



Dietro c'è un ingegnere civile

## Gli ingegneri danno un'impronta alla modernità

Senza il lavoro degli ingegneri, donne e uomini, la nostra vita odierna non sarebbe pensabile. Traffico, energia, acqua, comunicazioni, costruzioni sicure e confortevoli; dietro a tutto ciò c'è un ingegnere.

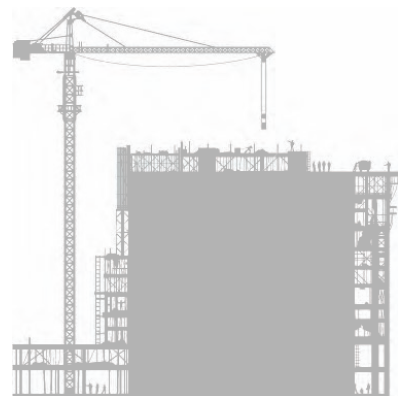
Le donne e gli uomini formati come ingegnere civile non sono esclusivamente dei precisi esecutori di calcoli o dei coscienziosi costruttori. Essi progettano al servizio della comunità e tenendo conto degli aspetti tecnici, ecologici ed economici, con equilibrate proposte danno forma alla costruzione delle infrastrutture.

Per rispondere a queste esigenze lavorano in stretta collaborazione con architetti e ingegneri specialisti dell'ambiente, della geomatica, delle macchine e dell'elettronica, ma anche con economisti, sociologi e altri professionisti.

Il gruppo professionale ingegneria civile della SIA ha tracciato in questo opuscolo un profilo tecnico e formale dei compiti della categoria, alla quale la società civile deve riconoscenza. La pubblicazione mostra le radici della professione e quanto sia largo oggi lo spettro di attività, quali le vie di formazione possibili e quali le visioni che si delineano per il futuro.

### **Ingegnere civile, professione con una storia**

Già nel vecchio Oriente, fin dal 4000 a.C. si conoscevano grandi prestazioni tecniche: pianificazione di città, adduzione delle acque, palazzi evoluti, costruzione di bastimenti e di edifici a carattere militare. Anche se allora non esisteva la definizione di ingegnere, sono state queste le prime straordinarie prestazioni dell'arte ingegneristica. L'antichità, per coloro che erano responsabili della parte tecnica e organizzativa o per chi curava la progettazione e la realizzazione di impianti complessi, utilizzava due definizioni professionali; quella di Architetto, dal greco *archi* (capo) e *tékton* (costruttore), dunque un «costruttore edile». In più si adottarono definizioni professionali che derivavano dai concetti di meccanica, per coloro che si occupavano di principi o apparecchi meccanici. Il nome latino «*ingenium*» significa per contro spirito oppure forte comprensione e nel Medioevo designava gli esperti per le apparecchiature di guerra.



L'ingegnere dei primi tempi (ingeniarus) era anche costruttore di fortezze, di castelli, di mulini o di altre opere che funzionavano con l'acqua ed era pure colui al quale si ricorreva per studiare come si poteva espugnare un impianto fortificato.

Il primo concetto per un'Accademia di ingegneria risale all'inizio degli anni 1580, alla corte di Filippo II a Madrid. Nel 1720, a Parigi, sorge la Scuola di artiglieria, nel 1747 la Scuola dei ponti e delle strade e nel 1794 la Scuola politecnica. Seguirono poi le scuole politecniche di Praga (1806), Vienna (1815) e Berlino (1821). In Svizzera nel 1853 viene inaugurata la Scuola degli ingegneri dell'Università di Losanna (oggi Scuola politecnica federale di Losanna, EPFL) e nel 1855 il Politecnico di Zurigo (oggi Scuola politecnica federale di Zurigo, ETH). Il 24 gennaio 1837, 39 costruttori e tecnici della Svizzera tedesca fondarono la Società svizzera degli ingegneri e degli architetti, l'attuale SIA.

### Trionfo dell'arte costruttiva degli ingegneri

La discussione per la costruzione delle prime linee ferroviarie coinvolge l'opinione pubblica svizzera negli anni attorno al 1850, così come oggi fa discutere il cambiamento del clima. Nel 1848 viene inaugurata la prima ferrovia elvetica (venne soprannominata la "ferrovia dei panini spagnoli"), che collegava Zurigo a Baden. Passo dopo passo, nella Svizzera contadina di allora, vengono realizzate nuove tratte e nel 1882 viene aperta al traffico la linea del San Gottardo. In una nazione ricca di valli, fiumi e montagne, gli ingegneri civili, con le loro visioni, realizzano quelle opere che proiettano la nazione verso la modernità. Gli ingegneri furono in prima linea al fronte del progresso tecnico tanto che anche l'organo direttivo della SIA venne soprannominato «La ferrovia».

### Anche nell'architettura ci sono gli ingegneri

Il predominio della presenza ingegneristica continua anche all'inizio del ventesimo secolo. Però il suo ruolo nella società diminuisce così spazio alle ammirevoli opere svolte dai migliori architetti. Le prestazioni pionieristiche per lo sviluppo delle ferrovie, delle vie di comunicazione, nell'ambito energetico e della

sicurezza, vennero considerate sempre più come prestazioni normali e ovvie. Le grandi opere, ma anche quelle piccole, senza le prestazioni ingegneristiche non sarebbero state immaginabili.



Richard La Nicca  
1794–1883

Dal 1816 al 1818 studiò scienze tecniche all'Università di Tübingen. Dopo aver collaborato alla costruzione della strada sul Passo del San Bernardino e un ulteriore anno di studio all'Università di Monaco, La Nicca diventò il primo ingegnere cantonale dei Grigioni. Fu progettista e direttore dei lavori per le strade dei passi e di vari insediamenti. Nel 1837 La Nicca fu cofondatore della SIA. Dal 1840 diresse come ingegnere la "Linthkommission" e progettò la prima correzione delle acque del Giura nella regione del Seeland bernese.



Carl Culmann  
1821–1881

Dal 1855 al 1883 fu il primo professore alla facoltà di scienze ingegneristiche del Politecnico federale di Zurigo. Egli insegnò inizialmente le prime materie principali dell'epoca: costruzioni in ferro, di ponti, delle ferrovie, delle strade e idrauliche. Importanti furono i lavori di Culmann nell'ambito delle teorie sulle arcate, sulle travi reticolari e sulla pressione del terreno. Nel 1864 allestì un concetto per la regolamentazione dei torrenti in Svizzera. La sua pubblicazione del 1866, "Die graphische Statik", trovò apprezzamento in tutto il mondo.



Maurice Koechlin  
1865–1946

Proveniente dall'Alsazia, ebbe Carl Culmann come docente all'ETH. Lavorò in Francia e diventò presto collaboratore nell'impresa di Gustave Eiffel nella quale, dal 1879 in poi, divenne ingegnere, ricercatore e progettista. Koechlin partecipò all'elaborazione dei concetti di importanti ponti ferroviari e all'elaborazione del concetto statico per la realizzazione della statua della libertà di New York, ideata dall'artista Auguste Bartholdi. Nel 1884 egli eseguì i primi schizzi e abbozzò un progetto per la costruzione di una torre alta 300 metri a Parigi, che fece poi furore all'esposizione mondiale del 1889.



Robert Maillard  
1872–1940

Nel 1894 ottenne il diploma di ingegnere all'ETH. Lavorò in Russia come imprenditore e ingegnere progettista e in Svizzera realizzò importanti ponti prestando molta attenzione agli aspetti tecnici ed estetici. Con il suo lavoro Maillard divenne uno dei virtuosi delle costruzioni in cemento e acciaio armato. Le costruzioni industriali da lui ideate e realizzate come "soletta a fungo" ebbero carattere pionieristico.



Othmar Ammann  
1879–1965

Nel 1902 concluse i suoi studi di ingegneria all'ETH e nel 1904 si trasferì negli USA, dove divenne un ingegnere civile specializzato nella costruzione di molti ponti in acciaio. Egli si fece un nome come progettista responsabile del ponte di Washington, uno dei più grandi ponti sospesi. Conosciuta è anche la sua partecipazione in qualità di esperto alla costruzione del "Golden Gate" di San Francisco. La partecipazione da parte del suo Ufficio "Amman and Withney" (1964) alla progettazione e realizzazione del ponte sospeso Verrazzano-Narrowsdel a New York, coronò la sua carriera.



## Professione **ingegnere civile**

Il principale fascino della professione dell'ingegnere sta nei molteplici campi in cui è chiamato a operare. Gli ingegneri civili abbinano infatti i principi delle scienze matematiche, fisiche e geologiche, alle specifiche competenze legate alle costruzioni in cemento armato, ferro o legno, alla geotecnica, al traffico e alle costruzioni idrauliche. Ulteriori specializzazioni richiedono poi conoscenze profonde in fisica delle costruzioni, idraulica, idrologia, statica, conoscenze dei materiali, tecnica degli edifici, economia aziendale o diritto edilizio.

Pianificazione e costruzione di strade, ponti, gallerie, impianti di depurazione, centrali elettriche ed edifici industriali costituiscono il nucleo centrale dell'attività di un ingegnere civile. A ciò si aggiungono i lavori di premunizione per fronteggiare i pericoli naturali: ripari valangari, consolidamento di rocce, opere per proteggere dalle inondazioni. Certamente le costruzioni in sovrastruttura sono un classico settore di attività dell'architetto che però senza la presenza di un ingegnere non sarebbe in grado di realizzare, questo soprattutto quando la forma del progetto richiede un calcolo affidabile delle portate indispensabili per concretizzare delle visioni progettuali straordinarie.

### **Modo di operare**

Gli ingegneri iniziano il loro compito in modo strutturato e sistematico. Essi hanno una visione d'insieme di una fattispecie complessa, ne analizzano le singole componenti, creano modelli e su questi elementi progettano poi la soluzione migliore. Questa comprende anche l'organizzazione dei processi di edificazione. Gli ingegneri sono responsabili per la sicurezza delle costruzioni. La loro competenza nell'ambito della matematica e della fisica, abbinate alle capacità di pensare in modo globale, favoriscono inoltre la comprensione delle componenti sociali, giuridiche ed economiche.

### **Specialisti che pensano in modo generalistico**

Il classico ambito di lavoro degli ingegneri civili è quello della concezione, della pianificazione e della progettazione, del calcolo dei costi per la costruzione e del successivo mantenimento dell'opera, l'esame della sopportabilità ambientale e da ultimo la materializzazione e la realizzazione del progetto. In questi ambiti rientrano anche la raccolta e l'esame delle offerte, la stipulazione dei contratti, l'organizzazione dei cantieri e la coordinazione dei processi costruttivi. L'attività di un ingegnere si svolge in uffici o imprese private ma anche nei servizi della Confederazione, dei Cantoni e dei Comuni.

### **Spettro delle attività**

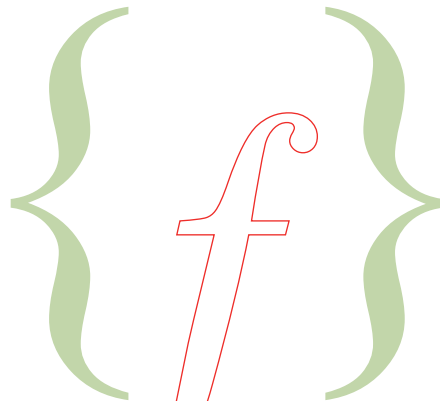
Il lavoro dell'ingegnere civile si estende dall'architettura alle infrastrutture, fino ad ambiti strettamente specialistici. A questi settori appartengono le seguenti attività:

- Costruzione di abitazioni
- Costruzione di gallerie
- Approvvigionamento di acqua
- Costruzione di padiglioni
- Costruzione di strade
- Impianti energetici
- Costruzione di stadi
- Costruzione di ponti
- Costruzioni idrauliche



Gli ingegneri civili esercitano una professione che offre contatti molteplici e interessanti, sia nella concezione di opere in ufficio, sia sul cantiere.

## Funzione e forma



Oggi l'uomo desidera disporre, possedere o anche solo utilizzare delle infrastrutture che siano affidabili, idonee, salubri e sicure. Gli ingegneri civili portano la principale responsabilità affinché tutto ciò avvenga al meglio. Ma anche nell'ambito tecnico la forma oppure l'adattamento nell'ambiente di un'opera non sono indifferenti. Agli ingegneri si apre quindi un altro interessante campo d'azione.

La costruzione di abitazioni o industrie, vie di comunicazione, impianti per l'approvvigionamento di acqua o energia elettrica, necessita di indispensabili elementi per la gestione economica e la successiva manutenzione; in questi ambiti gli ingegneri civili sono sempre attivi. Concepiscono e pianificano edifici sicuri e idonei alle funzioni prestabilite, vie di comunicazione efficienti, impianti per un'affidabile fornitura dell'energia come pure per la fornitura e lo smaltimento delle acque usate. La funzione pratica si collega inevitabilmente anche alla forma e all'estetica: gli ingegneri cercano le soluzioni migliori soprattutto in collaborazione con gli architetti e con gli altri specialisti del ramo.

### **Responsabilità per benessere e bellezza**

Per lungo tempo l'ingegnere non si è occu-

pato degli aspetti più visibili legati alle forme architettoniche ma si è mosso più sul piano astratto della costruzione. Le crescenti conoscenze scientifiche inerenti la statica, la resistenza e la conoscenza dei materiali, hanno portato a un ampliamento delle forme possibili e a un miglior sistema del calcolo che sta alla base realizzativa degli edifici. Tuttavia le sostanzialmente nuove possibilità di costruzione e le loro forme, anche per gli ingegneri non sono semplicemente e soltanto il frutto di precisi calcoli. Essi hanno infatti un ruolo significativo nel giungere a elaborare dei progetti convincenti dal punto di vista formale e architettonico. L'ingegnere sa trovare una sintesi tra una forma nuova completamente creativa e le indispensabili esigenze numeriche su cui basarsi, quali ad esempio i calcoli statici necessari per un edificio. L'ingegner

Fritz Leonhardt scriveva a questo proposito di «Responsabilità per benessere e bellezza»<sup>1</sup>. Il nostro modo di essere è caratterizzato dalla tecnica e viene influenzato anche dall'ambiente costruito, il quale incide profondamente sulle nostre condizioni di vita. L'aspetto formale con il quale si presentano le opere pianificate e realizzate dagli ingegneri non è perciò indifferente.

### Gli ingegneri sono creatori

«La bellezza segue leggi proprie che non sono indipendenti da altri fattori e si deve conciliare con la giusta soluzione tecnica. L'armonia tra forma e costruzione viene raggiunta unicamente grazie a una consapevole applicazione delle leggi della bellezza da parte di persone artisticamente dotate.»<sup>2</sup> Gli ingegneri prendono quindi sul serio la bellezza allo stesso modo della statica. Durante il loro lavoro essi definiscono dapprima un concetto costruttivo per poi schizzare delle strutture pensate in modo logico e adempienti allo scopo. Non è però la calcolazione che determina la forma, la quale caso mai può essere una condizione di base per il costruttore. «Non solamente nell'ambito di questioni riguardanti la forma, ma anche sul piano esclusivamente tecnico, l'ingegnere effettua delle prestazioni altamente creative, ad esempio nel processo costruttivo, nella scelta dei materiali, nel sistema statico. Questa creatività fa la differenza tra semplici calcolatori e ingegneri.»<sup>3</sup>

### La tecnica forgia la cultura della costruzione

Gli ingegneri possono beneficiare e riflettere su di una vasta cultura della costruzione che risale nel tempo. Essi hanno acquisito una mentalità e una sensibilità predisposta al meglio per capire i problemi sociali, economici e politici e le loro relative connessioni. Con ciò essi dispongono di orizzonti allargati per adempiere ai loro compiti con cura meticolosa, profonde conoscenze professionali e lungimiranza. In un team si fondono le competenze tecniche e specifiche degli ingegneri con quelle, più indirizzate al disegno e alle forme pure, degli architetti. Seguendo questa via si sviluppano dei progetti architettonici che portano a realizzare edifici eleganti e pregiati. Forma e funzione, nel caso ideale, diventano un'unità inscindibile.

Quello che vale per le costruzioni di sovrastruttura, in generale può essere definito valido anche per il traffico e i lavori di sottostruttura. Per esempio gli ingegneri hanno disegnato portali di gallerie, muri di sostegno, profili di strade, aree di servizio e ponti di autostrade in Ticino (1963–1984), insieme all'architetto Rino Tami e quelli dell'autostrada transgiurassiana tra Delémont e Porrentruy con Flora Ruchat-Roncati e Renato Salvi. In questi ambiti la riuscita è stata esemplare poichè, proprio in paesaggi caratterizzati dal rilievo montuoso, le autostrade costituiscono uno degli interventi più invasivi per il paesaggio naturale.

### Arte della costruzione ingegneristica

L'arte della costruzione ingegneristica costituisce un'importante componente della cultura quotidiana, con opere legate al traffico, infrastrutture e approvvigionamento energetico. Gli ingegneri sono coscienti delle responsabilità e studiano le loro opere in modo tecnicamente corretto e funzionale ma anche idoneo dal punto di vista formale. Alla base di queste attività sta sempre il lavoro in team con architetti e specialisti di altri settori (ma anche con il coinvolgimento del committente) e insieme, dopo aver collaborato con impegno e investimento di tempo nei rispettivi settori di competenza, grazie alla collaborazione reciproca riescono ad approdare a delle convincenti soluzioni concordate. Le opere degli ingegneri sono quindi un'irrinunciabile componente della vita quotidiana. La gente, chi più chi meno, ha coscienza di queste caratteristiche.

<sup>1</sup> Der Bauingenieur und seine Aufgaben. Leonhardt F., Stuttgart 1981

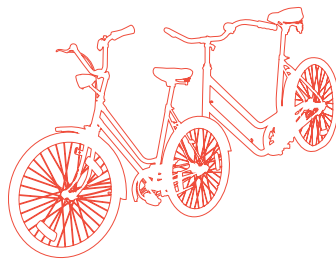
<sup>2</sup> Fritz Leonhardt im Vorwort zu Günther Günchel: Grosse Konstrukteure, Berlino 1966

<sup>3</sup> Conzett nell'intervista con Judit Solt in TEC21, nro 17–18, 2008



Impianto di ventilazione Monte Terri Nord nei pressi di Saint-Ursanne (Canton Giura).

## Efficienza in tandem



Le costruzioni sono soprattutto il risultato di un lavoro in team. Una visione architettonica richiede sempre anche una concreta e adeguata soluzione per la realizzazione e la costruzione. Ogni messa in atto di un'opera comporta un'attenta pianificazione affinché sia fattibile in tempo ragionevole, sopportabile dall'ambiente e sostenibile dal punto di vista finanziario. Con un colloquio comune tra la committenza e gli specialisti dell'architettura e dell'ingegneria, si cercherà poi la via adeguata per la miglior soluzione.

Soprattutto gli ingegneri, quali fidati progettisti della costruzione o direttori di progetto, sono responsabili che opere e impianti, dal punto di vista tecnico, siano concepiti in modo idoneo allo scopo, a prezzo favorevole, costruiti rispettando l'ambiente, in modo che l'esercizio sia economicamente sopportabile e che la manutenzione possa venire garantita. Per questo essi lavorano in stretto contatto con gli specialisti dell'architettura, della geologia, dell'economia, del Facility Management e con giuristi e ingegneri specializzati in specifici settori (ambientali, geomatici, tecnica degli edifici, meccanici e elettronici).

### **Partners allo stesso livello**

Nell'ambito dei processi di pianificazione e costruzione, vanno analizzati molteplici interessi ed esigenze. Gli architetti sono responsabili per un'efficiente preparazione e organizzazione degli aspetti formali e costruttivi degli edifici. Questi processi possono però giungere a termine con successo soltanto grazie al lavoro in team. Le modifiche tecniche, spaziali e formali apportate all'idea di progetto, sono in ogni caso sempre un compito dell'ingegnere civile responsabile. Nel caso ideale dovrebbe aver luogo un colloquio tempestivo inerente il processo di pianificazione tra i vari partners. Ciò in particolare tra gli architetti interessati a soluzioni estetiche convincenti e gli ingegneri



che si occupano dei materiali, dei concetti di statica e della precisione nell'esecuzione dei lavori. Gli ingegneri non si assumono quindi l'esclusiva responsabilità della pianificazione e della coordinazione dei settori a loro tradizionalmente subordinati, bensì hanno la loro parte di competenza anche nella progettazione complessiva e nella coordinazione. Si occupano poi dello sviluppo dell'idea di base e della concezione, della pianificazione di dettaglio, della preparazione del bando di concorso e infine della realizzazione dell'opera sul cantiere. Si può dire che, nel caso ideale, architetti e ingegneri sono partners allo stesso livello per quanto riguarda l'insieme delle opere da realizzare.

Nei lavori di sottostruttura, cioè costruzione di strade, nel terreno o di base; scavo di tunnel; costruzioni idrauliche; canalizzazioni e ponti, generalmente sono gli ingegneri che si assumono la responsabilità dirigenziale. Questo vale per l'intera opera, dalla progettazione all'esecuzione. In casi particolari possono venir coinvolti anche altri specialisti competenti nel ramo dell'architettura, del design e della pianificazione del territorio. Per speciali domande o esigenze tecniche possono essere coinvolti anche esperti nell'ambito della geologia, della protezione dell'ambiente, del settore forestale, della biologia, del traffico, della sicurezza sismica o delle costruzioni idrauliche.

#### Lavoro in team

Un lavoro di pianificazione all'interno di un team è ottimale se, fin dall'inizio, viene definita chiaramente la sua struttura. Nel settore delle costruzioni il team per lo più non è costituito

da singole persone bensì, nella maggior parte dei casi, da gruppi di addetti ai lavori o a prestazioni particolari. Così è determinante avere a disposizione persone esperte provenienti da vari ambiti, che condividano lo scopo da raggiungere e in grado di collaborare insieme alla ricerca di soluzioni ottimali per dare risposta a esigenze complesse. Un team raggiunge con successo il suo traguardo attraverso dei processi chiaramente strutturati e se le competenze tecniche e la specializzazione sono abbinate a buone qualità umane e caratteriali. Semplicemente detto: la "chimica" tra i vari membri del team deve funzionare e tutti devono voler raggiungere lo stesso obiettivo. Importante è allora il flusso di informazioni esaurienti, tempestive e attendibili in ogni direzione. Dall'alto al basso, dal basso all'alto e trasversalmente tra le varie gerarchie e le singole discipline.

#### Coordinazione professionale

Un approfondito sapere e prestazioni qualitativamente impeccabili sono le premesse di base indispensabili per gli ingegneri civili o gli ingegneri specialisti in altri settori. La competenza di integrare efficacemente queste conoscenze nella pianificazione, nella coordinazione e nella realizzazione di costruzioni è una richiesta che aumenta con il tempo grazie anche alla crescita dell'esperienza professionale. Una costruzione è realmente terminata quando può adempiere le sue funzioni per lungo tempo. E poiché gli oggetti edilizi sempre più spesso dovranno essere adeguati a nuove esigenze, a seconda delle situazioni, si avranno dei vantaggi se già nella fase di

esecuzione sono state sviluppate delle varianti che possano essere eventualmente rielaborate in futuro. In questo ordine di idee rientra l'utilità di allestire una documentazione tecnica completa, che potrà servire alle successive generazioni. Gli ingegneri sono idonei come autori in questo ambito in quanto, proprio nelle costruzioni di sottostruttura, assumono una funzione di supervisione generale, con la quale acquisiscono e poi conservano anche una supervisione autentica dell'oggetto.

Per potere disporre in tempo limitato di soluzioni utilizzabili, ambientalmente idonee e finanziariamente supportabili, le premesse di base sono quelle di una meticolosa pianificazione e di una coordinata collaborazione durante la realizzazione.





## Qualità nella **costruzione**

I ipotesi di soluzioni creative e non convenzionali ma anche errori e il venire a trovarsi in un vicolo cieco, sono spesso i primi passi verso la qualità della costruzione. Proprio perchè il lavoro degli ingegneri forgia il mondo del futuro, essi sono particolarmente sottoposti a nuove sfide e devono sempre porsi delle domande che comprendano anche l'etica nel loro lavoro. Una di queste riguarda la qualità e l'idoneità futura di quanto viene progettato e costruito oggi.

Come deve essere costruita un'opera che corrisponda ai bisogni stabiliti al momento della progettazione ma che possa essere in seguito adattata alle esigenze future? Cosa fare affinché la manutenzione di un'opera non diventi un peso insopportabile in avvenire? Gli ingegneri e gli architetti sono responsabili nel dare una risposta anche a queste domande.

Le risposte, specialmente se si tratta di grandi opere del settore pubblico, sono determinanti sia per gli aspetti sociali sia per quelli politici.

### **Scelte efficaci nel tempo**

Affinchè un'opera si mantenga in buono stato è fondamentale costruire delle strutture che abbiano una lunga durata di vita; un compito

classico dell'ingegnere civile. Il patrimonio edilizio esistente e quello da realizzare in futuro, vanno ben al di là del loro alto valore finanziario. In un paese densamente costruito come la Svizzera questo patrimonio costituisce un insieme di elementi che caratterizzano l'ambiente e le peculiarità culturali del momento in cui si è edificato. Simili opere, come minimo, devono apparire in modo piacevole, ma soprattutto devono essere sicure e durevoli nel tempo, sopportare gli influssi meteorologici, resistere al peso della neve e alla forza del vento ed essere resistenti anche ai terremoti. Esse devono rispettare le esigenze energetiche e della fisica delle costruzioni e con tutto ciò rimanere affidabili nell'uso quotidiano.

### Assicurare la qualità delle prestazioni

I committenti e gli utenti ripongono alte aspettative di affidabilità e solidità in ogni costruzione. Le nuove norme SIA, entrate in vigore dal 2003 (norme SIA da 260 a 267), pongono in primo piano le esigenze di durevolezza, idoneità d'uso e sicurezza. Il concetto della sicurezza portante definisce in quale modo l'opera e ognuna delle sue componenti debbano rimanere stabili nel loro insieme e come debbano resistere a ogni sollecitazione. Il concetto di idoneità d'uso comprende funzioni, aspetto esteriore e confort della costruzione<sup>1</sup>. Il significato della durevolezza risulta dalle esigenze d'uso ma anche dalle direttive poste dagli altri due concetti. In una norma SIA<sup>2</sup> sono definite le misure pratiche per la conservazione e la manutenzione delle opere. Queste mirano a mantenere una sufficiente sicurezza dell'edificio e del suo esercizio e prendono in considerazione il valore culturale ed economico di un'opera come pure quello della sua affidabilità nell'uso quotidiano.

### Assunzione delle responsabilità

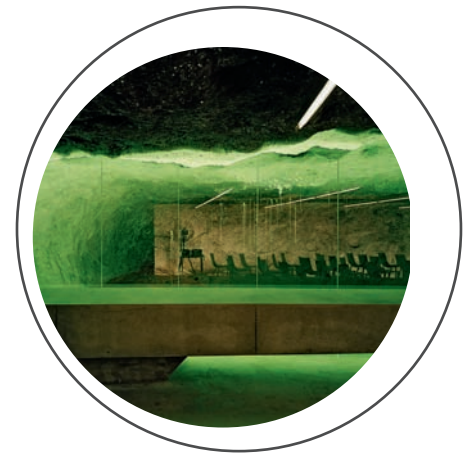
Gli ingegneri, con le loro opere incidono profondamente nell'ambiente naturale e nella realtà contemporanea. La SIA ha perciò defi-

nito delle regole di base in cui sono contenute concrete esigenze da considerare nell'ambito dell'etica professionale. Nel manuale «Bauen in der Schweiz»<sup>3</sup> il codice etico va letto attentamente e considerato vincolante. Nel libro sono contenuti i principi secondo i quali esercitare la professione in modo ineccepibile e responsabile. In questo contesto si dà pure importanza all'esigenza di esaminare i principi della durevolezza in ambito sociale, economico ed ecologico<sup>4</sup> e con ciò verificare i benefici per la comunità e misurare l'impatto ambientale considerandolo alla stessa stregua dei fattori economici.

Gli ingegneri creano luoghi inalienabili che devono assumere una loro precisa identità. Essi sono importanti mediatori, progettisti e costruttori e, con la loro professione, danno un'impronta all'ambiente e alla nostra epoca. Essi lavorano con una visione al ciclo di vita delle opere edili e con la creazione di un valore aggiunto per la società, ora e anche in futuro.

<sup>1</sup> Vedi Prof. Dr. Peter Marti nel dossier TEC21 (22 luglio 2003) concernente le Swisscodes, norme SIA da 260 a 267, sulle strutture portanti

<sup>2</sup> Norma SIA 469 inerente la conservazione delle costruzioni



Cambiamento di destinazione delle saline di Bex  
Progetto: Kurmann & Cretton, Ingegneri, Monthey, e Eligio Novello, Architetto, Vevey.

<sup>3</sup> Bauen in der Schweiz – Handbuch für Architekten und Ingenieure, von Büren C., / Campi A., (Coeditore SIA), Birkhäuser Basilea 2005, Capitolo A 2.2. Etica professionale (autore Fridolin Stähli)

<sup>4</sup> Vedi Raccomandazioni SIA 112/1 (Nachhaltiges Bauen – Hochbau 2005)



Cappella della Comunità delle diaconesse di Saint-Loup in Pompables (Vaud). Ingegneri Yves Weinand e Hani Buri (IBOIS EPF Losanna). Progetto: Localarchitecture (Danilo Mondana), Losanna.

Progetto per la nona edizione della Serpentine Gallery Pavillon a Londra. Ingegnere civile Martin Joos (Nüssli AG, Hüttwilen) responsabile e accompagnatore del concetto generale di costruzione (Verifica statica: Ove Arup, Londra).

Riempimento del lago dei Quattro cantoni (Uri), Team di pianificazione interdisciplinare.

Il ponte Sunniberg della circonvallazione di Klosters, dell'ingegnere civile Christian Menn.

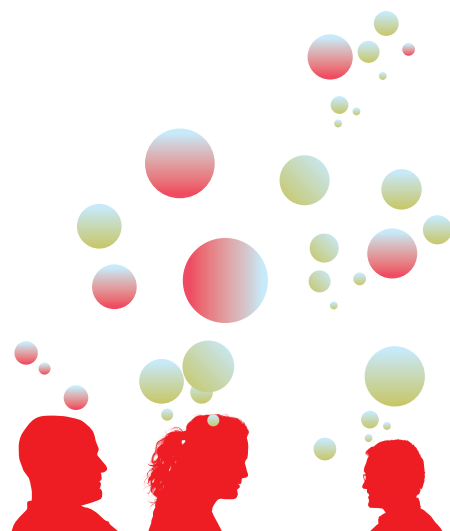
## Possibilità di formazione

Gli ingegneri civili esercitano una professione ad alto potenziale creativo. Le vie di formazione che portano a questo mestiere sono parecchie. Dopo aver concluso gli studi, a un ingegnere si aprono numerosi settori di lavoro ed eccellenti possibilità di ulteriore sviluppo professionale in uffici di pianificazione, imprese di costruzione, industrie, amministrazione e ricerca.

Gli ingegneri lavorano finalizzati a un preciso progetto e lo fanno spesso in team, sia durante la pianificazione in ufficio, sia sul cantiere. Premesse essenziali per uno studio proficuo e per il successivo esercizio della professione sono le capacità al pensiero sistematico, l'interesse per i procedimenti e i processi tecnici, il piacere a un lavoro interdisciplinare all'interno di un gruppo di lavoro mirato e un'ampia capacità di immaginazione. Gli ingegneri devono trovare le risposte a situazioni complesse. Non pochi ingegneri vengono quindi chiamati ad assumere posizioni di responsabilità e di guida all'interno di ditte. Per questo, accanto alle competenze nel settore professionale, è richiesta anche un'alta capacità nella gestione dei rapporti sociali.

### La formazione

L'accesso agli studi di ingegneria può aver luogo seguendo diverse vie. La via tradizionale spesso percorsa è quella della maturità federale che poi dà accesso al successivo inizio degli studi all'ETH di Zurigo oppure all'EPF di Losanna. Rimane però aperta anche la via che passa attraverso la formazione pratica: dopo la conclusione di un tirocinio professionale (per es. disegnatore in uno studio di ingegneria) in presenza delle sufficienti qualifiche d'entrata, ci si può iscrivere a una delle numerose scuole universitarie professionali. Queste sono ubicate in tutta la Svizzera ([www.kfh.ch](http://www.kfh.ch)). Però, ad esempio, è anche possibile il passaggio dal settore professionale alle università, attraverso la scuola universitaria professionale. I due schizzi dei percorsi





Lo studio per diventare ingegnere è variegato, ricco di spunti e apre buone prospettive professionali.

di studio, corrispondono in larga misura alla prassi usuale. Le università offrono la classica formazione accademica. Le scuole universitarie professionali, per tradizione, sono invece più legate alla pratica della professione. La scelta del settore in cui operare alla conclusione degli studi (progettazione, organizzazione, lavoro sul cantiere) dipende dalla carriera che si intende seguire.

Lo studio per diventare ingegnere civile segue il sistema concordato internazionalmente di Bachelor-Master. Dopo sei semestri gli studenti concludono la formazione con un Bachelor. Successivamente possono proseguire con lo studio che porta al Master. All'ETH di Zurigo questo ciclo si conclude con l'ottenimento del titolo "Master of Science ETH in ingegneria civile dell'ETH", definizione che corrisponde ai diplomi finali di ingegnere che venivano rilasciati in precedenza.

### Bachelor

Lo studio per l'ottenimento del Bachelor permette di acquisire in modo metodico solide conoscenze scientifiche di base. Tra queste figurano gli essenziali elementi matematico-scientifici per le scienze naturali, la matematica, l'informatica, la meccanica e la geologia. Vengono pure impartiti gli insegnamenti di specifici concetti ingegneristici quali il System Engineering, i principi di gestione economica e le tecniche di misurazione geodetica. Con approfondite conoscenze da acquisire in fisica, idraulica, idrologia, statica della costruzione

e conoscenza dei materiali, così pure come nei rami costruzione, geotecnica, traffico, costruzioni legate alle acque e tecnica dei procedimenti di edificazione, questa parte degli studi viene conclusa con un lavoro personale di Bachelor.

### Master

Il successivo ciclo di studio che porta al master in scienze ingegneristiche, all'ETH di Zurigo lascia aperte diverse possibilità di approfondimento: pianificazione e gestione, geotecnica, costruzione, sistemi di traffico, costruzioni idrauliche ed economia delle acque, materiali e meccanica. Con scelte supplementari facoltative si può ulteriormente approfondire, estendere o specializzare la propria formazione. Lo studio termina con un lavoro personale di Master.

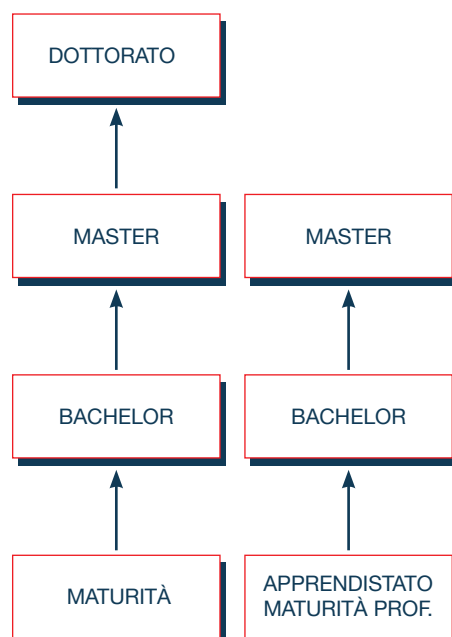
### Perfezionamenti ulteriori

Dopo l'ottenimento del Master è possibile accedere a un dottorato in ambito di ricerca. Con questo, in uno specifico settore, vengono acquisite approfondite conoscenze e contemporaneamente si possono stabilire preziosi contatti con il settore scientifico, quello della pratica e anche con i potenziali datori di lavoro.

### Aggiornamento professionale nella pratica

Anche nel settore tecnico nuove conoscenze modificano in continuità il sapere esistente. Un aggiornamento professionale costante è una condizione essenziale per poter mantenere le

competenze e il proprio successo professionale. In questo ambito risultano essenziali le offerte di aggiornamento (studi post diploma, corsi post diploma, seminari) e, naturalmente, il principio del "learning on the job". Di crescente importanza sono pure le esperienze di lavoro all'estero, spesso collegate anche all'approfondimento delle conoscenze delle lingue straniere.

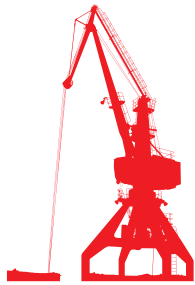


Entrambe le vie di formazione alla professione di ingegnere sono fondamentalmente interscambiabili.

Via universitaria:  
ETH Zurigo o  
EPF Losanna.

Via professionale: Scuole  
universitarie professionali  
([www.kfh.ch](http://www.kfh.ch)).

Realizzare le idee



Gli ingegneri civili sono costruttori. Essi elaborano però anche delle visioni. Evidentemente non si possono concretizzare tutte le nuove idee, ma tuttavia ciò contribuisce all'evoluzione e al progresso. Nuove soluzioni a determinati problemi vengono dapprima progettate e realizzate dietro le quinte dimostrando però, una volta entrate in funzione, tutta la loro efficacia in modo sbalorditivo e duraturo.

La rete delle ferrovie, quella delle autostrade, la moderna rete delle comunicazioni e il relativo approvvigionamento energetico, sono delle prestazioni tecniche che vengono portate a termine sotto la direzione degli ingegneri. Oggi queste conquiste sembrano naturali ma, non molto tempo fa, apparivano soltanto come delle visioni senza sbocchi concreti. Alcune idee, in campo tecnico, erano affascinanti sin dall'inizio ma realizzabili in pratica unicamente se si potevano adempiere condizioni molto precise. Gli ingegneri anche in futuro non potranno evitare di portare avanti lo sviluppo in questo modo. Proprio con lo sguardo rivolto agli incalzanti problemi ambientali, ci sono ancora parecchi quesiti che richiedono di essere risolti con nuove modalità.

#### **Gallerie elicoidali invece della trazione a cremagliera**

Niklaus Riggenschach, meccanico e ingegnere, alla metà del diciannovesimo secolo ideò il sistema di trazione a cremagliera per le ferrovie con una pendenza molto marcata. In Svizzera il sistema non fu ritenuto idoneo ma nel 1863, in Francia, l'invenzione venne riconosciuta valida e fu brevettata. Tra il 1869 e il 1871 venne costruita la Vitznau-Rigi-Bahn, la prima ferrovia di montagna in Europa, che ebbe un successo dirompente. Questo successo, verso la fine degli anni 1860, aveva portato Riggenschach e la SIA a proporre al Consiglio federale l'attraversamento delle Alpi mediante la costruzione di una ferrovia a cremagliera e lo scavo di un tunnel. Ma

già nel 1882 la Gotthardbahn entrava invece in esercizio con le nuove gallerie elicoidali e su di un tracciato concepito dall'ing. Louis Favre, validamente in funzione ancora ai nostri giorni. Attualmente è in costruzione lo scavo del tunnel di base del San Gottardo (un'idea risalente al 1947), il quale, con i suoi 57 km, sarà il più lungo del mondo e che, unitamente alle gallerie di base dello Zimmerberg e del Ceneri, modernizzerà in modo definitivo il percorso ferroviario tra il nord e il sud. [www.alptransit.ch](http://www.alptransit.ch)

### Il laborioso cammino per realizzare le autostrade

La rete delle autostrade svizzere ha una lunga storia. Già nel 1927 una società indipendente appositamente costituita, aveva promosso la costruzione di un'autostrada da Basilea al confine con l'Italia. L'iniziativa ad essa collegata per la costruzione di un'autostrada priva di intersezioni da Muri (presso Berna) fino a Thun, venne discussa per lunghi anni e infine ritenuta non realizzabile dal governo cantonale bernese. Nel 1934 l'iniziativa popolare federale che proponeva il potenziamento dei passi alpini e delle loro vie di accesso, contrapposta a un controprogetto della Confederazione, cadeva in votazione popolare in quanto preconizzava soltanto di intervenire sulle strade di montagna. Nel 1937 un postulato chiedeva che, con l'aiuto della Confederazione, si costruissero le strade per il traffico a lunga distanza tra Basilea-Lucerna-Chiasso e tra il lago Bodanico e il Lemano, affinché la Svizzera non venisse esclusa dai collegamenti internazionali. Il Consiglio federale e il Consiglio degli Stati il 12 dicembre respinsero però con decisione questa proposta. Si argomentò che la Svizzera non necessitasse di simili opere considerata la mancanza di metropoli e di centri industriali che le giustificassero. Il primo tratto autostradale elvetico venne costruito soltanto nel 1955 come strada veloce, in base a un progetto (1952) dell'ingegnere del Canton Lucerna Otto Enzmann. Oggi la rete delle autostrade svizzere è lunga in totale 1764 km ed è una delle più fitte al mondo. Alla fine del 2009, con l'eliminazione di alcune strettoie, essa misurerà 1892 km e nel territorio montagnoso svizzero numerosi ponti,

indispensabili quanto spettacolari, sono dei veri capolavori che rivelano l'arte di costruire degli ingegneri. [www.infra-schweiz.ch](http://www.infra-schweiz.ch)  
[www.autobahnen.ch](http://www.autobahnen.ch)

### Il primo metrò della Svizzera

Dal 2008 Losanna possiede la M2, la più piccola metropolitana al mondo guidata unicamente da un sistema a conduzione automatico. Il percorso di soli 6 km collega il porto di Ouchy, attraverso la stazione di Losanna e la città vecchia, con la Croisette. Il dislivello ammonta a 336 metri, la pendenza media è del 5,7% mentre quella massima raggiunge il 12%. Questi sono dei numeri record che hanno fatto diventare la linea la più ripida ferrovia ad adesione nel mondo. Circa metà del percorso del metrò è sotterraneo. La nuova ferrovia è nata dal completo adattamento della preesistente linea a cremagliera, lunga 1,5 km, tra Losanna e Ouchy e dal suo prolungamento fino a Epalinges. Il progetto, approvato in votazione popolare a fine 2002, aveva un costo preventivato a 590 milioni di franchi. I lavori di costruzione iniziarono nel marzo 2004 e la linea venne aperta al pubblico nell'autunno 2008. La rete d'esercizio dei trasporti pubblici di Losanna (TL) è stata profondamente cambiata e modernizzata, come spiegato<sup>1</sup> dall'ingegnere Marielle Desbiolles responsabile della TL. [www.t-l.ch/m2](http://www.t-l.ch/m2)

<sup>1</sup> Marielle Desbiolles: Intégration du m2 au réseau des TL, TRACÉS 15/16 2008



Il tunnel di base del San Gottardo.



La A16 Transgiurassiana e i ponti gemelli presso Boncourt (viadotto delle Grandes Combes) progettati dall'Ufficio di Ingegneria GVH Delémont.



Il ponte ferroviario sotto il Pont Bessières con il convoglio senza conducente del metrò di Losanna.

## **Editore**

Gruppo professionale ingegneria civile della SIA  
Zurigo 2009

## **Consulenze professionali**

Salome Hug-Meier

Ingegnere civile, membro consiglio del Gruppo  
professionale ingegneria civile, Basilea

Otto Künzle

Ingegnere civile, membro consiglio del Gruppo  
professionale ingegneria civile, Zurigo

Claudia Schwalfenberg

Germanista, direttrice consiglio del Gruppo  
professionale ingegneria civile, SIA Zurigo

## **Testi e foto**

Charles von Büren

Giornalista specializzato e redattore, Berna

## **Traduzione**

Aldo Maffioletti, Airolo

## **Layout e grafica**

Viviane Ceccaroni

Bachelor New Media, SIA Zurigo

## **Stampa**

Schwabe AG, Muttenz

## **Fotografie**

pag. 3: Biblioteca dell'ETH di Zurigo, Archivio  
fotografico; pag. 5: Reinhard Zimmermann,  
Adliswil; pag. 7: A16 info, Delémont; pag. 9:  
Reinhard Zimmermann, Adliswil; pag. 11 in  
alto: Comunicazione SIA (Laurence Bonvin,  
Ginevra); pag. 11 da sin. a destra: Thomas  
Jantscher; Nüssli Schweiz; Alp Transit Gott-  
hard AG, Lucerna; Tiefbauamt Graubünden;  
pag. 13 in alto: Scuola professionale univer-  
sitaria di Berna per l'architettura, il legno e  
la costruzione, Burgdorf/Bienne; pag. 13 in  
basso: ETH Zurigo, Archivio fotografico;  
pag. 14: Alp Transit Gotthard AG, Lucerna;  
(A16) Fachverband Infra, Zurigo; (Metro) tl  
Transports publics, Losanna

[www.sia-bgi.ch](http://www.sia-bgi.ch)

Selnaustrasse 16, casella postale, 8027 Zurigo

Altre informazioni sono ottenibili al sito

[www.gli-ingegneri-costruiscono-la-svizzera.ch](http://www.gli-ingegneri-costruiscono-la-svizzera.ch)

Questo opuscolo è ottenibile anche in  
francese e in tedesco e può essere ordinato al  
seguente indirizzo: [bgi@sia.ch](mailto:bgi@sia.ch)

## **Gruppo professionale ingegneria civile**

Il gruppo professionale ingegneria civile, in  
breve BGI (questa e le altre sigle contrasse-  
gnate da un \* si riferiscono alla lingua te-  
desca), con quasi 4000 membri è il secondo  
gruppo più numeroso dei quattro gruppi  
professionali della Società svizzera degli in-  
gegneri e architetti. Il compito più importante  
del BGI è quello di dare maggior risalto alla  
posizione degli ingegneri nella nostra società.  
All'interno della SIA il BGI si occupa quindi  
degli specifici interessi professionali che  
concernono le donne e gli uomini attivi nella  
professione.

Al BGI sono subordinate 6 società di specia-  
listi; il Gruppo specializzato per l'ingegneria  
strutturale (GIS), il Gruppo specializzato per  
la conservazione delle costruzioni (FEB\*), il  
Gruppo specializzato per lavori in sotterraneo  
(GLS), la Società svizzera di geomatica e di  
gestione del territorio (geosuisse), la Società  
svizzera di meccanica delle terre e delle rocce  
(SGBF\*) e la Società svizzera di ingegneria si-  
smica e di dinamica strutturale (SGEB\*).

**sia**

società svizzera degli ingegneri e degli architetti  
gruppo professionale **ingegneria civile**