Infatti, nella centrale di Covalou, queste sono state modellate e pitturate con particolare attenzione in quanto dovevano ricordare un tetto in legno, mentre nell'altra centrale questa attenzione non c'è stata lasciata così com'erano.



Figura 33: Travi del tetto di Covalou, centrale di Covalou, centrale di Maën, documenti dell'autore

Qualche anno dopo, nel 1952 e nel 1955, l'architetto Giovanni Muzio progettò le centrali di Avise e di Quart, tutte e due centrali in galleria. La sala macchine della centrale di Avise, su progetto dell'architetto, presenta una peculiarità, ovvero una parete è stata abbellita da un grande affresco rappresentante i dodici segni zodiacali. Originariamente il dipinto rappresentava solo undici segni zodiacali ad esclusione del segno della Vergine, aggiunto solo in seguito e rappresentato, probabilmente per far vedere la differenza tra il disegno originale e quello aggiunto in seguito, con uno stile differente.



Figura 34: Dipinto prima e dopo l'aggiunta del segno zodiacale della Vergine, documenti CVA

Un terzo gruppo di centrali, progettato prima della Seconda Guerra Mondiale, risente dell'influenza del razionalismo in architettura. La nuova centrale di Bard, la centrale di Perrères e quella di Signayes sono solo alcuni degli esempi di edifici che mantengono le grandi aperture verticali, rinunciano agli archi e pongono in maggior risalto il reticolo strutturale. Sono utilizzati anche nuovi materiali quali il vetrocemento. Le falde di tetto inclinate, elemento caratteristico comune a tutti gli edifici sino ad allora realizzati, non sono più presenti, sostituite da coperture piane accentuate da ampi cornicioni. La centrale di Bard rompe il tipico schema rigidamente rettangolare con l'aggiunta di volumi accessori e del corpo scale parzialmente semicircolare.

Le centrali più recenti e appartenenti ad uno stile ancora differente rispetto a tutte le altre sono la centrale di Faubourg, nel comune di La Thuile, e la centrale di Torrent, situata tra il comune di La Thuile e di Pré-Saint-Didier. Queste due centrali si presentano con uno stile moderno ed è stata posta una particolare attenzione sul loro impatto visivo all'interno del territorio. Infatti questo risulta minimo per la centrale di Torrent in quanto si sviluppa per la maggior parte in galleria e la parte esterna è stata rivestita in pietra. Anche la centrale di Faubourg presenta un rivestimento in pietra, mentre gli elementi esterni sono stati schermati attraverso l'inserimento di bandelle orizzontali in acciaio. Queste due centrali, come precedentemente accennato, risultano essere le più recenti, entrando in funzione nel 2010, per quanto riguarda quella di Faubourg, e nel 2012 quella di Torrent.



Figura 35: Centrale di Torrent e Centrale di Faubourg, documenti CVA

6. L'impianto idroelettrico di Hône II

Nel presente capitolo si entrerà nel dettaglio dell'impianto idroelettrico di Hône II in quanto oggetto di futuri lavori. L'impianto esistente verrà infatti dismesso per far posto ad uno nuovo, progettato per risolvere le problematiche attualmente presenti. Si andranno dunque a diminuire i costi di manutenzione e ad inserire impianti più moderni che permetteranno un impatto positivo a favore della transizione energetica della regione.

L'attuale centrale di Hône II è stata realizzata nel periodo compreso tra gli anni 1917 e 1924 sulla sponda destra orografica del torrente Ayasse, in località Raffor, nel comune di Hône. La costruzione di tale centrale si è resa necessaria per la fornitura di energia elettrica derivante dall'aumento di produzione delle industrie dovute allo scoppio della Prima Guerra Mondiale. L'impianto idroelettrico, oltre che nel comune di Hône, si sviluppa nei comuni di Champorcher e di Pontboset. È principalmente alimentato dalle acque del Torrente Ayasse, uno degli affluenti del fiume Dora Baltea, e da alcuni corsi d'acqua minori. Il torrente Ayasse nasce dai nevai del colle delle Balme (2987 m slm) e dal Bec Costazza (3085 m slm) e, alla testata del bacino del torrente, sono presenti due laghi artificiali, il Miserin e il Vercoche, che vengono invasati nel periodo primaverile/estivo ed utilizzati nel periodo invernale per la modulazione delle portate.

Costruzione dell'impianto idroelettrico

La Valle d'Aosta agli inizi del 1900, ed in particolar modo dagli inizi della Grande Guerra, poté contare sullo sviluppo di alcuni poli industriali e, contemporaneamente, sull'installazione dei primi impianti per ottenere energia elettrica. In quegli anni era presente una grande richiesta di sfruttamento delle risorse idriche sia da parte delle Società industriali italiane che da quelle provenienti dall'estero, e il giovane stato italiano vedeva di buon grado tutto ciò che favoriva i suoi passi verso la modernità e lo sviluppo.

A causa dell'aumento del consumo di alluminio per fini bellici nacque la necessità di costruire a Villeneuve uno stabilimento per la produzione di alluminio con annessa centrale idroelettrica per la fornitura di energia. Nel 1907 lo "Studio Soldati" di Torino consegnò il progetto della Centrale di Chavonne e dello stabilimento, ad essa annesso, che comprendeva sedici forni attrezzati per l'elettrolisi. Nel 1913 a Torino venne fondata la Società Idroelettrica di Villeneuve e nel 1914 iniziarono i lavori della Centrale di Chavonne insieme allo stabilimento per la produzione di alluminio, con il principale obiettivo di fronteggiare le commesse militari.



Figura 36: Ingegnere Vincenzo Soldati, Centrale del Raffor - Comune di Hône

In seguito a Borgofranco nacque un grande stabilimento elettrochimico di proprietà della società stessa, che produceva clorati di sodio e di potassio e materiali esplosivi che all'epoca veniva chiamato *polverificio*, *proiettfificio* o *fabbrica delle bombe*. Questo necessitava di molta energia elettrica e, visto che la centralina locale risultava insufficiente per tale scopo, sorse la necessità di costruire la centrale idroelettrica di Hône. Anche se la prima vera richiesta di derivazione del torrente Ayasse venne presentata nel 1905, solo dopo l'insorgere di queste ultime esigenze, nel 1914, la Società Idroelettrica di Villeneuve-Hône-Borgofranco diede vita al progetto per la costruzione della Centrale di Hône.



Figura 37: Stabilimento elettrochimico, Borgofranco, Centrale del Raffor - Comune di Hône

La progettazione dell'impianto dell'Ayasse, comprendente il canale, la condotta e la centrale, venne affidata all'ingegnere Giacinto Soldati, figlio dell'ingegnere Vincenzo, noto per aver già costruito, in Bassa Valle, i canali di Pont-Saint-Martin/Carema e di Bard (un'opera finanziata dalla Società Elettrochimica di Pont-Saint-Martin) e per aver, in quegli stessi anni, messo mano anche alla progettazione per la derivazione dell'impianto



Figura 38: Teleferica, Storia d'acqua e d'energia - CVA

di Villeneuve. Il progetto prevedeva che la captazione delle acque avvenisse a Champorcher tra le frazioni di Mellier e di Salleret alla quota di 1140 m slm. Il canale attraversa nella sua totale lunghezza il versante destro della vallata, particolarmente scosceso e problematico, e raccoglie anche le acque dei torrenti Manda e Crest.

Nella primavera del 1917 iniziarono i lavori per la centrale di Hône che permise di mitigare l'effetto dell'emigrazione presente in quel periodo e che fece arrivare un notevole numero di persone da altre regioni. Il cantiere di costruzione era articolato in cinque settori distinti in cui lavoravano, in ciascuno di essi, almeno 1200 operai. I profondi conoscitori dell'ambiente montano diventarono manovali, muratori, minatori e scalpellini trasferendo in questa nuova attività le proprie conoscenze del territorio e le loro competenze, dotati di mezzi rudimentali e privi di strumenti meccanizzati.

Il deposito generale dei materiali venne allocato nei pressi della stazione di Hône - Bard. Da qui provenivano i materiali necessari per la costruzione dell'impianto, tra cui le condotte forzate trasportate attraverso l'utilizzo di un automezzo. Venne inoltre costruita una centralina che forniva energia agli argani che spostavano i tubi della condotta. Un secondo deposito era presente vicino alla chiesa di Pontboset. Da lì si partiva con il trasporto dei materiali verso le zone di lavoro dove i tratti più pendenti e pericolosi venivano coperti da una teleferica, mentre le restanti parti venivano percorse a piedi dalle ragazze.

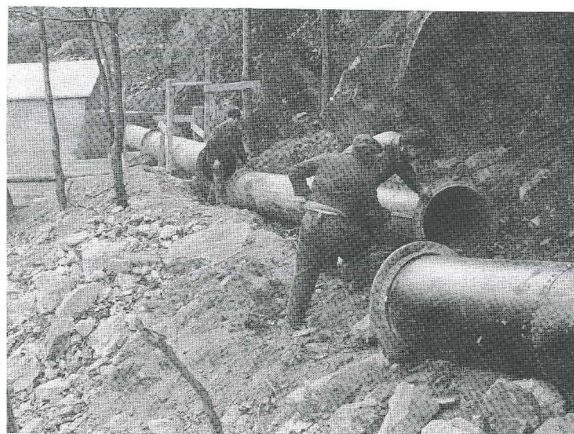
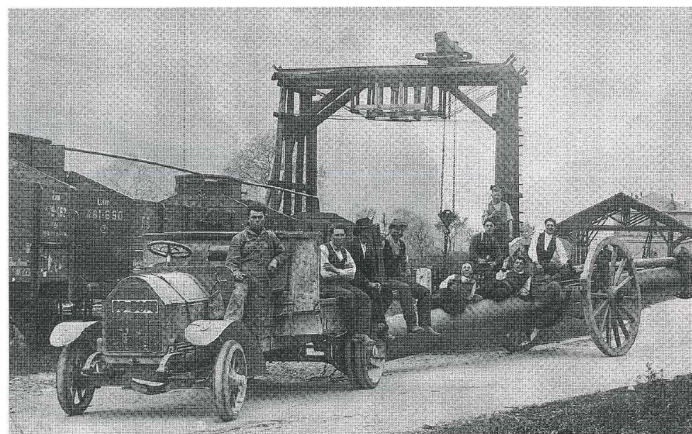


Figura 39: Trasporto delle condotte forzate, Hone e il suo passato - Teresa Charles e Raimondo Martinet

Nel 1918 la Società di Villeneuve - Borgofranco venne incorporata dalla Società per l'Alluminio Italiano che, per facilitare i lavori di costruzione della centrale, fece apportare alcune importanti migliorie, come per esempio l'allargamento della strada tra il ponte sulla Dora e la località Raffor.

Il cantiere si chiuse nel 1919-1920 e da quel momento la centrale entrò in funzione con due gruppi da 3500 kVA, composti da turbine Vevey e alternatore CGE, alimentati da un'unica condotta forzata. L'energia venne trasmessa allo stabilimento di Borgofranco con una linea lunga 13.800 metri. Nel 1925 venne aggiunta la seconda condotta insieme all'installazione del terzo gruppo da 7000 kVA avente una turbina Riva e un alternatore Brown Boveri. Dopo la messa in funzione dell'impianto si dovettero eseguire numerosi lavori di manutenzione ordinaria e straordinaria, come costruire sottomura e muri di sostegno a monte, speronare il muro a valle, rifare tratti di copertina rotte dalla caduta di massi e, principalmente, spostare la sede del canale in galleria nei tratti dove la montagna minacciava di franare.

Inoltre, proprio a causa di queste frane, l'opera di presa venne ricostruita per ben due volte, una nel 1922 e un'altra nel 1958. Tutte queste problematiche vennero fuori in quanto, all'epoca della costruzione



Figura 40: Centrale di Hone, documento CVA

dell'impianto, vi era l'urgenza di porre l'impianto in funzione per scopi bellici e quindi i tratti in galleria vennero ridotti al minimo, inserendoli solo nei punti in cui non si poteva assolutamente passare. Ulteriori interventi al canale si videro nel 1952 e nel 1956, dove le sponde vennero alzate di 20 cm per poter utilizzare tutta l'acqua.



Figura 41: Gruppi e sala di controllo originali, *Storie d'acqua e d'energia - CVA*

Negli anni 1929-1931 venne realizzato il bacino di integrazione del lago Miserin, il più esteso lago naturale della Valle d'Aosta. La diga, alta 6,20 metri e lunga al coronamento 173,85 metri, è stata realizzata a gravità, in muratura di pietrame rivestita di bolognini. Il volume totale di invaso disponibile al momento della costruzione era pari a 851.000 m³. In seguito si decise di alzare lo sbarramento di 13 metri, idea che venne definitivamente accantonata nel 1959. Lo scarico di fondo della diga, posto alla quota di 2.553 m s.l.m. e della portata massima di 2 m³/sec, è utilizzato per il rilascio stagionale delle acque, che vengono poi captate con la presa del canale di derivazione sul torrente Ayasse a Outrelève.

Negli anni Cinquanta, altri importanti interventi vennero realizzati a supporto dell'alimentazione della centrale di Hône II. Si tratta, in particolare, della costruzione, tra il 1953 e il 1954, del bacino del lago Vercoche e, tra il 1956 e il 1957, del bacino di integrazione nel vallone della Manda, con la relativa sistemazione degli alvei dei torrenti e l'installazione di appositi sifoni per lo svuotamento di alcuni laghi naturali, tra cui il Secco, lo Champas, il Nero, il Manda e il Cornuto. Nel progetto complessivo di utilizzo delle acque dell'Ayasse erano previste anche la costruzione dell'impianto idroelettrico di Ponte della Maddalena, posto a quota 1835 m s.l.m., per l'utilizzo diretto delle acque del lago Miserin, e l'impianto di Outrelève, a monte della presa del canale derivatore dell'Ayasse, per l'utilizzo delle acque turbinate dall'impianto di Ponte della Maddalena e dei torrenti Laris, Vercoche e Legna, opere in realtà mai realizzate.

Per quanto riguarda la centrale di Hône, la cabina elettrica di smistamento dell'energia prodotta è rimasta alloggiata all'interno della sala macchine fino al 1950, anno in cui è stata realizzata la cabina esterna con la nuova trasformazione 11.000 / 70.000 Volt e la relativa linea di trasporto, successivamente ammodernata alla tensione attuale di 132 kV. Essa comunicava con lo stabilimento di Borgofranco tramite telefono a onde convogliate con apparecchio "Telettra", e con la presa di Outrelève e col bacino di carico con linee telefoniche comuni ed autonome. Solo nel 1954 accanto alla centrale venne costruita la casa per il personale che vi lavorava, in stile valdostano e composta da tre piani fuori terra oltre il sottotetto. La casa è stata costruita in modo tale che, con piccole modifiche, si potessero ottenere quattro alloggi disimpegnati, ciascuno di tre camere. Al contrario, in corrispondenza della vasca di carico, fin da subito si pensò alla costruzione di una casa per il guardiano, posizionata un po' a monte del canale e che presentava l'inconveniente di essere troppo distante poiché nei giorni di cattivo tempo e di nebbia intensa la visibilità era quasi nulla. Nel 1948 si costruì la casa del guardiano direttamente sulla vasca di carico, tenendo la vecchia costruzione come alloggio degli operai che eventualmente dovessero recarsi nella zona per lavori inerenti alla canalizzazione. La casa del guardiano era raggiungibile solo attraverso un impervio sentiero e il guardiano

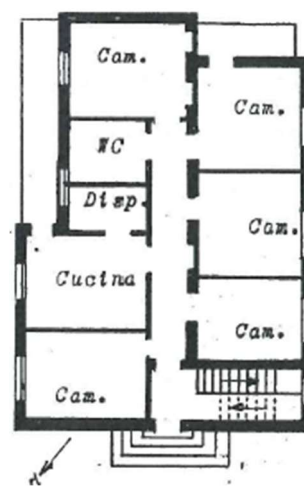


Figura 42: Casa dei guardiani, documento CVA

poteva comunicare con il mondo esterno attraverso un telefono a manovella. Sul tracciato delle condotte forzate era presente una teleferica lunga 1600 metri che venne demolita negli anni Novanta. Solo recentemente si è riusciti a collegare la vasca di carico con una strada sterrata, mentre la vasca di carico ed il suo livello dell'acqua oggi vengono sorvegliati da apparecchiature elettriche.

Nel 1978 l'ALCAN, Società dell'Alluminio Italiana, cedette ogni suo bene attinente alla centrale all'ENEL e, nel 2001, la CVA acquisì le 25 centrali idroelettriche valdostane di sua proprietà, fra cui la centrale di Hône II e di Hône I.

Testimonianze e curiosità

Secondo alcune testimonianze, per la costruzione dell'impianto di Hône molte donne apportarono il loro contributo nei lavori. Queste ultime dovevano trasportare sacchi di cemento, o di sabbia, di 25 kg ciascuno. Le più giovani avevano 14 anni e venivano pagate in funzione del numero di viaggi che esse facevano. Se riuscivano a trasportare due sacchi per volta, quindi un totale di 50 kg, venivano pagate il doppio, mentre se avessero percorso la strada lungo il canale sarebbero state pagate di meno in quanto percorso più breve e meno impervio. Generalmente le ragazze partivano da Hône per raggiungere a piedi Pontboset da cui si partiva con il trasporto dei sacchi di sabbia o di cemento, di solito di cemento in quanto la sabbia veniva prelevate da cave naturali direttamente sul luogo di lavoro, che avrebbero poi portato nel luogo in cui lavoravano gli operai.



Figura 43: Trasporto a piedi di sacchi di sabbia o cemento, documento CVA

In alcune zone, più precisamente nelle zone più impervie, veniva inserita una teleferica che poi veniva spostata in funzione dei cantieri e delle necessità. In prossimità del punto di arrivo della teleferica vennero costruiti dei rifugi per ospitare gli operai che vi lavoravano. I lavoratori venivano assunti a stagione e potevano ottenere il posto fisso dopo ben 21 stagioni di gavetta. In più spesso dovevano fare dieci ore al giorno di lavoro, da aggiungere alle due ore di strada a piedi per giungere al cantiere.



Figura 44: Operai nella pausa pranzo, La centrale del Raffor - Comune di Hône

Una volta conclusi i lavori, con i materiali in eccesso vennero sistemati numerosi alpeggi e, dopo l'entrata in funzione dell'impianto, il canale veniva sorvegliato da una guardia che ogni giorno percorreva 12 km segnalando eventuali perdite. Ogni anno, invece, la centrale si fermava per circa 15 giorni, veniva tolta l'acqua nel canale e gli operai vi entravano al suo interno per poter tappare eventuali perdite con l'impiego del cemento pronto. Ogni 200 metri venivano sollevate le copertine, aventi ciascuna un peso di due quintali, attraverso l'utilizzo di tronchi di frassino. Da lì avveniva la fornitura del materiale e queste aperture permettevano inoltre agli operai di drizzare la schiena in quanto l'altezza interna del canale è pari ad un metro. Gli operai dovevano dunque lavorare a carponi al chiarore della lampada a carburo attaccata davanti alla carriola ed individuavano le fessure da tappare.

Alcuni testimoni affermano che, quando i regolatori dei tre gruppi presenti all'interno della centrale subivano qualche guasto, venivano i tecnici della casa madre e gli operai più il capo centrale dovevano uscire per poi rientrare dopo circa 20 minuti. Inoltre nella centrale non erano presenti solide protezioni e succedeva spesso che in caso di forte temporale bruciassero le bobine degli alternatori, che venivano in seguito riparati direttamente dagli operai che lavoravano all'interno della Centrale. Una volta scoppiò un pezzo di turbina che bucò il tetto della Centrale e schizzò dall'altra parte dell'Ayasse, fortunatamente senza provocare danni a persone.

Una curiosità riguarda il fatto che in autunno diverse persone portavano alla Centrale le castagne e i funghi per farli essiccare vicino alla grande ventola esterna alla Centrale. Qualcuno in caso di necessità portava anche degli indumenti ad asciugare.

Infine, per quanto riguarda l'illuminazione pubblica del paese di Hône, si arrivò ad un accordo definitivo solo nel 1924, ma l'installazione dell'elettricità venne inaugurata nel 1928 quindi otto anni dopo la fine dei lavori.

Stato attuale

L'impianto idroelettrico Hône II è situato nei comuni di Champorcher, Pontboset e Hône. È principalmente alimentato dalle acque del Torrente Ayasse, affluente di destra del fiume Dora Baltea e da alcuni corsi d'acqua minori come il Torrente Borney, il Torrente Mandaz ed il Torrente Brenve. Alla testata del bacino del Torrente Ayasse sono presenti due laghi artificiali, il lago Miserin ed il Vercoche, che vengono invasati nel periodo primaverile/estivo ed utilizzati nel periodo invernale per la modulazione delle portate. Attualmente l'impianto è costituito dalle seguenti opere che vengono riportate nella mappa sottostante:

- opera di presa principale sul Torrente Ayasse in località Outrelève (1);
- canale di derivazione a pelo libero che si sviluppa per circa 12.830 m, prevalentemente all'aperto con brevi tratti in galleria, sul versante destro della valle di Champorcher (tracciato in verde nella mappa);
- opere di presa secondarie sui Torrenti Borney (2), Mandaz (3), Brenve (4) e Fons (5);
- vasca di carico in località Parchettes-Desot, a quota circa 1.110 m s.l.m. (6);
- due condotte forzate all'aperto che si sviluppano per circa 1.600 m con diametri variabili da 680 a 750 millimetri (rappresentate dalla linea gialla tratteggiata);
- fabbricato centrale ubicato sulla sponda destra del torrente Ayasse a quota circa 367,70 m s.l.m., in prossimità dell'abitato di Hône, all'interno del quale sono installati tre gruppi generatori, equipaggiati con turbine Pelton ad asse orizzontale (7);
- canale di scarico delle acque turbinate nel Torrente Ayasse alla quota 363,1 m s.l.m.

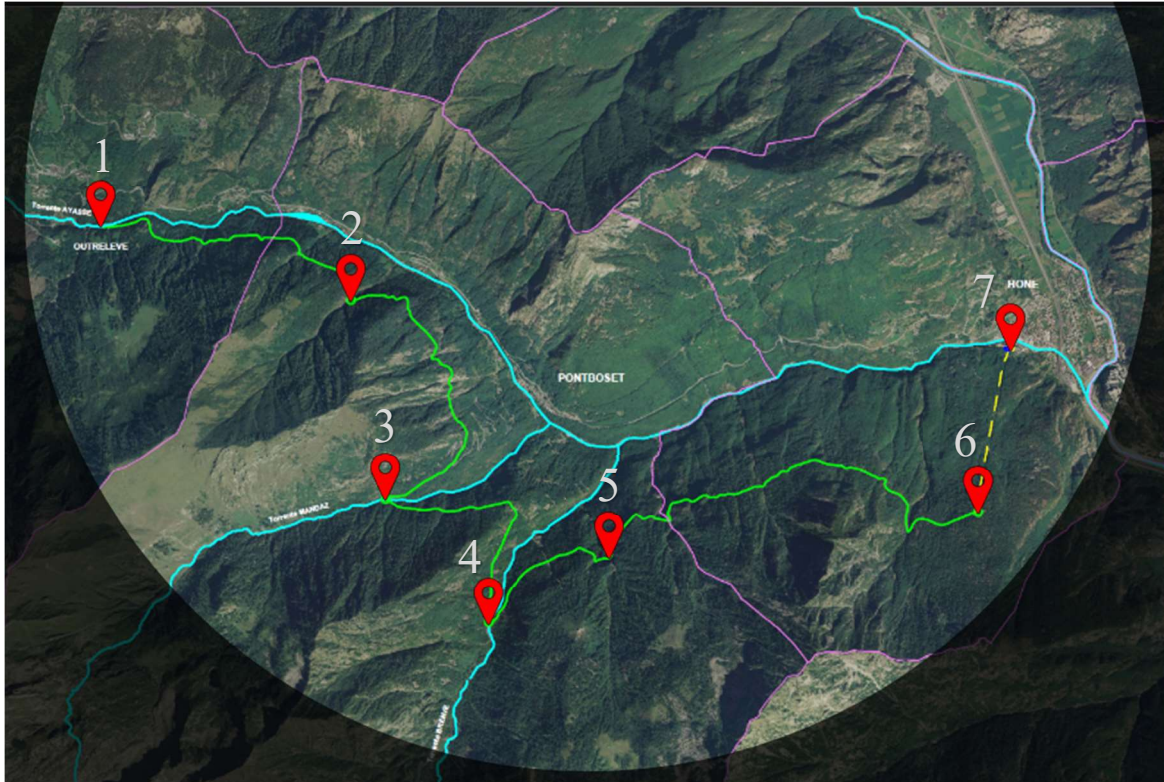


Figura 45: Impianto idroelettrico di Hône II, documento CVA

L'impianto ha origine dalla presa di Outrelève, nel comune di Champorcher. Questa consiste in una traversa fissa tracimabile in muratura di pietrame e malta di cemento che sbarra il torrente Ayasse e, in destra orografica, è munita di paratoia di sghiaimento in ferro. Anche le altre prese sussidiarie sono formate da piccoli

sbarramenti tracimabili seguiti da un canale derivatore che porta le acque in una camera di raccolta, o anche chiamata camera di calma, dotata di bocche a stramazzo che convogliano le acque nel canale principale. Anche queste opere sono interamente costruite in muratura di pietrame e cemento.

Il canale derivatore, che si presenta in muratura di pietrame e malta di cemento liscio internamente e intonacato, è stato costruito in massima parte all'aperto ed in minima parte in galleria con una lunghezza complessiva di 12.830 metri ed una pendenza del 2,5%. Ha origine dalla presa di Outrelève, nel comune di Champorcher, e, seguendo le curve di livello dei fianchi della vallata, attraversa completamente il comune di Pontboset per arrivare nella vasca di carico in località Parchettes-Desot, nel comune di Hône. La parte di canale che si sviluppa in mezza costa presenta una soletta di copertura in cemento armato con uno spessore di 10 cm. Nelle zone in cui vi è pericolo di frane e di valanghe il canale è ricoperto e rinforzato con volta a tutto sesto in muratura di pietrame e malta di cemento con uno spessore di 50 cm. I tratti di canale con sede in galleria presentano volta generalmente in roccia e piedritti rivestiti in muratura intonacata, mentre il fondo è composto da una platea in calcestruzzo. La volta delle gallerie, nei tratti in cui la roccia è poco sana e minaccia di franare, si presenta invece rivestita in calcestruzzo.

Nell'immagine a destra è possibile vedere una parte del canale che attraversa la roccia. Attualmente tale tratto è dismesso e sostituito da uno interamente in galleria per evitare di attraversare un versante franoso e limitare i rischi di possibili danni alla struttura.



Figura 46: Porzione di canale passante all'interno della roccia, documento dell'autore



Figura 47: Vista del canale a sinistra e botola di accesso al canale a destra, documenti dell'autore

In alcuni tratti è possibile inoltre distinguere i diversi periodi storici in cui sono stati eseguiti i lavori di rifacimento del canale. Infatti, nella seguente immagine, è possibile vedere tre differenti tipologie di canale. A destra si può vedere il canale originale con copertura a volta, al centro è visibile un rifacimento avvenuto negli anni in cui l'impianto apparteneva ad ENEL, ed infine a sinistra è possibile vedere un recente intervento di CVA.



Figura 48: Vista degli interventi sul canale dell'impianto, documento dell'autore

Subito dopo il tratto appena descritto, in direzione della vasca di carico, è presente un piccolo bacino dissabbiatore in muratura di pietrame e cemento. Questo è costituito da una vasca di decantazione che permette di rallentare le acque e convogliarle, attraverso degli stramazzi, nuovamente all'interno del canale derivatore private dei materiali più grossolani. Si arriva infine alla vasca di carico dell'impianto, dotata di scarico di superficie a sifone Gregotti ed uno scarico di fondo. Il sifone Gregotti ha lo scopo di allontanare le acque in caso di blocco dell'impianto convogliandole attraverso un canale di scarico direttamente al torrente Ayasse a monte della centrale. La vasca di carico inoltre è munita di griglia di captazione in ferro all'origine della condotta forzata, ove sono installate anche le paratoie di intercettazione e gli aerofori, ovvero delle valvole di rientro aria.



Figura 49: Dissabbiatore a sinistra e aerofori a destra, documenti dell'autore

Dalla vasca di carico partono le condotte forzate formate da due tubi in parte chiodati ed in parte uniti a flange, sostenuti da selle in muratura e culle di scorrimento. Le condotte non hanno giunti di dilatazione, perciò sono tenute aderenti al terreno con undici massicci di ancoraggio, anch'essi in muratura di pietrame, ed al loro termine sono unite tramite un collettore con paratoie di chiusura e di scarico. I due tubi della condotta forzata presentano un diametro di 75 cm e sono in lamiera chiodata fino al quinto massiccio d'ancoraggio, dopo di che diventano in lamiera saldata uniti a flange del diametro di 68 cm. Le condotte nella parte terminale sono dotate di un collettore che permette di metterle in parallelo, ovvero consente l'utilizzo solo di una o tutte e due in contemporanea, potendo così gestire il loro funzionamento in base alle esigenze della centrale. Lungo le condotte sono presenti differenti passi d'uomo che ne permettono l'ispezione.



Figura 50: Tratto terminale delle condotte forzate, documenti dell'autore

L'acqua, dopo aver compiuto un salto di circa 768 metri, raggiunge le turbine all'interno della centrale idroelettrica, che garantisce una potenza nominale media di 10.174,99 kW e una produzione media annua di 49 GWh. La portata massima derivabile è pari a 2 m³/s, mentre la portata media di impianto è pari a 1,39 m³/s. L'acqua all'interno della condotta va ad una velocità di circa 300 km/h, mentre le turbine possono arrivare a girare ad una velocità di circa 500 km/h.

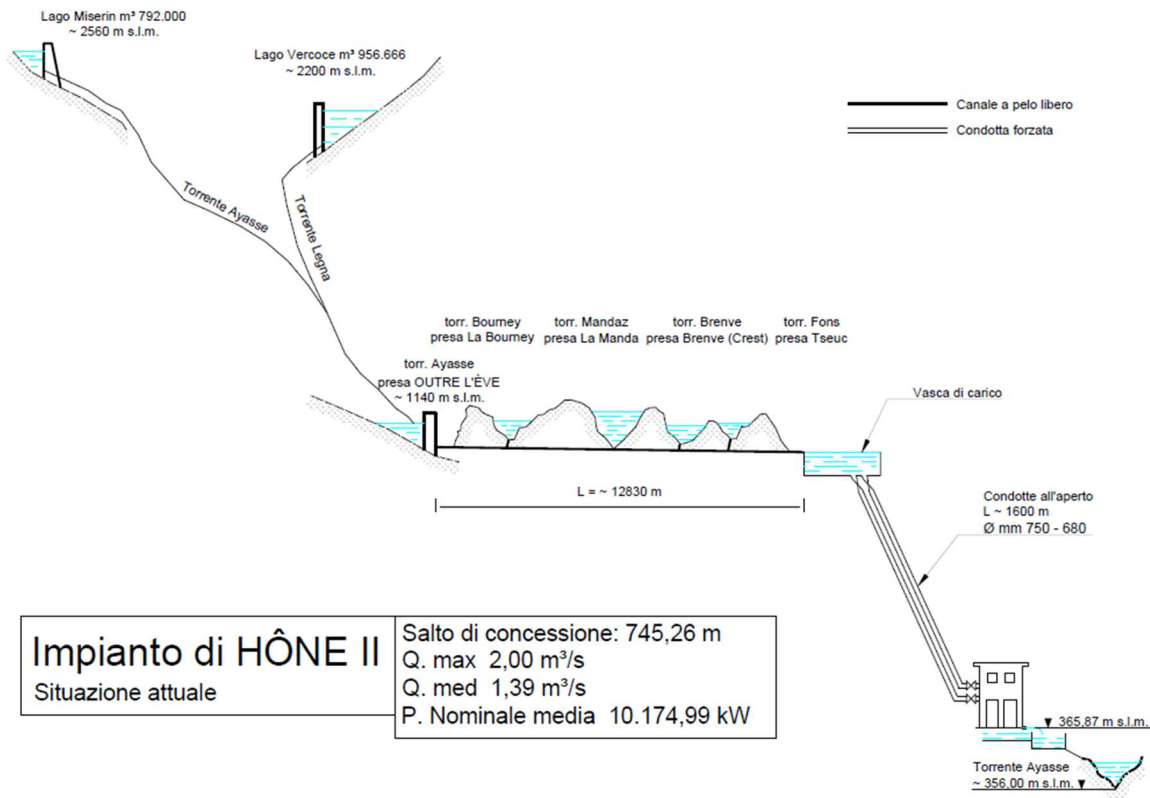


Figura 51: Schema generale delle opere esistenti, documento CVA

La centrale idroelettrica

L'area entro la quale si sviluppa la centrale viene individuata sulla sponda destra orografica del torrente Ayasse, in località Raffor, a breve distanza dal centro del Comune di Hône, ad una quota media altimetrica di 365,87 m s.l.m. Il fabbricato della centrale è in muratura di pietrame e malta di cemento, con pavimentazione in piastrelle di gres porcellanato. Il tetto è sostenuto da capriate in ferro e oggi presenta una copertura in lamiera in sostituzione dell'originale in tegole marsigliesi, posata su solaio in tavelloni. Il portone d'accesso è posto sul lato Nord del fabbricato, e nel lato Est esiste un ulteriore portone di comunicazione tra la centrale e la cabina di trasformazione all'aperto. Ampie finestre poste ai lati Est, Nord ed Ovest, sormontate da piccoli lucernai, illuminano la sala delle macchine. L'accesso alla centrale oggi è consentito attraverso un basso edificio posto a Sud-Est rispetto al fabbricato principale.



Figura 52: Centrale idroelettrica di Hône II, documenti dell'autore

La centrale è composta da un sotterraneo, dal piano terreno e dal primo piano. All'interno del sotterraneo sono state costruite la galleria di scarico delle acque provenienti dalle turbine, con relativo stramazzo delle medesime nel Torrente Ayasse, e la galleria di passaggio dei cavi unenti gli alternatori e la cabina all'aperto. L'accesso a quest'ultima galleria è permesso sia dall'esterno della centrale, dove essa termina, che al suo interno mediante l'utilizzo di una botola posta sul pavimento al lato sud dell'edificio. Oltre al passaggio dei cavi quest'ultima galleria permette l'accesso ai sottomacchina.



Figura 53: Galleria di passaggio dei cavi a sinistra e ingresso alla medesima galleria a destra, documenti dell'autore

Al piano terra si trova la sala macchine di dimensione 25 x 12,50 metri che presenta un'altezza dal pavimento alla sommità dei muri perimetrali di 9,40 metri. Al suo interno sono installati due gruppi con turbina Vevey e alternatore CGE, ed un gruppo con turbina Riva e alternatore Brown Boveri, la sala quadri, il carroponte da 12 tonnellate ed il sistema di raffreddamento dell'olio nei cuscinetti. In origine la sala macchine, sul lato Sud-Ovest, era in comunicazione con l'ufficio e la cabina telefonica, mentre a Sud-Est con la scala di accesso al piano superiore che ospitava lo spogliatoio e il gabinetto di decenza. Al primo piano, sovrastante lo spogliatoio, vi erano installati i trasformatori per i servizi ausiliari, mentre sopra all'ufficio vi era il locale per le batterie a corrente continua necessaria in caso di emergenza.

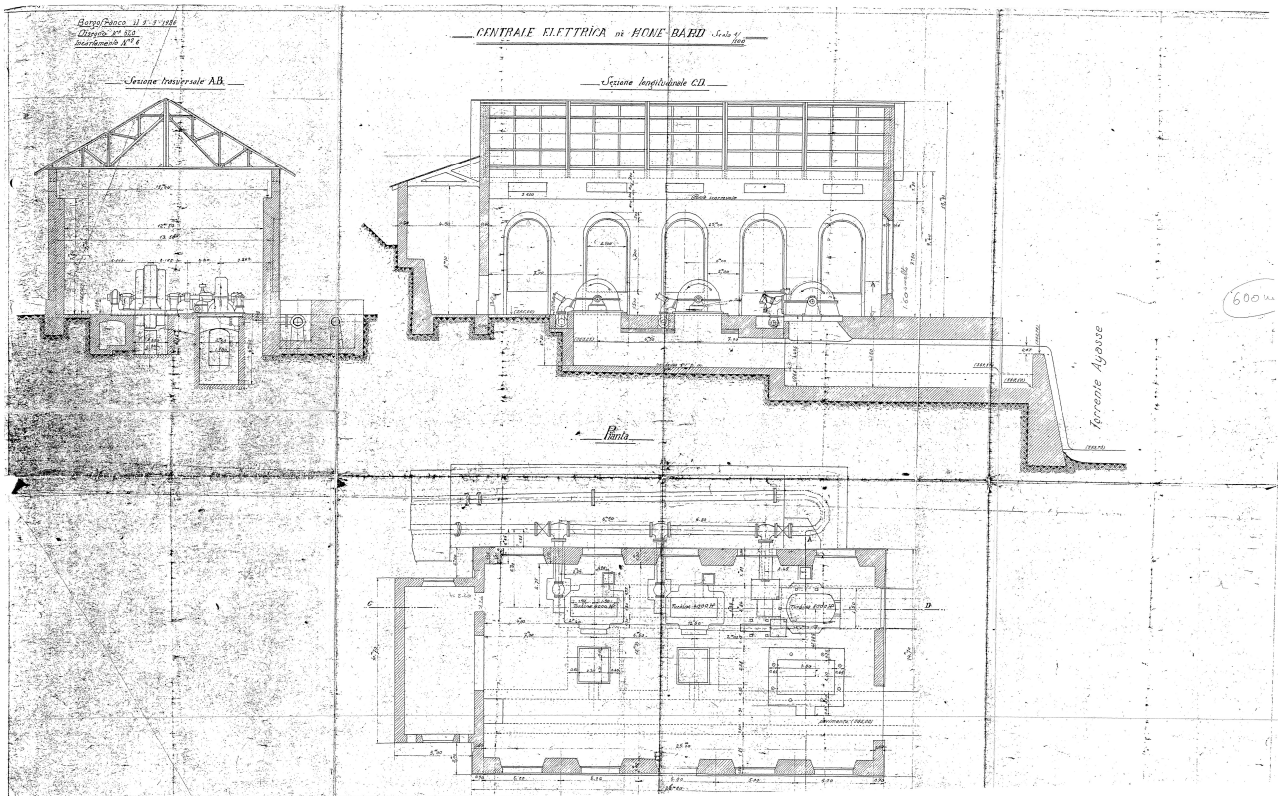


Figura 54: Progetto originale della Centrale di Hône II, documento CVA

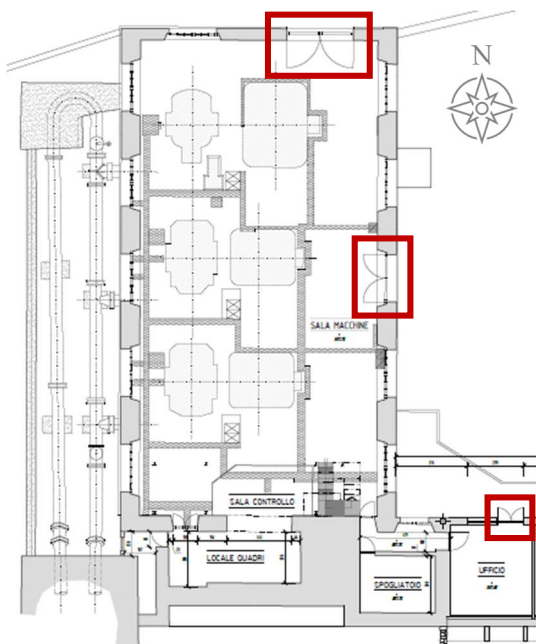


Figura 55: Pianta piano terra dello stato attuale della centrale con i relativi accessi, documento CVA

Nell'immagine a sinistra è stata riportata la rappresentazione della distribuzione interna che presenta attualmente la centrale idroelettrica. È possibile accedere al suo interno attraverso il portone posto a Nord, il portone posto ad Est e dall'ufficio collocato in basso a destra del disegno (riquadri in rosso nell'immagine a sinistra). Quest'ultimo conduce in un corridoio che a sua volta porta direttamente all'interno della centrale. Gli altri locali interni all'edificio sono il locale quadri, la sala di controllo, la sala macchine ed uno spogliatoio. La sala di controllo è posizionata all'interno della cabina silente, un locale isolato acusticamente in cui gli operai possono stare al suo interno senza il continuo utilizzo dei dispositivi di protezione individuali. All'interno di questa stanza è presente un quadro sinottico, ovvero un quadro rappresentante uno schema dell'intero impianto idroelettrico che segnala eventuali problematiche presenti sullo stesso.

Al piano superiore invece è possibile trovare il locale batterie, un locale dedicato a Wind ed un'ulteriore sala quadri in cui sono presenti le informazioni d'impianto come, ad esempio, la segnalazione delle anomalie.

Esternamente, oltre all'ufficio, sono presenti diversi locali tecnici quali il chiosco linea A.T. 518, la sala di media tensione, il magazzino e l'officina. Sempre all'esterno è possibile trovare la cabina di trasformazione all'aperto, costruita nel 1950 in sostituzione di quella presente al posto degli spogliatoi. Alla cabina all'aperto, attraverso cunicoli coperti comunicanti con il piano interrato della centrale, arrivano i cavi trasportanti l'energia elettrica prodotta dai tre alternatori. In essa sono installati su traliccio in ferro le seguenti attrezzature: un trasformatore ad olio, tre interruttori automatici di macchina, tre sezionatori di macchina, sbarre omnibus, interruttore di linea, sezionatore di linea e portale di partenza della linea A.T. 70 kW.



Figura 56: Quadro di controllo del gruppo 1 a sinistra e cabina di trasformazione all'aperto a destra, documenti dell'autore

Dal punto di vista architettonico il fabbricato si presenta in muratura di pietra a vista ed è costituita da muri portanti in pietra dello spessore di 1 metro circa. La struttura portante del tetto è costituita da capriate in acciaio, sovrastate da soletta in tavelloni ed una lamiera di copertura. Le finestre presentano dimensioni importanti e sono arco a tutto sesto e riquadrate con mattoni di colore rosso.



Figura 57: Interno della centrale idroelettrica, documenti dell'autore

L'impianto esistente presenta notevoli criticità in alcune sue parti, in particolare lungo l'attuale canale adduttore che connette la presa principale di Outrelève con la vasca di carico in località Paerchettes-Désot. Tali opere risultano particolarmente vulnerabili nei confronti di fenomeni franosi e di instabilità dei pendii montani, fatto che determina la necessità di intervenire con opere di manutenzione straordinaria e di messa in sicurezza per la conservazione delle stesse, come meglio evidenziato nel capitolo seguente.

7. La costruzione della nuova centrale

A causa di numerose problematiche presenti sull'attuale impianto, è nata l'esigenza di rinnovare integralmente l'impianto idroelettrico di Hône II con la previsione di ricostituire le sue parti principali quali l'opera di presa, il canale di derivazione, la condotta forzata, nonché con la realizzazione di un nuovo edificio all'interno del quale saranno allocati i gruppi di produzione.

Il nuovo progetto ha lo scopo di eliminare le criticità geologiche connesse all'impianto attraverso la costruzione di una galleria di adduzione e di sfruttare al massimo le sue potenzialità. La nuova centrale sorgerà alla base del versante lungo il quale sarà impostata la nuova condotta forzata, nelle immediate vicinanze della centrale esistente. La nuova centrale sarà composta da un corpo di fabbrica principale adibito a sala macchine, al quale sarà affiancato un corpo di fabbrica più basso totalmente interrato che si svilupperà sui lati Sud ed Ovest per dar sede ai locali di servizio che verranno disposti su due livelli. Inoltre, è prevista la realizzazione di una manica di collegamento tra il nuovo fabbricato centrale e il fabbricato servizi, che varrà posta nella parte retrostante dell'attuale centrale di produzione.

Criticità dell'impianto esistente

L'impianto esistente presenta notevoli criticità in alcune sue parti, in particolare presso l'attuale canale adduttore, costruito a mezza costa, che connette la presa principale di Outrelève con la vasca di carico del Porcet, in località Paerchettes-Dèsot. Tali opere risultano particolarmente degradate e vulnerabili nei confronti di fenomeni franosi e di instabilità dei pendii montani che negli anni hanno reso necessari numerosi interventi di manutenzione e di messa in sicurezza. Tali criticità comportano diversi problemi di conservazione delle opere e lungo il tracciato si presentano notevoli perdite di acqua. Inoltre, lo studio idrologico del bacino ha dimostrato che l'attuale impianto è sottodimensionato rispetto alla portata massima derivabile potenziale che si ritiene essere maggiore rispetto a quella attuale di circa 3 m³/s. Probabilmente, come visto nel paragrafo "*Gli impianti presenti sul territorio regionale*", questo è dovuto al fatto che l'energia idroelettrica veniva sfruttata per il funzionamento di fabbriche di produzione e di conseguenza era necessario produrre esclusivamente ciò di cui aveva bisogno l'azienda. Oltre ciò bisogna tenere in considerazione il fatto che si tratta di un impianto avente più di 100 anni e che nel tempo le tecnologie e i macchinari sono molto cambiati e che negli ultimi anni si è parlato sempre di più della transizione energetica e questo intervento, sommato ad altri, aiuterebbe molto la transizione della regione Valle d'Aosta. Per questi motivi è sorta la necessità di ammodernamento dell'impianto.

In una prima analisi si è ipotizzato di poter utilizzare la centrale attualmente presente nel comune di Hône. Purtroppo, dopo aver effettuato approfonditi studi, si è stabilita l'impossibilità di recuperare la centrale in quanto non sono presenti adeguati spazi per le strutture di sottomacchina. Inoltre si sarebbe reso necessario adattare l'attuale carroponte andandolo a sostituire con uno che sopportasse carichi maggiori e di conseguenza andare a creare una nuova struttura portante all'interno dell'edificio esistente, il tutto sommato al fatto che, con il recupero dell'edificio oggetto di studio, si sarebbe dovuta fermare la produzione di energia elettrica per un periodo di circa due anni. Per queste ragioni è stata portata avanti l'idea di progettare, per poi andare a costruire, una nuova centrale idroelettrica nelle immediate vicinanze di quelle esistenti.

Il nuovo impianto

Il progetto di rinnovamento dell'impianto idroelettrico di Hône II prevede la ristrutturazione totale dell'attuale opera di presa principale sul torrente Ayasse, posta circa a quota 1.145 m s.l.m., potenziando l'impianto per consentire la derivazione di 5,50 m³/s. Oltre all'opera di presa principale ne è prevista una secondaria posta in corrispondenza del torrente Brenve a quota 1.200 metri s.l.m. Il canale derivatore verrà realizzato quasi completamente in galleria con una lunghezza di circa 8.990 metri. Il collegamento tra l'imbocco della galleria e l'opera di presa principale sarà costituito da un canale a mezza costa di lunghezza pari a circa 250 metri. Di seguito si riporta uno schema del nuovo impianto di produzione.

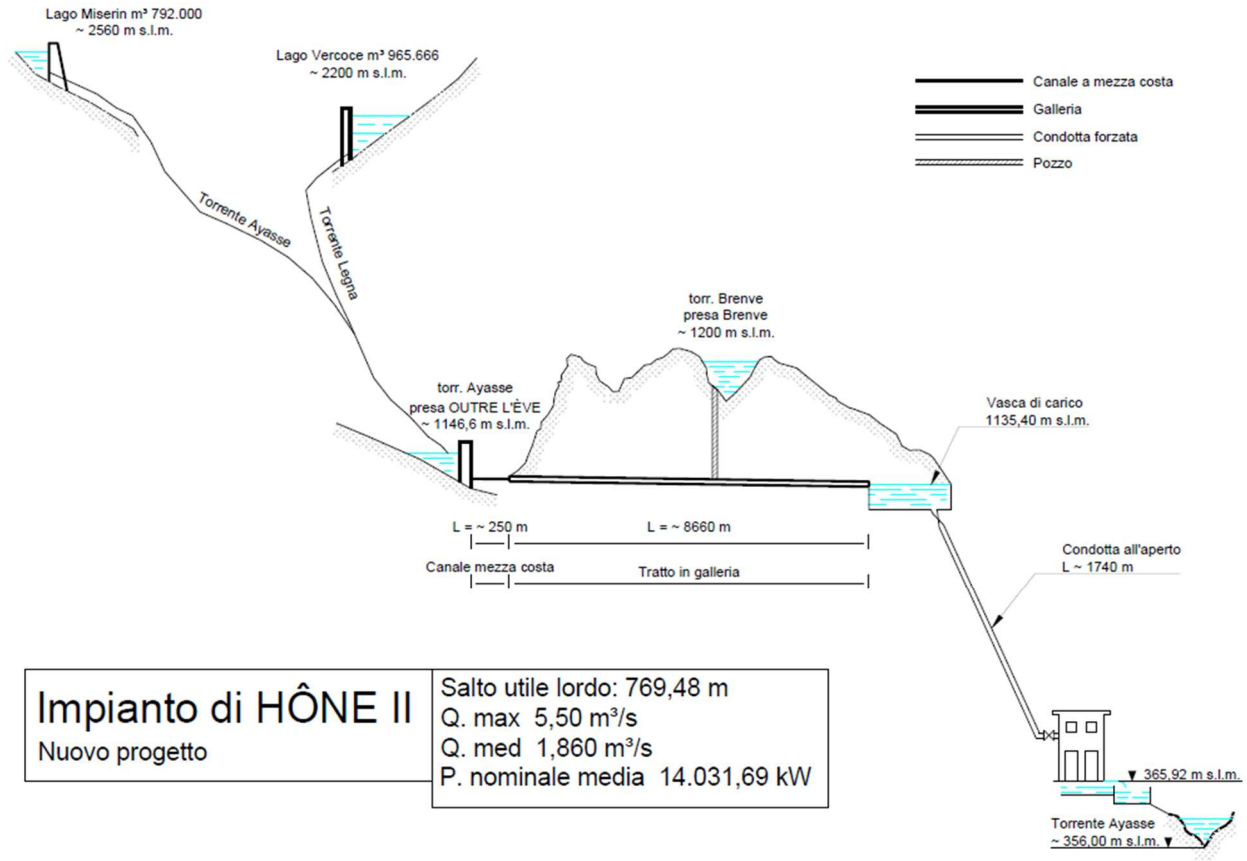


Figura 58: Schema del nuovo impianto di produzione, documento CVA

Di seguito si riporta un disegno rappresentante il tracciato del nuovo impianto di produzione e di quello attualmente presente. In verde viene rappresentato l'impianto esistente avente dei cerchi rappresentanti le opere di presa secondarie e la vasca di carico. La linea rossa rappresenta invece il nuovo canale posto per la maggior parte in galleria, con l'identificazione, mediante dei cerchi, delle nuove opere di presa, della nuova vasca di carico e della nuova centrale idroelettrica. In particolare, partendo da sinistra, è possibile trovare l'opera di presa principale posta a Outrelève, l'opera di presa secondaria del Brenve, la nuova vasca di carico ed infine la nuova centrale idroelettrica.

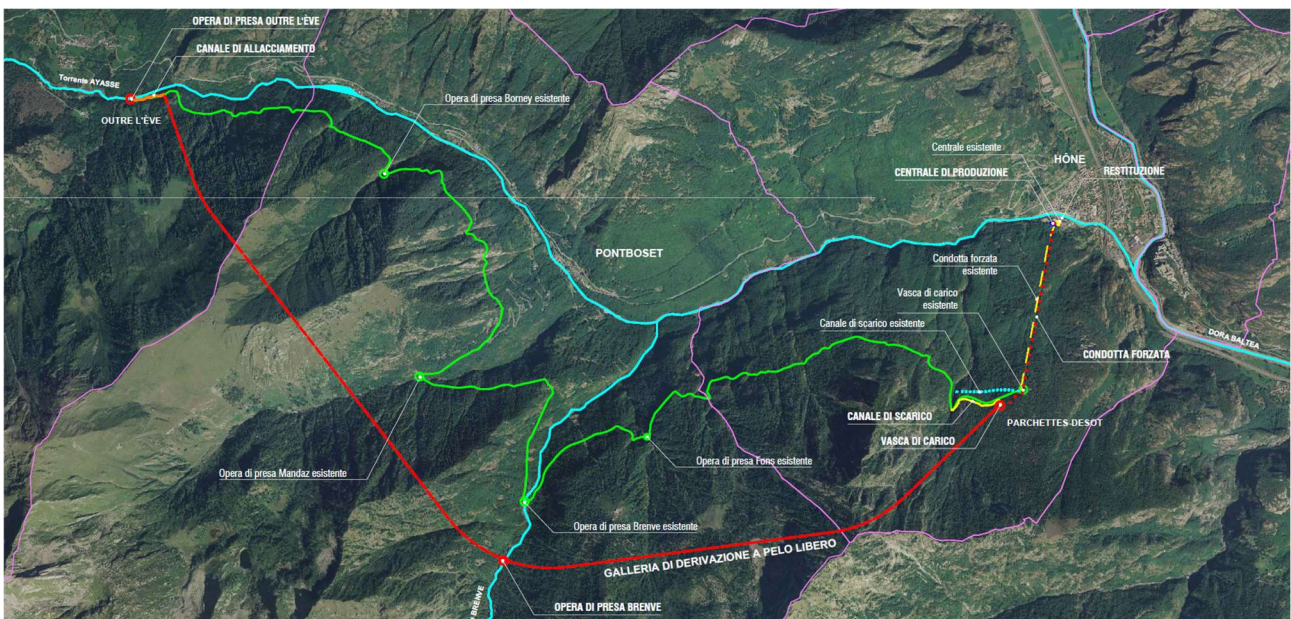


Figura 59: Rappresentazione del vecchio e del nuovo impianto idroelettrico, documento CVA

Il progetto prevede dunque le seguenti opere:

- rifacimento della presa principale sul torrente Ayasse;
- spostamento e costruzione di nuova opera di presa sul torrente Brenve;
- rifacimento di tutte le opere di adduzione;
- spostamento della vasca di carico;
- allungamento del tracciato della condotta forzata;
- spostamento e creazione di una nuova centrale di produzione.

In località Outrelève, nel comune di Champorcher, la nuova opera di presa e il canale di derivazione fuori terra saranno serviti tramite la costruzione di una nuova strada vicinale attraverso un percorso che si svilupperà in sponda idrografica sinistra e che avrà lo scopo di collegare l'area della nuova presa principale sul torrente Ayasse con la Strada Regionale 2, ovvero quelle che collega il comune di Hône a quello di Champorcher.

La centrale idroelettrica verrà posta in adiacenza al fabbricato centrale esistente a quota 368 m s.l.m. su un ampio ripiano posto sulla destra idrografica del torrente Ayasse. La centrale esistente non verrà dismessa o demolita ma subirà un cambio di destinazione d'uso, argomento oggetto di questa tesi. La realizzazione di una nuova centrale comporta la variazione del tracciato planimetrico della condotta forzata a valle di quello attualmente esistente e la costruzione di un nuovo canale di scarico per la restituzione delle acque turbinate al corpo idrico.

La nuova centrale

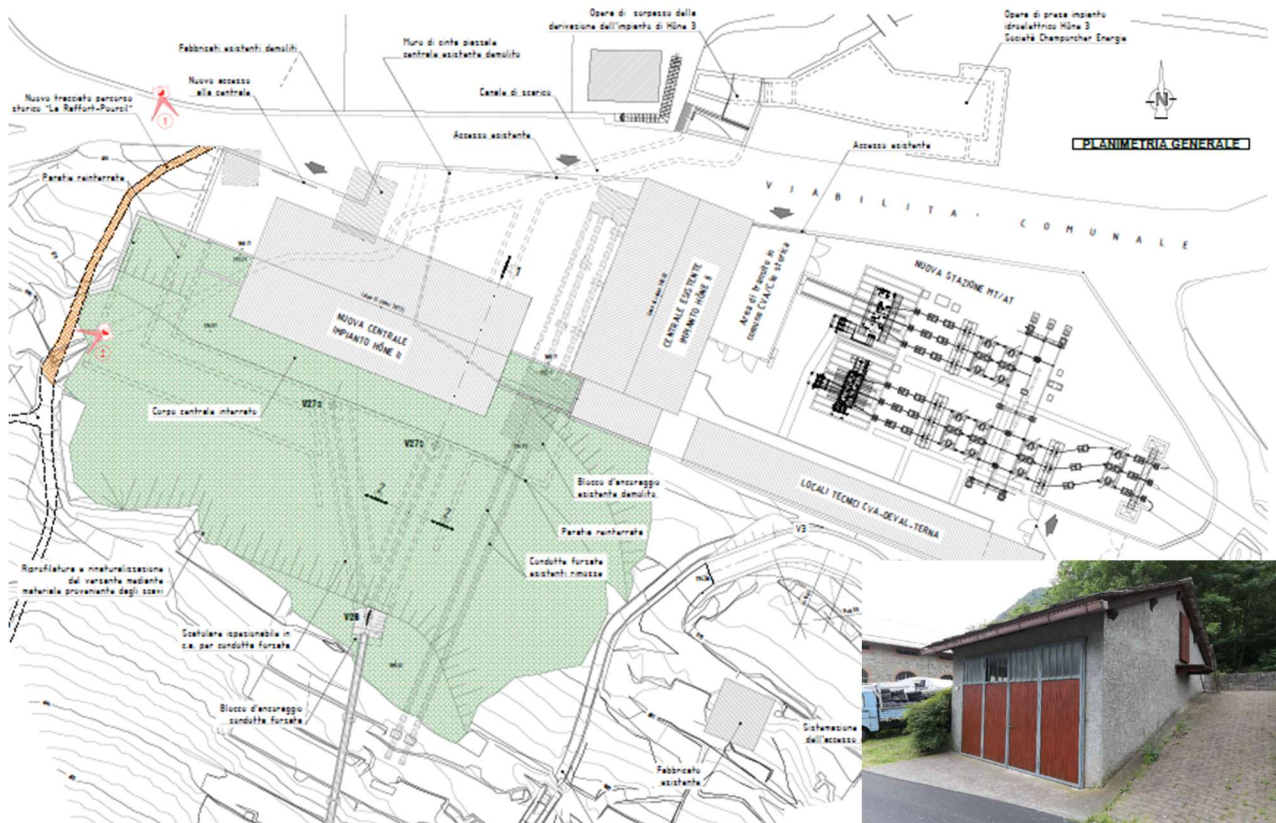


Figura 60: Stralcio del nuovo progetto, documento CVA

La nuova centrale idroelettrica sorgerà nelle immediate vicinanze di quella attualmente presente, sulla destra orografica del Torrente Ayasse. Per la costruzione del nuovo fabbricato si prevede, oltre allo spostamento del sentiero storico, la demolizione di due piccoli fabbricati attualmente presenti lungo la strada. Il corpo di fabbrica principale, ove è previsto l'inserimento dei due nuovi gruppi turbina-generatore, presenta una pianta rettangolare di dimensioni esterne 16,20 x 34,60 m con un'altezza rispetto al piano campagna pari a 13,38 m. Il fabbricato secondario contenente i locali di servizio ed il vano di collegamento con la centrale esistente si svilupperà da est ad ovest, contornando il corpo principale. Il nuovo fabbricato centrale sarà realizzato

all'interno di un piazzale ricavato dall'ampliamento dell'attuale area di pertinenza ovest della centrale. Nella seguente immagine è possibile vedere uno stralcio del progetto della nuova centrale idroelettrica con le parti ad essa annesse e con la sovrapposizione delle parti attualmente esistenti, quest'ultime in linee tratteggiate grige, come i due fabbricati lungo la strada, le attuali condotte forzate e l'attuale sentiero "Le Raffor-Pourcil".

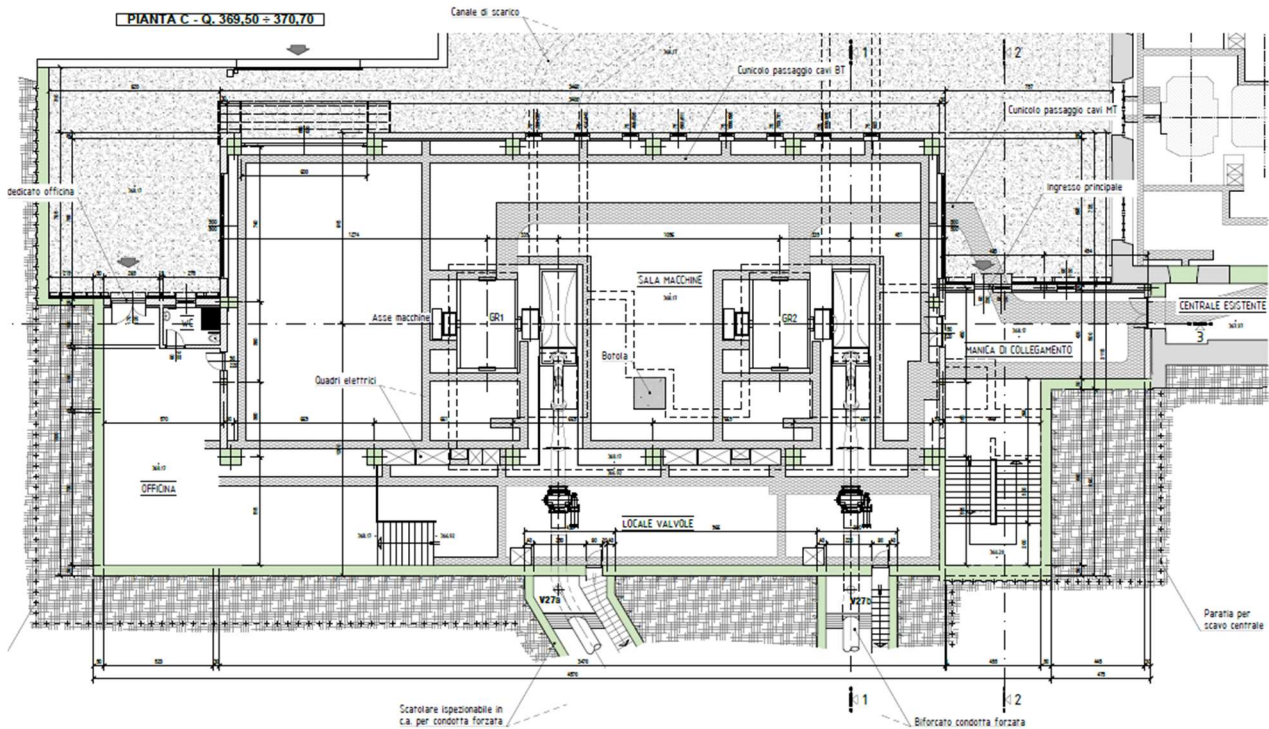


Figura 61: Pianta del piano terreno della nuova centrale, documento CVA

Osservando la pianta del piano terreno della nuova centrale, è possibile vedere parte della centrale attualmente presente posta a destra rispetto a quella nuova in cui è previsto un collegamento tra il nuovo edificio e i bassi fabbricati collocati in corrispondenza della cabina di trasformazione all'aperto. Per questo motivo la parte retrostante dell'attuale centrale idroelettrica verrà separata mediante le chiusure di tutte le aperture di comunicazioni e lasciato al nuovo impianto.

La nuova centrale prevede due gruppi di produzione e al piano terreno è prevista la sala macchina, l'officina e il locale valvole. Al di sopra di questi ultimi due locali sono previsti uno spogliatoio con relativi bagni, un locale TLC, un ufficio sala di comando, una sala quadri BT e le batterie. In cima a tutto ciò verrà poi posizionato il carroponte.



Figura 62: Render della nuova centrale idroelettrica, documenti CVA

Per quanto riguarda la parte architettonica del progetto, la pelle del nuovo fabbricato vuole dare un'immagine di serietà dell'azienda e ricordare la sostenibilità. Si andranno dunque ad inserire materiali che rappresentino un manifesto del carattere aziendale ma che richiamino quelli che sono già presenti nell'ambiente circostante, come ad esempio la pietra. Infatti, sulla facciata Nord principale della nuova centrale, si prevede il

tamponamento di pareti perimetrali attraverso l'impiego di pannelli prefabbricati di colore grigio e rigati mediante l'impiego di matrici in poliuretano in modo da ricordare la scabrosità materica della pietra. Una porzione di facciata verrà realizzata mediante l'impiego di lastre verticali e orizzontali di colore grigio senza fughe in lamiera di alluminio. Per garantire un corretto apporto interno di luce verranno inseriti dei serramenti in alluminio con scansione regolare e aventi alte prestazioni di isolamento acustico. Nella parte alta della facciata verranno invece inserite delle asole rettangolari e quadrate disposte in modo tale da andare a comporre in alfabeto morse la scritta CVA e lungo lo scatolato in alluminio verranno inserite delle strisce led nascoste.

Le strisce led verranno disposte in modo tale da ricreare una linea inclinata di colore rosso avente il tratto iniziale in azzurro e quello finale di colore verde. Il tratto in azzurro ha lo scopo di rappresentare il bacino di raccolta dell'acqua, il tratto rosso schematizza la condotta forzata, mentre l'ultimo tratto in verde indica la produzione di energia verde.

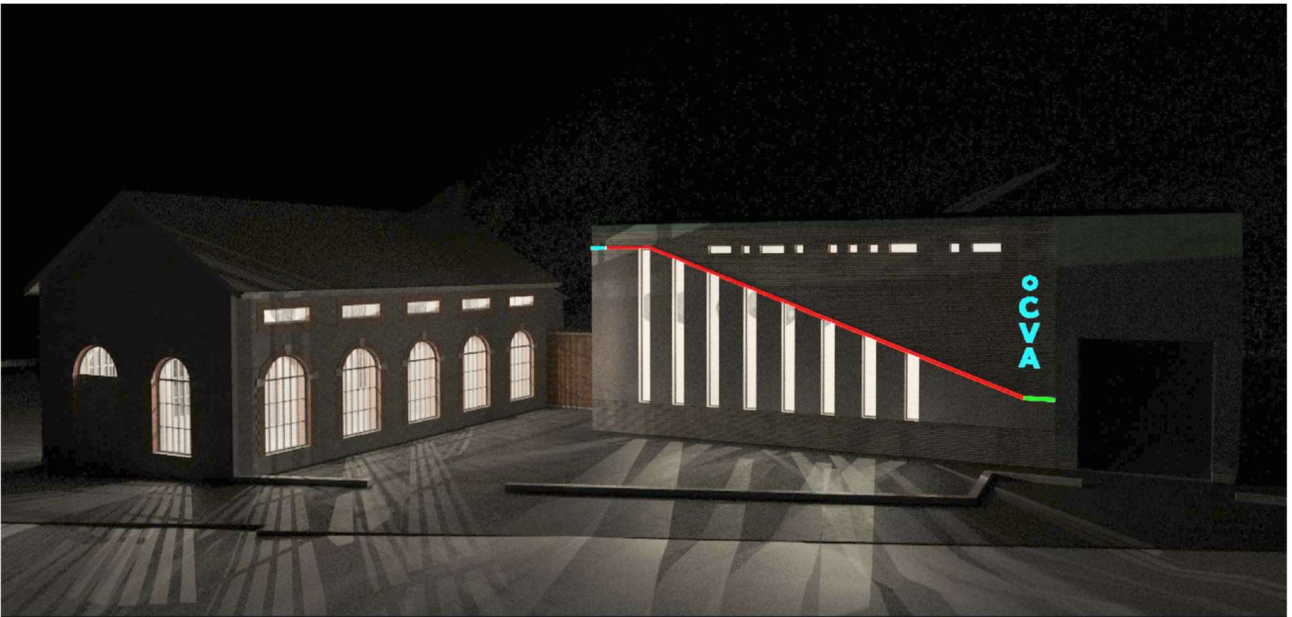


Figura 63: Render notturno della nuova centrale idroelettrica, documento CVA

8. Analisi del territorio

Per poter effettuare delle ipotesi progettuali e portare avanti una proposta di riqualifica dell'edificio industriale oggetto di studio, è stato necessario effettuare diversi tipi di analisi. Per primo è stato analizzato il comune, come ad esempio la posizione geografica, il numero di abitanti e la sua storia, passando poi ad un'analisi più di interesse turistico del territorio dove vengono identificate tutte le attrazioni ed i sentieri più importanti e le mete più interessanti, per poi andare ad analizzare i servizi presenti e quindi individuare ciò che manca all'interno del territorio comunale. Ultimi, ma non per importanza, si analizzano tutti i vincoli presenti nei pressi della centrale idroelettrica. Tutte queste informazioni hanno permesso di individuare le necessità della popolazione e tutto ciò che tornerebbe utile sia ai residenti che ai turisti del luogo per poter mettere a disposizione una soluzione verosimilmente sfruttabile e potenzialmente fruibile da tutti.

Il comune di Hône

Il comune di Hône si colloca al limite orientale della piana di Arnad, nella bassa Valle d'Aosta. Il territorio comunale si estende, per un totale di 12 km², ed è delimitata a Ovest dall'imbocco della valle di Champorcher, a Sud dalla confluenza del torrente Ayasse con la Dora Baltea e dalla chiusa di Bard, mentre a Est dalla Dora Baltea. Il borgo si trova in una zona pianeggiante, ma è circondato dalle montagne: le frazioni sono sparse sui pendii e il borgo è dominato dal forte di Bard. Il comune presenta una popolazione pari a 1148 abitanti, dato aggiornato nel 2022, di cui la maggior parte risulta avere più di 50 anni.

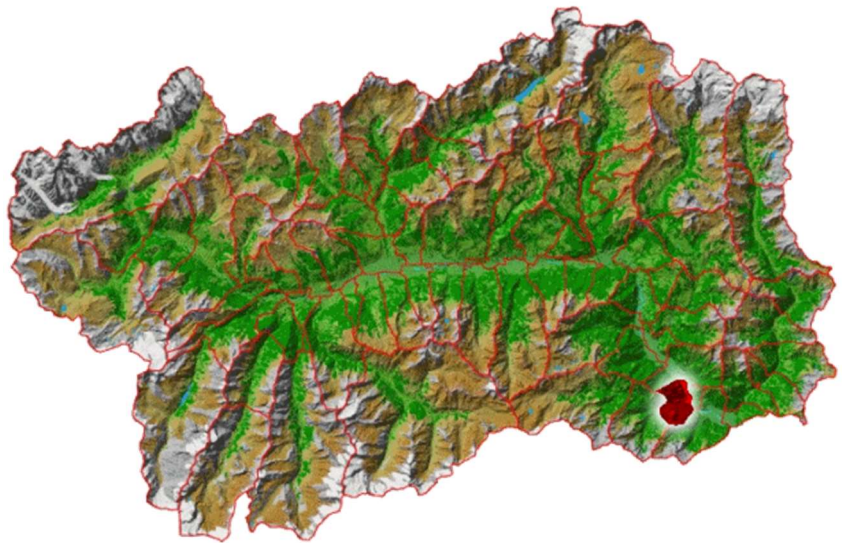


Figura 64: Comune di Hône (www.regione.vda.it)

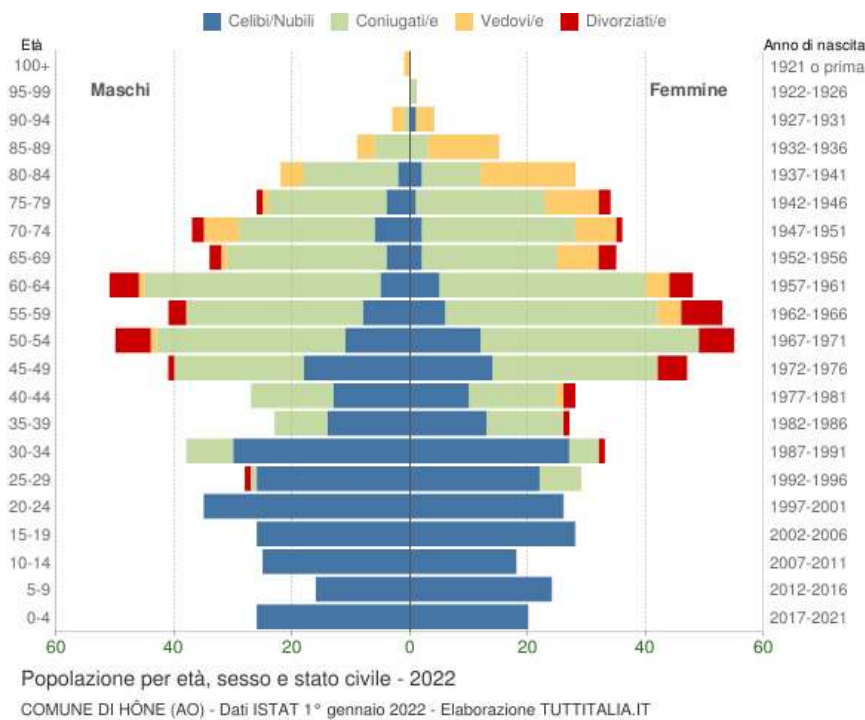


Figura 65: Popolazione del comune di Hône, dati ISTAT 1° gennaio 2022

Alcuni recenti studi di toponomastica sembrano attribuire al nome del paese due significati possibili e, al tempo stesso plausibili. Una prima corrente accosta il significato dei toponimi terminanti in "ona", "one" al suffisso o tema di origine preindoeuropea "onno", "onna", che significa acqua o luogo in cui c'è molta acqua o dove scorre acqua. Mentre altri linguisti sono invece più propensi a collegare il nome di Hône al fitonimo latino "alnus", alno, ontano.

La presenza umana certa sul territorio di Hône risale alla tarda età del Bronzo e all'età del Ferro (900 - 100 A.C.). Informazioni più precise sul passato del comune arrivano solo più tardi, dal 1600 circa in avanti. Hône divenne di proprietà, in ordine, della signora di Bard, dei Savoia e dei signori di Pont-Saint-Martin. Successivamente venne in parte infeudata ed in parte passò alla corona per poi venire successivamente anch'essa infeudata. Dal 1800, oltre all'attività agricola tradizionale, Hône conobbe un certo sviluppo legato alla valorizzazione dei suoi piccoli insediamenti metallurgici: fonderie e vecchie fucine dislocate lungo il corso dell'Ayasse e, più tardi, industrie metallurgiche vere e proprie fra cui la



Figura 66: Targa a Giacomo Gossweiler, documento dell'autore

"Fabrique des clous" risalente agli inizi del '900 e fondata dall'imprenditore svizzero Giacomo Gossweiler. Negli anni di maggiore attività, ai lati della Dora sorgevano numerosi mulini ad acqua, una fucina per la lavorazione dei metalli provenienti dalle miniere di ferro di Roncs-Dessus e Champorcher e a destra del ponte la prolifica fabbrica di chiodi fondata nel 1902 dall'ingegnere svizzero Hans Jacob Gossweiler (1852–1917). Infine giunse poi alle attuali aziende di piccola e media grandezza, operanti in settori che impiegano tecnologie decisamente avanzate.

Un avvenimento importante da ricordare è quella della costruzione della ferrovia, in particolare del tronco Donnas-Verrès nel periodo compreso tra il 1883 ed il 1884 che permise la realizzazione della centrale idroelettrica di Hône in quanto rese possibile il trasporto delle materie prime.

La comunità di Hône conserva anche numerose testimonianze riguardanti il suo passato: fra queste ricordiamo gli antichi "rus" della zona collinare, in particolare quello superiore documentato a partire dal XV° secolo e tuttora funzionante, oltre a quello inferiore, risalente alla seconda metà del 1600. Come pure al 1600 e 1700 risalgono le cappelle dei villaggi e soprattutto la ricca iconografia barocca presente nella Chiesa parrocchiale di San Giorgio. Da citare, infine, il campanile ricostruito in stile romanico nella prima metà del '700.

Di notevole importanza è il ponte sulla Dora, conosciuto anche come Ponte di Bard o Ponte di Hône, già attestato nel 1272, ma la struttura attuale deriva dalla ricostruzione ottocentesca. Questo legava Bard alla zona industriale di Hône, quella che attualmente occupa il quartiere che ospita la stazione. Nei pressi del passaggio a livello si trova il Palazzo Simonis, residenza e fattoria del conte Jean-Jacques Nicole de Bard e poi del conte Georges Simonis, entrambi imprenditori.



Figura 67: Campanile della chiesa di San Giorgio



Figura 68: Vista dall'alto di Hône negli anni 2000 e negli anni 1940

Inquadramento paesaggistico

Nella Bassa valle, superati i comuni di Pont-Saint-Martin e Donnas, proseguendo in direzione di Aosta si raggiunge Bard, dominato dallo strapiombo roccioso sul quale si erge l'omonima fortezza visitabile e oggi sede del Museo delle Alpi. In virtù della sua posizione strategica a controllo dei transiti, la rocca di Bard doveva essere sede di insediamenti fortificati già in età protostorica (Età del Bronzo e del Ferro), ma le prime notizie storiche attestanti la presenza di un sito fortificato risalgono all'inizio dell'XI secolo. Proprietà della nobile signoria di Bard fino al XIII secolo, la rocca passò quindi nelle mani di casa Savoia e, tra XVII e XVIII secolo, venne potenziata ed ampliata a scopo militare. Dopo il memorabile attacco inferto dalle truppe napoleoniche la notte del 21 maggio 1800, il forte fu prima raso al suolo e poi ricostruito da Carlo Felice di Savoia. Nel borgo di Bard, anch'esso, come Donnas, sviluppatosi a ridosso della via romana, si possono ammirare pregevoli edifici del XV-XVI secolo, come ad esempio Casa Challant, Casa del Vescovo, Casa Valperga, Casa della Meridiana e Maison Nicole. A Bard si trova anche un interessante sito geologico, nell'ambito del quale si possono osservare le "Marmitte dei giganti", delle cavità cilindriche formate dalla forza erosiva di acque cariche di detriti, oltre a massi erratici e rocce montonate recanti interessanti incisioni rupestri risalenti al II millennio a.C.



Figura 69: Vista del Forte di Bard e del Ponte medioevale, documenti dell'autore

Attraversando il ponte basso-medievale sulla Dora, si raggiunge il paese di Hône, vera e propria controparte pianeggiante del forte di Bard, da cui ha inizio la valle di Champorcher. A Hône recenti campagne di indagini archeologiche condotte sul sito della chiesa parrocchiale di San Giorgio, hanno evidenziato la presenza di murature relative ad almeno tre chiese precedenti. L'attuale pavimentazione trasparente consente di vedere le parti più significative di queste strutture portate alla luce dagli scavi.

Sempre nel comune di Hône è possibile vedere, praticando una facile escursione, le "Tre Goye di Hône". Queste sono delle vasche naturali, infatti la parola *goye* deriva proprio dal dialetto *patois* ed indica queste vasche create dallo scorrere di un fiume.

Salendo verso il comune di Champorcher si raggiunge il comune di Pontboset, attraversato dal torrente Ayasse che in questo punto ha scavato per secoli la roccia, provocando una profonda gola selvaggia ed impervia, tra rocce levigate, massi e fitti boschi di castagni. Il nome stesso del paese, Pontboset, è evocativo di quella che è una sua caratteristica saliente: la presenza di un gran numero di ponti. In una vallata rocciosa e scoscesa come quella di Champorcher, i collegamenti da una riva all'altra dei torrenti non erano operazioni semplici. Appoggiando le fondamenta dei ponti sopra pareti rocciose, sovrastanti il corso d'acqua, i mastri costruttori del XVII e XVIII secolo hanno edificato delle opere d'arte, che resistono ancora oggi alle portate di piena. A 6 km appena dalla vallata centrale, presso il capoluogo di Pontboset, un tragitto riunisce sei diversi ponti curvati a dorso d'asino sull'orrido di Rathus, che conducono ai valloni del versante soleggiato, dove si arroccano numerosi villaggi abbandonati.

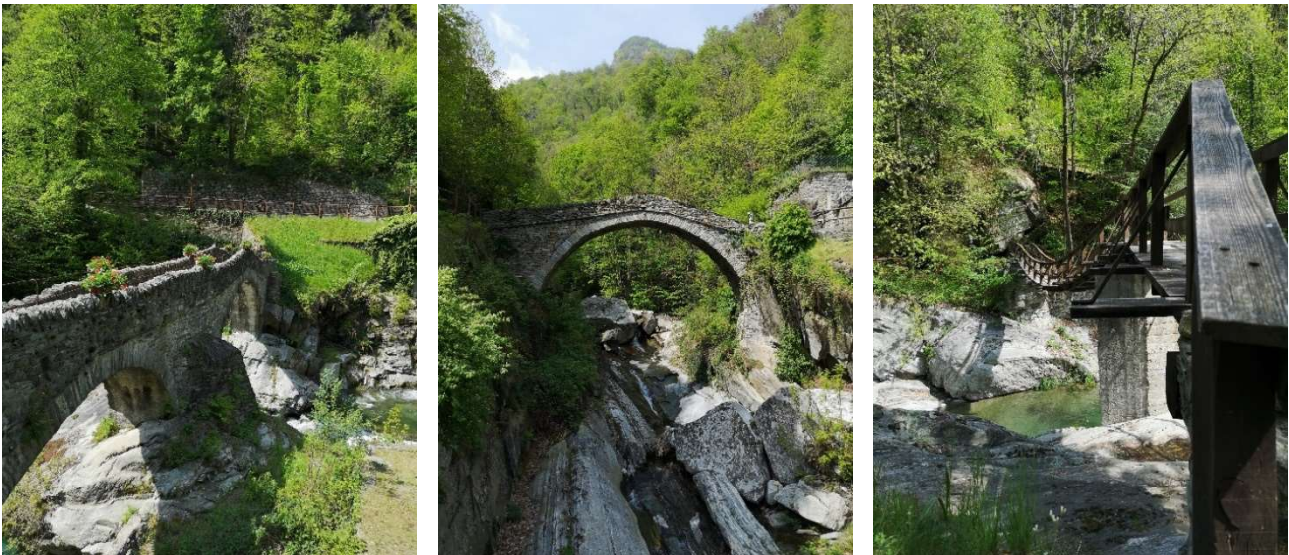


Figura 70: Ponti di Pontboset, documenti dell'autore

Proseguendo si raggiunge il comune di Champorcher, località di sport invernali che nella bella stagione offre la possibilità di splendide passeggiate, essendo parte del Parco Regionale del Mont Avic e al confine con il Parco Nazionale del Gran Paradiso. Sul promontorio roccioso all'inizio del paese si può ammirare la torre quadrata, resto dell'antichissimo castello, interamente ricostruita nel 1320. Su questa stessa altura sorgono inoltre la chiesa e il campanile. L'attività artigianale tipica di questa vallata riguarda la filatura e la tessitura della canapa: in frazione Chardonney si può visitare la mostra permanente, dove si possono vedere gli antichi telai ed ammirare i prodotti di questa lavorazione, e visitare l'Ecomuseo della canapa dove si può rivivere l'atmosfera di una serata del passato trascorsa al telaio. Gli abitanti di Champorcher, nei secoli scorsi, erano specializzati nella tessitura della canapa e, da tutta la Valle d'Aosta, vi si convogliava questa preziosa materia prima, indispensabile, nella vita quotidiana, per la confezione di indumenti intimi, drappi e lenzuola.

Nella Valle di Champorcher, lungo i versanti si possono ammirare inoltre le antiche abitazioni attaccate al pendio, caratterizzate dai loro "soulei", alti fienili chiusi da pareti d'assi verticali strette da pilastri agli angoli. Piccole casette in pietra a 2 piani, costruite accanto, fungevano da essiccatoi per le castagne. Nei villaggi, come Outre l'Eve, nel comune di Champorcher, numerosi granai per i covoni ed il grano testimoniano l'abilità dei carpentieri di questa originale vallata alpina.



Figura 71: Castello ed Ecomuseo a Champorcher, documenti CVA

Inquadramento urbanistico e territoriale

Dal punto di vista urbanistico attualmente l'area occupata dal complesso di strutture C.V.A. si trova inserita in area omogenea Ed2 del vigente P.R.G.C. Nella presente zona, secondo le Norme di Attuazione, sono ammessi interventi di recupero di cui al D.P.R. 380/2001 e s.m.i. "Testo Unico in materia Edilizia" comprendenti: manutenzione ordinaria, manutenzione straordinaria, restauro e risanamento conservativo ristrutturazione edilizia.

L'area oggetto di intervento si trova inoltre inserita nella zona F3 di cui all'art. 35 comma 1 della L.R. 11/98 - "Frane" – F3 aree a bassa pericolosità.



Figura 72: Frane F3, Geoportale VdA

Per quanto riguarda la zonizzazione acustica l'area oggetto di intervento ricade all'interno della classe acustica IV e nella fascia di pertinenza strade extraurbane secondarie – Tipo Cb 50.

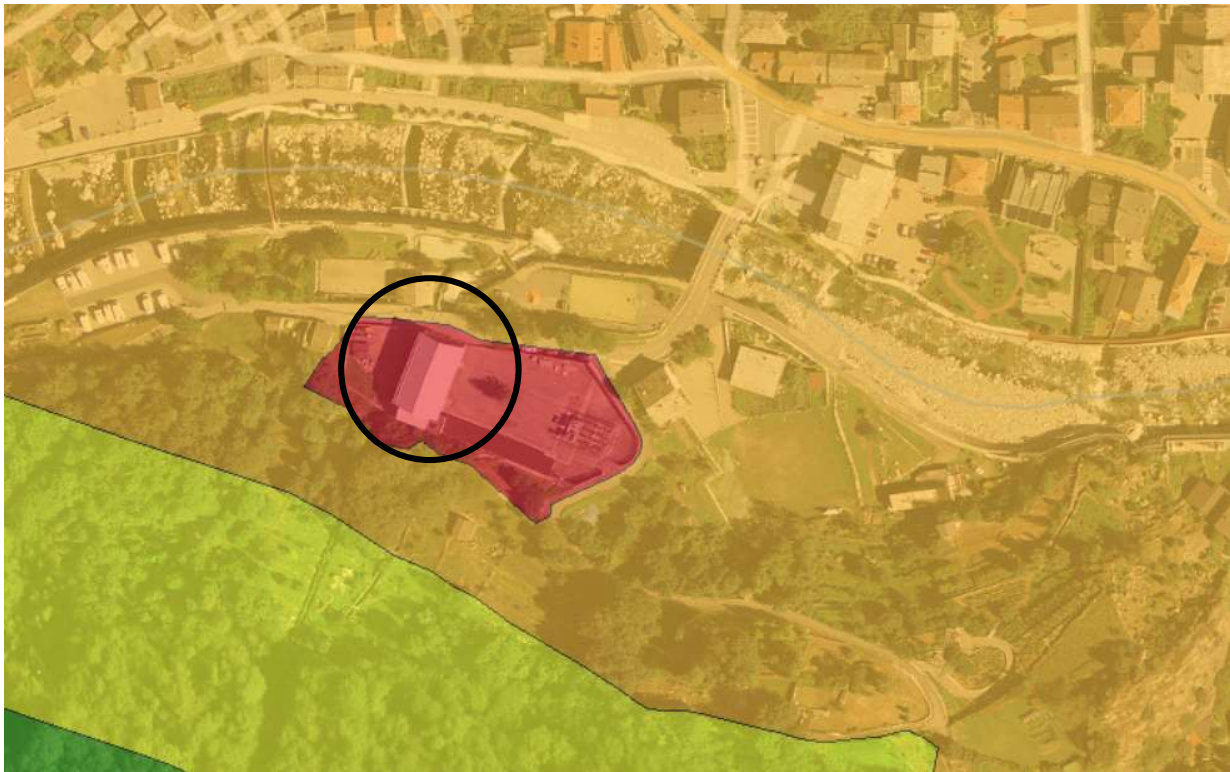


Figura 73: Zonizzazione acustica – Classe IV, Geoportale VdA

Dal punto di vista idrogeologico l'area non si trova in zona sottoposta a vincolo di cui al R.D.L. n. 3267 del 30/12/1923.

Infine, l'area entro la quale si sviluppa il progetto si trova ubicata in zona sottoposta a vincolo paesaggistico ambientale di cui al D.Lgs. n. 42 del 22/01/2004 art. 142 comma 1 lett. c) poiché posta a distanza inferiore a m 150 dalla sponda del torrente Ayasse. Il progetto definitivo qui descritto verrà sottoposto all'esame da parte dell'Assessorato Regionale Turismo Sport Commercio Agricoltura e Beni Culturali – Dipartimento Soprintendenza per i Beni e le Attività Culturali – per l'emissione del prescritto atto autorizzativo.

SOTTOZONA	SUPERFICIE TERRITORIALE	PRESENZA DI AMBITI INEDIFICABILI	SISTEMA AMBIENTALE	DESTINAZIONI D'USO Art. 10 NDA	INTERVENTI AMMESSI Artt. 8, 9 e 59 NDA (1) (3)	STRUMENTI ATTUATIVI E TITOLI ABILITATIVI
Ed2 Centrale Hône 2	4.480 m ²	Terreni a rischio di inondazioni art. 36, Lr. 11/98 Terreni sedi di frane art. 35 Lr. 11/98	SR Sistema insediativo tradizionale: sottosistema a sviluppo residenziale (art. 16)	Comma 13. attività pubbliche di servizio o di pubblico interesse (m): - cabine di trasformazione dell'energia elettrica (m5). Comma 10. Attività produttive industriali non collocabili in contesti abitativi (h): - produzione di energia elettrica al di sopra del 3000 KW (h4).	Art. 8 Comma 2: Lettera a) interventi di recupero: punti 1), 2), 3), 4) Lettera b) interventi di nuova costruzione: punto 1) punto 2) limitatamente agli interventi di urbanizzazione primaria punto 3) lettera d) interventi di demolizione totale o parziale di manufatti ediliz, attrezzature e impianti lettera e) altri interventi: punto 4) punto 5) (2)	ced dia
<p>Note: gli interventi ammessi per l'edificio principale, classificato "documento", sono soggetti alle disposizioni di cui all'art. 25 delle NDA (1) salvo disposizioni di cui all'art. 25 delle NDA (2) ad esclusione degli interventi di cui alle lettere d), g), m), o), r), comma 1, art. 61, Lr. 11/1998 (3) per gli interventi compresi nella fascia di rispetto di m. 5 della centrale di Hône 2 si applicano le disposizioni di cui al comma 6, art. 25 delle NDA.</p>						

Figura 74: TAB.1E.9 - Destinazione d'uso e modalità d'intervento, NDA

Si prevede la modifica della destinazione d'uso dell'immobile. Secondo l'articolo 73 della legge regionale del 6 aprile del 1998, n. 11, sono ammesse le seguenti destinazioni d'uso:

- destinazione ad usi ed attività di tipo naturalistico;
- destinazione ad usi ed attività di carattere agro-silvo-pastorale;
- destinazione a residenza temporanea legata alle attività agro-silvo-pastorali;
- destinazione ad abitazione permanente, principale o temporanea;
- destinazione ad usi e attività produttive artigianali o industriali, di interesse prevalentemente locale;
- destinazione ad usi e attività commerciali, di interesse prevalentemente locale;
- destinazione ad usi ed attività turistiche e ricettive;
- destinazione ad attività produttive industriali non collocabili in contesti urbano-abitativi;
- destinazione ad attività commerciali non collocabili in contesti urbano-abitativi;
- destinazione ad attività sportive, ricreative e per l'impiego del tempo libero, richiedenti spazi specificatamente destinati ad attrezzature, impianti o servizi, o apposite infrastrutture;
- destinazione ad attività pubbliche di servizio o di pubblico interesse.

Analisi del contesto

Di seguito si riporta una mappa rappresentate i principali servizi, elencati poi di seguito, presenti nel comune di Hone. Per ulteriori immagini si faccia riferimento alla tavola dell'analisi di contesto.

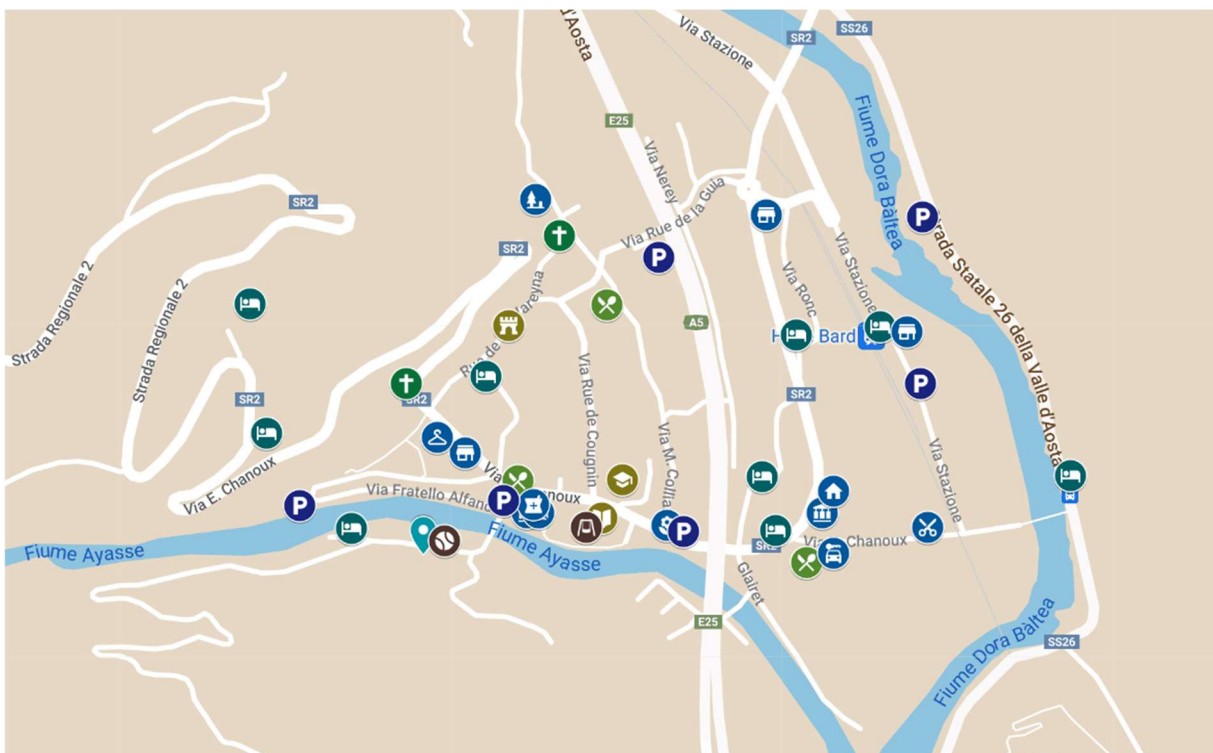


Figura 75: Servizi presenti nel comune di Hone, documento dell'autore

Nel comune di Hone sono presenti i seguenti servizi di utilità:

- stazione ferroviaria
- biblioteca
- banca
- uffici comunali
- farmacia
- ambulatorio medico
- ufficio postale
- ricarica per auto elettriche

- centro anziani
- sala polivalente

Sono presenti i seguenti beni culturali:

- Chiesa di San Giorgio
- Palazzo Marelli
- Ex latteria “La maison du bon Terroir”
- Ex latteria “La maison du bon Grain”
- Cappella di Saint-Roch
- Ponte di pietra settecentesco

Sport e tempo libero:

- Palestra comunale
- Parco giochi
- Campo basket e calcetto
- Campo pallavolo
- Campo bocce e palet
- Area sosta camper “Le Raffor”

Ricettività turistica:

- Bar – Pizzeria – Ristorante: Mulino
- Bar Ristorante Hotel Bordet “Da Caterina e Silvia”
- Bar - Ristorante – Pizzeria: Antichi Sapori
- Ristorante mensa self-service full residence S.r.l.
- Ristorante – Bar – Affittacamere: Ristoro Saint Roch
- Locande – Pensioni – Affittacamere: Le Chemin de la Luge
- Ostello: Auberge de la gare
- Agriturismo
- B&B La Lanterna
- B&B Maison de Ghitta
- B&B Lo Sougnet
- B&B – appartamento: Maison Perret
- B&B Lou Quiou

Itinerari:

- Vasca di carico CVA
- Hone – Pourcil – Cormoney
- Hone – Pontboset (Frontière)
- Chiesa di San Giorgio – Biel
- Sentiero Orridi
- La Clevaz – Pian Fiou

Luoghi da visitare:

- L’”Envers””: sulla destra orografica del torrente, si trova Pourcil, situato a quota 965 m slm, con tutta una serie di altri villaggi e case che lo circondano, per lo più abbandonati. Pourcil è uno dei più antichi insediamenti di Hone, attestato già a partire del XV secolo.
- L’”Adret””: lungo la strada regionale, tra alcune case passa le “Chemin du Roi”, l’antica strada reale, a Plan Priod c’è una chiesa del 1630.
- Il Capoluogo: diviso in quartieri, c’è una cappella costruita al tempo della peste (1630), c’è una dimora fortificata di probabili origini cinquecentesche.

Analisi SWOT

È stata effettuata un'analisi SWOT che ha permesso di identificare i punti di forza, di debolezza, le opportunità e le minacce di un progetto. Questo è uno strumento di pianificazione strategica che permette ad un individuo o ad un'organizzazione di prendere una determinata decisione per il raggiungimento di un determinato obiettivo.

L'analisi SWOT è suddivisa in quattro parti:

- Elementi interni che sono utili al conseguimento degli obiettivi: punti di forza (S);
- Elementi interni dannosi al conseguimento degli obiettivi: punti di debolezza (W);
- Elementi esterni che sono utili al conseguimento degli obiettivi: opportunità (O);
- Elementi esterni dannosi al conseguimento degli obiettivi: minacce (T).

Di seguito si riporta l'analisi SWOT effettuata.

<p>STRENGTHS (punti di forza)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ampia disponibilità di spazi all'interno dell'edificio • Edificio a carattere storico (involucro) • Presenza di macchinari a carattere storico • Grande altezza interna dell'edificio • Ampia disponibilità di parcheggi nelle immediate vicinanze • Facilmente raggiungibile a piedi, con mezzi pubblici e in macchina 	<p>WEAKNESSES (punti di debolezza)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vicinanza alla nuova centrale idroelettrica • Presenza di umidità dovuta alla vicinanza al torrente Ayas • Pessima esposizione al sole in quanto i promontori circostanti coprono il sole • Pessima posizione geografica • Possibilità di non avere il sole per un mese all'anno circa
<p>OPPORTUNITIES (opportunità)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presenza di servizi a carattere ludico per persone di tutte le età • Vicinanza al Forte di Bard • Vicinanza alle fermate dei mezzi pubblici • Presenza di un'area sosta camper • Vicinanza a numerosi sentieri e mete turistiche • Vicinanza alla vallata di Champorcher e relativo Parco del Mont Avic 	<p>THREATS (minacce)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vincoli derivanti dalla tutela dell'edificio in quanto di carattere storico • Vincoli derivanti dall'immediata vicinanza della nuova centrale idroelettrica ed elementi accessori • Disturbo acustico dovuto alla nuova centrale idroelettrica

Rilievo e stato dell'opera

Per poter modellare tridimensionalmente l'edificio esistente è stato effettuato un rilievo topografico mediante l'utilizzo del drone, del GNSS e del Laser Scanner. I primi due sono stati utilizzati per il rilevamento della centrale dall'esterno e di parte del territorio circostante, mentre il Laser Scanner è stato utilizzato per rilevare con precisione tutto l'interno della centrale idroelettrica.

Per effettuare un rilievo con drone sono necessari differenti passaggi. Per prima cosa bisogna posizionare a terra i Ground Control Point, ovvero i target per drone. Questi sono dei quadrati in materiale plastico di dimensioni 50x50 cm. Il colore può variare, si possono trovare di colore giallo e nero, bianco e nero o bianco e rosso. Questi vengono fissati al terreno mediante l'impiego di appositi picchetti oppure mediante il posizionamento agli angoli di materiali pesanti, quali pietre, nei casi in cui non vi è la possibilità di inserire il picchetto nel terreno. Una volta posizionati i target si procede con la rilevazione del punto centrale mediante GNSS (Global Navigation Satellite System). Infine, dopo una corretta pianificazione del volo, si procede con il rilievo.



Figura 76: Drone Intel Falcon 8+ Topco a sinistra (documento dell'autore) e target per drone a destra (aerialclick.com)

Come descritto precedentemente, per la rilevazione della posizione dei marker è stato utilizzato il GNSS. Quest'ultimo utilizza la ricezione dei segnali inviati dai satelliti in orbita di cui si conoscono le coordinate. Per il presente rilievo è stato utilizzato il posizionamento cinematico, ovvero un sistema che prevede delle reti GNSS dinamiche. Queste sono delle stazioni GNSS permanenti che funzionano 24 ore al giorno, tutti i giorni, e la tecnica impiegata è quella del RTK network, o NRTK, che permette di conoscere la correzione delle coordinate in tempo reale.

Per effettuare il rilievo ci si è appoggiati al Servizio di Posizionamento Interregionale GNSS (SPIN3 GNSS) di Regione Piemonte, Regione Lombardia e Regione Autonoma Valle d'Aosta. Questa Rete è costituita da 39 stazioni permanenti GNSS distribuite in maniera omogenea sul territorio piemontese, lombardo e valdostano, e dotate di ricevitori geodetici multi-costellazione aperti all'uso delle costellazioni GPS, GLONASS e GALILEO. I dati grezzi vengono acquisiti dalle diverse stazioni per poi essere inviati al Centro di Calcolo nel quale è installato un software per la gestione e l'elaborazione dell'intera

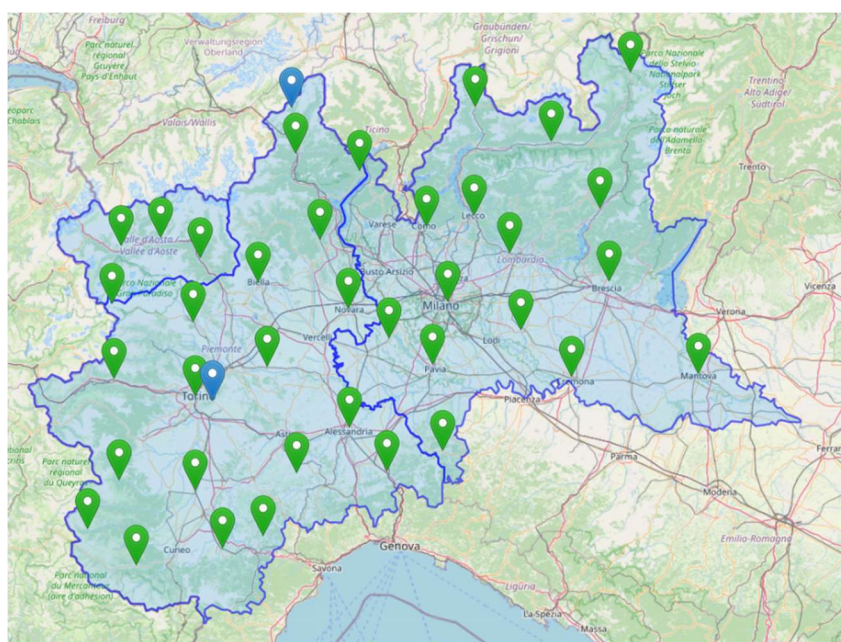


Figura 77: Stazioni online in verde e solo post elaborazione in blu, www.spingnss.it

rete in tempo reale. Una volta connesso alla rete, l'utente ottiene istantaneamente dalla rete SPIN 3 GNSS le correzioni da apportare alle proprie misure, con un conseguente miglioramento della precisione del rilievo finale, che risulta già georiferito nel sistema geodetico nazionale ETRF2000-RDN ed è omogeneo rispetto alle acquisizioni eseguite da altri utenti. Di seguito si riporta una mappa che individua la posizione delle stazioni permanenti.

Come è visibile dalla mappa soprastante, in Valle d'Aosta sono presenti tre stazioni permanenti collocate rispettivamente a Verrès, Nus e a Saint-Nicolas. Di seguito si riporta un'immagine di quella presente nel comune di Nus.



Figura 78: Stazione permanente di Nus, documento dell'autore

Un altro strumento utilizzato per effettuare il rilievo è il Laser Scanner o LIDAR (Laser Imaging Detection and Ranging). Questo tipo di strumento viene utilizzato per misurare la posizione di un punto calcolando il tempo che passa tra l'emissione di un raggio laser e il suo rientro al punto di partenza dopo aver rimbalzato sull'oggetto stesso. Il funzionamento di questo strumento si basa sulla sua rotazione intorno all'asse verticale e orizzontale permettendogli di misurare in ogni direzione tutto l'ambiente circostante.

Lo strumento viene posizionato in un punto all'interno della stanza da rilevare e viene lasciato in posizione per la durata del rilievo. Il tempo di rilevazione dei punti dipenderà dalla precisione che si vuole ottenere in quanto ad una precisione maggiore corrisponderà un rilevamento di punti maggiore e quindi tempistiche maggiori. Una volta effettuato il rilievo dal punto desiderato si sposta lo strumento e si effettua un altro rilievo. Il risultato finale sono n nuvole di punti che sono state messe insieme e posizionate correttamente mediante l'utilizzo del software Cloud Compare. Le nuvole di punti sono state in seguito inserite all'interno del software Revit da cui è possibile ottenere delle viste tridimensionali, delle sezioni e delle piante di queste nuvole di punti.



Figura 79: Vista tridimensionale della nuvola di punti, documento dell'autore

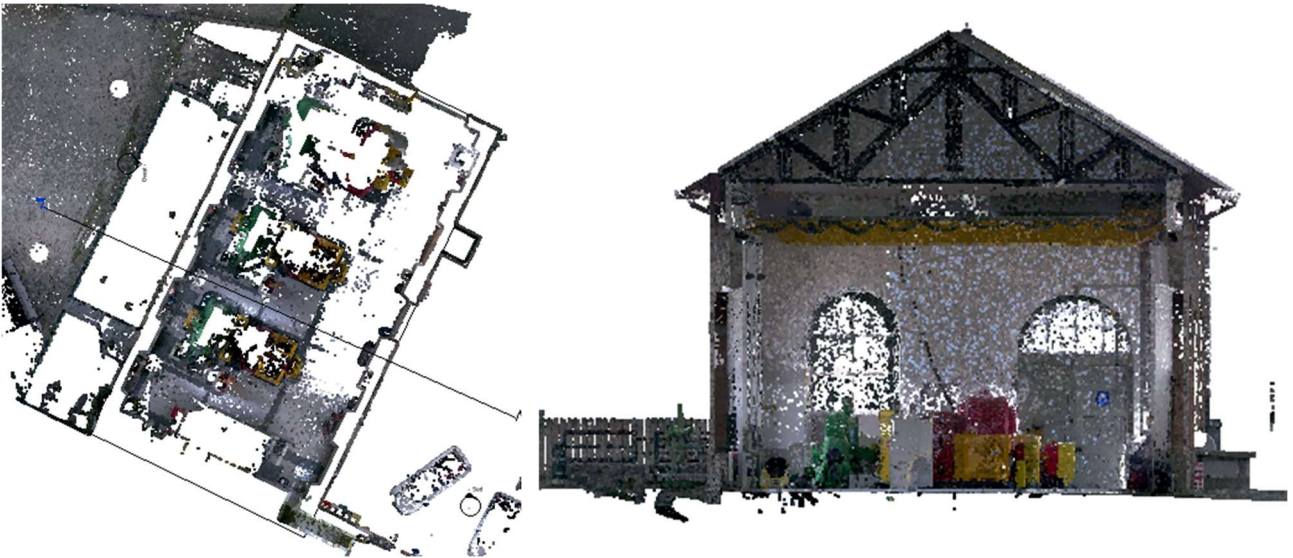
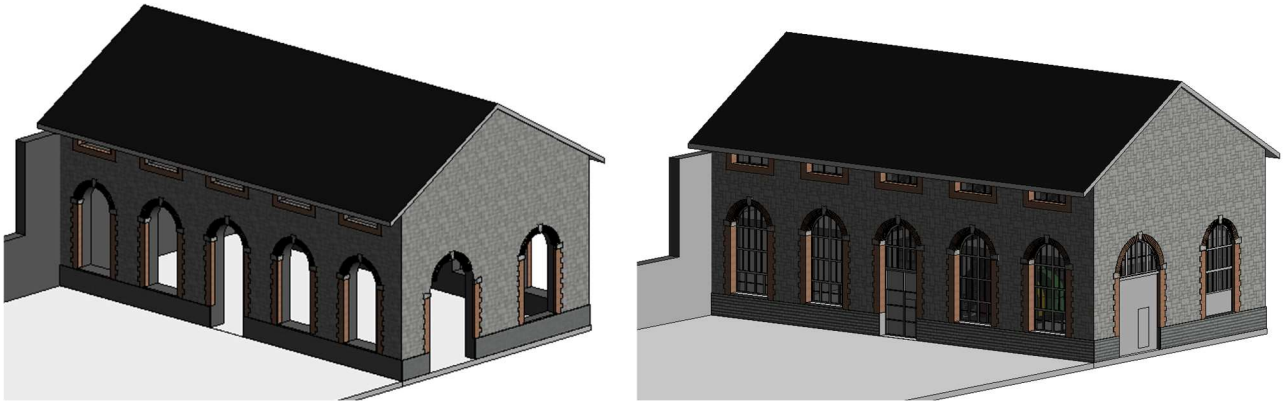


Figura 80: Pianta e sezione della nuvola di punti, documento dell'autore



Figura 81: Vista tridimensionale della nuvola di punti all'interno della centrale, documento dell'autore

Le nuvole di punti sono state “ricalcate” sempre all’interno del software Revit. In particolare sono stati definiti tutti i materiali esterni, sono state disegnate appositamente i serramenti in quanto non presenti in nessuna libreria del programma, e sono state rappresentate tutte le pietre e i mattoni che incorniciano le aperture dell’edificio. Le nuvole di punti hanno dunque permesso di riproporre l’edificio in digitale da cui sono state ricavate quattro proposte progettuali.



Una volta terminata la modellazione dell'edificio, attraverso il software Enscape, un plug in di Revit, sono state effettuate varie immagini fotorealistiche dell'edificio.



Figura 82: Immagini fotorealistiche della Centrale, documento dell'autore

9. Il progetto di riqualificazione

Negli ultimi decenni, a causa di numerosi cambiamenti in tanti settori industriali e conseguentemente ai progressi tecnologici e digitali, molte aziende sono state chiuse e molti edifici dismessi a favore di nuovi edifici più funzionali e innovativi. In Italia, ma non solo, sono presenti numerosi edifici industriali dismessi, spesso abbandonati e destinati ad un repentino degrado che hanno portato alcuni quartieri ad essere decadenti, pericolosi e malfrequentati. Generalmente questi spazi sono ricchi di potenziale sia dal punto di vista dell'immobile che da un punto di vista economico e sociale in quanto sovente si trovano in zone ad alto valore strategico per lo sviluppo delle città e del territorio circostante ed hanno un notevole impatto sulle condizioni sociali delle comunità locali. Da ciò si può intuire il motivo per cui sia così importante rinnovare edifici ed aree di questo genere, in quanto riqualificare uno spazio dismesso significa proprio dargli una nuova vita rendendolo sicuro e trasformandolo in qualcosa di utile per la collettività, motivo per la quale si sente sempre più parlare di interventi di questo genere.

Esempi di riqualifiche di siti industriali

Numerosi sono gli esempi di riqualifiche di siti industriali ed è possibile trovarne sparsi in tutto il mondo. Uno dei più importanti interventi è quello del Guggenheim Museum a Bilbao, progettato dall'architetto canadese Frank Gehry. Questo museo, inaugurato nel 1997, ha reso unica una città ed ha regalato la notorietà a Bilbao, una cittadina nel nord della Spagna che accoglie il famoso museo. La realizzazione del museo ha fatto arrivare nella cittadina un processo di rinnovamento che ha portato Bilbao alla ribalta del mondo intero. Con gli anni è diventata una città moderna, tra le mete turistiche preferite per la cultura e si è lasciata alle spalle il suo passato industriale. Il museo è stato realizzato su un ex molo del porto sulle rive della Ría de Bilbao, recuperando e riqualificando quella parte della città, ma dando anche l'avvio a una rigenerazione urbana generale.



Figura 83: Guggenheim Museum di Bilbao, www.webuildvalue.com

L'architetto canadese ha scelto questo posto per un progetto ex novo in quanto questa zona di Bilbao avrebbe dato al suo edificio qualcosa di unico: sarebbe stato visibile da tre punti strategici della città. L'edificio visto dal fiume sembra quasi una nave, con una copertura che richiama alla mente le squame dei pesci, dove ogni

singolo pezzo ha il suo posto e solo quello come in un puzzle perfetto, se invece si osserva il museo dall'alto questa richiama la forma di un fiore. Nonostante il Guggenheim nel corso degli anni abbia ospitato più di 160 mostre di arte moderna e contemporanea, è proprio la sua struttura ad attirare grande attenzione.

Un altro esempio molto interessante è La Tate Modern, un museo che fa parte del complesso Tate del Regno Unito. Il museo si trova in quella che un tempo era la centrale termoelettrica di Bankside. L'edificio, con una ciminiera alta 99,06 m e una larghezza di 200 m fu costruito in più fasi tra il 1947 e il 1963. La centrale fu chiusa nel 1981 quando il crescente prezzo del petrolio la rese antieconomica e, dopo un lungo periodo di abbandono, nel 1995 la direzione della Tate Gallery affidò il progetto per la riconversione dell'edificio a spazio museale. La Tate Modern venne inaugurata il 12 maggio 2000 ed oggi risulta uno dei musei più visitati al mondo. I caratteri peculiari della preesistenza sono mantenuti e rafforzati e diventano un fondamentale elemento di riconoscibilità per il nuovo. Rimangono leggibili all'interno di uno dei primi progetti che hanno dato un senso nuovo e sapiente al riuso dell'esistente ex industriale.



Figura 84: Tate Modern, immagine tratta da "Riuso del patrimonio ex industriale: la nuova Tate Modern di Londra", Laura Milan - 14 dicembre 2020

In Italia un grande esempio è il Parco Dora, situato nella prima periferia nord di Torino e contribuisce a recuperare la più grande area dismessa che il progressivo ma costante abbandono dell'attività manifatturiera della Fiat ha lasciato alla città. Il Parco Dora è attraversato dall'omonimo fiume, affluente del Po, da cui prende il nome, ha avuto la capacità di diventare un vero, ma soprattutto necessario, spazio collettivo al servizio di un nuovo quartiere sorto intorno all'area a partire dai primi anni Duemila in realizzazione di quanto tracciato qualche anno prima dal nuovo piano regolatore della città. L'intervento ha infatti radici che affondano nella metà degli anni Novanta, quando viene approvato il PRG che ha impostato lo sviluppo della città lungo la direttrice segnata sul territorio dal passaggio della linea ferroviaria. Su questo asse, denominato Spina centrale, ha individuato quattro punti di progressivo intervento identificati da altrettanti nuclei di aree industriali dismesse che sono diventate punto di partenza di un processo di riqualificazione dagli esiti a volte controversi e non ancora del tutto compiuti: Spina 1 con le ex officine Fiat Materferro, Spina 2 con il nucleo Politecnico-Officine Grandi Riparazioni-stazione di Porta Susa-grattacielo Intesa San Paolo, Spina 3 incentrata sulla

residenza, il terziario e sulle aree di servizio alla collettività e, spostandosi verso nord, la non ancora compiuta Spina 4.

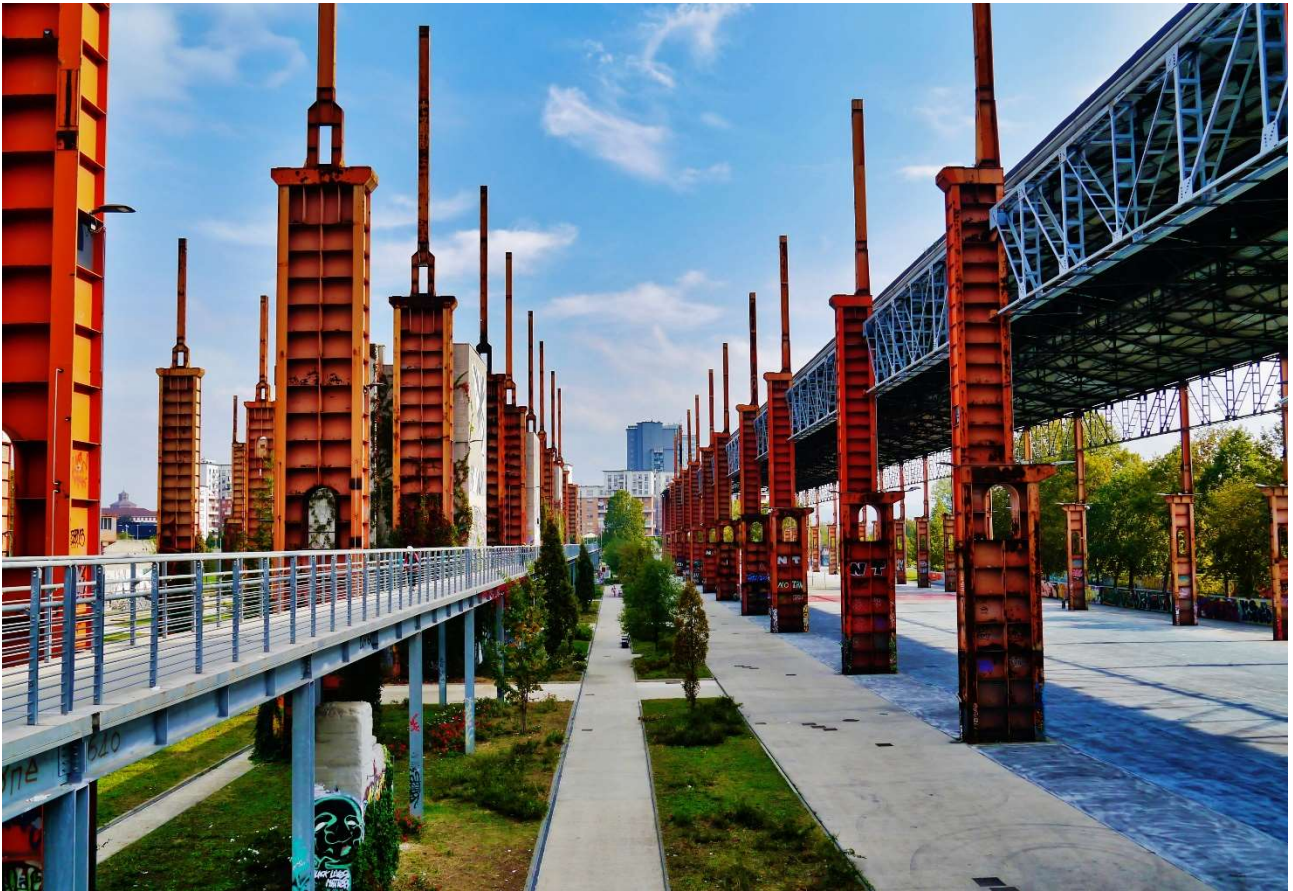


Figura 85: Parco Dora Spina 3, immagine tratta da Wikimedia Commons

Sempre in Italia si può parlare dell'area industriale di Pero, l'aeroporto di Malpensa e il polo fieristico di Rho, l'ex area metallurgica "La forgiatura". A Firenze si può parlare del progetto di riconversione dell'ex stazione Leopolda, a Catania dell'ex deposito di arance e a Napoli dall'ex area industriale.

Se invece facciamo un ingrandimento sulle sole centrali di produzione di energia elettrica, derivante da qualsiasi fonte, è possibile trovare numero esempi di abbandoni ma anche di riqualifiche o di rimesse in funzioni. La maggior parte delle centrali dismesse sono diventate dei musei, altre invece centri sociali, spazi ricreativi e di incontro, spazi di condivisione, cinema e molto altro. Spesso si parla di edifici degli anni compresi tra 1920 e 1930, facenti parte dell'archeologia industriale e quindi si parla di edifici tutelati, fattore che purtroppo non è sempre a favore della riqualifica dell'edificio a causa dei numerosi vincoli presenti.

Di seguito si riportano alcuni esempi di centrali dismesse con i relativi interventi effettuati:

- Ex centrale elettrica Emilia: attivata nel 1927 e alimentata dapprima a carbone, poi a gasolio e infine a metano, collocata in un'area urbana a forte vocazione industriale e tessile. Nel 2003 la centrale è stata restituita al pubblico come "Officina della Luce", uno spazio espositivo per l'arte contemporanea. Attualmente è inoltre presente un laboratorio di ricerca che occupa l'officina trasformatori della centrale;
- Ex centrale termoelettrica di Celadina nasce Daste: centrale situata nella città di Bergamo che, con la sua riqualificazione, ha permesso una rigenerazione urbana e la costruzione di un centro di socialità e produzione creativa. L'area occupata da Daste si estende su oltre 3000 metri quadrati e ospita uno spazio eventi indoor, un bistrò, un cinema e degli uffici. A questi si aggiungono uno spazio eventi outdoor, una loggia porticata e una grande piazza. Grazie ad allestimenti e arredi modulari, tutti gli spazi di Daste sono facilmente adattabili e si prestano a ospitare iniziative culturali così come eventi e riunioni aziendali;

- Centrale idroelettrica di Crespi d'Adda: centrale abbandonata nel 2009 e nel 2015 rimessa in funzione, la parte storica è diventata un museo;
- Centrale idroelettrica di Temù: dismessa e utilizzata come deposito
- Ex centrale elettrica di Barghe: è stata riqualificata e ha dato vita a spazi di attività culturali, creative, artistiche, formative per lo sviluppo economico-sociale del territorio, oltre ad una sezione dedicata a spettacoli e uno spazio espositivo;
- Ex centrale idroelettrica Malnisio: ridestinata a museo;
- Centrale “*il Luciòn*”: centrale idroelettrica situata a Sannazzaro de' Burgondi, in provincia di Pavia, progettata nel 1895 dal padre dello scienziato Albert Einstein. Questa è stata rimessa in funzione dai due fondatori di Translated per azzerare le emissioni della loro azienda.

Proposte progettuali per la riqualifica della Centrale

Il focus principale della presente tesi è quello di cercare una o più soluzioni progettuali per un possibile riutilizzo dell'edificio, progetto che apre la strada a future ricerche sullo sviluppo di una soluzione che permetta di ottenere un edificio ad emissioni zero.

Dopo aver effettuato un'analisi del territorio, dei servizi presenti, degli itinerari più interessanti della zona e dei vincoli paesaggistici, territoriali e normativi, nel presente capitolo è stata effettuata un'analisi sulle riqualifiche di edifici industriali non solo per denotare la loro importanza, ma anche per poter prendere spunto da alcuni interventi che hanno avuto successo sia sul territorio che sulla comunità. Da queste analisi è stato possibile ottenere un quadro generale di ciò che sarebbe possibile andare a realizzare all'interno della Centrale, cercando però di non dimenticare mai la storia industriale di questi spazi e, anzi, cercando di valorizzarli.

Le proposte progettuali derivano da numerosi ragionamenti e rispondono a svariati quesiti. Grazie alla posizione geografica dell'edificio e all'analisi sui servizi presenti nelle immediate vicinanze è possibile stabilire la tipologia di clientela che usufruirà della struttura. L'immediata vicinanza ai campi da calcetto e da pallavolo permette di avere una clientela più giovane, mentre la vicinanza al campo da bocce suggerisce una clientela più anziana. La vicinanza al forte di Bard, all'area sosta camper e alla partenza di diversi itinerari suggeriscono invece la presenza di turisti, famiglie, coppie e gruppi di amici. Si è dunque arrivati alla conclusione di dover mettere a disposizione un luogo accessibile a persone di ogni età e quindi cercare delle soluzioni che potessero mettere insieme ogni esigenza. Il principale punto di unione della clientela ipotizzata è rappresentato dalla zona bar per la consumazione di bevande e cibi freddi ed in particolare per la degustazione di prodotti tipici del territorio regionale. Infatti in questo tipo di attività si recano persone di tutte le età, dalle persone del luogo che vengono a bersi un caffè o una bibita dopo aver usufruito dei campi sportivi appena al di fuori della struttura, ai turisti che vengono a degustare i prodotti tipici della regione. Per questo motivo tutte le proposte presentano un bar che mette a disposizione il proprio servizio all'interno del locale ma anche nel proprio dehor esterno.

Uno degli obiettivi che accomuna tutte le proposte progettuali è proprio quello di mettere in risalto la storia dell'edificio e ricordare la sua funzione primaria. Questo è stato fatto cercando di mantenere uno o più gruppi di produzione che diventano così elementi museali, si è cercato di riproporre nel bar la struttura della cabina silente esistente ed inserire su un muro il quadro sinottico con lo schema dell'impianto. In una sola proposta è stato mantenuto il carroponte esistente, mentre in due è stata mantenuta parte della scala a pioli fissa utilizzata per la sua manutenzione.

L'ultimo obiettivo comune è quello dell'inclusività, tutte le proposte infatti prevedono l'inserimento di una mappa tattile nell'ingresso per permettere ai non vedenti di orientarsi all'interno dei locali. Inoltre nelle parti museali sono state inserite le scritte in carattere braille e audio direttivi, oltre ad un modellino tridimensionale che può essere maneggiato dai non vedenti per poter comprendere com'è strutturato l'edificio.

Focalizzando invece l'attenzione su gruppi più piccoli di clientela, quali i turisti, questi probabilmente necessiteranno più di un luogo per il relax in quanto si immagina che venga sfruttato dopo una giornata a passeggio o dopo svariate visite ai castelli e ai musei messi a disposizione dalla regione. Sono dunque state inserite delle aree legate alla storia del posto, alla cultura, ai prodotti tipici, mettendo a disposizione dei libri

non reperibili online, strettamente legati al territorio valdostano. Questi volumi devono spaziare dalla cultura alle usanze del luogo e dalla geografia alla flora e alla fauna presenti. Per poter rendere più interessante il servizio anche alle persone del luogo sono stati messi a disposizione dei giochi di società, poco usuale nella zona ma con un gran successo visto l'andamento dell'attività di GiocAosta che si svolge ormai ogni anno nella città di Aosta. Questi giochi, oltre a dare dei benefici cognitivi, giocano un ruolo importante nel migliorare le interazioni sociali e quindi anche dal punto di vista dell'inclusività.

Un servizio aggiuntivo all'area sosta camper, ma anche a tutti coloro che usufruiscono del locale, è quello di mettere a disposizione delle postazioni in cui tutti possano sedersi con il proprio dispositivo elettronico utilizzando un collegamento a internet. Questi spazi non sono utili solo ai turisti che dopo una giornata alla scoperta della regione hanno la possibilità di condividere i loro contenuti o collegarsi al resto del mondo tramite la rete, ma anche per i residenti, magari per chi ha la necessità di un luogo di studio non troppo silenzioso, come nel caso della biblioteca, per poter comunicare e confrontarsi con i propri compagni.

Per rispondere maggiormente alle richieste del territorio sono state inoltre inserite in alcune proposte delle sale multifunzionali per poter organizzare incontri, mostre, presentazioni, eventi a carattere sociale e tanto altro ancora, con la possibilità di affittare le stanze presenti. Questa scelta è stata fatta in quanto il comune è piccolo e il numero di abitanti è limitato quindi, con la possibilità di poter riorganizzare gli spazi interni in funzione delle necessità, gli ambienti possono essere sfruttati al massimo.

Oltre a tutto ciò ai piani superiori o all'ultimo livello sono stati inseriti degli spazi dedicati ad uffici oppure allo smartworking e quindi sono stati messi a disposizione delle postazioni di lavoro da affittare per brevi o lunghi periodi a persone del posto che non hanno la possibilità di affittare un ufficio per portare avanti la propria attività. Il digitale ha profondamente modificato il mondo del lavoro, in tantissimi Paesi sviluppati si sta sempre più diffondendo il concetto di lavoro agile, modalità che permette ai professionisti di lavorare da remoto. Questo concetto esisteva ancora prima della pandemia, ma ha iniziato la sua vera diffusione solo durante il Covid. Il lavoro agile ha numerosi benefici, tra cui una riduzione delle emissioni di agenti atmosferici in quanto ci sono meno spostamenti con i mezzi, un aumento della produttività ed una riduzione delle assenze per malattia. Si riesce ad organizzare un miglior equilibrio tra vita lavorativa e vita privata in quanto si è liberi di organizzare il tempo e lo spazio per lo svolgimento del lavoro con una conseguente diminuzione dello stress. Anche se in Italia la diffusione sta avvenendo molto più lentamente rispetto agli altri Paesi si prevede comunque che sia un fenomeno sempre più diffuso. Ma non esiste solo questa tipologia di lavoro, infatti esistono sempre più nomadi digitali, ovvero persone che hanno la possibilità di lavorare e viaggiare contemporaneamente e che sono totalmente svincolati dalle limitazioni e dagli obblighi del lavoro tradizionale. Il nomadismo digitale determina un senso di libertà e di benessere nel lavoratore, a vantaggio di una migliore e maggiore produttività. I nomadi digitali sono sempre più in aumento, ad esempio, negli Stati Uniti nell'anno 2022, c'è stato un aumento del 50% rispetto all'anno precedente. Attualmente si parla di 10,2 milioni di cittadini che lo sono già e di altri 24 milioni che lo vogliono diventare a breve e che quindi hanno intrapreso questa strada. Anche in Italia nel 2022 si è sviluppato notevolmente questo modo di vivere.

Di seguito si riportano le ipotesi progettuali sviluppate in funzione dei ragionamenti e degli obiettivi sopracitati.

Proposta 1: bar, coworking e biblioteca

La prima proposta progettuale riguarda l'inserimento di un bar, di uno spazio dedicato alla biblioteca e allo studio ed uno spazio dedicato al coworking. L'accesso all'edificio è situato sul lato della cabina di trasformazione all'aperto e da direttamente su un gruppo di produzione, l'unico che viene mantenuto come elemento museale.

Al piano terreno, sul lato Sud, sono stati inseriti i servizi igienici per i clienti, una dispensa, una cucina e una zona bagni e spogliatoi per i dipendenti. In corrispondenza dell'accesso a questi spazi appena citati, è possibile trovare la zona bar in cui è prevista la vendita di bevande e prodotti tipici. Sempre allo stesso livello sono presenti diversi tavolini al servizio del bar ed una zona museale. Quest'ultima è composta da una parete museale avente una forma curvilinea in corrispondenza della quale è stata inserita la storia dell'impianto idroelettrico di Hône II. Questa parte ha inoltre l'obiettivo di essere inclusiva, raggiungibile e "visibile" a tutti e ciò è stato reso possibile mediante l'inserimento di descrizioni in carattere braille, descrizioni audio e grazie

all'inserimento di un modellino tridimensionale della centrale messo a disposizione per non vedenti ed ipovedenti



Figura 86: Vista del bar a sinistra e parete museale a destra, documento dell'autore

Mediante l'utilizzo di una scala in vetro e acciaio che permette una visuale completa del gruppo di produzione, è possibile accedere al piano superiore. Questi spazi sono principalmente dedicati al relax, allo studio ed alla connettività alla rete, infatti qui è possibile trovare la biblioteca con diversi divani, poltrone e differenti tipologie di tavoli. Nella medesima zona è inoltre possibile utilizzare i giochi di società messi a disposizione dalla struttura per dare vita a momenti di convivialità, svago e di unione e socializzazione con altre persone. Al di sopra della turbina è stato inserito un corridoio in vetro in modo da permettere in ogni punto la vista sul gruppo di produzione. Sempre allo stesso livello sono stati inseriti i bagni per i clienti proprio in corrispondenza di quelli presenti al piano terreno.



Figura 87: Biblioteca al primo piano, documento dell'autore



Figura 88: Pavimentazione vetrata a sinistra e zona relax a destra, documenti dell'autore

Infine, all'ultimo livello della struttura, ai due estremi dell'edificio sono stati inseriti degli spazi dedicati al coworking. Questi spazi presentano diverse postazioni singole all'interno di un ambiente unico, delimitate da un lato da una parete cieca e dall'altro da una parete vetrata che affaccia al piano inferiore così da permettere la vista di tutta la struttura dall'alto. Questi spazi sono stati pensati con apposite postazioni che permettano il più possibile un comfort acustico, ponendo particolare attenzione all'isolamento acustico della stanza stessa. È inoltre presente una piccola sala conferenze che permette di fare presentazioni aziendali, con la possibilità di essere affittate a chiunque ne abbia bisogno.



Figura 89: Tavoli per studiare, lavorare e connettersi alla rete, documento dell'autore



Figura 90: Spazio dedicato al coworking, documenti dell'autore



Figura 91: Vista dal coworking e sala conferenze, documento dell'autore



Proposta 2: bar, coworking, biblioteca e sale multifunzionali

La seconda proposta progettuale riguarda l'inserimento di un bar, di uno spazio dedicato alla biblioteca, due sale multifunzionali ed uno spazio dedicato al coworking. L'accesso all'edificio è situato sul lato della cabina di trasformazione all'aperto e da direttamente su un gruppo di produzione, l'unico che viene mantenuto con la funzione di elemento museale.

Al piano terreno, sul lato Sud, sono stati inseriti i servizi per i clienti, una dispensa, una cucina e una zona bagni e spogliatoi per i dipendenti. In corrispondenza dell'accesso è possibile trovare la zona bar in cui è prevista la vendita di bevande e prodotti tipici. Il bar è stato pensato in modo tale da riprendere la forma ed i colori della cabina silente che è attualmente presente all'interno della centrale idroelettrica e sulla parete del locale è stato lasciato il quadro sinottico che ripropone lo schema dell'impianto attuale. Sempre allo stesso livello sono presenti diversi tavolini al servizio del bar ed una piccola zona museale composta da un gruppo e alcuni cartelloni descrittivi. Questa parte ha l'obiettivo di essere inclusiva, raggiungibile e "visibile" a tutti e ciò è stato reso possibile mediante l'inserimento di descrizioni in carattere braille, descrizioni audio e grazie all'inserimento di un modellino tridimensionale della centrale messo a disposizione per non vedenti ed ipovedenti. Inoltre, sul lato Nord dell'edificio, è stata inserita la prima delle due sale multifunzionali presenti.

Tra la sala multifunzionale e il gruppo di produzione è possibile trovare l'ascensore in vetro e acciaio e le scale di accesso ad un livello rialzato che dà la possibilità di uscire e andare nel dehor.



Figura 92: Bar e sala multifunzionale al piano terreno, documenti dell'autore

Mediante l'utilizzo di una scala in vetro e acciaio che permette una visuale completa del gruppo di produzione, è possibile accedere al piano superiore. Questi spazi sono principalmente dedicati al relax, allo studio ed alla connettività alla rete, infatti qui è possibile trovare la biblioteca con diversi divani, poltrone e differenti tipologie di tavoli. Nella medesima zona è inoltre possibile utilizzare i giochi di società messi a disposizione dalla struttura per dare vita a momenti di convivialità, svago e di unione e socializzazione con altre persone. Al di sopra della turbina è stata inserita una pavimentazione in vetro in modo da permettere in ogni punto la vista sul gruppo di produzione. Sempre allo stesso livello sono stati inseriti i bagni per i clienti proprio in corrispondenza di quelli presenti al piano terreno. Al medesimo piano è inoltre presente una seconda sala multifunzionale, più ampia rispetto a quella presente al piano terreno, che può essere affitta per svariate attività, sia a scopo sociale che ricreativo.



Figura 93: Libreria al primo piano, documenti dell'autore



Figura 94: Sala multifunzionale al primo piano, documenti dell'autore

Infine, all'ultimo livello della struttura, ai due estremi dell'edificio sono stati inseriti degli spazi dedicati al coworking ed uno spazio dedicato esclusivamente al relax. La zona del coworking presenta diverse postazioni singole all'interno di un ambiente unico. La parete perimetrale che affaccia ai piani inferiori è completamente vetrata e permettere la vista di tutta la struttura dall'alto. Questo spazio è stato pensato con apposite postazioni che permettano il più possibile un comfort acustico, ponendo particolare attenzione all'isolamento acustico

della stanza stessa. È inoltre presente una piccola sala conferenze che permette di fare presentazioni aziendali, con la possibilità di essere affittate a chiunque ne abbia necessità. Sul lato opposto dell'edificio è invece presente una sala relax che affaccia sui piani sottostanti e presenta differenti tipologie di sedute, divani e chaise longue.



Figura 95: Interni della sala multifunzionale al primo piano, documenti dell'autore



Figura 96: Zona coworking, documenti dell'autore



Figura 97: Zona relax, documenti dell'autore



Figura 98: Vista dall'alto e sala conferenze, documenti dell'autore

Proposta 3: bar, coworking e biblioteca

La terza proposta progettuale riguarda l’inserimento di un bar, di uno spazio dedicato alla biblioteca ed uno spazio dedicato al coworking. In questa proposta, a differenza della prima, è stato dedicato uno spazio maggiore alla parte museale con il mantenimento di più elementi derivanti dalla centrale idroelettrica. L’accesso al complesso è situato sul lato della cabina di trasformazione all’aperto e da direttamente su uno dei due gruppi di produzione che vengono mantenuti ed esposti come elementi museali.

Al piano terreno, sul lato Sud, sono stati inseriti i servizi per i clienti, una dispensa, una cucina e una zona bagni e spogliatoi per i dipendenti. In corrispondenza dell’accesso è possibile trovare la zona bar in cui è prevista la vendita di bevande e prodotti tipici. Il bar è stato pensato in modo tale da riprendere la forma ed i colori della cabina silente che è attualmente presente all’interno della centrale idroelettrica. Sulla parete del bar è stato lasciato il quadro sinottico che ripropone lo schema dell’impianto attuale. Sempre allo stesso livello sono presenti diversi tavolini al servizio del bar ed una zona museale. In questa proposta sono stati mantenuti due gruppi di produzione, quello centrale e quello sul lato Nord dell’edificio. In corrispondenza di questi è stata inserita una zona museale inclusiva, raggiungibile e “visibile” a tutti. Per non vedenti e ipovedenti è stato inserito un modellino tridimensionale della centrale in modo tale che questo possa essere toccato ed esplorato attraverso il tatto così da permettere a tutti di conoscere e “vedere” l’edificio. Sono inoltre state inserite tutte le descrizioni in carattere braille, postazioni per audio descrizioni e schermi interattivi. Nelle immediate vicinanze dell’accesso ai bagni aperti al pubblico è presente l’ascensore in vetro e acciaio e le scale di accesso al dehor del bar.



Figura 99: Vista del bar, documenti dell'autore



Figura 100: Parte museale con i gruppi di produzione, documenti dell'autore



Mediante l’utilizzo di una scala in vetro e acciaio che dà una visuale completa sul gruppo centrale, è possibile accedere al piano superiore. Sul lato Nord il solaio presenta una forma a ferro di cavallo che permette la visuale del piano inferiore e dei due gruppi di produzione conservati. In questo spazio sono state inserite varie tipologie di tavoli al servizio del bar. Questo spazio è dotato di pareti decorate e quindi attrattive per chi vuole creare contenuti divertenti e unici per i social network. Inoltre è stato mantenuto il carroponete presente e la scala posta su un angolo della centrale con scopo museale, in modo da ricordare il più possibile il sito industriale esistente. Sul lato Sud è presente una stanza separata e chiusa da tutto il resto del locale bar in cui è stata inserita un’area biblioteca ed una zona più silenziosa dedicata al relax, allo studio e alla consultazione di libri.



Figura 101: Bar al primo piano con il mantenimento del carroponte, documenti dell'autore



Figura 102: Vista del bar al primo piano, documenti dell'autore



Figura 103: Vista dall'esterno e dall'interno della biblioteca al primo piano, documenti dell'autore



Figura 104: Vista della biblioteca, documenti dell'autore



Dalla zona relax è possibile accedere, mediante l'utilizzo di un ascensore o di una scala in acciaio e vetro, all'ultimo piano adibito a spazio coworking. Questi spazi presentano diverse postazioni singole all'interno di un ambiente unico confinato da una parete perimetrale vetrata che affacciano al piano di sotto e dà la visibilità di tutta la struttura dall'alto. Questi spazi sono stati pensati con apposite postazioni che permettano il più possibile un comfort acustico, ponendo particolare attenzione all'isolamento acustico della stanza stessa. È

inoltre presente una piccola sala conferenze che permette di fare presentazioni aziendali, con la possibilità di essere affittate a chiunque ne abbia il bisogno.



Figura 105: Vista del coworking, documenti dell'autore

Proposta 4: bar e uffici CVA

L'ultima proposta prevede l'inserimento di un bar e degli uffici di CVA. L'accesso all'edificio è situato sul lato della cabina di trasformazione all'aperto e da direttamente su un gruppo di produzione, l'unico che è stato mantenuto ed è diventato elemento museale.

Al piano terreno, sul lato Sud, sono stati inseriti i servizi per i clienti, una dispensa, una cucina e una zona bagni e spogliatoi per i dipendenti. In corrispondenza dell'accesso è possibile trovare la zona bar in cui è prevista la vendita di bevande e prodotti tipici. Il bar è stato pensato in modo tale da riprendere la forma ed i colori della cabina silente che è attualmente presente all'interno della centrale idroelettrica. Sulla parete del bar è stato lasciato il quadro sinottico che ripropone lo schema dell'impianto attuale. Sempre allo stesso livello sono presenti diversi tavolini al servizio del bar ed una zona museale. Quest'ultima è composta da una parete museale avente una forma curvilinea in corrispondenza della quale è stata inserita la storia dell'impianto idroelettrico di Hône II. La parte museale ha l'obiettivo di essere inclusiva, raggiungibile a tutti e "visibile" a tutti, infatti per le persone non vedenti è stato inserito un modellino tridimensionale della centrale in modo tale che questo possa essere toccato ed esplorato attraverso il tatto così da permettere a tutti di capire come l'edificio sia realmente fatto. Inoltre tutte le scritte e le descrizioni sono state inserite anche nel carattere braille, oltre l'aggiunta di dispositivi audio ed elementi interattivi.



Figura 106: Bar, documento dell'autore

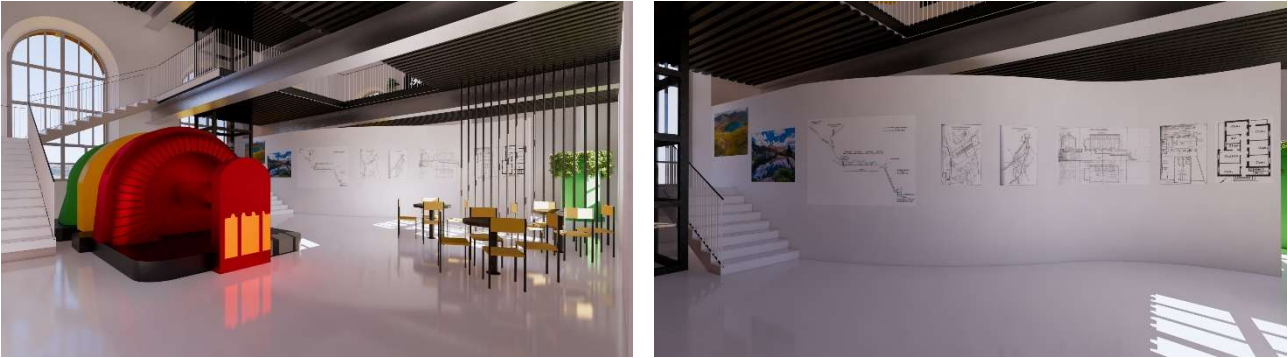


Figura 107: Vista della parete museale, documenti dell'autore

Tra la parete museale e il gruppo è stato inserito l'ascensore in vetro e acciaio e le scale di accesso ad un livello rialzato che dà la possibilità di uscire e andare nella zona del dehor.

Mediante l'utilizzo di una scala in vetro e acciaio che dà una visuale completa del gruppo di produzione, è possibile accedere al piano superiore. Sul lato Nord il solaio presenta una forma a ferro di cavallo che permette la visuale del piano inferiore e del gruppo di produzione e di parte del locale. In questo spazio sono state inserite varie tipologie di tavoli al servizio del bar. Questo spazio è dotato di pareti decorate e quindi attrattive per chi vuole creare contenuti divertenti e unici per i social network. Sul lato Sud è presente l'accesso ad una zona separata ed isolata acusticamente appartenente al gruppo CVA. L'accesso avviene su una sala d'attesa ed una postazione utilizzata per lo sportello. Questa scelta è stata fatta in modo da poter aumentare la visibilità del locale stesso quando i clienti hanno la necessità di parlare con la parte commerciale dell'azienda. A destra della sala d'attesa è presente una sala riunioni, mentre a destra dello sportello sono stati inseriti i bagni per i dipendenti. Sulla parete di questi ultimi, nel corridoio formato tra la sala riunioni e i servizi igienici, è stata inserita una linea del tempo che descrive i passi fondamentali dell'azienda da quando è nata fino ad oggi.



Figura 108: Vista sull'ingresso degli uffici, documenti dell'autore



Figura 109: Linea del tempo e sala riunioni, documenti dell'autore



Figura 110: Vista zona svago al primo piano, documenti dell'autore



Infine, all'ultimo livello della struttura, il solaio si presenta a ferro di cavallo sul lato Sud e qui sono stati distribuite le varie postazioni per i dipendenti. Sul lato Sud è stato inserito un ufficio singolo ed uno spazio per le stampanti. Nella zona centrale e sul lato Est sono state distribuite tutte le postazioni di lavoro, mentre sul lato Ovest è stato inserito l'accesso mediante ascensore, accessibile solo ai dipendenti, e la zona svago e relax con tavolini e distributori automatici.



Figura 111: Vista sull'ufficio del capo e sulla vista al piano inferiore, documenti dell'autore



Figura 112: Vista sulle postazioni di lavoro e sulla zona relax, documenti dell'autore

10. Sviluppo della scelta progettuale

La scelta finale è ricaduta sulla quarta proposta progettuale, ovvero quella che prevede l'inserimento di un bar al piano terreno e degli uffici CVA al primo ed al secondo livello, in quanto rappresenta la soluzione che sfrutta al meglio gli spazi e che mette a disposizione il maggior numero di postazioni all'interno degli uffici. Lo sviluppo della scelta progettuale si focalizza sulla progettazione e sulla definizione degli impianti, della struttura portante, dell'efficientamento energetico e sulla scelta delle tecnologie costruttive da utilizzare e delle finiture interne. Il tutto è stato effettuato in accordo con la normativa vigente e con il regolamento regionale del 2 dicembre 2022.

Il progetto ha come principali obiettivi quello di mettere insieme più attività e riuscire a far frequentare il luogo a persone di diverse fasce di età rendendo l'edificio inclusivo e valorizzando la sua storia e la sua funzione primaria. Tutto il progetto è stato inoltre pensato e progettato impiegando, per quanto possibile, tecnologie a secco che permettono di avere elementi prefabbricati, modulari, smontabili, facilmente manutenibili e riutilizzabili.

Suddivisione degli spazi

Come descritto precedentemente, il progetto prevede la suddivisione degli spazi interni in tre livelli. Al piano terreno è stato mantenuto un gruppo di produzione ed è stata inserita una parete museale, il bar e alcuni tavolini. Inoltre sono presenti i locali accessori al bar quali cucina, dispensa, servizi per i dipendenti e i servizi igienici aperti al pubblico. Al primo piano vi si accede mediante una scala in acciaio e vetro che conduce ad un'ulteriore sala al servizio del bar e all'ingresso degli uffici CVA. Quest'area presenta un solaio con un'apertura centrale per dare un affaccio sul gruppo di produzione conservato come elemento museale. Infine l'ultimo livello è stato interamente dedicato agli uffici e presenta una forma a ferro di cavallo per poter dare la visibilità dei livelli inferiori e del gruppo di produzione.

Nello specifico è possibile vedere in arancione i locali accessori al bar, in rosso i servizi igienici aperti al pubblico, in azzurro l'area museale, in verde la zona bar e in grigio gli uffici CVA.



Figura 113: Suddivisione degli spazi all'interno del nuovo progetto, documento dell'autore

L'accesso all'edificio è stato inserito sul lato Est della Centrale, dove attualmente è presente un portone, e affaccia sull'unico gruppo di produzione conservato. Dall'ingresso è immediato il raggiungimento delle scale

non solo per una comodità di accesso al piano superiore ma garantisce anche una via di fuga in caso di pericolo come, ad esempio, in caso di incendio.

Le scale e l'ascensore sono stati posizionati in modo tale da poter avere un percorso diretto su di essi una volta all'interno del locale, senza dover effettuare percorsi troppo complessi. Non appena si accede all'interno del locale è inoltre possibile trovare una mappa tattile per non vedenti ed ipovedente in modo tale da permettere loro di orientarsi meglio all'interno dell'edificio.

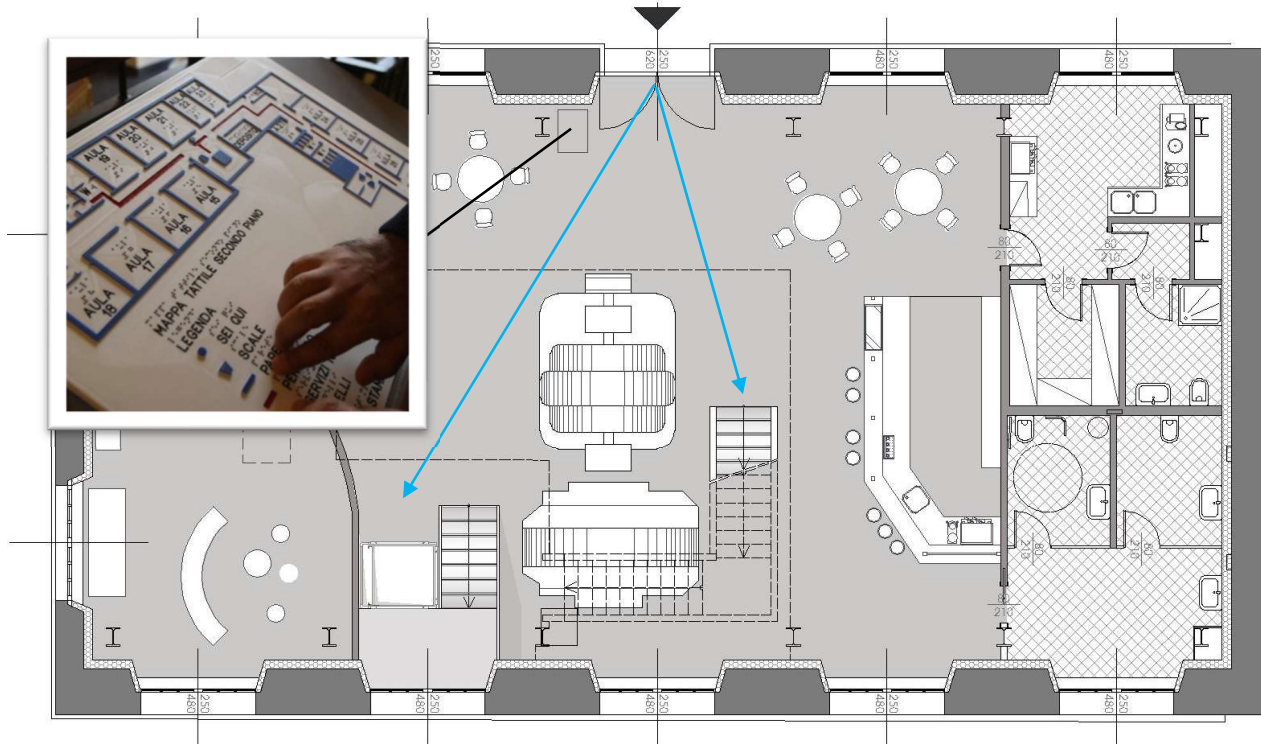


Figura 114: Pianta piano terreno con i percorsi per il raggiungimento degli altri piani

Area museale

All'interno dell'area museale è presente il gruppo di produzione ed una parete museale di forma curvilinea posizionata a Nord dell'edificio (rappresentata da una linea di colore blu). In corrispondenza della turbina (riquadrate di colore azzurro) è presente un pannello con uno schema del suo funzionamento, mentre sulla parete museale (di colore blu) si racconta la storia dell'impianto idroelettrico di Hône II e gli impianti di CVA. Nella parte visibile all'ingresso è stata inserita tutta la storia e le informazioni più importanti e più interessanti sulla centrale stessa, con descrizioni in carattere braille ed un modellino tridimensionale dell'edificio che può essere maneggiato da non vedenti e ipovedenti. Nella parte posteriore invece sono state inserite informazioni riguardanti altri impianti CVA, i più rilevanti interventi di manutenzione realizzati e informazioni riguardanti l'importanza dell'energia rinnovabile. Sul fondo della parete è infine stato inserito uno schermo per la riproduzione di video con l'inserimento di poltrone e divanetti (riquadrate con il colore rosso). Sempre sulla parte a Nord sono stati inseriti schermi interattivi per bambini (riquadrate in arancione) con la possibilità di esplorare gli impianti attraverso l'utilizzo dei *virtual tour* che sono attualmente presenti sul sito di CVA per la maggior parte degli impianti. Inoltre è presente uno schermo con immagini e descrizioni scritte nel linguaggio Easy To Read, o lettura facile in italiano, per i disabili di tipo cognitivo. Sempre nella stessa area è stato infine inserito un dispositivo per l'audio



Figura 115: Dispositivi interattivi, www.agmultivision.it

direttivo (riquadrate in verde) che permette l'ascolto di audio descrizioni.

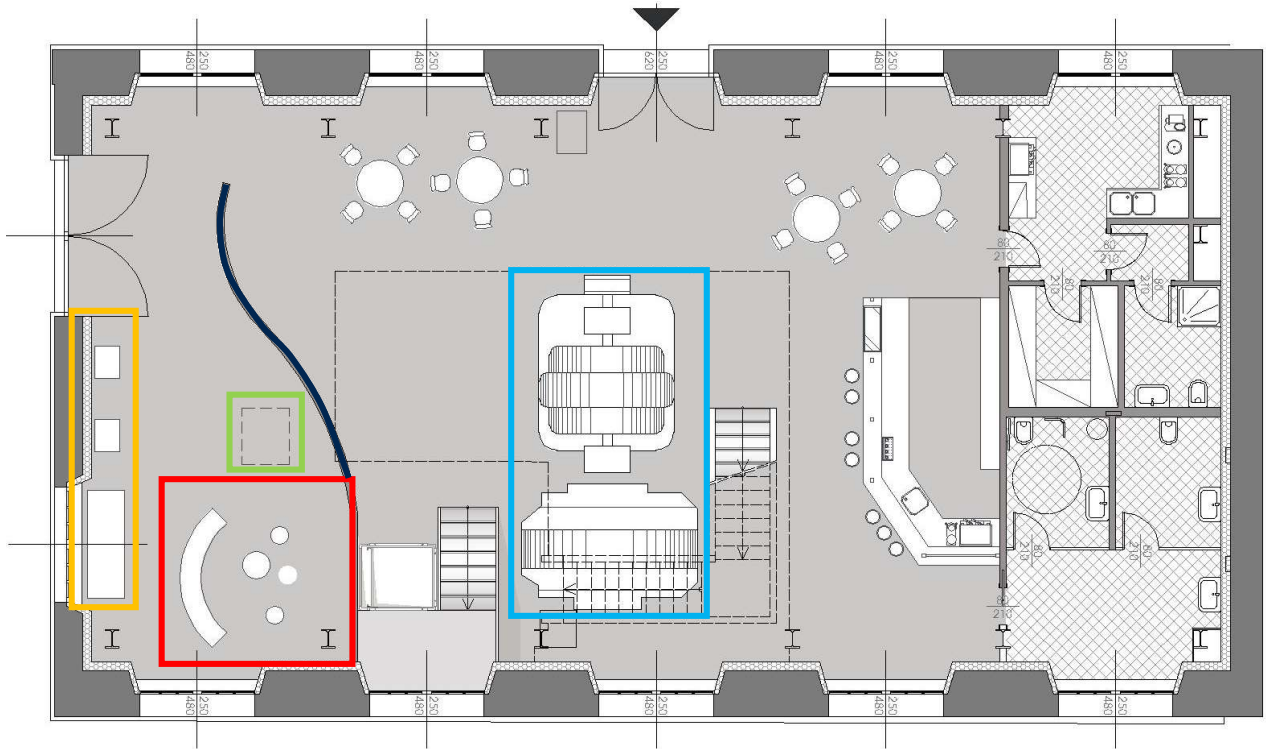


Figura 116: Elementi museali all'interno del progetto, documento dell'autore

Per quanto riguarda i *virtual tour*, questi permettono di visualizzare video degli impianti, muoversi selezionando i numeri presenti sullo schermo e scoprire informazioni relative anche al territorio circostante. Ne è un esempio la diga di Beauregard, dove cliccando il tasto “play” è possibile visualizzare un video rappresentate una vista panoramica della diga e, selezionando i numeri, è possibile spostarsi sul paramento e all'interno del corpo diga.

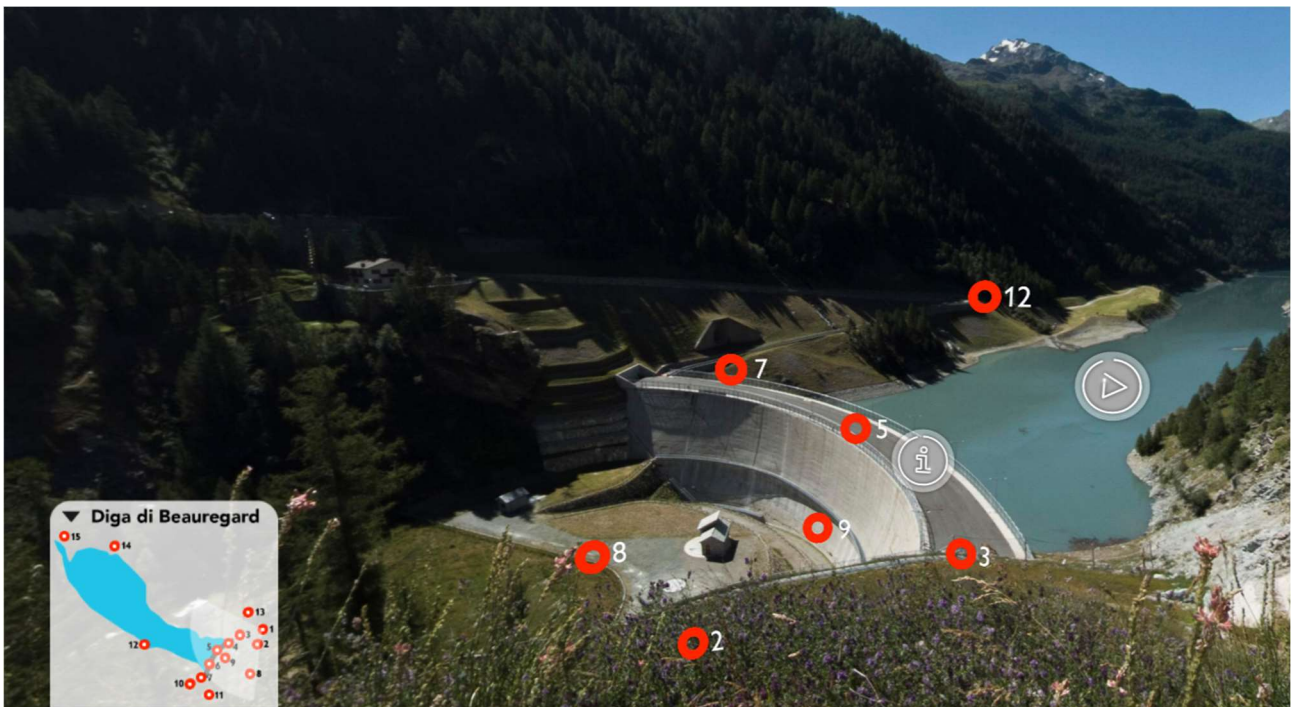


Figura 117: Facciata iniziale del virtual tour della diga di Beauregard, documento CVA

Ad esempio, selezionando il numero 11, è possibile vedere il cunicolo perimetrale che si collega con il cunicolo orizzontale, posto direttamente sotto il coronamento.

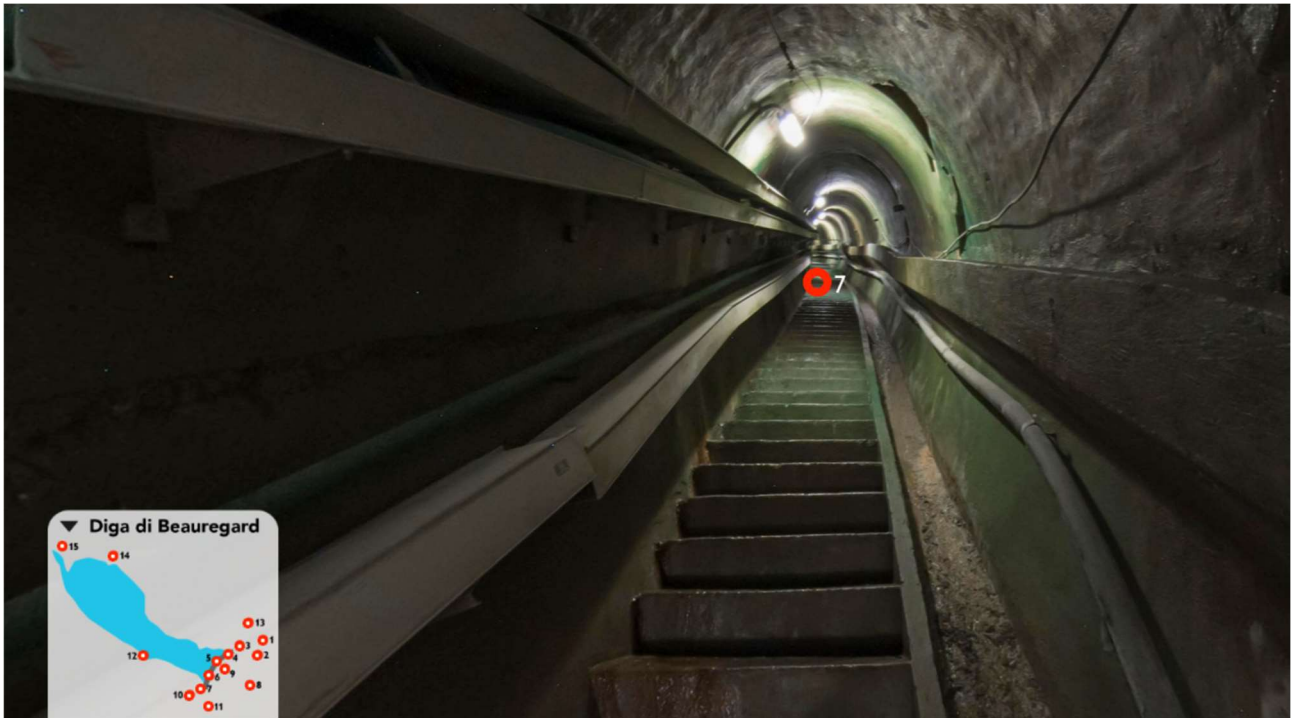


Figura 118: Selezione del numero 11

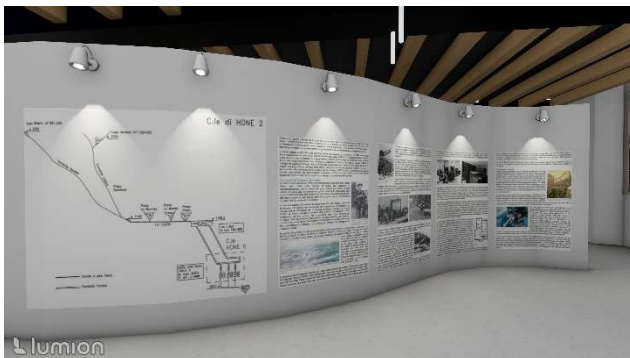


Figura 119: Parete museale, documenti dell'autore

Bar

Sul lato Sud dell'edificio sono stati inseriti tutti i locali che non hanno necessariamente bisogno di aperture, infatti sono stati inseriti i servizi igienici aperti al pubblico e l'area strettamente riservata ai dipendenti composta da cucina, dispensa e servizi igienici. Questo ha permesso non solo di poter sfruttare le aperture per il bar e per il museo, ma anche di sfruttare il muro cieco, l'unico di tutto l'edificio, per il passaggio di cavedi e impianti.

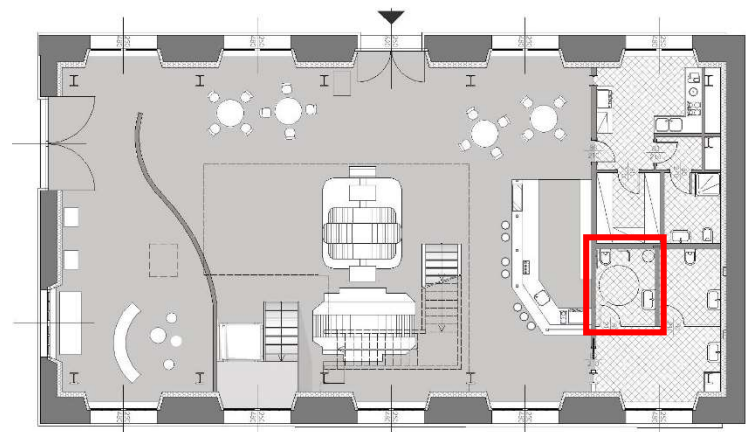


Figura 120: Bagno per diversamente abili, documento dell'autore

Il numero di bagni è stato calcolato in funzione del numero di posti a sedere, senza contare i posti messi a disposizione nel dehor in quanto rappresentano la quota inferiore. Infatti l'edificio può ospitare, tra i posti presenti al piano terreno e quelli al primo piano, all'incirca 50 posti a sedere, mentre il

dehor può ospitare la metà delle persone. Secondo la normativa vigente il numero di servizi igienici riservati al pubblico è rapportato al numero di coperti o posti a sedere e, fino a 60, è ammessa la possibilità di un solo servizio tra personale e pubblico. Per quanto riguarda invece i servizi igienici riservati al personale, questi devono essere previsti in rapporto 1/10 unità di personale. Pur avendo un numero inferiore a 60 e avendo ipotizzato un numero di personale inferiore a 10, sono stati inseriti due servizi igienici aperti al pubblico ed uno riservato al personale. Tutti i bagni, per le loro dimensioni, sono inoltre potenzialmente accessibili ai diversamente abili mentre uno di questi è stato appositamente attrezzato per tale utilizzo (riquadro in rosso).

Per ciò che concerne il bar, è stato previsto un deposito delle materie prime e/o alimenti confezionati, un deposito delle sostanze non utilizzate per l'alimentazione, come ad esempio prodotti per le pulizie, un'area per l'eventuale produzione di piccole preparazioni gastronomiche, un'area spogliatoio, servizi igienici per il personale ed infine un'area di somministrazione dei prodotti. Al fine di ricordare la storia e la funzione dell'edificio, quest'ultima area è stata immaginata con una struttura che richiama le forme dell'attuale cabina silente presente all'interno della centrale, mantenendo inoltre a vista il quadro sinottico d'impianto. L'area di somministrazione dei prodotti si presenta con una pavimentazione rialzata di 10 cm ed un controsoffitto per l'inserimento di faretti ad incasso.



Figura 121: Vista della zona bar, documento dell'autore

Tutto il piano terreno, ad esclusione della zona centrale, presenta un'altezza di 3 metri, concorde con la normativa vigente. Infatti, avendo inserito un'interasse tra le travi secondarie maggiore di 40 cm, l'altezza netta del piano è stata possibile misurarla tra pavimento e intradosso delle strutture aggettanti dal soffitto, ovvero il tavolato.

La superficie totale del bar risulta pari a 384 m², maggiore rispetto alla superficie minima di 8 m² prevista dalla normativa vigente. Non avendo la possibilità di rispettare il rapporto aeroilluminante pari a 1/8 è stato necessario l'inserimento di ventilazione meccanica e per questo motivo è stata inserita un'unità di trattamento aria che sarà trattata più nello specifico nel capitolo di "Riqualificazione energetica".

L'area appartenente al bar collocata al primo livello ospita esclusivamente differenti postazioni per la consumazione di cibi e bevande. Tutti i tavoli si presentano di forme e altezze differenti, alcuni più lunghi in modo da permettere la socializzazione con altre persone, altri più piccoli tondi o quadrati. È stata inserita una postazione composta da divano e poltrone ed una avante delle sedie appese al soffitto. Per completare il tutto è stata inserita una parete arredata in modo da permettere la creazione di contenuti social e ad una conseguente pubblicizzazione degli spazi.

Il primo livello, come detto precedentemente, presenta un foro nella parte centrale che permette l'affaccio al piano inferiore che ha reso necessario l'inserimento di un parapetto. Quest'ultimo è stato scelto in acciaio e vetro ed è stato agganciato alla trave primaria o a quella secondaria a supporto del solaio del primo piano, ben visibile nel particolare costruttivo numero 03 e di cui si riporta la scheda tecnica di riferimento.

Lungo tutto il perimetro è stata inserita una pavimentazione vetrata tra muro esistente e nuovo solaio che permette il passaggio della luce ai piani inferiori e rende visibile il vero e proprio distacco tra la struttura esistente e quella di nuova costruzione. È stato inserito un vetro temperato a tre strati aventi ognuno uno spessore di 8 mm, interposti da strati di PVB di spessore 0,38 mm, il tutto descritto e visibile nel particolare costruttivo numero 04.



Figura 122: Esempi parete arredata, sedie sospese e tavolini da bar, www.pinterest.it

Uffici

Tra il primo ed il secondo livello dell'edificio si sviluppano gli uffici. L'ingresso ad essi è stato previsto al primo piano per quanto riguarda le persone esterne e per i dipendenti che scelgono di percorrere le scale, mentre l'accesso è stato consentito al secondo livello tramite ascensore solo per tutti coloro che lavorano all'interno degli uffici mediante l'utilizzo di un'apposita chiave.



Figura 123: Suddivisione degli spazi all'interno degli uffici, documento dell'autore

Al primo livello è stata inserita una sala di attesa e una zona dedicata allo sportello, quest'ultimo inserito in modo da permettere un maggior afflusso di persone all'interno della struttura stessa. Sempre al primo livello è presente una sala riunioni e due servizi igienici in corrispondenza di quelli presenti al piano inferiore per facilitare il passaggio di impianti e scarichi. Sulla parete dei servizi igienici è stata inserita una linea del tempo in rilievo che rappresenta le tappe più importanti raggiunte dall'azienda fino ad oggi. Al secondo livello invece

l'ufficio si presenta come un grande open space, ma che allo stesso tempo presenta una suddivisione degli spazi. Infatti, oltre alle postazioni di lavoro, è presente un'area dedicata al confronto tra i dipendenti ed un'area relax. La suddivisione di questi spazi è data da pareti autoportanti in doghe di legno, piccole pareti divisorie e librerie. Per permettere ai dipendenti di effettuare chiamate senza dover disturbare tutto l'ufficio, è stato infine inserito un box isolato acusticamente.



Figura 124: Libreria di divisione degli spazi, parete autoportante in doghe di legno e box isolato acusticamente, www.pinterest.it

Infine sul lato Sud è stato inserito un ufficio singolo, un piccolo bagno ed un disimpegno che ospita delle stampanti.

Cunicoli

I cunicoli non sono stati aperti al pubblico e sono stati utilizzati per l'inserimento dell'UTA. Il cunicolo posto ad Est è stato mantenuto aperto per garantire l'equilibrio igrometrico dell'edificio, mentre quello posto ad Ovest è stato chiuso in corrispondenza del muro perimetrale del fabbricato.

Criticità

Tra le criticità legate al progetto oggetto di studio è sicuramente presente quella inerente alla riqualificazione energetica, in particolare nella sostituzione dei serramenti esistenti di importanti dimensioni. Infatti, trattandosi di un edificio vincolato, risulta necessaria la loro sostituzione con infissi pressoché identici a quelli esistenti sia per quanto riguarda l'aspetto estetico, sia per il colore.

Un'altra criticità riguarda la necessità di avere un buon isolamento acustico tra uffici e bar che presentano differenti dB all'interno dei locali. Il suono può propagarsi per via diretta, come attraverso un elemento di separazione, o per via indiretta, come attraverso controsoffitti, facciate a doppia pelle e per molte altre vie. Il problema più grande però riguarda il ponte acustico, una via preferenziale di passaggio della vibrazione meccanica dell'energia sonora fra due sistemi edilizi.

Infine, un'ulteriore criticità riguarda l'abbattimento delle barriere architettoniche in quanto gli spazi non hanno permesso l'inserimento di un ascensore all'interno del locale, dovendo così trovare una soluzione alternativa.

Tecnologie costruttive

In funzione delle premesse fatte per quanto concerne l'utilizzo di tecnologie a secco e sulla necessità di avere un determinato isolamento acustico negli uffici, sono state inserite all'interno del progetto differenti tecnologie costruttive. Sono presenti due tipologie di solaio in funzione di quale locale essi devono delimitare, in particolare è stato inserito il solaio di tipologia 1, in arancione, per tutti gli uffici ed il solaio di tipologia 2, in verde, per il primo piano del bar e per la copertura dei vani posti in corrispondenza dei gruppi di produzione che sono stati rimossi.

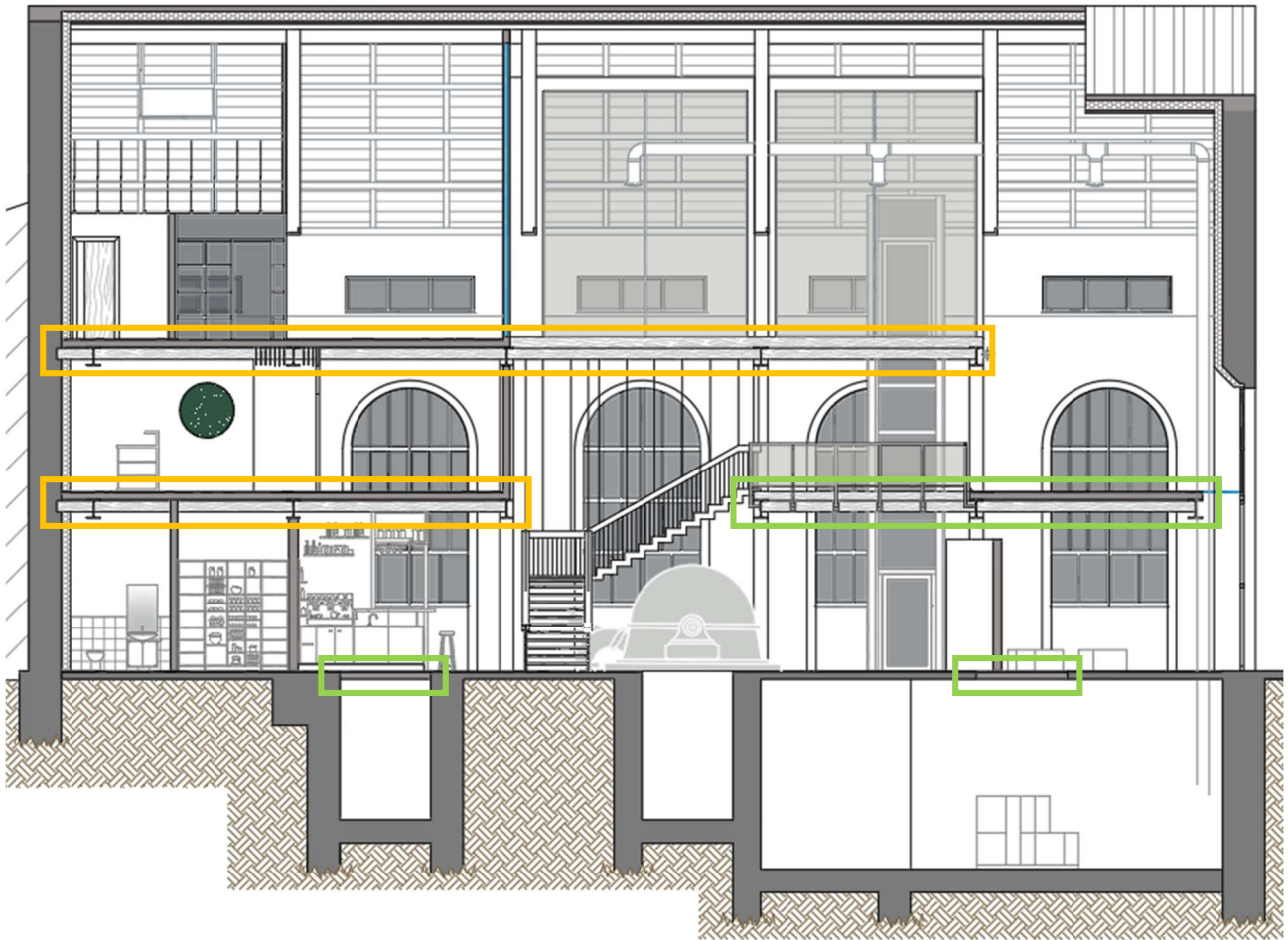


Figura 125: Solaio tipo 1 in arancione e solaio tipo 2 in verde, documento dell'autore

Il solaio di tipologia 1, quello che è stato inserito negli uffici, doveva avere come caratteristica principale un buon isolamento acustico in quanto rappresenta un elemento di separazione tra il bar e gli uffici. Per questa ragione è stata scelta la seguente stratigrafia, descritta dal basso verso l'alto:

- Strato di spessore 28 mm di listelli in legno: questi listelli rimangono a vista nei piani inferiori e si presentano di colore chiaro e antichizzati in modo da non rendere gli ambienti sottostanti troppo scuri o poco luminosi e quindi in modo da non dare effetto di soffocamento;
- Strato di XLAM dello spessore di 57 mm: composto da tre strati di tavole di legno di abete ciascuno di spessore 19 mm, con classe di resistenza minima C24 – S10. I pannelli di legno massiccio sono composti da più strati di lamelle sovrapposti e incollati uno sopra l'altro, con colle prive di formaldeide, in modo che la fibratura di ogni singolo strato sia ruotata nel piano di 90 gradi rispetto agli strati adiacenti. Inoltre presenta un'ottima performance acustica (abbinato a materiali fibrosi) sia per il rumore aereo che per quello di calpestio. Infine ha una buona resistenza al fuoco in quanto il pannello, essendo composto da tavole di abete rosso, permette la carbonizzazione della superficie esposta all'incendio proteggendo gli strati interni, presentando un grado di combustione di soli 0,7mm/min;
- Guaina acustica BarrierFlat: barriera acustica adesiva a base di polimeri ad altissima densità, di conformazione gommosa e disaccoppiante. È un foglio isolante denso e flessibile, ancora più efficace quando viene messo tra strati multipli di cartongesso o legno;
- Inoltre è stato inserito un particolare pacchetto che viene tipicamente utilizzato per gli studi di registrazione proprio per la sua capacità fonoassorbente, come di seguito riportato:
 - o U-Boats: sono dei supporti a forma di U applicati sotto a dei travetti in legno che permettono di realizzare un pavimento flottante andando a disaccoppiare il pavimento interno dalla struttura portante garantendo un ottimo isolamento acustico;

- o Listelli in legno: posizionati sopra agli uboat per creare il pavimento flottante;
 - o Isolante in lana di roccia: materiale naturale con ottima capacità di isolamento termico e acustico. Non assorbe né acqua né umidità ed ha un ottimo comportamento al fuoco in quanto non contribuisce allo sviluppo e neanche alla propagazione dell'incendio risultando di classe A1 e quindi incombustibile;
 - o MDF di spessore 20 mm: un pannello di fibre finissime di legno a media densità legate tra loro da collanti innovativi. È un prodotto completamente riciclabile. Resiste all'acqua, all'umidità, agli urti ed è un ottimo isolante dal punto di vista termico e acustico. Difficilmente infiammabile, di classe di reazione al fuoco europea B, importante nel ritardare la propagazione della fiamma;
 - o Barriera acustica BarrierFlat di spessore 4 mm;
 - o MDF di spessore 20 mm;
- Moquettes: il piano di calpestio degli uffici è stato scelto con questa particolare finitura in quanto con soli 10 mm di spessore si ottiene un isolamento pari ad un pavimento di cemento da 15 cm. Sono i pavimenti con il miglior isolamento acustico, si può trovare sotto forma di rotoli, piastrelle, listoni di diverse colorazioni e ciò permette di poter comporre il pavimento a proprio piacimento rendendo gli ambienti molto professionali, caratteristica fondamentale trattandosi proprio di uffici. Inoltre tale tipologia di pavimento può ridurre la polvere in sospensione fino all'80% rendendo così l'aria che si respira più sana, riduce la presenza di molti acari responsabili delle allergie, riduce il rischio di scivolamento ed è facile da pulire mediante l'impiego di semplice aspirapolvere. Per quanto riguarda la pulizia è necessario effettuare un lavaggio, una volta all'anno, con appositi macchinari oltre alla possibilità di fare trattamenti antisporcio e antibattericida.

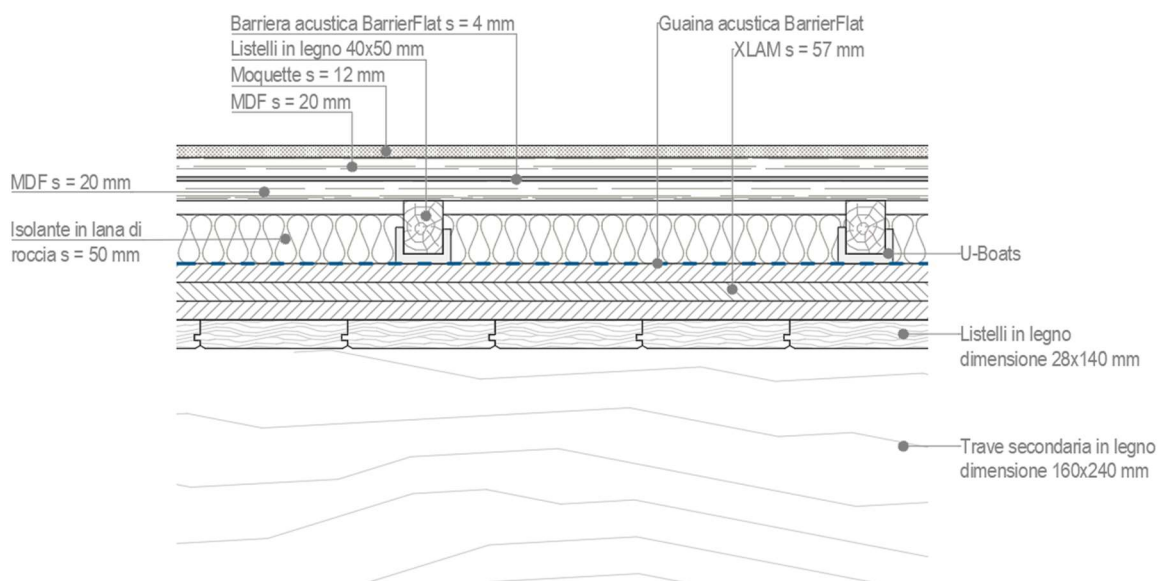


Figura 126: Solaio tipo 1, documento dell'autore

Come è possibile vedere dalla stratigrafia il passaggio degli impianti non è stato previsto in quanto il loro inserimento è stato previsto all'interno di appositi cavedi o di particolari battiscopa, mentre in alcuni punti rimarranno a vista sia per una questione estetica che per una questione di facile manutenzione.

La seconda tipologia di solaio è quella presente al primo piano in corrispondenza dell'area aperta al pubblico e al piano terreno in corrispondenza delle vecchie aperture presenti al di sotto dei gruppi di produzione. La pavimentazione presenta la seguente stratigrafia partendo dal basso andando verso l'alto:

- Strato di spessore 28 mm di listelli in legno;
- Strato di XLAM dello spessore di 57 mm;
- Granulato in sughero biondo Cork granules realizzato con sughero biondo naturale. Il materiale presenta le seguenti caratteristiche termodinamiche: densità 200 kg/m³, coefficiente di conduttività

termica $\lambda=0,037$ W/mK, calore specifico $c=1674$ J/kgK, coefficiente di resistenza alla penetrazione del valore $\mu=10-13$ e classe di reazione al fuoco 2. La granulometria è di 3/5 mm;

- Silicato di sodio: impiegato per cristallizzare i granuli di sughero ed avere un massetto completamente naturale;
- Supporti regolabili: supporti con testa autolivellante che compensa automaticamente pendenze fino al 5% in gomma antirumore ed antiscivolamento e possibilità di regolazione millimetrica manuale;
- Cementolegno BetonWood Tongue&Groove di spessore 22 mm realizzato in cemento Portland e fibre di legno, di densità 1350 kg/m³ ed elevatissima resistenza a compressione pari a $9.000,00$ kPa. Questo pannello garantisce un'ottima soluzione per interventi mirati ad ottenere alti livelli di sfasamento termico ed abbattimento acustico, grazie alla sua alta densità che lo rende adatto anche per massetti a secco autoportanti, pavimenti radianti e strutture di irrigidimento. Tongue&Groove indica che il pannello possiede bordi ad incastro su 4 lati, ottimo per i massetti a secco. Il massetto può essere finito con monocotture, parquet, linoleum, moquette, e tante altre finiture ancora.
- Rivestimento in resina.

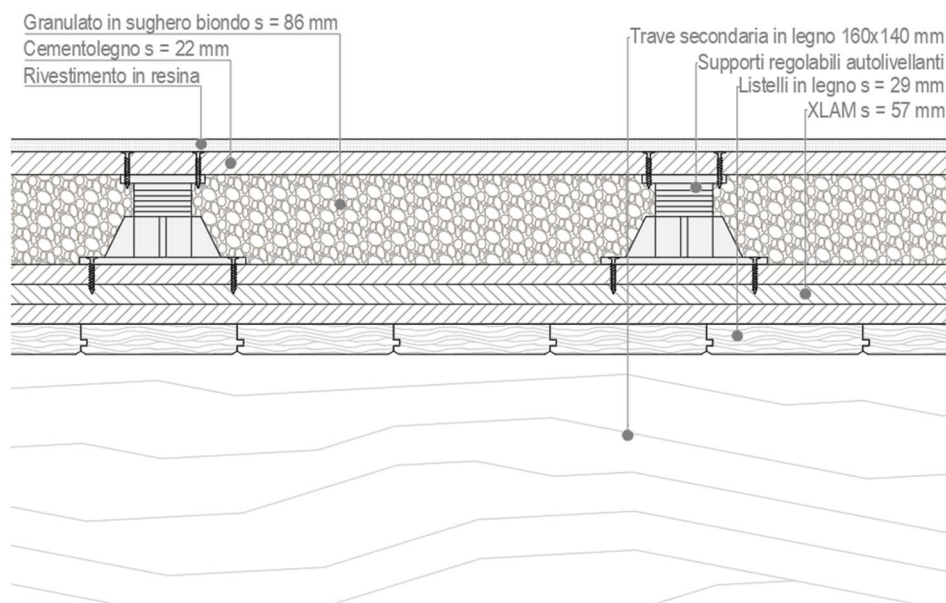


Figura 127: Solaio tipo 2, documento dell'autore

Le pareti divisorie interne sono quelle della Knauf, in particolare la parete W362 che permette un abbattimento acustico di 62 dB e di cui si riporta la scheda tecnica di riferimento. Presenta uno spessore totale pari a 150 mm e la stratigrafia è la seguente:

- Due lastre Knauf Vidiwall, lastre in gesso-fibra composte da gesso e fibre di cellulosa di spessore 12,5 mm ciascuna;
- Montanti Knauf a "C" 50/100/50, spessore 0,6 mm, interasse 600 mm;
- Guide Knauf a "U" 40/100/40, spessore 0,6 mm;
- Isolante in lana di roccia di spessore 100 mm inserita all'interno dei profili a "C";
- Due lastre Knauf Vidiwall di spessore 12,5 mm.

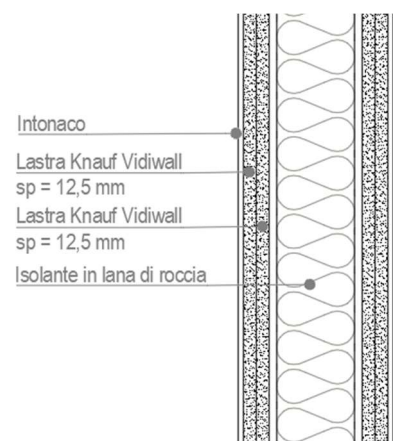


Figura 128: Parete divisoria, documento dell'autore

Per ulteriori informazioni si fa riferimento alla scheda tecnica "01_KNAUF_PareteW362".

La stratigrafia del tetto è stata modificata ed in particolare ne è stato aumentato lo spessore per l'aggiunta dell'isolamento termico ed è stata sostituita la lamiera presente con una più moderna. Quest'ultima non presenta fissaggi esterni ed è composta da elementi che vengono uniti esclusivamente mediante incastro. Per ulteriori chiarimenti si fa riferimento alla scheda tecnica "02_Tetto_Sandrini Metalli_Sand future",

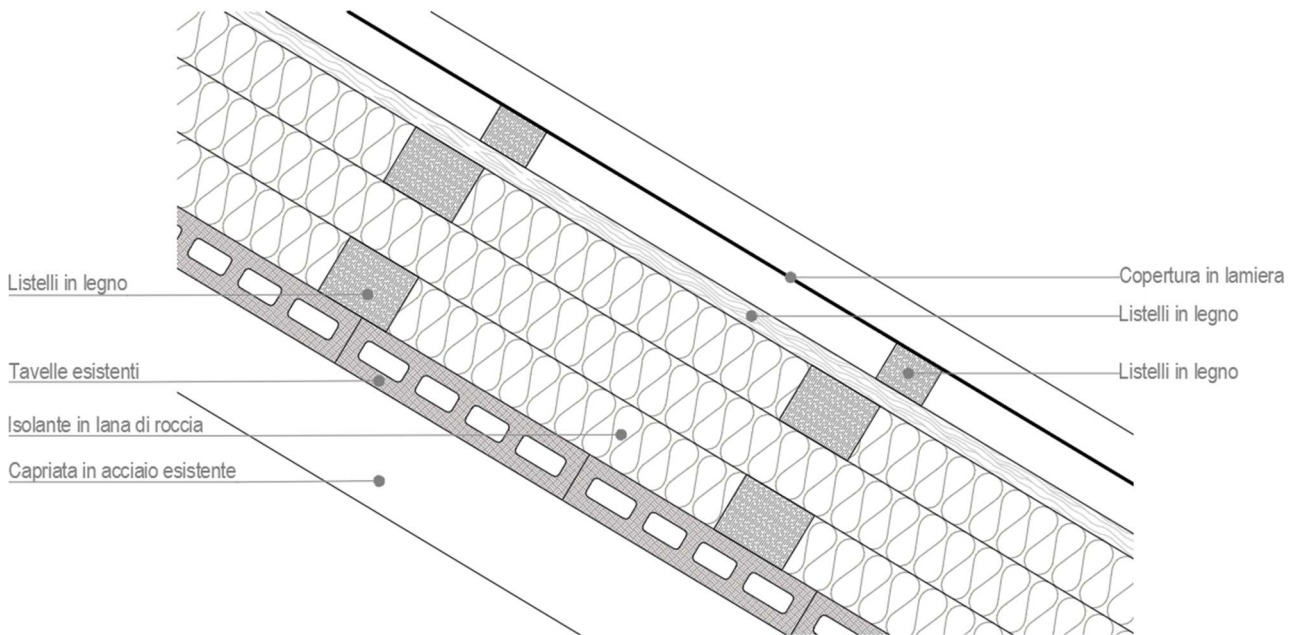


Figura 129: Stratigrafia del tetto, documento dell'autore

L'edificio presenta numerose pareti vetrate che suddividono le aree aventi le due differenti destinazioni d'uso e di conseguenza necessitano di buone caratteristiche acustiche e per questo motivo sono stati inseriti serramenti e pareti vetrate del sistema I-Wallspace del gruppo Fantoni.

Tali pareti possono presentare moduli in appoggio o integrati, moduli per le porte, per pareti cieche con la possibilità di inserire un ulteriore strato di isolamento acustico e moduli aventi dei sistemi passacavi. Avendo a disposizione differenti tipi di moduli vi è la possibilità di creare la parete a proprio piacimento facendola in parte cieca ed in parte vetrata, solo vetrata o solo cieca. Per ulteriori informazioni si fa riferimento alle schede tecniche "03_IWallSpace" e "04_IwallSpace_caratteristiche tecniche".



Figura 130: Pareti vetrate Fantoni, scheda tecnica Fantoni

La struttura orizzontale della parete vetrata è composta di profili in alluminio estruso anodizzato, in colore naturale. La stabilità e tenuta acustica sono garantite da una serie di guarnizioni estruse in PVC morbido, collocate lungo i profili perimetrali fermavetro. La sezione finale dei profili in alluminio è di circa 70 x 20 mm inferiormente e 75 x 47 mm superiormente con spessori mediamente di 1,5 mm. I vetri utilizzati nella parete sono stratificati 6 + 6 mm con interposta pellicola di PVB da 0,38 mm.

I moduli in appoggio sono stati inseriti esclusivamente nella parete interna della sala riunione degli uffici e nelle parti vetrate presenti nell'ufficio singolo al secondo piano. Per quanto riguarda le pareti vetrate degli uffici open space al

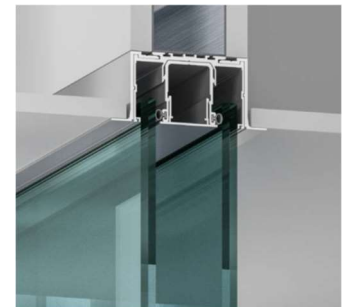


Figura 131: Sezione di un modulo vetrato, scheda tecnica Fantoni

secondo piano, tutte le pareti sono state scelte integrate per evitare ponti acustici eccessivi. In qualunque caso i vetri raggiungono un abbattimento acustico di 42 dB.

Adeguamento strutturale

Per la riqualifica della centrale idroelettrica è stata progettata una struttura portante indipendente e distaccata dalla struttura esistente. Questa scelta è derivata dal fatto che la struttura portante attuale è composta esclusivamente dalla muratura perimetrale e che difficilmente potrebbe superare una verifica strutturale, soprattutto dal punto di vista sismico. La nuova struttura portante si presenta in acciaio e legno ed è stata distaccata dalla muratura attuale di 50 cm in modo da permettere sempre la manutenzione di entrambe. La struttura è così composta:

- pilastri in acciaio HEB400;
- travi primarie in acciaio HEB400;
- travi secondarie in legno 16x24 cm.

Di seguito si riporta l'abaco degli elementi presenti.

ELEMENTI IN ACCIAIO (HEB400)			
NOME	DIMENSIONI	NUMERO	LUNGHEZZA [cm]
P01	30 x 40 h	10	850
P02	30 x 40 h	3	522
PR01	30 x 40 h	9	1070
PR02	30 x 40 h	2	840
PR03	30 x 40 h	1	190

ELEMENTI IN LEGNO (legno di abete)			
NOME	DIMENSIONI	NUMERO	LUNGHEZZA [cm]
S01	16 x 24 h	2	469
S02	16 x 24 h	18	440
S03	16 x 24 h	4	463
S04	16 x 24 h	16	435
S05	16 x 24 h	6	198
S06	16 x 24 h	4	218
S07	16 x 24 h	3	545
S08	16 x 24 h	12	516
S09	16 x 24 h	4	457
S10	16 x 24 h	40	429
S11	16 x 24 h	30	400
S12	16 x 24 h	2	147
S13	16 x 24 h	2	237
S14	16 x 24 h	1	159
S15	16 x 24 h	2	348
S16	16 x 24 h	2	118
S17	16 x 24 h	1	482
S18	16 x 24 h	2	175
S19	16 x 24 h	1	131
S20	16 x 24 h	1	414

Per maggiori chiarimenti si fa riferimento alla tavola “P04 – Stato di progetto – Struttura portante”.



Figura 132: Vista tridimensionale della nuova struttura portante, documento dell'autore

La scelta dei materiali deriva sia da una questione estetica, che permette di ottenere uno stile industriale caratterizzato proprio dall'accostamento dei due materiali, che per una scelta acustica, in quanto avendo ampi spazi una struttura in solo acciaio avrebbe peggiorato il comfort acustico all'interno del locale.

La scala principale, quella posizionata pressoché di fronte all'ingresso, si presenta in acciaio con gradini in vetro. Questa scala è composta da travi in acciaio tipo IPE che fungono da corrimano ma rappresentano anche il supporto della scala stessa in quanto, mediante l'inserimento di tiranti in acciaio, queste sorreggono la struttura di supporto dei gradini in vetro. Le travi IPE a loro volta sono state appese alle travi secondarie in legno del secondo piano.

Per quanto riguarda invece la scala collocata all'interno dell'area CVA al primo piano e che conduce agli uffici del secondo livello, questa è autoportante e poggia su travi in legno aggiunte appositamente sia al primo che al secondo piano.

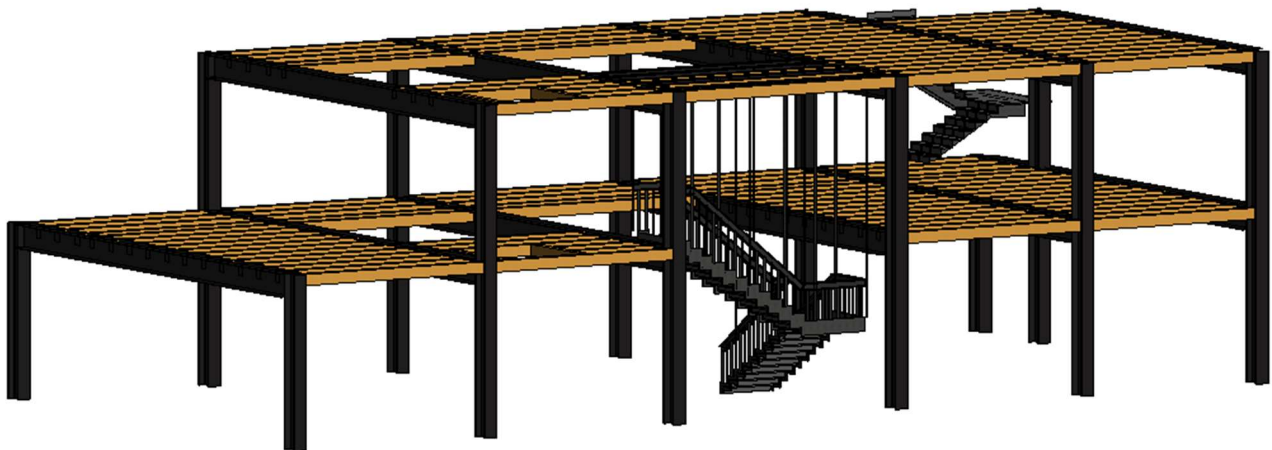


Figura 133: Vista tridimensionale della struttura portante con le scale, documento dell'autore

Il predimensionamento delle travi primarie in acciaio e quelle secondarie in legno è stato eseguito prendendo come riferimento il solaio tipo più pesante e l'area di influenza maggiore in modo da andare a rappresentare il caso peggiore.

Per prima cosa sono state dimensionate e verificate le travi secondarie in legno. Queste sono state prese in legno lamellare in abete di dimensioni 16 x 24 cm. Nel caso oggetto di studio la trave è appoggiata agli estremi con carico distribuito uniformemente su tutta la lunghezza e il momento massimo risulta quindi pari a:

$$M = ql^2/8$$

Di seguito si riporta un'immagine rappresentante l'area di influenza della trave.

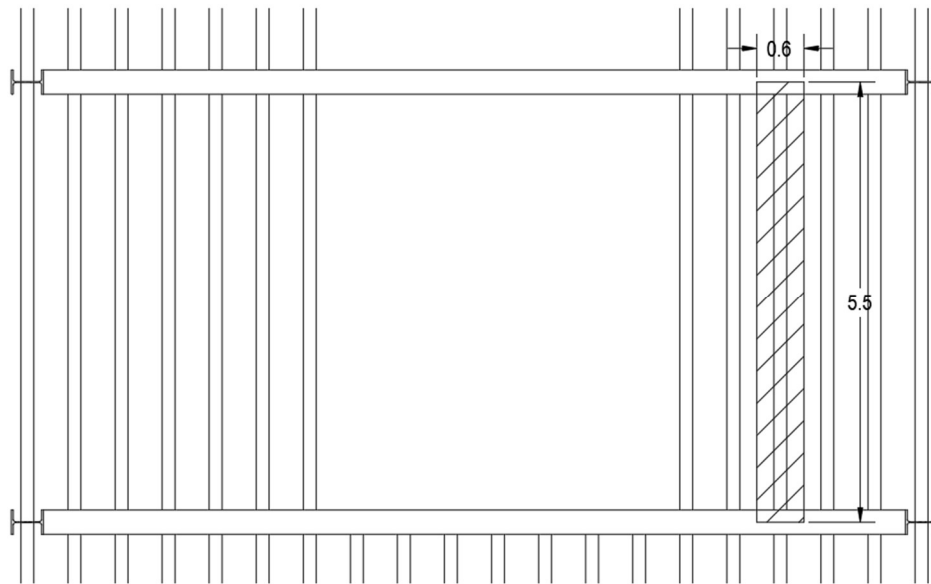


Figura 134: Area di influenza trave secondaria, documento dell'autore

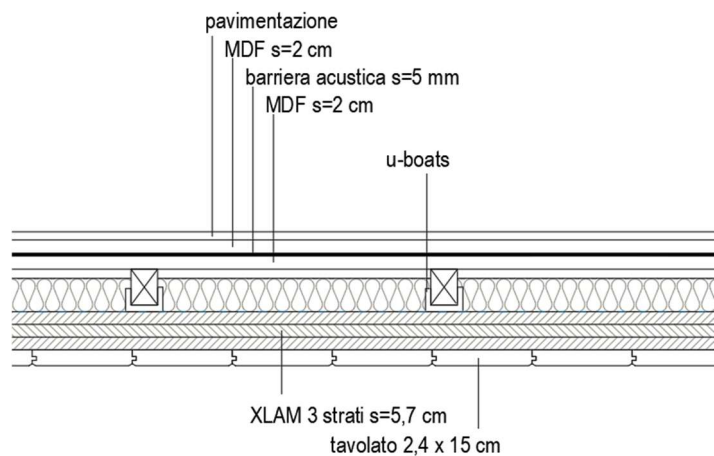
Si è proseguito con l'analisi dei carichi permanenti strutturali, non strutturali e accidentali. Per i carichi permanenti strutturali, in questo caso, è presente solo il peso proprio della trave in legno. Per i carichi permanenti non strutturali si calcola il peso di tutti gli elementi che compongono il solaio, a cui si somma il contributo degli elementi divisori interni. Quest'ultimi vengono considerati come carico distribuito uniformemente su tutto il solaio e, nel caso oggetto di studio, come descritto da normativa, questo carico sarà pari a $0,40 \text{ kN/m}^2$.

per elementi divisori con	$G_2 \leq 1,00 \text{ kN/m} : g_2 = 0,40 \text{ kN/m}^2;$
per elementi divisori con	$1,00 < G_2 \leq 2,00 \text{ kN/m} : g_2 = 0,80 \text{ kN/m}^2;$
per elementi divisori con	$2,00 < G_2 \leq 3,00 \text{ kN/m} : g_2 = 1,20 \text{ kN/m}^2;$
per elementi divisori con	$3,00 < G_2 \leq 4,00 \text{ kN/m} : g_2 = 1,60 \text{ kN/m}^2;$
per elementi divisori con	$4,00 < G_2 \leq 5,00 \text{ kN/m} : g_2 = 2,00 \text{ kN/m}^2.$

Figura 135: NTC 2018

Di seguito si riporta la tabella con le informazioni necessarie per il calcolo del peso proprio del solaio.

Materiale	
Pavimento (generico)	$23,2 \text{ kg/m}^2$
MDF	800 kg/m^3
Barriera acustica	10 kg/m^3
MDF	800 kg/m^3
Isolante in lana di roccia	70 kg/m^3
Telaio in legno	500 kg/m^3
XLAM	5 kN/m^3
Tavolato in legno	430 kg/m^3



Infine si è proceduto con il calcolo dei carichi accidentali che, nel caso oggetto di studio, sono stati considerati pari a 3 kN/m^2 . Questo valore deriva dalla categoria B2 (uffici aperti al pubblico), preso come riferimento per tutto l'edificio anche se non si tratta esclusivamente di edifici aperti al pubblico. Infatti il secondo piano è privato, mentre il primo è in parte privato ed in parte aperto al pubblico. Inoltre, sempre al primo piano, è

presente una parte di bar che rientra all'interno della categoria C quindi con carichi accidentali pari a 3 kN/m². Per uniformare il tutto i carichi accidentali sono dunque stati presi pari a 3 kN/m².

Per la verifica delle travi in legno si utilizza un software "All Wood Tools" che permette di verificare la trave agli stati limiti ultimi. Di seguito si riportano i dati inseriti all'interno del programma:

Peso specifico della trave in legno	450	daN/m ²
Altezza trave	24	cm
Base trave	16	cm
G1	4	daN/m ²
G2	143	daN/m ²
Q (uffici)	306	daN/m ²
Luce	550	cm
Distanza di influenza	60	cm

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche allo stato limite ultimo.

Verifiche allo Stato Limite Ultimo [S.L.U.] M

- CALCOLO DEL MOMENTO SOLLECITANTE

$M_{ed,I} \div k_{mod,G} = 722,6$
 $M_{ed,II} \div k_{mod,Q} = 2.458,2$
 Condizione più gravosa: II
 $M_{ed} = 1.474,9$ daN m

- TENSIONI DI PROGETTO

$\sigma_{m,y,d} = 96,02$ daN/cm²
 $\sigma_{m,z,d} = 0,00$ daN/cm²

- RESISTENZE DI PROGETTO i

k_h lungo l'altezza = 1,096
 k_h lungo la base = 1,100
 $f_{m,y,d} = 108,84$ daN/cm²
 $f_{m,z,d} = 109,24$ daN/cm²

- ALTRI DATI i

$k_m = 0,7$
 $k_{crit,m} = 1,000$

0,88 < 1,00

Formula 4.4.5.a

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

0,62 < 1,00

Formula 4.4.5.b

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

0,88 < 1,00

Formula 4.4.11

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

- CALCOLO DEL TAGLIO SOLLECITANTE T

$V_{ed,I} \div k_{mod,G} = 525,5$
 $V_{ed,II} \div k_{mod,Q} = 1.787,8$
 Condizione più gravosa: II
 $V_{ed} = 1.072,7$ daN

- TENSIONE DI PROGETTO

$\tau_d = 6,25$ daN/cm²

- RESISTENZA DI PROGETTO

$f_{v,d} = 14,48$ daN/cm²

6,25 < 14,48

Formula 4.4.8

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

Figura 136: Verifiche SLU delle travi secondarie, software All Wood Tools

Si procede ora con il predimensionamento della trave primaria in acciaio attraverso l'utilizzo del sito *Oppo* che, dopo l'inserimento dei dati, consiglia le diverse tipologie di profili da utilizzare. Di seguito si riporta un'immagine rappresentate l'area di influenza delle travi primarie.

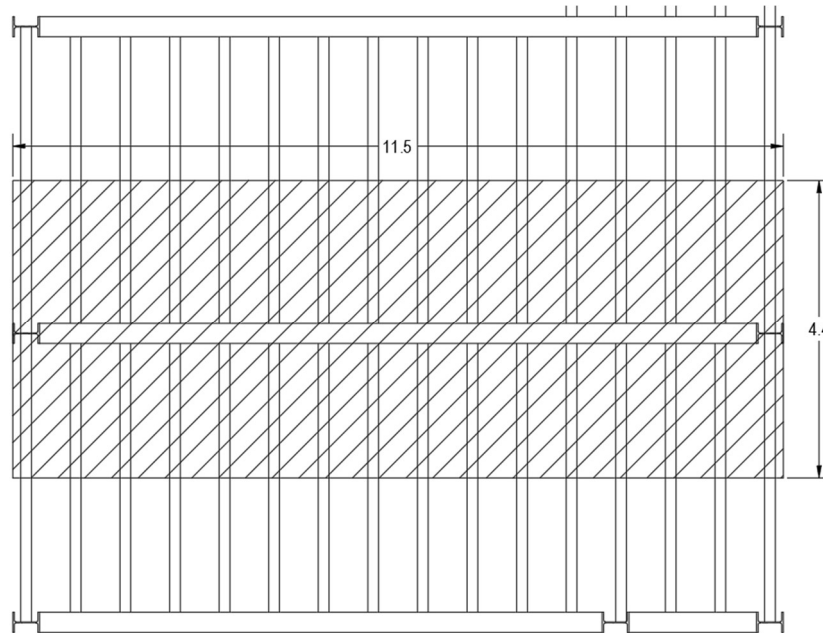


Figura 137: Area d'influenza delle travi primarie, documento dell'autore

I carichi uniformemente distribuiti risultano gli stessi che sono stati utilizzati per la verifica ed il predimensionamento delle travi secondarie in legno, con la sola differenza di aver aggiunto il peso di queste ultime ottenendo il seguente risultato:

Il calcolo, oltre a fornire il M_{max} e il W_{min} , determina la dimensione necessaria dei comuni profili commerciali in acciaio:

Dati di calcolo

L m = Lunghezza trave

q kg/m = Carico uniformemente distribuito a metro

σ kg/cm² = Tensione ammissibile del materiale

M_{max} kg·m = **Momento flettente massimo**

W_{min} cm³ = **Modulo di resistenza minimo**

Tensione ammissibile del materiale:
 1600 kg/cm² Acciaio S235 (Fe360)
 1900 kg/cm² Acciaio S275 (Fe430)
 2400 kg/cm² Acciaio S355 (Fe510)

$$M_{max} = \frac{q \cdot L^2}{8}$$

$$W_{min} = \frac{M_{max}}{\sigma}$$

Dimensione occorrente dei comuni profili commerciali e rispettivi moduli di resistenza:

Profilo	IPE	HEA	HEB	HEM	UPN	T	L (lati uguali)	Tubo QUADRO	Tubo RETTANG.	Tubo CIRCOL.
Sezione	IPE600	HEA450	HEB400	HEM280	-	-	-	-	-	-
W_{max}	3069.00	2896.00	2884.00	2551.00	-	-	-	-	-	-

Figura 138: Predimensionamento travi HEB400, www.oppo.it

Si è infine proceduto con il predimensionamento dei plinti di fondazione. Grazie alle analisi effettuate per la caratterizzazione del terreno per i calcoli strutturali del nuovo impianto idroelettrico che sarà costruito nelle immediate vicinanze dell'attuale centrale, è stato possibile ipotizzare le caratteristiche fisiche e meccaniche del terreno. Considerato che sono stati effettuati numerosi sondaggi lungo tutto il nuovo percorso dell'impianto, si è deciso di prendere come riferimento quello identificato con la sigla S10/19 in quanto si trova nel cortile interno dell'attuale centrale. Il sondaggio considerato, che è stato effettuato in direzione verticale verso il basso fino ad una profondità di 15 metri ed eseguito in rotazione e a carotaggio continuo, ha evidenziato che il terreno si presenta sino ad una profondità di circa 13 metri in deposito glaciale e poi in gneiss minuti.



Figura 139: Carotaggi effettuati nel cortile della centrale esistente, documenti CVA

Per il predimensionamento dei plinti è stato ipotizzato di ricadere esclusivamente sul terreno composto da deposito glaciale ed è stata assunta una resistenza pari a 2 daN/cm^2 . In seguito è stato identificato il plinto avente il carico maggiore da supportare ed è stato dunque calcolato il carico di punta portato dal pilastro. Quest'ultimo risulta essere pari agli elementi che compongono il primo ed il secondo solaio moltiplicati per l'area di influenza pari a 28 m^2 .

Calcolo peso degli elementi dei due piani	
Peso proprio pilastro HEB400	1860 kg
Travi primarie HEB400	1659 kg
Travi secondarie in legno 16x24 cm	3 kg
G2: pavimentazione, MDF, Barriera acustica, MDF, isolante, telaio in legno, tavolato in legno + elementi divisori	7961 kg
Q: categoria B2	17131 kg

Totale peso = **28614 kg**

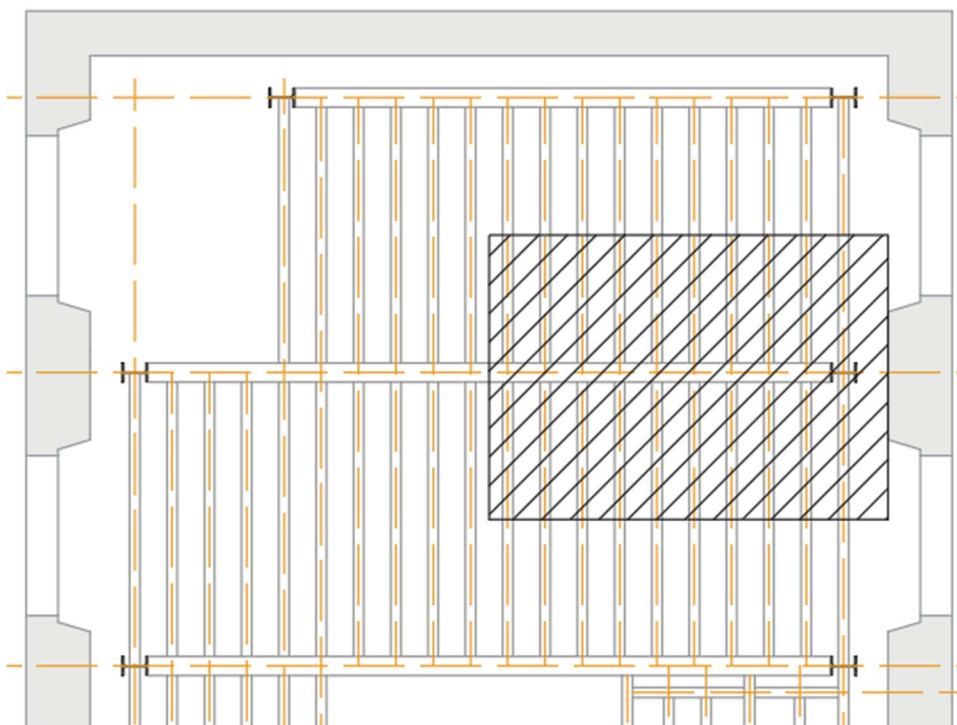


Figura 140: Area di influenza del pilastro per il primo ed il secondo livello, documento dell'autore

Si è proceduto con il calcolo della superficie minima che deve avere il plinto di fondazione e, in funzione degli spazi presenti tra muratura portante e cunicoli, questi presentano differenti misure di base e di altezza. Questa scelta è stata effettuata in quanto i plinti sono stati collegati alle strutture esistenti in modo tale da permettere alla parte al di sotto del terreno, in caso di sisma, di muoversi insieme. Si presuppone inoltre che la struttura esistente, essendo una struttura monolitica, riesca a supportare il peso aggiuntivo portato dalla nuova struttura in acciaio.

$$\text{Superficie minima} = \text{carico} / 2 = 28614 / 2 = 14307 \text{ cm}^2$$

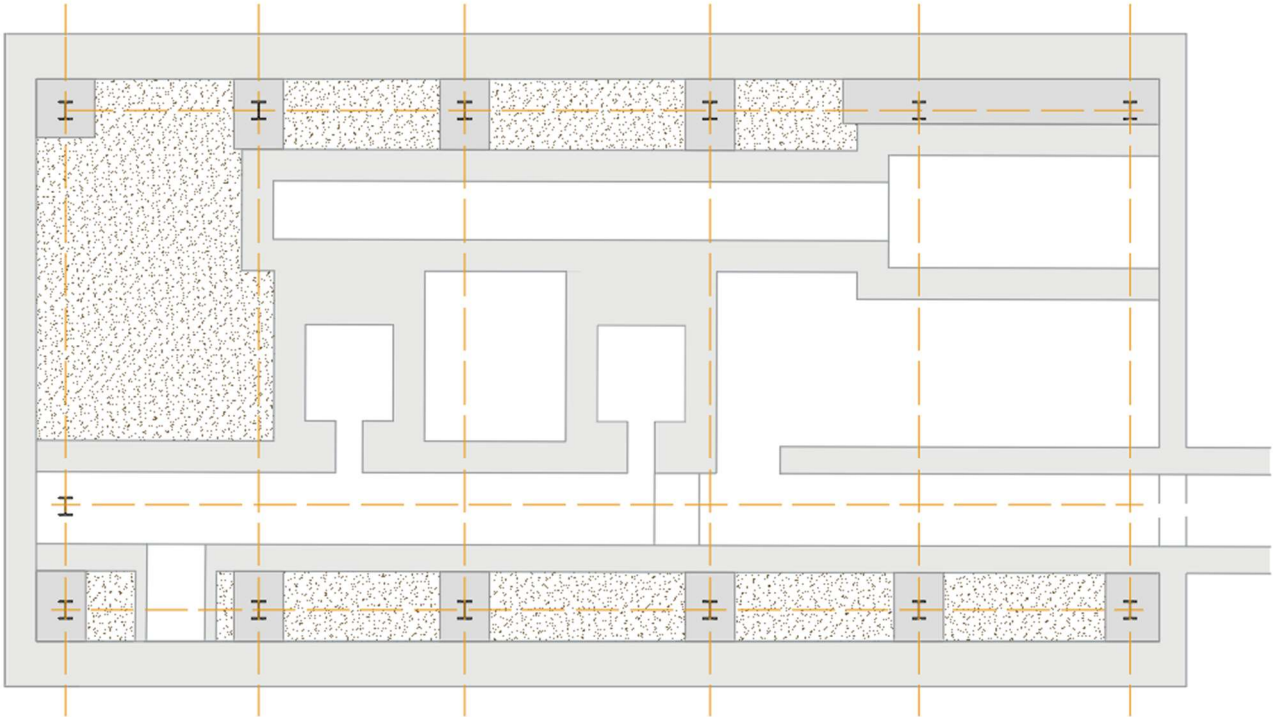


Figura 141: Plinti di fondazione collegati alla struttura monolitica esistente, documento dell'autore

Eliminazione delle barriere architettoniche

Per l'abbattimento delle barriere architettoniche è stato necessario l'inserimento di un ascensore che rispondesse a tutte le esigenze presenti. Trovandosi in un edificio a carattere storico ci si è trovati di fronte alla problematica di non avere a disposizione gli spazi necessari per l'inserimento del fincorsa dell'ascensore stesso. Per questo motivo è stata effettuata la scelta di inserire un miniascensore che, oltre a non avere il fincorsa, presenta numerosi punti a favore. Infatti i miniascensori, pur essendo più piccoli e lenti, fanno poco rumore e consumano molta meno corrente rispetto ai classici ascensori. Inoltre nel caso oggetto di studio non vi è la necessità di grandi velocità, spazi, numeri di persone e grandi altezze, di conseguenza la scelta del miniascensore è risultata la più adatta.

Il miniascensore è nato per migliorare l'accessibilità degli edifici con pochi piani, come ad esempio ville e appartamenti su più livelli, negozi, studi, uffici e piccoli condomini. È operativo a partire da una sola fermata, quindi può essere installato per facilitare gli spostamenti tra due soli piani. È inoltre poco

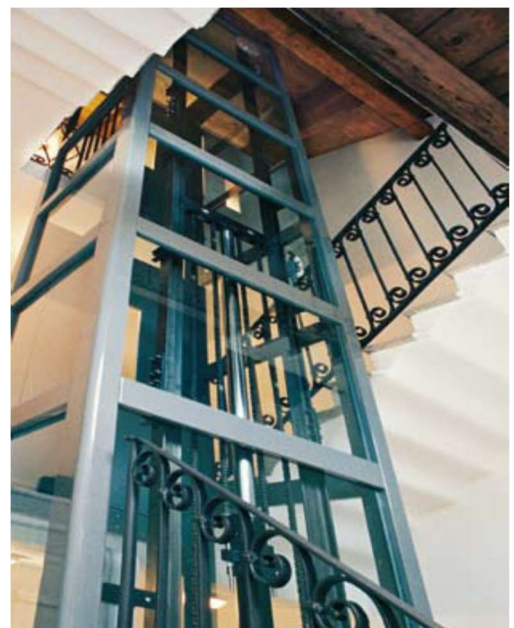


Figura 142: Miniascensore, scheda tecnica Gulliver

ingombrante perché il gruppo di trazione non è a bordo macchina, caratteristica che lo rende più agile e leggero.

L'installazione e il collaudo del miniascensore sono semplici e veloci. La piattaforma elevatrice:

- non ha bisogno di spazio extra-corsa;
- può essere appoggiata direttamente sul pavimento o con uno scavo di pochi centimetri;
- non richiede particolari lavori strutturali;
- ha un ingombro contenuto, poco più di un metro quadrato;
- può essere installata anche in spazi molto piccoli.

Il miniascensore è alimentato da corrente 220 Volt, contro ad un ascensore normale che generalmente è alimentato da una corrente di 380 Volt, e consuma come un normale elettrodomestico di moderna generazione.

Nel caso oggetto di studio il miniascensore deve coprire un'altezza inferiore ai 15 metri e deve servire il piano terra, l'accesso al dehor, primo piano e secondo piano. Di seguito si riportano le principali caratteristiche del miniascensore scelto per il progetto oggetto di studio:

- Capacità per tre persone o un passeggero su sedia a rotelle più un accompagnatore;
- Velocità: 15 cm/sec
- Potenza del motore: 6kW
- Larghezza della porta: 813 mm
- Illuminazione LED e ventilazione automatiche
- Telefono nella cabina
- Altezza interna cabina: 2007 mm
- Altezza della porta: 2025 mm
- Configurazione delle porte/accessi: tutti allineati a 0° e possibilità di accessi opposti a 180°
- Una sola porta per piano
- Certificazione marcatura CE

Per ulteriori chiarimenti si fa riferimento alla scheda tecnica "*05_Miniascensore_GULLIVER*".

Riqualificazione energetica

La riqualificazione energetica di un edificio esistente consiste in una serie di interventi per migliorarne l'efficienza, riducendo i consumi e le emissioni di fattori inquinanti. Questi lavori riguardano sia l'involucro edilizio sia la componente impiantistica della struttura. L'obiettivo è quello di minimizzare gli sprechi ed ottimizzare l'utilizzo dell'energia, cercando di ottenere il massimo risultato con il minimo consumo di energia possibile. Tra le principali azioni c'è l'isolamento termico che permette di diminuire le perdite di calore durante l'inverno e l'afflusso del caldo durante l'estate, permettendo di diminuire l'utilizzo del sistema di riscaldamento e di ventilazione. Un'altra azione è quella di utilizzare fonti rinnovabili, come potrebbe essere l'installazione di pannelli solari per autoprodursi energia, fattore che non permette solo un risparmio economico ma anche una maggiore sostenibilità ambientale. In più si può pensare all'inserimento nei locali di elettrodomestici di classe energetica alta e utilizzare lampadine LED che permettono un consumo energetico inferiore ed una qualità di luce maggiore rispetto alle classiche lampadine a fluorescenza o a incandescenza.

Nel caso oggetto di intervento, l'obiettivo non è lo studio mirato all'ottenimento di un edificio ad emissioni zero, ma è stata effettuata una semplice analisi sulla trasmittanza dei componenti dell'edificio ed il rispetto della normativa vigente. Tali analisi possono essere sviluppate ulteriormente in futuro con uno studio mirato all'ottenimento di un edificio ad emissioni zero.

Il comune di Hône, come visibile dalla mappa climatica di seguito riportata, ricade all'interno della zona climatica E.

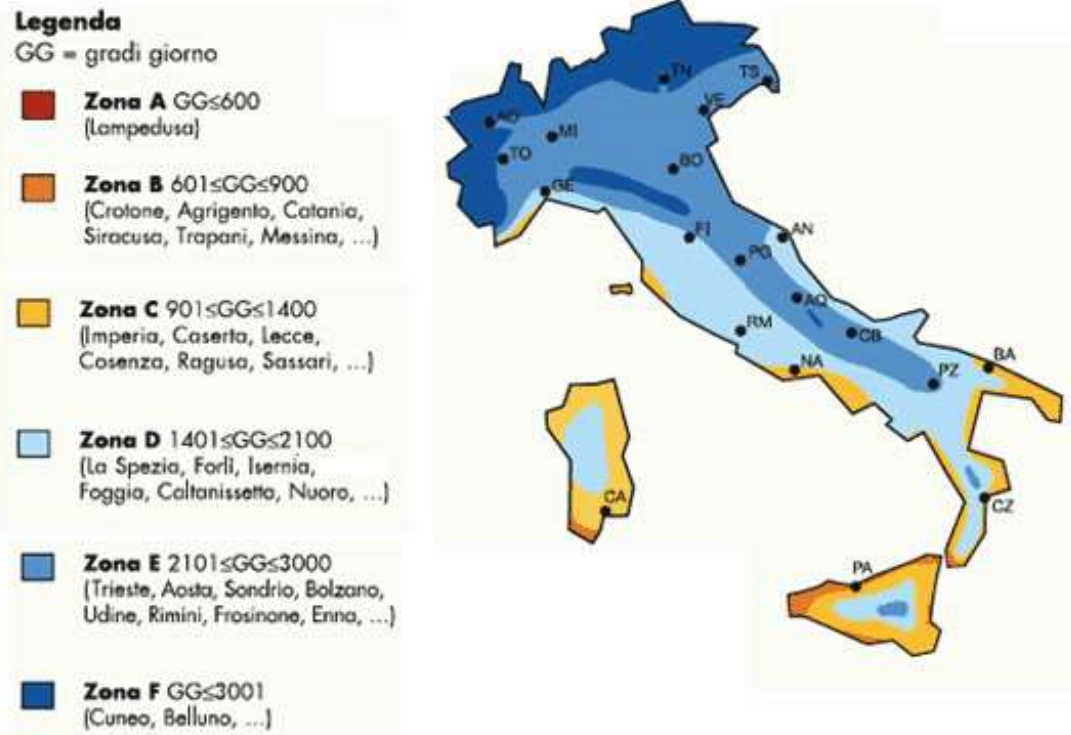


Figura 143: Zone climatiche, www.celsiuspanel.it

Per la riqualificazione energetica bisogna rispettare i valori limite di trasmittanza che variano in funzione della zona climatica, del tipo di componente e dal tipo di intervento e quindi se di nuova costruzione oppure riqualificazione. Di seguito si riportano i valori limite di trasmittanza per riqualificazione energetica dei componenti verticali opachi, inclinati opachi e chiusure tecniche trasparenti e opache.

Zona climatica	Trasmittanza U [W/m ² K]		
	Componenti opachi verticali	Componenti opachi inclinati	Chiusure tecniche trasparenti e opache
A e B	0,40	0,32	3,00
C	0,36	0,32	2,00
D	0,32	0,26	1,80
E	0,28	0,24	1,40
F	0,26	0,22	1,00

Cappotto interno

Per l'efficientamento energetico dell'edificio, ed in particolare per il cappotto interno, è stato inserito come materiale isolante un componente derivante da materiali naturali. Spesso si sceglie di utilizzare materiali minerali e/o naturali e quelli più utilizzati per i cappotti sono la fibra di legno o vetro, il sughero, la lana di roccia, di vetro cellulare e idrati e silicati di calcio. Ognuno di questi ha caratteristiche diverse che portano a vantaggi e svantaggi specifici, ma tutti sono accomunati dalla realizzazione a partire da materie prime naturali. I prezzi rispetto ai materiali sintetici sono superiori, ma generalmente accompagnati da migliori caratteristiche

di sicurezza e durabilità. I materiali sintetici inoltre sono altamente infiammabili, hanno una bassa traspirabilità non facendo così traspirare i muri ed emettono VOC compromettendo la salubrità dell'ambiente stesso.

Si è scelto dunque di utilizzare come isolante la lana di roccia avente le seguenti caratteristiche:

- Reazione al fuoco: A1;
- Conduttività termica dichiarata: $\lambda = 0,033 \text{ W/mK}$;
- Coefficiente di resistenza alla diffusione di vapore acqueo: $\mu = 1$;
- Densità: $\rho = 70 \text{ kg/m}^3$;
- Calore specifico: $C_p = 1030 \text{ J/kgK}$;
- Resistenza termica: 1,20.

Dopo aver progettato le stratigrafie, mediante l'utilizzo di un foglio di calcolo Excel, è stato calcolato il valore di trasmittanza termica (U) dei componenti opachi verticali ed inclinati per verificare il rispetto del valore limite per la zona climatica di riferimento. Inoltre è stata effettuata la verifica per quanto riguarda la condensa superficiale e quella interstiziale dei componenti.

Di seguito si riportano i dati necessari per il calcolo della trasmittanza dei componenti opachi verticali, ovvero dei muri perimetrali.

Stratigrafia (dall'interno all'esterno)	s [cm]	ρ [kg/m ³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/m°C]	R [m ² °C/W]
Intonaco	1,0	1400	11	840	0,700	-
Cartongesso	2,5	900	9	1090	0,210	-
Isolante	15,0	70	24	2100	0,033	-
Aria	3,0	1	1	1000	-	0,03
Pietrame	100,0	2000	24	840	1,400	-

Per il calcolo della trasmittanza è stata utilizzata la seguente formula:

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{R_{si} + \frac{S_i}{\lambda_i} + \frac{S_n}{\lambda_n} + R_n + R_a + R_{se}}$$

Dove:

- R_{si} : resistenza liminare della superficie interna della struttura, [m² K/W];
- S/λ : resistenza termica di uno o più strati di materiale omogeneo, [m² K/W];
- $R_n=1/C$: resistenza termica di strati di materiale non omogeneo, [m² K/W];
- R_a : resistenza termica di eventuali intercapedini, [m² K/W];
- R_{se} : resistenza liminare della superficie esterna della struttura, [m² K/W];
- C: conduttanza termica, [W/m²K];
- λ : conduttività termica dei materiali, [W/mK];
- s_i : spessore strato i-esimo della parete, [m].

Il valore della trasmittanza termica risulta pari a $U = 0,179 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,28$, risultando quindi verificata.

Mediante l'utilizzo del diagramma di Glaser, un metodo grafico utilizzato nell'ingegneria civile, è stato possibile effettuare lo studio della condensa all'interno e sulla superficie dei componenti opachi. Nella seguente immagine è possibile vedere la condensa nel mese più sfavorevole dell'anno, ovvero a novembre. Le due linee non si intersecano mai, ciò vuol dire che il valore di pressione parziale non è mai maggiore rispetto a quello della pressione di saturazione e, di conseguenza, non vi è condensa interstiziale. Anche quella superficiale non è presente e questo significa che la temperatura della parete è sempre maggiore rispetto a quella di rugiada, determinata mediante il diagramma di Mollier.

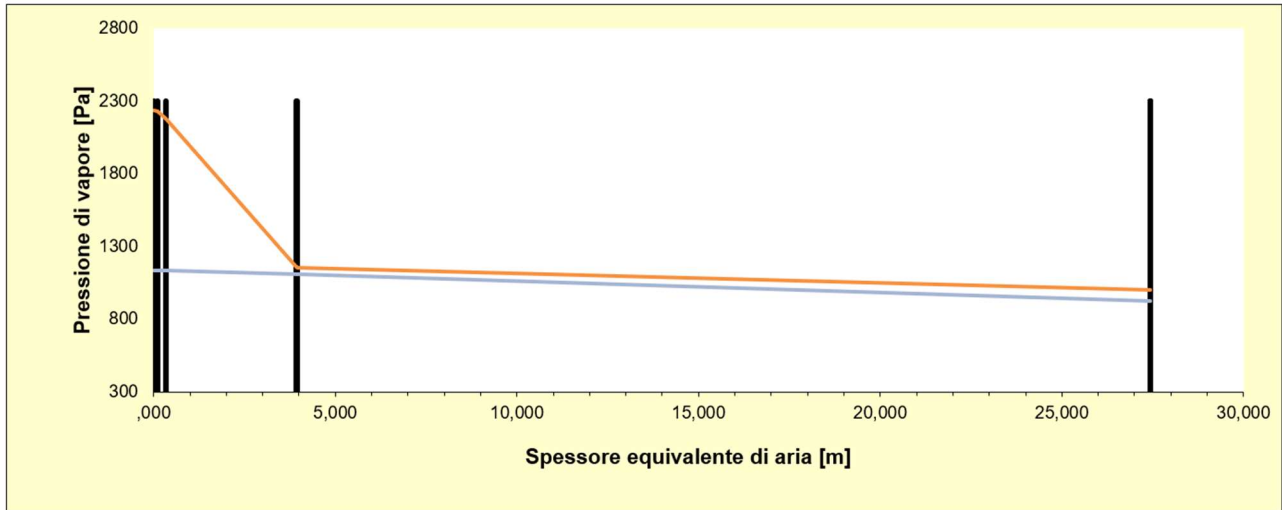


Figura 144: Grafico della pressione di vapore della parete perimetrale nel mese di novembre

Di seguito si riportano i dati inseriti all'interno del foglio di calcolo del tetto.

Stratigrafia (dall'interno all'esterno)	s [cm]	ρ [kg/m ³]	μ [-]	c [J/kg°C]	λ [W/m°C]	R [m ² C/W]
Tavole esistenti	5,0	1400	7	840	0,500	
Barriera al vapore	0,1	1100	2667	1000	0,230	
Isolante	18,0	130	24	2100	0,033	
Aria	6,0	1	1	1000		0,03
Lamiera grecata	0,2	8000		500	17,000	

Il valore di trasmittanza risulta pari $U = 0,175 \text{ W/m}^2\text{K}$. Anche in questo caso la trasmittanza risulta verificata e non è presente né la condensa interstiziale né quella superficiale.

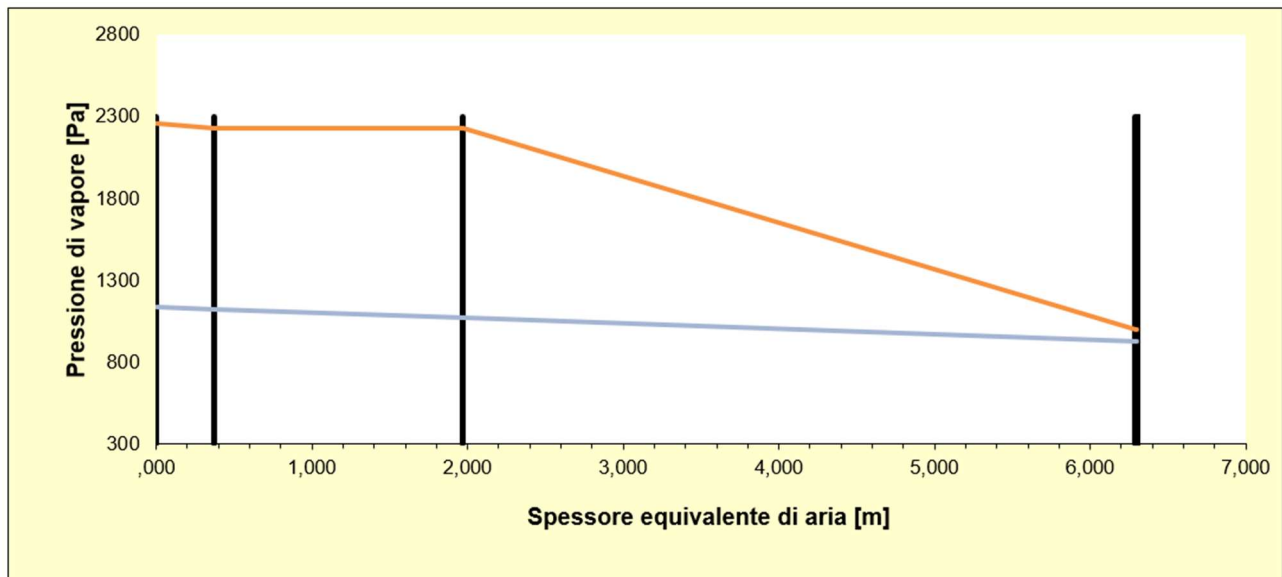


Figura 145: Grafico della pressione di vapore del tetto

Serramenti

Una delle criticità presenti è proprio quella legata alla sostituzione dei serramenti. L'edificio, come descritto precedentemente, presenta un vincolo architettonico che non permette di modificare l'aspetto estetico degli infissi. Per questa ragione la ricerca di un serramento adeguato è stata abbastanza complessa, con l'ulteriore criticità derivante proprio dalla forma geometrica e dalla dimensione dei serramenti stessi.

Per lo studio del serramento ci si è appoggiati all'azienda Forster Profili Sistemi Srl con cui è stato possibile definire la tipologia di infisso da andare ad inserire. Questa tipologia di serramento è stata utilizzata precedentemente per un lavoro simile in un edificio appartenente a CVA e situato nelle immediate vicinanze della centrale stessa. In allegato è possibile trovare la scheda tecnica di riferimento e la tavola contenente i profili per i serramenti in oggetto.

Da capitolato i serramenti prevedono dei profilati in acciaio con spessore 15/10 appartenenti alla serie *FORSTER UNICO XS*. È stato utilizzato un sistema di profili isolati termicamente, composto da profili tubolari a sezione variabile, dove l'isolamento termico è assicurato da componenti in acciaio inossidabile e da una copertura scanalata in EPDM. Le finestre hanno un triplo sistema di tenuta composto da guarnizioni perimetrali esterne, centrali ed interne. Il vetraggio presenta uno spessore compreso da 20 a 53 mm, bloccato mediante profili fermavetro che vengono fissati a loro volta sul telaio mediante appositi nottolini. Il Sistema è adatto a qualsiasi tipo di trattamento superficiale sia esso ad alte o basse temperature.

Il Sistema Forster Unico Xs, certificato presso enti notificati, in diverse soluzioni/tipologie, raggiunge le caratteristiche sotto riportate:

- Permeabilità all'aria: classe 4 secondo UNI EN 12207
- Tenuta all'acqua: classe E1050 secondo UNI EN 12208
- Resistenza al carico del vento: classe C5/B5 secondo UNI EN 12210
- U_w fino a 0,8

Di seguito si riporta lo studio sulle zone di trasmittanza dei due principali tipi di serramenti inseriti all'interno del progetto, entrambi verificati rispetto al valore limite di trasmittanza per interventi di riqualificazione.

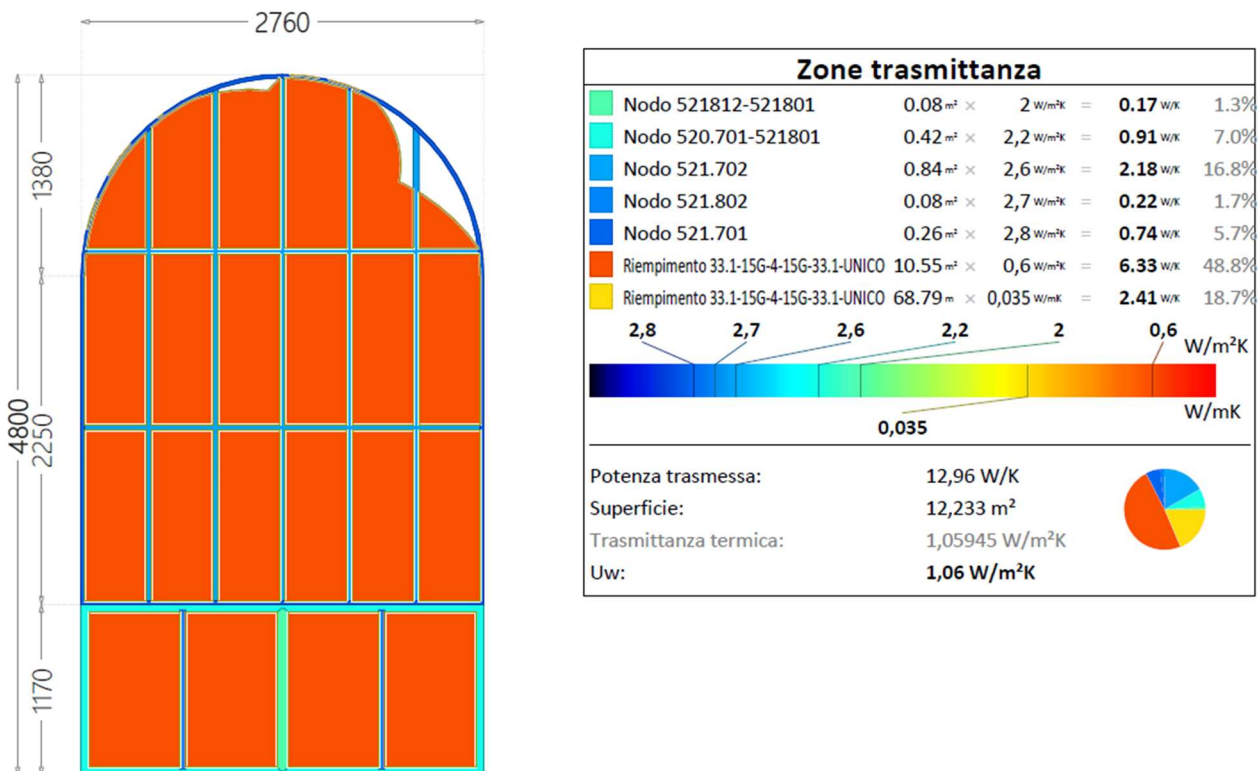


Figura 146: Trasmittanza termica serramento, documento Forster

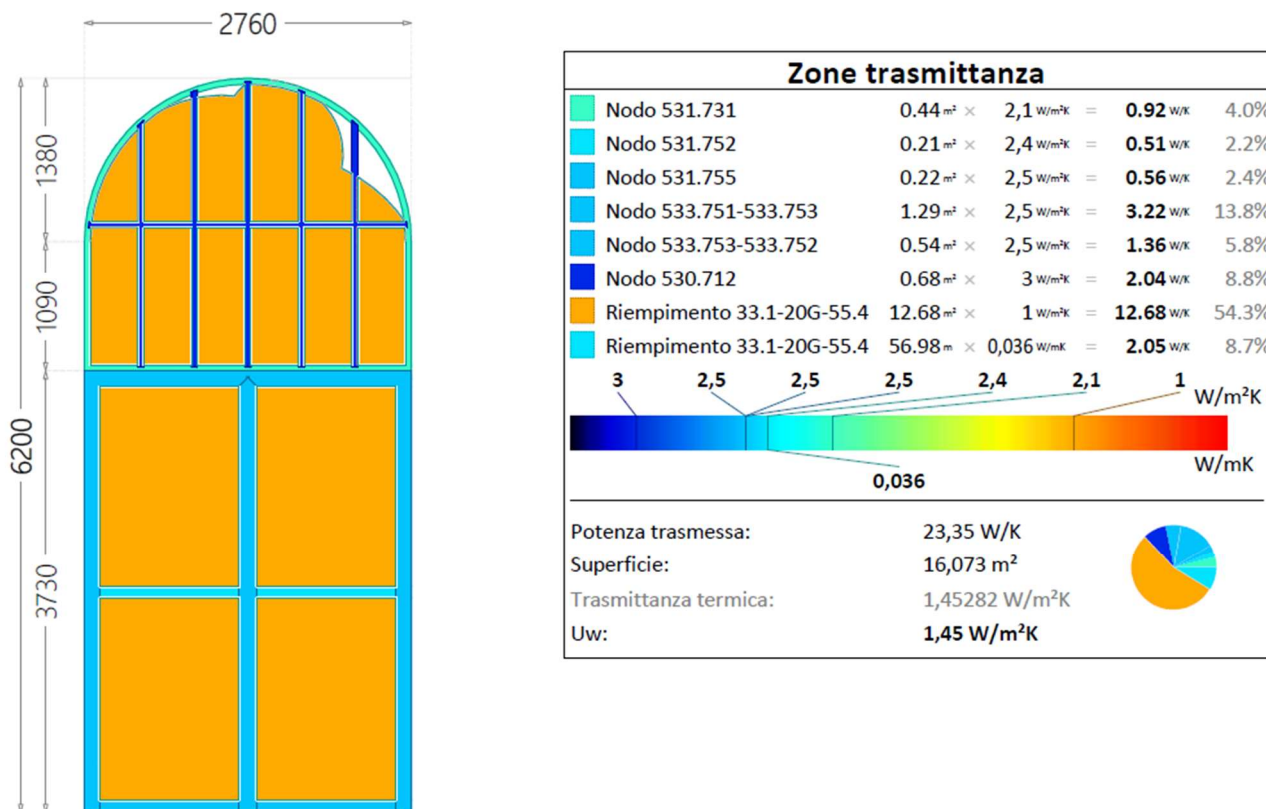


Figura 147: Trasmittanza termica portone, documento Forster

Per ulteriori informazioni si fa riferimento ai documenti “06_Forster presto XS”

Impianti di climatizzazione

Non riuscendo a soddisfare il rapporto aeroilluminante pari a 1/8 né all’interno del bar né all’interno degli uffici, si è reso necessario l’inserimento di due unità di trattamento aria (UTA) indipendenti al servizio delle due attività. Il principio delle UTA è quello di introdurre negli ambienti di lavoro aria “fresca più pulita” e, contemporaneamente, ridurre o diluire le concentrazioni degli inquinanti specifici come ad esempio COV e PM10, della CO₂, degli odori, dell’umidità e del bioaerosol che può trasportare batteri, virus, allergeni e funghi filamentosi.

Entrambe sono state dimensionate in funzione della portata d’aria stabilita secondo normativa, per poi andare a distribuire gli elementi di mandata e quelli di ripresa dell’aria uniformemente su tutta la superficie.

Secondo la norma UNI 10339, il numero di ricambi d’aria orari per gli uffici dev’essere maggiore o uguale a 0,5. Si è proceduto quindi con il calcolo del volume degli ambienti che a sua volta è stato moltiplicato per il numero di ricambi d’aria orari in modo da ottenere la taglia della macchina da inserire. È stata inoltre impostata la velocità di immissione dell’aria pari a 2 m/s per ricavare la superficie minima dei condotti di aerazione. Di seguito si riportano i calcoli effettuati.

$$\text{Volume totale degli uffici} = \text{volume primo piano} + \text{volume secondo piano} = 390 + 490 = 880 \text{ m}^3$$

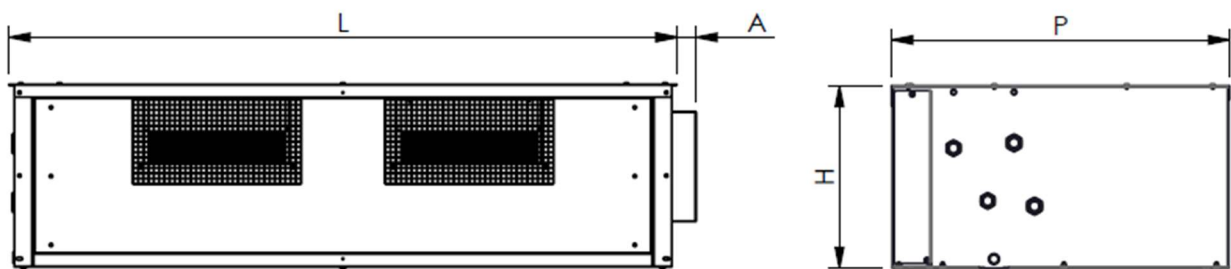
$$\text{Taglia macchina} = \text{volume totale} * \text{ricambi orari} = 880 * 0,5 = 440 \text{ vol/h}$$

Prendendo come riferimento la scheda tecnica dell’unità di trattamento aria, è stata scelta l’unità avente le caratteristiche minime richieste.

2 tubi - pipes - tubes Leiter - tubos		4R scambiatore - coil - batterie Wärmetauscher - batería		1	2	3
	m³/h	6	534	-	-	
	m³/h	5	516	1114	1693	
Portata aria Air flow Débit d'air Luftstrom Flujo de aire	(E) m³/h	4	484	1039	1528	
	m³/h	3	469	1007	1267	
	m³/h	2	381	939	1092	
	m³/h	1	353	848	838	

La macchina presenta le seguenti dimensioni:

- L = 1443 mm;
- A = 38 mm;
- P = 770 mm;
- H = 400 mm.



Per ulteriori informazioni si fa riferimento alla scheda tecnica "07_UTA_FRESH".

Si è proceduto con il calcolo della sezione minima dei condotti da inserire per ottenere il giusto ricambio orario. Di seguito si riportano i calcoli effettuati.

Velocità (v) = 2 m/s


$$2 \times 3600 = 7200$$

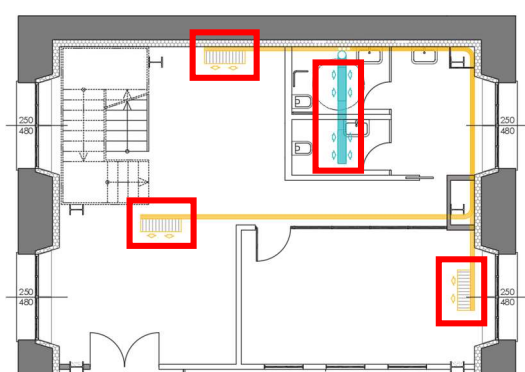
$$\text{Superficie minima dei condotti} = 484 / 7200 = 0,067 \text{ m}^2$$

L'unità di trattamento aria è stata inserita al secondo piano nello spazio controsoffittato all'incirca sopra i servizi igienici. L'aria di immissione a quella di ripresa sono state distribuite il più uniformemente possibile all'interno dell'intera attività. Infatti le bocchette o le griglie di ripresa sono state inserite nelle zone più centrali e all'interno dei bagni, mentre quelle di mandata nelle zone più periferiche o nei singoli ambienti come ad esempio nell'ufficio singolo al secondo piano e nella sala riunioni al primo piano. Tutti i condotti sono stati lasciati a vista e variano da un diametro massimo pari a 30 cm a quello minimo pari a 12 cm.

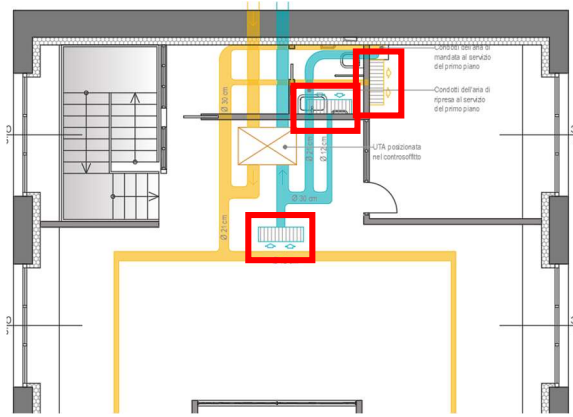
Di seguito si riportano i dispositivi interni:

Griglia di immissione e di ripresa dell'aria sul condotto di ventilazione inserite al primo piano in corrispondenza dell'ingresso e della sala riunioni (immissione) e nel bagno (estrazione).

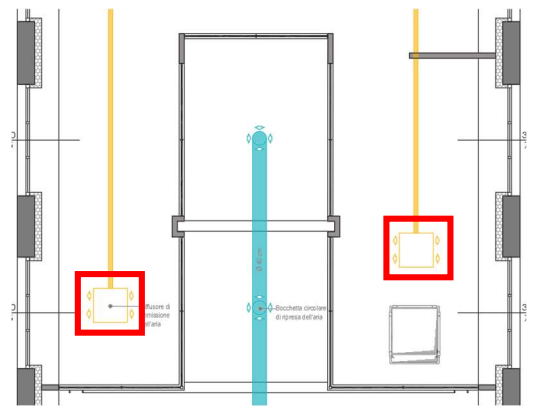




Griglia di immissione e di ripresa dell'aria inserite al secondo piano in corrispondenza dell'ufficio singolo (immissione), nel bagno e nella zona centrale degli uffici open space (estrazione).



Diffusore dell'aria per l'immissione di aria alle estremità degli uffici open space (secondo piano).



Per il bar è stato ipotizzato un ricambio orario pari a 8 vol/h. Anche in questo caso si è proceduto con il calcolo del volume degli ambienti che a sua volta è stato moltiplicato per il numero di ricambi d'aria orari in modo da ottenere la taglia della macchina da inserire. È stata inoltre impostata la velocità di immissione dell'aria pari a 5 m/s per ricavare la superficie minima dei condotti di aerazione. Di seguito si riportano i calcoli effettuati.

Volume totale = 2712 m³

Taglia macchina = 2712 * 8 = 21696 vol/h

Dimensioni	Portata d'aria (m ³ /ora)	Altezza - mm	Larghezza - mm
1	1.800	640	720
2	2.200	640	810
3	3.500	740	980
4	5.400	840	1.190
5	6.600	840	1.390
6	7.600	940	1.390
7	9.000	1.090	1.380
8	11.000	1.150	1.550
9	14.000	1.270	1.720
10	18.300	1.300	1.970
11	23.800	1.570	2.190



Per ulteriori informazioni si fa riferimento alla scheda tecnica "08_UTA_DAIKIN".

Anche in questo caso è stata calcolata la superficie minima dei condotti di ventilazione. Di seguito si riportano i calcoli effettuati.

Velocità (v) = 5 m/s

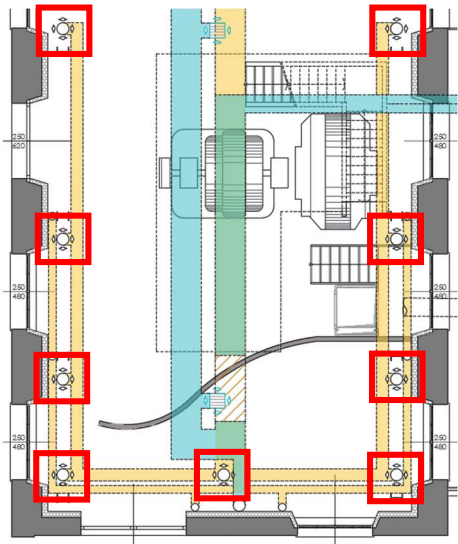
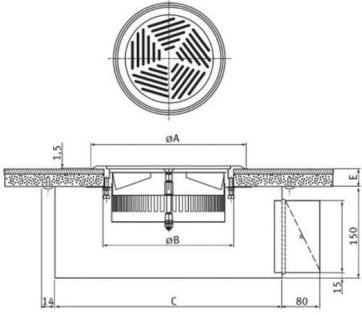

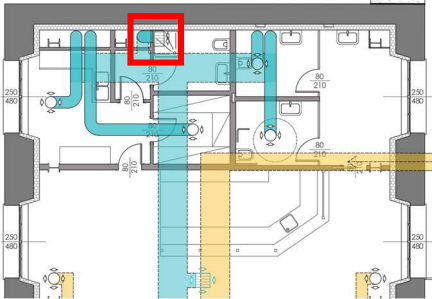


$$5 \times 3600 = 18000$$

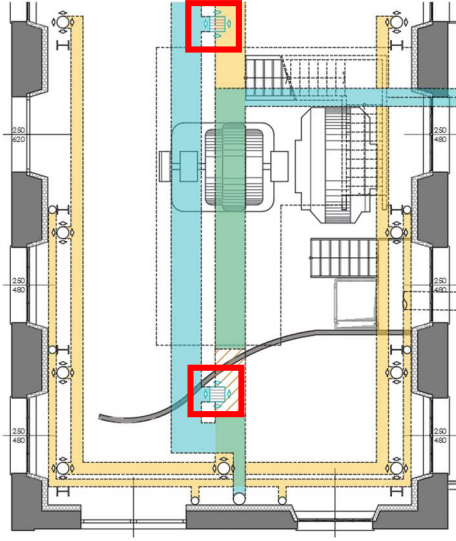

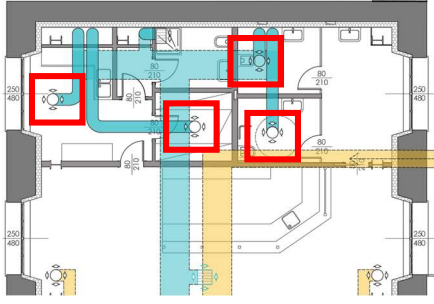

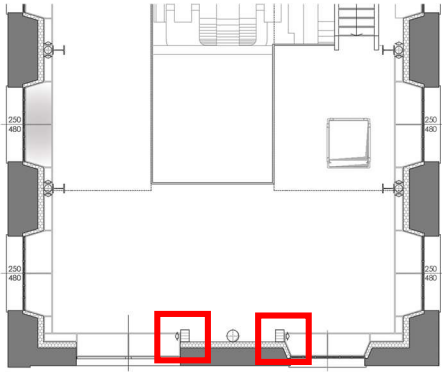

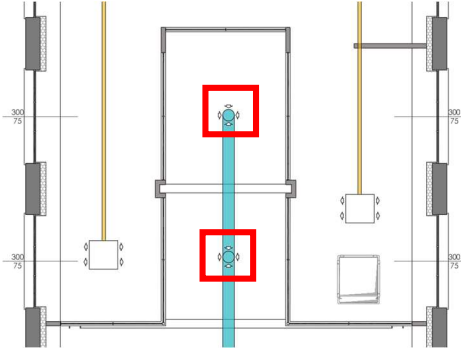
$$\text{Superficie minima (A)} = 23800/18000 = 1,32 \text{ m}^2$$

L'unità di trattamento aria è stata inserita all'interno dei cunicoli inutilizzati, in particolare in corrispondenza di un vecchio sottomacchina. L'ingresso a quest'ultimo è stato allargato per permettere di inserire il macchinario, costituito da moduli per facilitarne il trasporto, ma anche per permettere di agevolare il passaggio delle persone in caso di manutenzione della macchina. I condotti si snodano proprio all'interno dei cunicoli per poi proseguire verso il piano terreno fino ad arrivare al secondo piano. I tubi hanno un diametro che varia da 1,30 m (al piano interrato) a 40 cm e 25 cm.

Per la ripresa dell'aria esterna e la mandata dell'aria dall'interno all'esterno verranno riutilizzate le due condotte esistenti.

Di seguito si riportano tutti i dispositivi interni utilizzati.

<p>Diffusore dell'aria da pavimento circolare, di diametro 40 cm, completo di vaschetta ed ispezionabile per la pulizia. Inseriti al piano terreno nelle vicinanze delle aperture lungo tutto il perimetro della parte aperta al pubblico (bar e museo).</p>	
	
<p>Diffusore a torre inserito al primo piano in corrispondenza dei pilastri in acciaio. Inseriti lungo il perimetro in corrispondenza dei punti freddi.</p>	
	

<p>Griglia di ripresa dell'aria da pavimento inserita al piano terreno in corrispondenza dei vecchi fori dei gruppi di produzione.</p>	
	<p>Ripresa dell'aria circolare da soffitto inserita al piano terreno in corrispondenza dei servizi igienici aperti al pubblico, nella cucina e nella dispensa.</p> 
	<p>Griglie di mandata dell'aria inserite all'interno di una struttura decorativa in legno.</p> 
	<p>Ripresa dell'aria circolare da soffitto inserita al secondo piano in corrispondenza del colmo del tetto.</p> 

Particolari costruttivi

Nel progetto sono stati analizzati i particolari più critici, in particolare otto, individuati nelle sezioni AA e BB. Di seguito si riportano le loro descrizioni.

Particolare 1: *Intersezione fine solaio secondo piano (uffici) con pareti divisorie*

Nel presente dettaglio è possibile osservare come sia stato affrontato il ponte acustico tra gli uffici e la zona bar. È stata valutata la situazione peggiore, cioè quella in cui vi sia una struttura di chiusura in vetro o un serramento a separazione delle due aree aventi funzioni diverse, punti deboli per la trasmissione del suono e delle vibrazioni. Attorno al profilo del serramento sono stati adottati diversi accorgimenti per garantire l'isolamento acustico necessario. Questi includono l'applicazione di un nastro adesivo per l'isolamento acustico (in colore verde), una guarnizione adesiva in EPDM per la tenuta dell'aria sotto la struttura di chiusura, e una fascia acustica perimetrale (in colore arancione) che parte dalla struttura di chiusura e si estende fino alla trave primaria risvoltando sotto al pannello XLAM.

Dal presente dettaglio è possibile notare che il serramento, o l'eventuale parete vetrata, è stata rialzata di circa 5 cm dal pavimento in modo da evitare danni sullo stesso a causa di eventuali urti. Sia sul lato degli uffici che su quello del bar sono state inserite delle fasce perimetrali in legno, materiale scelto sia per le sue caratteristiche acustiche che per fattori estetici.

Inoltre è visibile la soluzione adottata per risolvere il ponte acustico nella parte inferiore, in corrispondenza della trave primaria HEB400 e di una parete divisoria priva elementi vetrati di chiusura. Il problema è stato risolto mediante l'utilizzo di una fascia acustica perimetrale (in colore arancione) che separa la trave in acciaio dalla parete divisoria. In corrispondenza della trave in acciaio non è stato inserito alcun tipo di materiale isolante poiché la trave, essendo molto massiccia, non permette il passaggio delle vibrazioni e, di conseguenza, la trasmissione del suono.

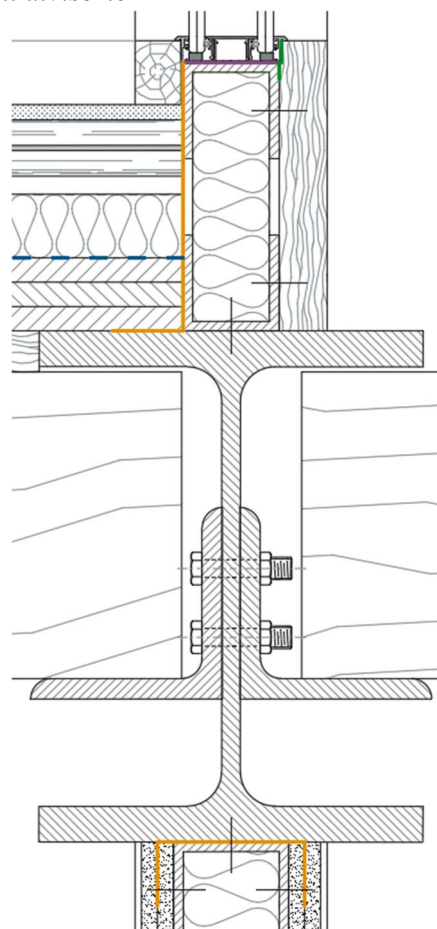


Figura 148: Particolare 1, documento dell'autore

Particolare 2: *Intersezione nuovo solaio e muro esistente*

Nel presente dettaglio è possibile osservare la connessione del nuovo solaio al muro perimetrale preesistente. Le travi secondarie sono state appoggiate su un lato alla trave primaria HEB400 mentre sull'altro sono state integrate all'interno del muro perimetrale esistente attraverso la creazione di un foro di circa 10 cm di profondità. La parte inferiore del foro, per permettere un corretto appoggio della trave in legno, è stata resa pianeggiante mediante l'utilizzo di materiale cementizio. Dopo aver posizionato correttamente la trave, la restante parte del foro è stata sigillata mediante l'impiego di una schiuma espansa. Per quanto riguarda l'intersezione tra il pacchetto del solaio ed il muro perimetrale esistente, è stata utilizzata una schiuma livellante in quanto il muro presentava diverse irregolarità sulla superficie di contatto.

Dal presente particolare è inoltre possibile vedere il cappotto interno costituito da un pacchetto dello spessore di circa 15 cm. Questo strato si estende al di sotto del livello del solaio e si proietta al di sopra dello stesso strato. Inoltre, è stato leggermente distanziato dal muro per consentire un margine di 3 cm al fine di compensare le imperfezioni del muro in quanto quest'ultimo non è perfettamente rettilineo e presenta

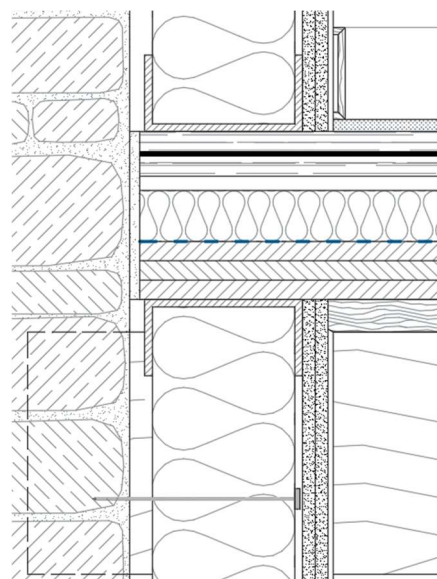


Figura 149: Particolare 2, documento dell'autore

una superficie irregolare. L'ultimo dettaglio visibile riguarda il battiscopa, realizzato in legno e progettato per il passaggio di piccoli cavi.

Particolare 3: *Particolare fine solaio e aggancio del parapetto*

Nel presente particolare è visibile la fine del solaio al primo piano e l'aggancio del parapetto alla trave primaria HEB400. Per ulteriori informazioni riguardanti il parapetto si fa riferimento alla scheda tecnica "09_Parapetto Faraone_MAIOR".

Il solaio termina mediante l'inserimento di un profilo di chiusura in legno agganciato ad elementi in legno inseriti nel solaio a chiusura del granulato in sughero biondo. È stato inoltre inserito un battiscopa in legno alto 5 cm in modo da rafforzare il profilo di copertura in caso di colpi accidentali.

Particolare 4: *Fissaggio della pavimentazione perimetrale in vetro*

Nel presente particolare è visibili l'incasso della pavimentazione vetrata. In particolare la struttura portante è stata creata mediante l'inserimento di profili L30x45x5 in acciaio fissati da un lato al solaio e dall'altro al muro perimetrale esistente. Essendo il vetro un materiale molto fragile e che non sopporta le stesse deformazioni dei materiali circostanti, sono stati inseriti degli strati di teflon e di silicone in modo da permettere ai diversi materiali di muoversi. Inoltre è stato inserito un materiale plastico tra il vetro ed il cappotto per il medesimo motivo. A destra del particolare sono stati inseriti due profili in acciaio, uno riempito di schiuma e l'altro a supporto dell'isolante in lana di roccia, in modo da permettere in qualunque momento la manutenzione e il cambio del vetro stesso. Questo è stato permesso grazie all'interruzione del cartongesso e all'inserimento di un profilo in legno che può essere tolto in qualunque momento e che corre lungo tutto il perimetro del bar al primo piano.

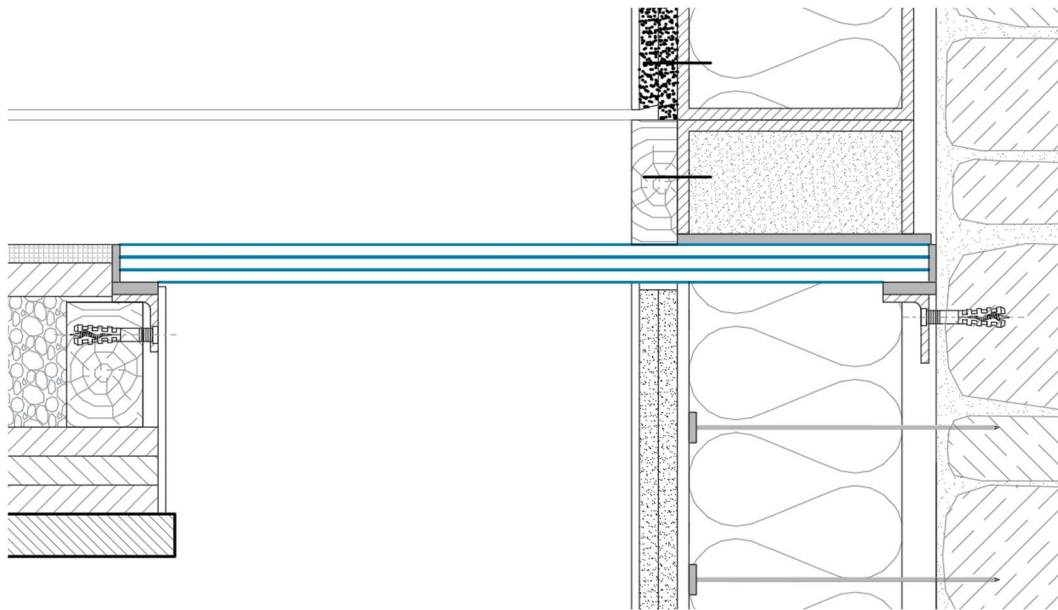


Figura 150: Aggancio pavimentazione in vetro, documento dell'autore

Particolare 5: *Particolare infisso e dehor*

Nel presente particolare è possibile vedere l'inserimento del nuovo infisso al piano terreno. Nella parte esterna è stato inserito un davanzale in pietra, simile a quello preesistente, mentre all'interno è stato utilizzato il legno per riprendere i materiali presenti all'interno dei locali. I due davanzali si estendono parzialmente al di sotto del nuovo infisso e, tra di essi, è stato inserito un profilo in legno che funge da controtelaio contribuendo inoltre ad evitare la generazione di ponti termici. Inoltre è stato previsto un nastro sigillante (colore marrone) per prevenire eventuali infiltrazioni d'acqua.

Per quanto riguarda l'installazione del dehor esterno, questo è stato ancorato alla struttura esistente mediante un profilo ad L tassellato nella muratura esistente. Il dehor è stato realizzato in legno ed è stato lasciato un gioco di qualche centimetro tra le due strutture al fine di consentire una certa flessibilità.

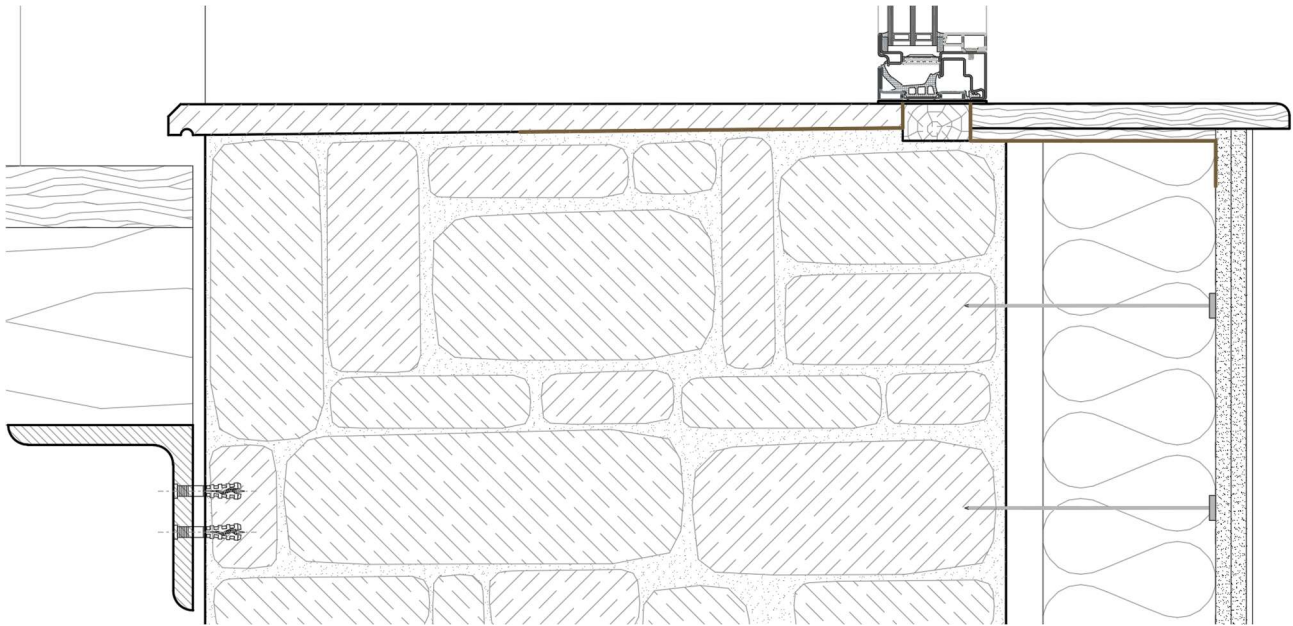


Figura 151: Particolare 5, documento dell'autore

Particolare 6: Particolare colmo del tetto

Nel presente particolare è possibile vedere il metodo di collegamento del colmo del tetto. Per la copertura è stata selezionata una lamiera grecata ad incastro al fine di evitare la necessità di forare la copertura stessa. Anche il colmo del tetto è stato incastrato alla copertura mediante l'inserimento di apposite pinze inserite nella parte sporgente della lamiera grecata. Nella parte sommitale del tetto è stata inoltre effettuata una ripiegatura della lamiera ed inserita una guarnizione sagomata per evitare la risalita dell'acqua.

Alla pinza, tramite l'impiego di bulloni dedicati, è stato collegato un elemento grigliato che permette la circolazione dell'aria e, contemporaneamente, impedisce l'accesso agli animali. Questo elemento grigliato funge inoltre da supporto della parte terminale del colmo che, mediante apposito incastro, ne ha permesso il fissaggio. Per ulteriori chiarimenti si faccia riferimento alla scheda tecnica "02_Tetto_Sandrini Metalli_Sand future".

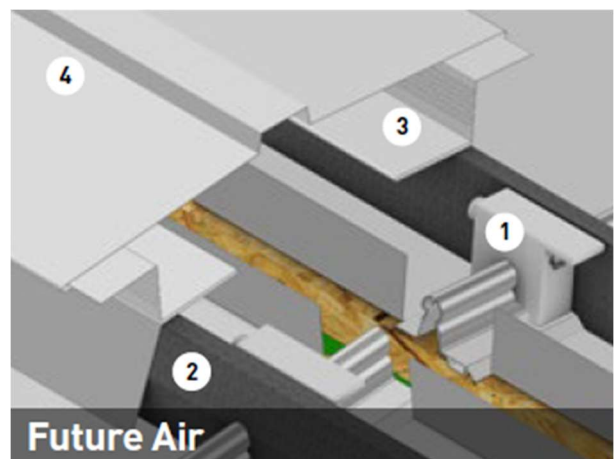
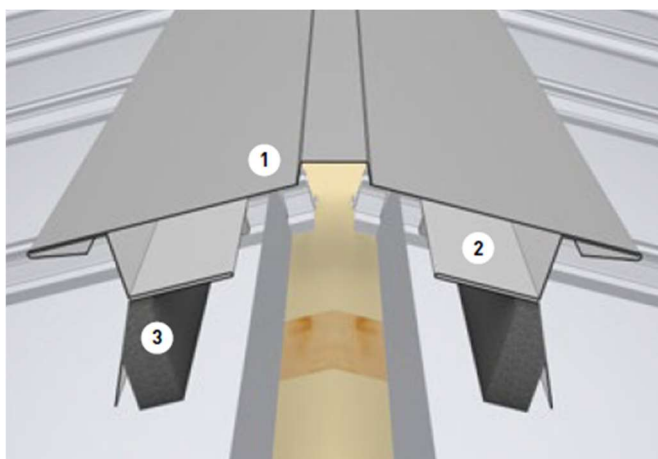
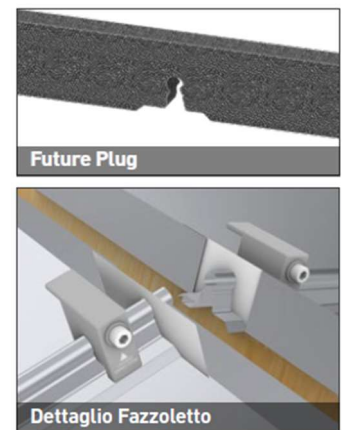


Figura 152: Particolari del colmo, Sandrini metalli

Particolare 7: Intersezione muro esistente e tetto

Nel presente particolare è possibile vedere la risoluzione del ponte termico tra il cappotto interno e lo strato aggiuntivo di isolamento termico installato sul tetto. Per risolvere questa problematica, è stata rimossa una delle tavole preesistenti nella zona dell'isolante del cappotto interno e, eventuali fori rimasti, sono stati sigillati

mediante l'impiego di schiume epossidiche, permettendo ai due strati di isolamento termico di venire a contatto tra di loro ed evitare così la formazione di un ponte termico.

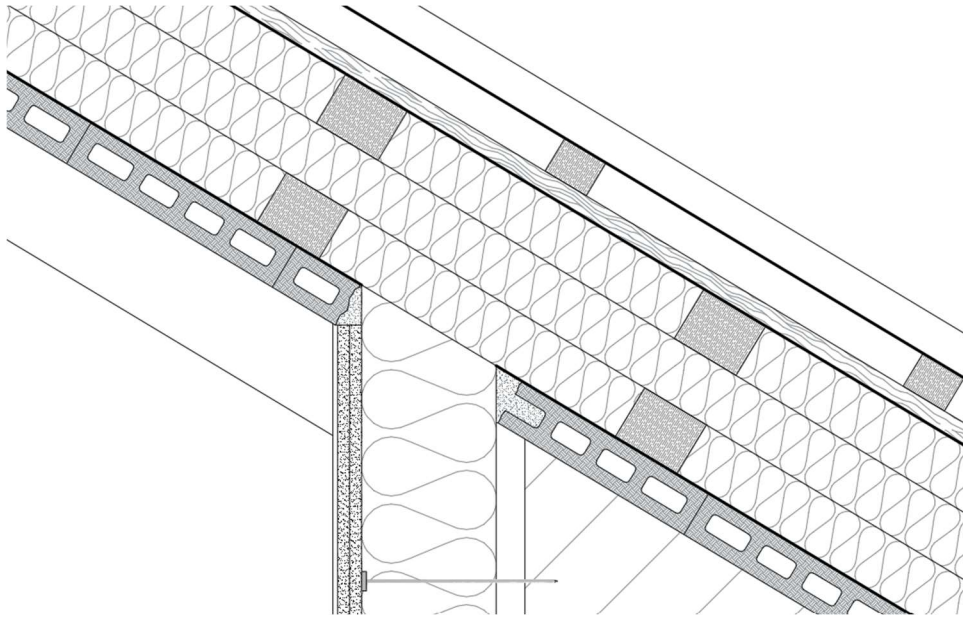


Figura 153: Particolare 7, documento dell'autore

Particolare 8: Particolare finestra e seduta al secondo piano

Nel presente particolare è visibile l'inserimento del nuovo infisso al secondo piano. In questa zona la muratura esistente ha subito una notevole riduzione delle sue dimensioni in quanto originariamente ospitava le guide del carroponte. Per risolvere il problema del ponte termico in questo particolare, è stato utilizzato uno specifico isolante dello spessore di 1 cm, di cui si riporta la scheda tecnica "10_Isolcore CZ".

I davanzali, sia interno che esterno, sono stati collocati alle estremità al di sotto del serramento e sono stati separati da un profilo in legno che funge da controtelaio e impedisce al contempo la formazione di un ponte termico. Sotto i davanzali è stata inoltre applicata una striscia sigillante (di colore marrone) al fine di migliorare l'impermeabilizzazione.

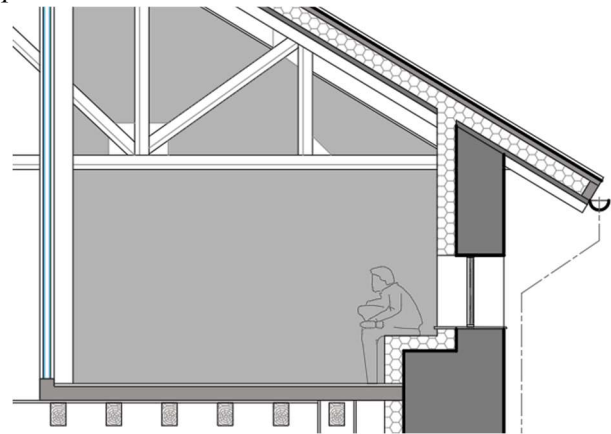


Figura 154: Seduta all'interno degli uffici, documento dell'autore

La parte interna del davanzale, grazie alle sue dimensioni, funge inoltre da seduta lungo tutto il perimetro degli uffici, come ben visibile nello stralcio di sezione riportato.

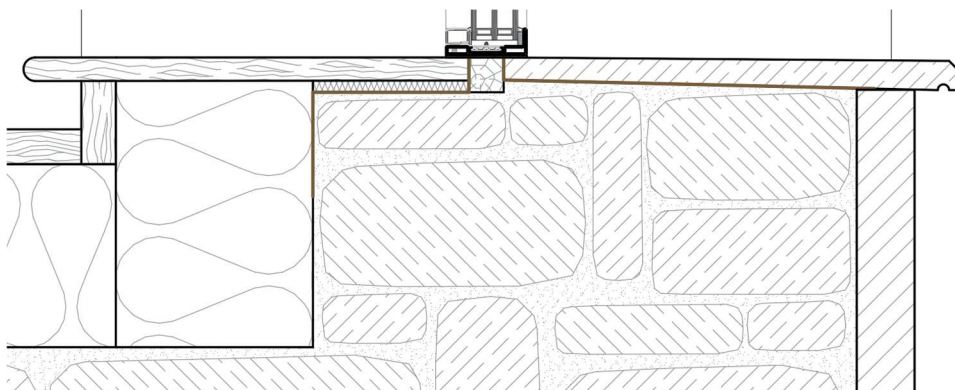


Figura 155: Particolare 8, documento dell'autore

Illuminazione

Un ulteriore studio è stato condotto per determinare il tipo di illuminazione da adottare all'interno dei vari ambienti. Partendo dal piano terra, si è prestata particolare attenzione ai servizi igienici, dove sono state installate strisce a LED posizionate sopra il WC e ai lavandini. Questo approccio mira ad evitare la creazione di fastidiose ombre durante l'utilizzo dei servizi, garantendo così un'illuminazione uniforme ed efficace. Lo stesso principio è stato applicato a tutti i servizi presenti negli altri piani dell'edificio, al fine di assicurare il comfort degli utenti in tutti gli ambienti.



Figura 156: Esempio di luci a LED inserite e studio dell'illuminazione del bagno, www.pinterest.it e www.lucelight.it

Sulla parete museale sono stati inseriti diversi faretto direzionali in modo tale da illuminare direttamente le immagini e le descrizioni.



Figura 157: Faretto direzionali sulla parete museale, www.pinterest.it e www.lucelight.it

Nel progetto di illuminazione per la cucina e il bar, sono state installate strisce a LED sopra tutti i piani di lavoro al fine di evitare la formazione di ombre durante l'attività lavorativa. In aggiunta, sono state introdotte lampade a sospensione in stile industriale per completare l'illuminazione di questi spazi. Nel bar, sono state utilizzate lampade Ferroluce in uno stile retrò, le quali sono state montate a parete, a soffitto o sospese per creare un'atmosfera "vintage". Per ulteriori informazioni si fa riferimento alla scheda tecnica "11_Ferroluce-Retro".



Figura 158: Impianto di illuminazione Ferroluce, www.ferroluce.it



Sotto il corrimano delle scale di accesso al primo piano sono state posizionate le strisce a LED per illuminare le scale. Questo è stato fatto al fine di garantire una buona visibilità dei gradini per le persone che le percorrono.



Figura 159: Luce a LED incassato nel corrimano, www.pinterest.it

Al primo piano, nella zona dedicata al bar, sono state installate ulteriori lampade *Ferroluce*, simili a quelle presenti al piano inferiore. Inoltre sono stati creati disegni decorativi mediante l'uso di cavi, come visibile nelle immagini seguenti.



Figura 160: Disegni con i cavi, www.pinterest.it

La parte centrale dell'edificio è invece caratterizzata da luci a "cascata" che si dipartono dal tetto e scendono fino al piano terreno. Queste luci consistono in numerosi fili di varie lunghezze, ciascuno terminante con un punto luce, concepiti per illuminare in modo scenico il gruppo di produzione esposto e la zona centrale al primo piano.

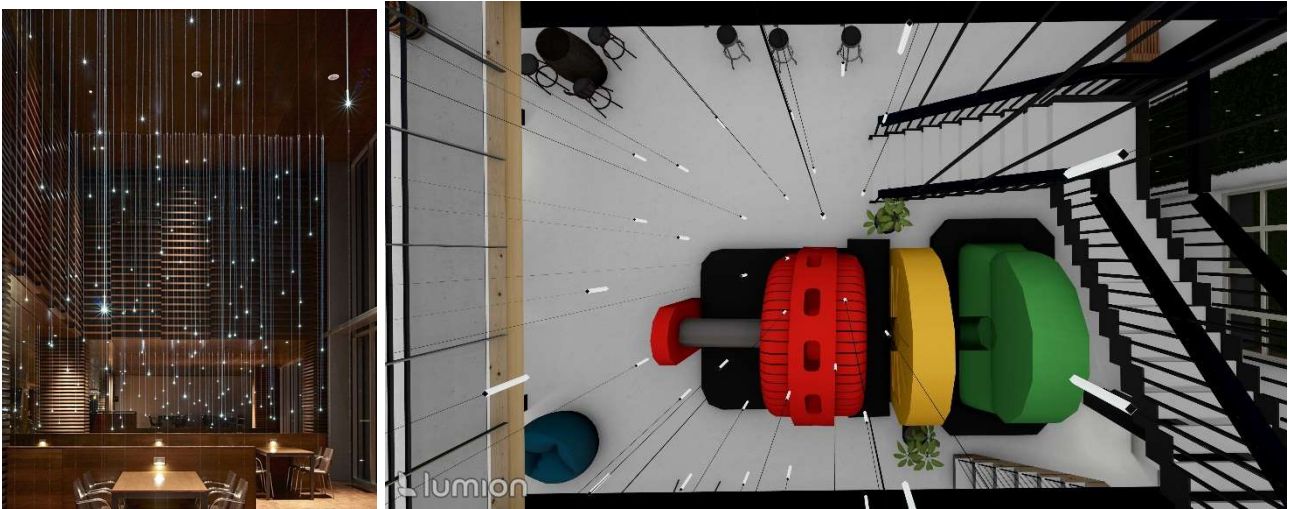


Figura 161: Luci a cascata, www.pinterest.it

Nella zona degli uffici, specificamente nella sala d'attesa e di fronte al bancone dello sportello, sono state installate lampade a sospensione caratterizzate da lampadine in stile industriale ma allo stesso tempo moderno. In aggiunta a queste, sono state posizionate diverse luci a LED dietro il divano della sala d'attesa, per illuminare il lichene stabilizzato, e dietro il bancone dello sportello, principalmente a fini decorativi.



Figura 162: Esempio di lampade, strisce a LED decorative e illuminazione del lichene stabilizzato, www.pinterest.it



Figura 163: Luci nella sala conferenze, www.pinterest.it

La sala riunioni è stata illuminata con luci rettangolari sospese al soffitto, caratterizzate da una forma stretta e allungata, disposte in modo casuale sopra il tavolo da conferenza.

Le scale che conducono al secondo piano sono state decorate mediante l'inserimento di quadri rappresentanti alcuni impianti CVA, collocati sulla parete perimetrale Sud dell'edificio e riquadrati da strisce a LED. Una volta raggiunto l'ultimo piano, è possibile accedere a un'area di sbarco delle scale illuminata da faretti incassati nel controsoffitto. Qui le postazioni di lavoro sono state illuminate da lampade rettangolari, anch'esse strette e lunghe, mentre la zona dedicata al confronto è stata dotata di lampade a sospensione con forma cilindrica.

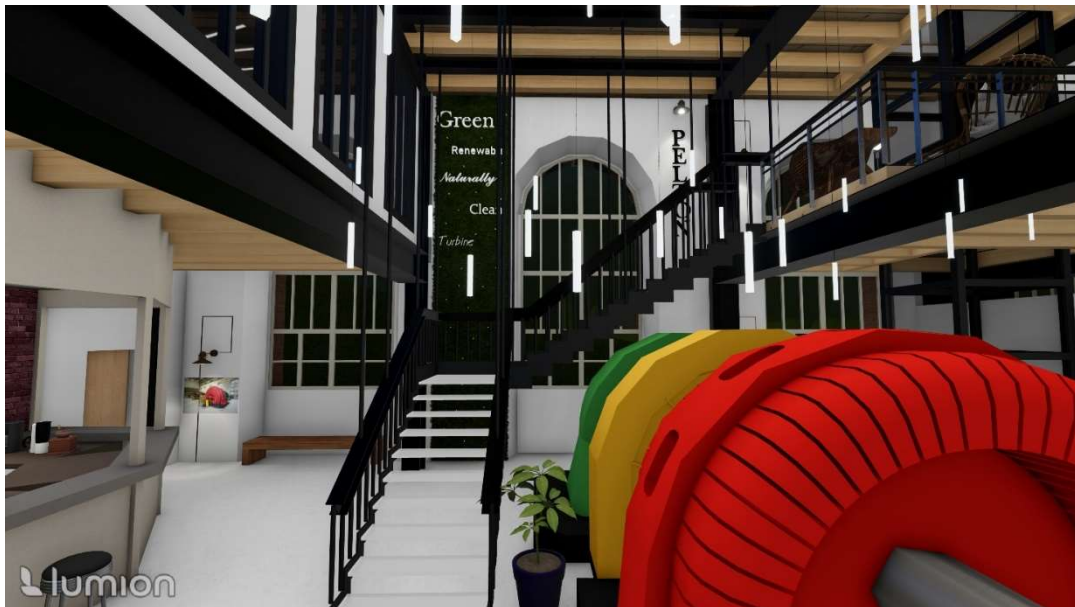


Figura 164: Illuminazione inserita al secondo piano all'interno degli uffici, www.pinterest.it

Render

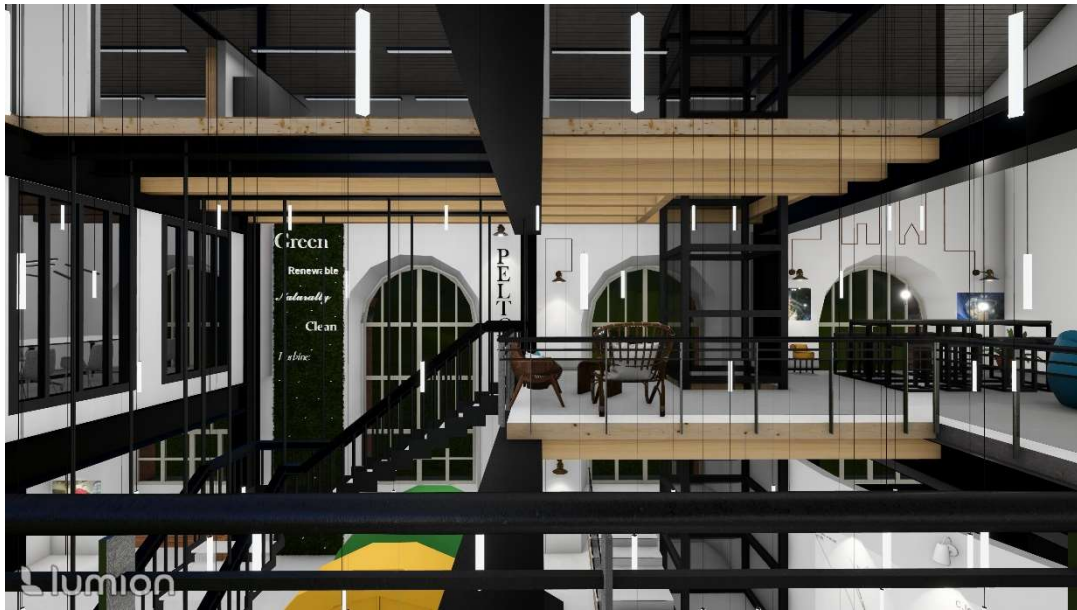


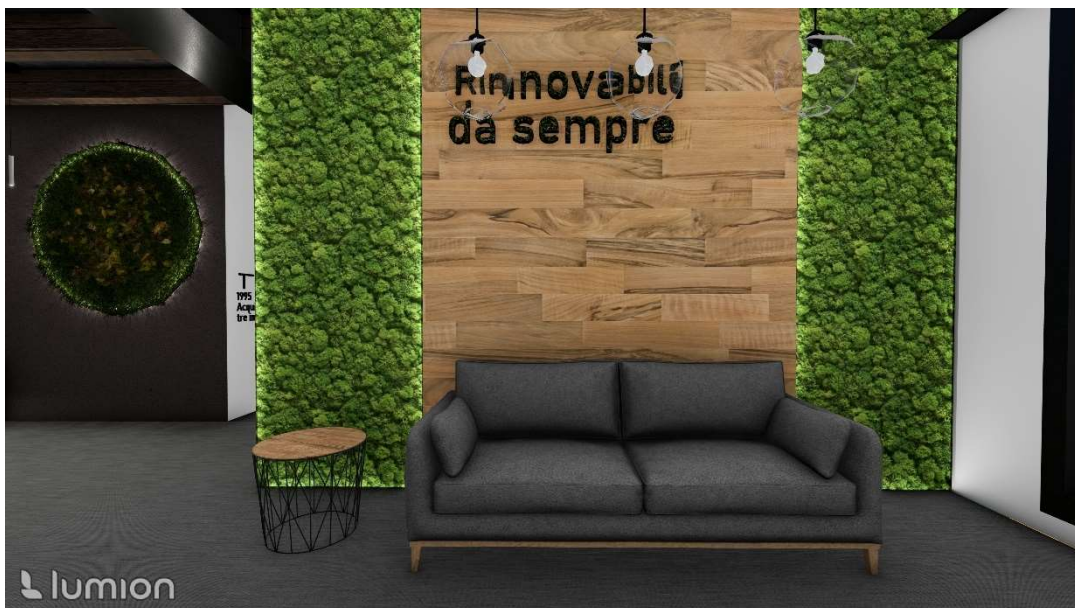






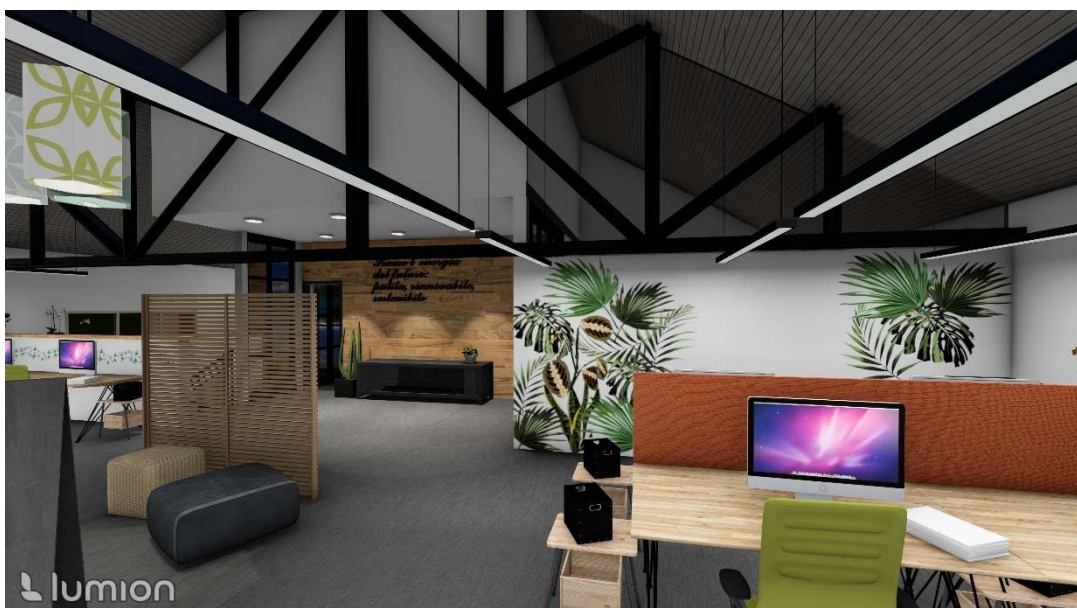














Parte esterna

Nella parte esterna rispetto all'edificio sono previsti due interventi: il primo riguarda il dehor, mentre il secondo la separazione tra l'edificio oggetto di studio e la cabina di trasformazione all'aperto della nuova centrale.

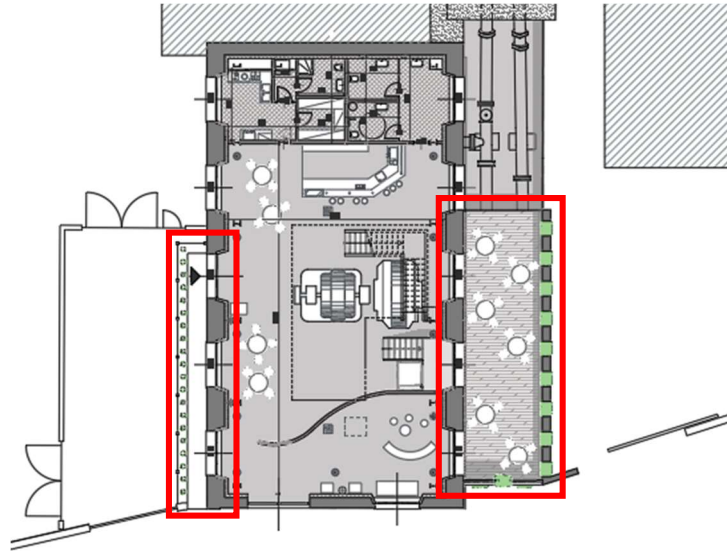


Figura 165: Interventi esterni, documento dell'autore

Il dehor è stato elevato rispetto al livello del piano terreno per consentire l'accesso attraverso uno dei serramenti situati sul lato ovest. La struttura del dehor è realizzata in acciaio e legno, mantenendo al di sotto le condotte forzate che fungono da canali per l'aspirazione e la fuoriuscita dell'aria necessaria per il funzionamento dell'Unità di Trattamento dell'Aria (UTA). Nella parte a sud del dehor è stato installato un parapetto agganciato alle travi sottostanti e che permette un affaccio sulle condotte forzate lasciate a vista. Sul lato ovest del dehor è stato inserito un muro verde per attenuare il rumore proveniente dalla nuova centrale di produzione e allo stesso tempo migliorarne l'aspetto estetico. Infine, a nord sono state integrate una sezione di muro verde e una barriera in corten avente il simbolo del locale.

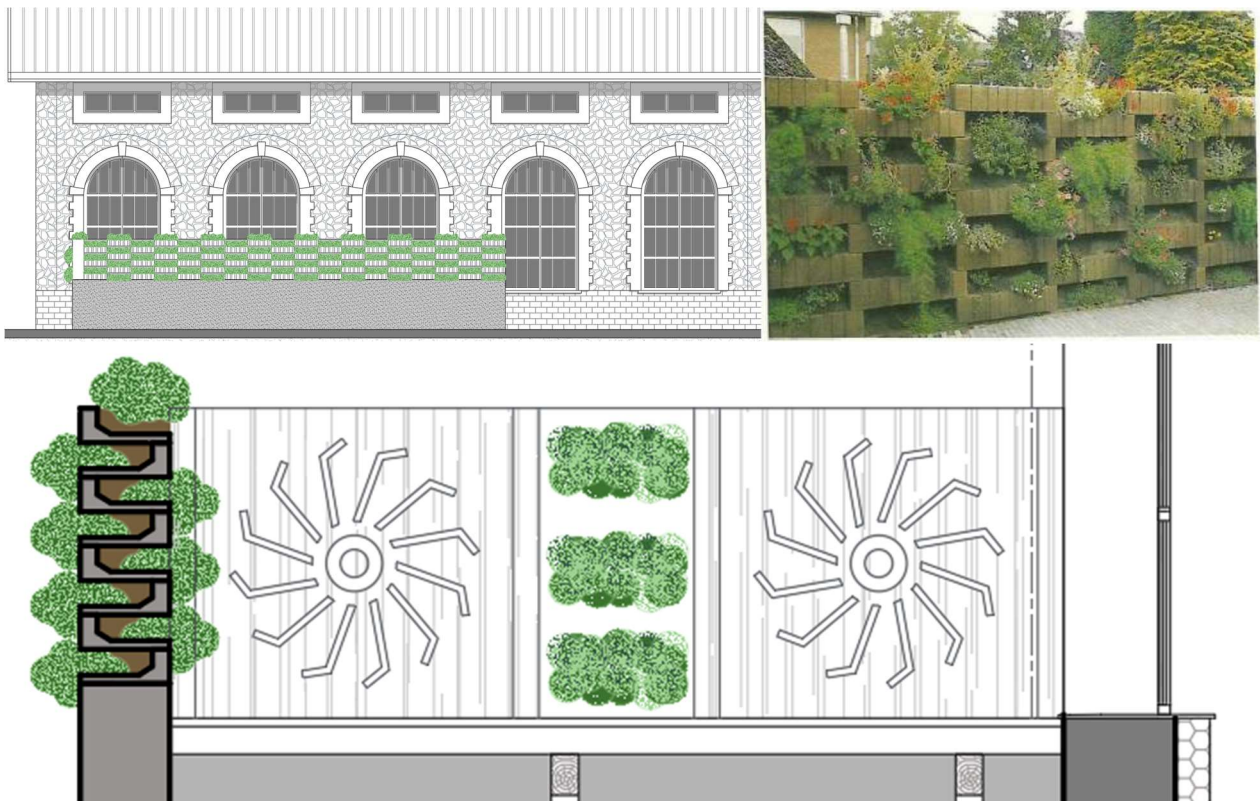


Figura 166: Barriera antirumore verde e recinzione in corten, documenti dell'autore

Per ulteriori informazioni si fa riferimento alla scheda tecnica “12_All_Geo_parete verde”.

Come precedentemente descritto, l'accesso all'edificio è stato previsto sul lato est, poiché il portone sul lato nord è situato direttamente lungo la strada. Questo ha richiesto la progettazione di una chiara separazione fisica tra l'ingresso principale dell'edificio e l'accesso alla cabina di trasformazione all'aperto, al fine di impedire qualsiasi accesso non autorizzato da parte del pubblico. Per questo motivo, è stato realizzato un marciapiede avente bordi rialzati, all'interno del quale sono stati posizionati portali in cemento sui quali sono state fatte crescere piante rampicanti. In aggiunta, è stata installata una rete antintrusione lungo il perimetro dell'area, con l'obiettivo di impedire l'accesso non autorizzato alla cabina di trasformazione all'aperto. Il tutto è stato effettuato consentendo sempre alla nuova centrale di rispettare i requisiti minimi di spazio per il passaggio dei veicoli e delle attrezzature di lavoro.



Figura 167: Rete antintrusione, documento www.sovatec.it



Figura 168: Larghezza accesso alla nuova cabina di trasformazione all'aperto, documento dell'autore

11. Conclusione

Nella conclusione di questa tesi, emerge chiaramente l'importanza della riqualificazione di un edificio industriale, come nel caso dell'impianto idroelettrico di Hône II, che rappresenta un patrimonio storico e industriale significativo. L'obiettivo principale di questo progetto è stato quello di conferire una nuova vita all'edificio, andando oltre la sua funzione originale e trovando un secondo fine che ne mantenga il valore storico e ne sfrutti appieno il potenziale.

Attraverso la proposta progettuale sviluppata, si è cercato di creare uno spazio accessibile ed inclusivo che non solo soddisfacesse le esigenze della comunità, ma che valorizzasse anche la sua storia industriale. Questo rappresenta un passo avanti verso la trasformazione di un edificio in disuso in un punto di riferimento per la comunità, un luogo che ispira innovazione e condivisione.

Inoltre, questo progetto apre la strada a future ricerche e sviluppi. La crescente consapevolezza ambientale e l'urgente necessità di ridurre le emissioni di carbonio rendono il concetto di edifici ad emissioni zero estremamente rilevante. L'edificio oggetto di questo studio potrebbe diventare un campo di sperimentazione per trasformarlo in una struttura ad emissioni zero, contribuendo così alla lotta contro i cambiamenti climatici e fornendo un esempio tangibile di come le ristrutturazioni possano essere condotte in modo sostenibile.

In conclusione, questa tesi ha dimostrato che la riqualificazione di edifici industriali rappresenta un'opportunità preziosa per conservare la storia, creare spazi accessibili e inclusivi, e intraprendere un percorso verso edifici a emissioni zero. Rappresenta un bilancio tra passato e futuro, preservando la memoria storica e guardando avanti verso un mondo più sostenibile e rispettoso dell'ambiente.

12. Riferimenti

Bibliografia

Hône e il suo passato – Cronologia, leggende e testimonianze di vita comunitaria loca, Teresa Charles e Raimondo Martinet

Hône Centrale del Raffor – 100 anni di energia, Comune di Hône

Storie d'acqua e d'energia – CVA, Reparti Operativi di Pont-Saint-Martin e Montjovet

Una storia di straordinaria energia – Stefano Bevacqua, Silvia Comin e Marta Leggio

Cooperativa Forza e Luce di Aosta, Roberto Nicco

Vajont la diga, Associazione Pro Loco di Longarone

Architettura moderna alpina in Valle d'Aosta, Luca Moretto

Utilizzazione idroelettrica della valle di Champorcher, Società dell'Alluminio Italiano

Corso di impianti elettrici 1, ENEL

Corso di impianti elettrici 4, ENEL

Documentazione e dispense CVA

Sitografia

<https://www.infobuild.it/approfondimenti/rigenerazione-ex-aree-industriali-dismesse-vuoto-urbano/> (consultato il 15 marzo 2023)

<https://www.frcongressi.it/riqualificazione-aree-industriali-dismesse/> (consultato il 15 marzo 2023)

<https://www.bacchispa.it/cappotto-termico-interno/#:~:text=Il%20cappotto%20interno%20%C3%A8%20uno,abbattere%20i%20costi%20di%20climatizzazione> (consultato il 15 marzo 2023)

<https://www.regione.vda.it/gestione/riviweb/templates/aspx/environnement.aspx?pkArt=681> (consultato il 20 marzo 2023)

<https://www.lovevda.it/it/banca-dati/10/architettura/villeneuve/centrale-idroelettrica-di-champagne/613> (consultato il 20 marzo 2023)

<https://www.spingnss.it/informazioni/> (consultato il 03 aprile 2023)

<https://www.resinsystemitalia.it/la-riqualificazione-degli-edifici-industriali/> (consultato il 06 aprile 2023)

<https://www.bimportale.com/riqualificazione-della-centrale-elettrica-battersea/> (consultato il 06 aprile 2023)

<https://visitpiacenza.it/arte-e-cultura/ex-centrale-elettrica-emilia/> (consultato il 06 aprile 2023)

<https://www.dastebergamo.com/progetto/> (consultato il 06 aprile 2023)

<https://www.crespidadda.it/centrale-idroelettrica/> (consultato il 06 aprile 2023)

<https://www.lombardiabeniculturali.it/architetture/schede/BS360-00044/> (consultato il 06 aprile 2023)

<https://www.aigo.it/press/la-centrale-si-riattiva-inaugurazione-ex-centrale-elettrica-di-barghe> (consultato il 06 aprile 2023)

<https://www.turismofig.it/musei/museo-della-centrale-idroelettrica-di-malnisio-monterea-valcellina>
06/04/23 (consultato il 06 aprile 2023)

https://www.repubblica.it/green-and-blue/2022/04/29/news/una_vecchia_centrale_idroelettrica_rivive_per_rendere_sostenibile_unazienda-347268812/ (consultato il 06 aprile 2023)

<https://www.tuttitalia.it/valle-d-aosta/46-hone/statistiche/popolazione-eta-sesso-stato-civile-2022/>
(consultato il 07 aprile 2023)

https://www.mise.gov.it/images/stories/normativa/DM_requisiti_minimi_appendiceB.pdf (consultato il 14 aprile 2023)

<https://www.rivistaenergia.it/2022/04/idroelettrico-il-gigante-dimenticato-dellelettricit-rinnovabile/>
(consultato il 15 maggio 2023)

<https://blog.cvaenergie.it/energie-rinnovabili/produzione-idroelettrico-in-crescita-in-tutto-il-mondo-le-previsioni-dello-studio/> (consultato il 15 maggio 2023)

<https://www.enelgreenpower.com/it/learning-hub/transizione-energetica> (consultato il 15 maggio 2023)

<https://assocarboni.it/assocarboni/il-carbone/> (consultato il 17 maggio 2023)

<https://grafici.altervista.org/produzione-lorda-di-energia-elettrica-per-fonte-nellunione-europea-e-nel-mondo/> (consultato il 17 maggio 2023)

<https://www.consilium.europa.eu/it/policies/climate-change/#:~:text=L'obiettivo%20C3%A8%20rendere%20il%2055%25%20entro%20il%202030>
(consultato il 17 maggio 2023)

<https://www.politicheeuropee.gov.it/it/comunicazione/euroacronimi/cop-1/#:~:text=COP%20C3%A8%20l'acronimo%20di,on%20Climate%20Change%2C%20UNFCCC>
(consultato il 17 maggio 2023)

https://www.regione.vda.it/energia/pianificazione_energetica_regionale/default_i.aspx (consultato il 17 maggio 2023)

<https://ember-climate.org/insights/research/european-electricity-review-2023/> (consultato il 19 maggio 2023)

<https://www.masacoustics.it/come-realizzare-un-pavimento-flottante-con-u-boats/> (consultato il 20 giugno 2023)

https://www.enricomanzi.it/blog/che_cosa_e_un_ponte_acustico.html (consultato il 20 giugno 2023)

<https://www.soning.it/ponte-acustico-copertura/> (consultato il 20 giugno 2023)

<https://www.lavorincasa.it/fascia-tagliamuro-come-isolante-acustico/> (consultato il 20 giugno 2023)

<https://www.cementolegno.com/cappotti-corazzati.html> (consultato il 20 giugno 2023)

<https://www.projectforbuilding.com/acustica/dampdry/> (consultato il 20 giugno 2023)

<https://www.fantoni.it/mobili/i-wallspace/> (consultato il 20 giugno 2023)

<https://www.bioedilprogetti.com/magazine/bilbao-la-citta-rigenerata-dal-guggenheim-museum/> (consultato il 10 agosto 2023)

https://it.wikipedia.org/wiki/Tate_Modern (consultato il 10 agosto 2023)

<https://www.teknoring.com/news/progettazione/riuso-patrimonio-ex-industriale-nuova-tate-modern-londra/>
(consultato il 10 agosto 2023)

<https://www.teknoing.com/news/restauro/rigenerazione-urbana-il-nuovo-parco-dora-a-torino/> (consultato il 10 agosto 2023)

<https://www.novatest.it/rilievo-topografico-con-gps/> (consultato il 17 agosto 2023)

<https://www.ascensoripneumatico.it/productos/ascensore-unifamiliare-capacita-carrozzina.html> (consultato il 23 agosto 2023)

<https://www.konemotus.it/blog/differenza-ascensori-miniascensori/> (consultato il 23 agosto 2023)

Appendice

Proposte progettuali

Proposta 1: Bar, libreria e coworking

Proposta 2: Bar, sala multifunzionale, libreria e coworking

Proposta 3: Bar libreria e coworking

Proposta 4: Bar e uffici CVA

Sviluppo della scelta progettuale

Tavola I01 – Inquadramento generale e analisi del contesto

Tavola S01 – Stato attuale – Pianta dei cunicoli e pianta piano terra

Tavola S02 – Stato attuale – Pianta primo piano, sezioni e prospetti

Tavola P01 – Stato di progetto – Pianta

Tavola P02 – Stato di progetto – Sezioni AA e BB e stratigrafie

Tavola P03 – Stato di progetto – Prospetti e render

Tavola P04 – Stato di progetto – Struttura portante

Tavola P05 – Stato di progetto – Impianto di ventilazione

Tavola P06 – Stato di progetto – Impianto di illuminazione

Particolari costruttivi

N01 – Intersezione fine solaio secondo piano (uffici) e pareti divisorie - Sezione AA tavola P02

N02 – Intersezione nuovo solaio e muro esistente - Sezione AA tavola P02

N03 – Particolare fine solaio e aggancio del parapetto - Sezione AA tavola P02

N04 – Fissaggio della pavimentazione perimetrale in vetro - Sezione BB tavola P02

N05 – Particolare infisso e dehor – Sezione BB tavola P02

N06 – Particolare colmo del tetto – Sezione BB tavola P02

N07 – Intersezione muro esistente e tetto – Sezione BB tavola P02

N08 – Particolare finestra e seduta al secondo piano – Sezione BB tavola P02

Schede tecniche

01_KNAUF_PareteW362

02_Tetto_Sandrini Metalli_Sand future

03_IWallSpace

04_IwallSpace_caratteristiche tecniche

05_Miniascensore_GULLIVER

06_Forster Presto XS

07_UTA_FRESH

08_UTA_DAIKIN

09_Parapetto Faraone_MAIOR

10_Isolcore CZ

11_Ferroluce-Retro

12_All Geo_parete verde