



**CLAIU – EU Conference
The Formation of the Engineer:
International Models**

**The University “Sapienza” - Rome
Fri/Sat, 11th – 12th February 2011**



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

INDEX

INTRODUCTION OF THE PRESIDENTS	page VII
ADDRESS OF THE ON. MINISTRO MARIATELLA GELMINI	» IX
ENGINEERING FORMATION IN THE UK; A PROFESSIONAL COMPETENCE APPROACH - <i>Richard Shearman</i>	» 1
THE FORMATION OF THE CHARTERED ENGINEER - <i>William T. Grimson</i>	» 25
THE PROCESS OF P.E. LICENSURE IN THE UNITED STATES - <i>Christopher M. Stone</i>	» 59
THE EDUCATION OF THE "PRACTICALLY ORIENTED" ENGINEER - <i>Marc Demolder</i>	» 89
CONCEPTION ENGINEERS VERSUS APPLICATION ENGINEERS : THE VIEWS OF INDUSTRY - <i>Marc Goossens</i>	» 123
ENGINEERING EDUCATION: THEORETICAL VS. APPLIED APPROACHES - <i>Sebastião Fejo de Azevedo</i>	» 157
THE ACADEMIC CRITERIA FOR "DOTTOR MAGISTRALE IN INGEGNERIA (LAUREA MAGISTRALE)" - <i>Fabrizio Vestroni</i>	» 179
PROGRAMME ACCREDITATION AND INSTITUTIONAL REVIEW: BOTH NECESSARY FOR ASSURING QUALITY OF TECHNICAL HIGHER EDUCATION - <i>Giuliano Augusti</i>	» 201

Edito a cura del CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI
00187 ROMA - Via IV Novembre, 114 - Tel. 06.6976701 r.a. - E-mail: esteri@cni-online.it

Hanno curato la redazione e la grafica del volume Pietro Ernesto De Felice, Paola Péaquin,
Maria Antonia del Balzo ed Eleonora Montefoschi.



Sebastião Feyo de Azevedo



Coffee break in the Cloister

SEBASTIÃO FEYO DE AZEVEDO

sfeyo@fe.up.pt, Updated October 2010



Sebastião Feyo de Azevedo was born in Porto, Portugal, on 1951. He holds a Ph.D. in Chemical Engineering from the University of Wales (Swansea, UK, 1982). He is since 1998 professor of Chemical Engineering at the Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, University of Porto (FEUP).

His main areas of interest are: Process Systems Engineering; Instrumentation and control; Higher Education – Bologna Process, Management, Quality Assurance, Engineering Education with emphasis in Chemical Engineering Education.

Currently, he is: Dean of the Faculty of Engineering of the University of Porto; member of the Administrative Council and Vice-president of ENAAE-European Network for Accreditation of Engineering Education.

He was till recently: Member of the General Council of the University of Porto (2009 - July 2010); Portuguese Delegate to the BFUG-Bologna Follow-Up Group, by appointment of the Minister of Science, Technology and Higher Education (2004-2005 and 2007 - July 2010); Head of the Chemical Engineering Department at FEUP (2001-March 2010); National Vice-president of Ordem dos Engenheiros (Engineers Portugal, 2004 – March 2010); Advisor to the Minister of Science, Innovation and Higher Education and National Coordinator of the Bologna Process (2003-2005); Chairman of the Working Party on Education – European Federation of Chemical Engineering (2007 – 2010).

He has published over 130 journal and conference scientific papers and delivered over 130 conferences in Portugal and abroad in scientific and higher education matters.

He is Fellow of Engineers Portugal, member of the Portuguese Academy of Engineering, and member of several other Associations.

For detailed information, please surf his website at www.fe.up.pt/~sfeyo.

Sebastião Feyo de Azevedo

Sebastião Feyo de Azevedo è nato ad Oporto, Portogallo nel 1951. Ha un Ph.D. in Ingegneria Chimica dell'Università del Galles (Swansea, Regno Unito, 1982). Dal

1998 è professore di ingegneria chimica al Dipartimento di Ingegneria chimica, Facoltà di Ingegneria, all'Università di Oporto (FEUP).

Le principali aree di interesse sono: ingegneria dei sistemi di processo, strumentazione e controllo, Istruzione Superiore – Processo di Bologna, gestione, garanzia di qualità, istruzione in ingegneria con enfasi, istruzione in ingegneria chimica.

Attualmente è Preside della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Oporto ed è inoltre membro del Consiglio di Amministrazione e Vice-Presidente dell' ENAEE - *European Network for Accreditation of Engineering Education*.

È stato fino a poco tempo fa: Membro del Consiglio Generale dell'Università di Oporto (2009 - luglio 2010); delegato portoghese al Gruppo per il follow up di Bologna (BFUG)-su nomina del Ministero della Scienza, Tecnologia e Istruzione Superiore (2004-2005 e 2007 - luglio 2010); Capo del Dipartimento di ingegneria chimica alla FEUP (2001-March 2010); Vice-Presidente nazionale dell' *Ordem dos Engenheiros* (Ordine degli Ingegneri portoghesi, 2004 - marzo 2010); Consulente del Ministero della Scienza, dell'Innovazione e dell'Istruzione Superiore e Coordinatore nazionale del Processo di Bologna (2003-2005); Presidente del Partito del Lavoro sull'Istruzione - *European Federation of Chemical Engineering* (Federazione Europea degli Ingegneri Chimici - 2007 - 2010).

Ha pubblicato più di 130 articoli su riviste e tenuto più di 130 conferenze in Portogallo ed all'estero su questioni scientifiche e relative all'istruzione superiore.

È iscritto all'*Ordem*, membro dell'Accademia Portoghese di Ingegneria e membro di numerose altre associazioni.

Per ulteriori informazioni, visitare il suo sito www.fe.up.pt/~sfeyo.

ENGINEERING EDUCATION – THEORETICAL VS. APPLIED APPROACH

Sebastião Feyo de Azevedo

Professor, Faculty of Engineering, University of Porto, Portugal
European Network for Accreditation of Engineering Education (ENAEE)

director@fe.up.pt

Abstract:

This paper deals with the offer of education programmes as entry route for the engineering profession. We argue that Today it is well established that Society needs two main levels and two main profiles for engineering programmes. Levels should be related to levels 6 and 7 of the European Qualifications Framework for Lifelong Learning, recommended by the European Union. Profiles should range between more theoretically oriented and more applications oriented programmes. Tuned with the concept of lifelong learning, the structure should include bridging programmes that should allow students to choose more freely their education paths. All in all, we should not forget the keywords of Today's paradigm of European development – mobility, cooperation and competition.

Istruzione in Ingegneria - Approccio teorico contro approccio pratico

Sintesi:

In questo intervento si tratterà l'offerta dei corsi di istruzione superiore per accedere alla professione di ingegnere. Sembra oggi chiaro che la società ha bisogno di due principali livelli e profili di corsi di ingegneria. I livelli dovrebbero riferirsi ai livelli 6 e 7 della *European Qualifications Framework for Lifelong Learning* (Quadro europeo delle qualifiche per l'apprendimento permanente) raccomandato dall'Unione Europea. I profili dovrebbero variare da corsi di indirizzo più teorico a corsi di indirizzo più pratico. In armonia con il concetto di formazione continua, la struttura dovrebbe includere corsi "ponte" per permettere agli studenti di scegliere più liberamente il proprio percorso educativo. Nell'insieme, non si dovrebbero dimenticare le parole chiave dell'attuale paradigma dello sviluppo europeo – mobilità, cooperazione e concorrenza.

Introduction

The issue of *Theoretical vs. Applied* approaches, or more appropriately that of two existing profiles of educational programmes as entry routes for the professional activities in engineering, a more theoretically oriented vs. a more applications oriented profile, is on the table, as food for discussion, for many years.

The issues and the questions are – which levels of knowledge, competences and skills in engineering, are required by the Society, by industry in particular, to provide the required contribution of engineering for increasing the well being of Humanity? Do we need different profiles of education for such purposes?

The problem is in fact that the answers to the underlying questions are not limited to technical, scientific and professional issues. There are political and social issues also at stake.

In the first section of this paper an overview will be given of the conceptual frameworks for analysis of engineering education.

This will be followed by a section where questions concerning existing and possible levels and profiles of engineering programmes are discussed.

1. Qualifications frameworks – meta-frameworks and sectoral frameworks

Before proceeding with the specific

Introduzione

È in discussione, e lo sarà per molti anni, la questione dell' approccio *teorico* rispetto a quello *pratico*, o più propriamente quello fra i due profili dei corsi di istruzione esistenti per accedere all'attività professionale in ingegneria, un profilo di indirizzo più teorico ed uno più pratico.

I temi e le domande sono – quali livelli di conoscenze, competenze e capacità in ingegneria sono richiesti dalla società e dall'industria in particolare, perché l'ingegneria possa migliorare il benessere dell'umanità? Per questo scopo, sono necessari profili diversi?

Il problema è in realtà che le risposte a queste domande non sono limitate a questioni tecniche, scientifiche e professionali. Entrano in gioco anche questioni sociali e politiche.

Nella prima parte di questo intervento farò una panoramica dei quadri di riferimento concettuali per analizzare l'istruzione in ingegneria.

Seguirà una parte in cui discuterò le questioni relative agli esistenti e possibili livelli e profili dei corsi.

1. Quadri di riferimento delle qualifiche – meta-quadri e quadri settoriali

Prima di procedere ad un'analisi speci-

analysis of the main issues, it is relevant to revisit the developments concerning reference frameworks adopted at European level, aiming at academic and professional recognition.

The key documents are (i) the Qualifications Framework for the construction of the European Higher Education Area, directly related to the Bologna Process (QF-EHEA, 2005); (ii) the European Qualifications Framework for Lifelong Learning, developed within the European Union (EQF-LLL, 2008); (iii) The EU Directive on Recognition of Professional Qualifications (Directive, 2005); and (iv) the EUR-ACE Framework Standards for the Accreditation of Engineering Programmes (EUR-ACE, 2006).

Meta Qualifications Frameworks and related high level descriptors.

These characterize high level groups of qualifications. Existing frameworks differ in background and objectives, employing different sets of descriptors, or grouping such descriptors in different clusters of outcomes.

At European level, two main frameworks are currently in place:

- (i) The Qualifications Framework for the construction of the European Higher Education Area (QF-EHEA, 2005), approved by the 46 signatory countries (at the time) of the Bologna Process.

fica delle questioni principali, è importante rivisitare gli sviluppi dei quadri di riferimento adottati a livello europeo per il riconoscimento professionale ed accademico.

I documenti chiave sono (i) il Quadro delle qualifiche per la definizione dello Spazio Europeo di Istruzione Superiore, derivante direttamente dal Processo di Bologna (QF-EHEA, 2005); (ii) il Quadro europeo delle qualifiche per l'apprendimento permanente, sviluppato dall'Unione Europea (EQF-LLL, 2008); (iii) La Direttiva UE per il Riconoscimento delle Qualifiche Professionali (Direttiva, 2005); e (iv) lo *EUR-ACE Framework Standards for the Accreditation of Engineering Programmes* (EUR-ACE, 2006).

Meta Quadri di riferimento e relative descrittori di alto livello.

Sono strumenti comuni di riferimento che caratterizzano gruppi di qualifiche di alto livello. I quadri di riferimento esistenti differiscono per storia ed obiettivi, utilizzano diversi insiemi di descrittori, o differenti raggruppamenti di questi descrittori sulla base delle conoscenze acquisite.

A livello europeo, sono attualmente in vigore due principali quadri di riferimento:

- (i) Il Quadro delle Qualifiche dell'Area Europea dell'Istruzione Superiore (QF-EHEA, 2005), approvato dai 46 paesi firmatari (all'epoca) del Processo di Bologna.

The QF-EHEA focus on the post-secondary education system and adopts the well known Dublin Descriptors that identify four cycles of higher education (three main cycles plus short cycles within or linked to First Cycles).

Table 1 identifies the five clusters of descriptor that form the structure of the Dublin Descriptors.

Gli QF-EHEA sono focalizzati sul sistema di istruzione superiore, adottano i ben noti descrittori di Dublino che identificano quattro livelli di istruzione superiore (tre livelli principali più livelli brevi nell'ambito o collegati ai primi livelli).

La Tabella 1 identifica i cinque gruppi di descrittori che costituiscono la struttura dei descrittori di Dublino.

Table 1 - Clustering of qualifications descriptors in different frameworks

Bologna, QF-EHEA	EU, EQF-LLL	EUR-ACE
A. Knowledge and understanding	1. Knowledge	I. Knowledge and understanding
B. Applying knowledge and understanding	2. Skills	II. Engineering analysis
C. Making Judgments	3. Competences	III. Engineering design
D. Communications skills		IV. Investigations
E. Learning skills		V. Engineering practice
		VI. Transferable skills

Tavola 1 - Raggruppamento dei descrittori delle qualifiche in Quadri differenti

Bologna, QF-EHEA	EU, EQF-LL	EUR-ACE
A. Conoscere e capire	1. Conoscenza	I. Conoscere e capire
B. Applicare conoscenza e comprensione	2. Abilità	II. Analisi ingegneristica
C. Esprimere giudizi	3. Competenza	III. Engineering design
D. Saper comunicare		IV. Indagini
E. Saper apprendere		V. Pratica ingegneristica
		VI. Skill trasferibili

(ii) The European Qualifications Framework for Lifelong Learning (EQF-LLL, 2008), a Recommendation of the European Parliament and of the Council, approved on April 23, 2008.

(ii) Quadro europeo delle qualifiche per l'apprendimento permanente (EQF-LLL, 2008), una raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio approvata il 23 aprile 2008.

The EQF-LLL aims at describing the entire education system, recommending eight levels of qualification, each identified by descriptors grouped in the three main clusters of outcomes equally presented in Table 1.

The Directive on Recognition of Professional Qualifications is not a Framework in the through sense of the term, but it has the force of law in the space of the European Union (Directive, 2005) and as such it should be included in this group of meta-references for recognition of qualifications.

(iii) The Directive aims at regulating this major issue of qualifications recognition in the EU space and focus on the post-secondary system, though not including the doctorate level.

The Directive makes a fundamental differentiation between those professions where some common platform of activities and related basic training are identified (the case of professions in the area of health and of architecture) and the other professions where no common platform of activity and requirements are identified. The former professions are subject of the Directive Annexes, whereas the latter fall within the general system for the recognition of qualifications. For this general system, where Engineering is included, Article 11 defines five levels of qualification, of which three levels are associated to post-secondary education.

Scopo degli EQF-LLL è la descrizione dell'intero sistema di istruzione, che raccomanda otto livelli di qualifica, ognuno identificato dai descrittori elencati in tre principali gruppi di conoscenze acquisite anche presentati nella Tabella 1.

La Direttiva per il riconoscimento delle qualifiche professionali non è un quadro di riferimento nel vero senso della parola, ma ha la forza di legge nello spazio dell'Unione Europea (Direttiva, 2005) e come tale dovrebbe essere inclusa nel gruppo dei meta-riferimenti per il riconoscimento delle qualifiche.

(iii) Scopo della Direttiva è la regolamentazione per il riconoscimento delle qualifiche professionali nello spazio UE ed è focalizzata sul sistema dell'istruzione superiore anche se non include i dottorati.

La Direttiva fa una differenziazione fondamentale fra le professioni in cui possono essere identificate piattaforme comuni di attività e relative formazioni di base (professioni nell'area della sanità e architettura) e le altre professioni in cui questo non è possibile. Le prime ricadono sotto gli Allegati alla Direttiva, mentre le ultime sotto il sistema generale per il riconoscimento delle qualifiche. Per il sistema generale, in cui è inclusa l'ingegneria, l'Articolo 11 definisce cinque livelli di qualifica di cui tre sono associati all'istruzione superiore.

Unfortunately, the current legal version of the Directive is still linked, in the old way, to "years" of work, which means that it is largely out of touch with all trends of concepts for recognition of professional qualifications. It is expected that the review currently in progress changes such limitation.

In any case, the Directive has now been implemented in the EU space. The Database of regulated professions in the EU Member States, Iceland, Norway, Liechtenstein and Switzerland is now available for consultation (EU, 2008). In spite of the limitations pointed out, considering the close relation of the Directive and the QF discussed, it constitutes a major instrument to enforce the whole concept for recognition purposes.

Sectoral Frameworks – EUR-ACE

Sectoral frameworks are concerned with specific discipline descriptors and ideally result from wide transnational co-operation and agreements between stakeholders, namely higher education institutions and professional associations. Sectoral frameworks should naturally relate to and be identified within the wide descriptors of the meta frameworks, but they quite clearly are expected to be more detailed in the descriptions. Depending on the sector of knowledge, they may be further sub-

Purtroppo, l'attuale versione legale della Direttiva è tuttora legata, alla vecchia maniera, agli "anni" di lavoro, il che significa che è ancora lontana dall'evoluzione concettuale originata dal quadro di riconoscimento delle qualifiche professionali. Ci si augura che la revisione attualmente in corso modifichi queste limitazioni.

In ogni caso, la Direttiva è stata recepita ormai nello spazio della UE. Sono consultabili le banche dati delle professioni regolamentate negli Stati Membri della UE, Islanda, Norvegia, Liechtenstein e Svizzera (EU, 2008). Nonostante le limitazioni indicate, considerando la stretta relazione fra la Direttiva e i QF discussi, essa costituisce uno strumento fondamentale per applicare al riconoscimento il "concetto" nel suo insieme.

Quadri di riferimento settoriali – EUR-ACE

I quadri di riferimento settoriali riguardano i descrittori di specifiche discipline e derivano idealmente dall'ampia cooperazione transnazionale e da accordi fra le parti interessate, vale a dire istituzioni di istruzione superiore ed associazioni professionali. I quadri di riferimento settoriali dovrebbero ovviamente identificarsi ed essere identificati con i descrittori dei meta - quadri di riferimento ma, è abbastanza chiaro, che devono essere più dettagliati nelle descrizioni. A seconda del settore di

divided in sub-sectors characterized by specific domain descriptors, including, if applicable, the identification of professional activities for which the candidates are to be prepared. Engineering is a good example of a sector that requires specific domain descriptors, related to the different specialties.

Speaking of the wide Engineering Sector, we can identify a number of relevant initiatives (see Feyo de Azevedo, 2009), again driven by different objectives, hence with somewhat different structures. Here we single out EUR-ACE:

(iv) The EUR-ACE framework for accreditation of engineering programmes (EUR-ACE, 2006; Augusti, 2007a, 2007b, 2009), which to a large extent was influenced by the results of the TUNING project (TUNING, 2000), aims at constituting a reference framework to ensure the suitability of programmes to serve as entry routes to the engineering profession.

The EUR-ACE system includes guidelines for the criteria and requirements for programme assessment that at least consider the following items: (1) Needs, objectives and outcomes; (2) Educational Process; (3) Resources and Partnerships; (4) Assessment of the educational process; and (5) The management system.

In what concerns curriculum requirements and objectives, EUR-ACE is

conoscenza, possono essere ulteriormente suddivisi in sotto-settori caratterizzati da descrittori specifici per area, compresa, se possibile, l'identificazione delle attività professionali dei candidati. L'ingegneria è un buon esempio di un settore che richiede descrittori specifici secondo l'area, in relazione alle differenti specializzazioni.

Parlando dell'ampio settore dell'ingegneria, si possono identificare numerose importanti iniziative (vedere Feyo de Azevedo, 2009), di nuovo guidate da diversi obiettivi, quindi con strutture un po' diverse. Qui ci occupiamo di EUR-ACE:

(iv) Il quadro EUR-ACE per l'accREDITAMENTO dei corsi di ingegneria (EUR-ACE, 2006; Augusti, 2007a, 2007b, 2009), che è stato in larga misura influenzato dai risultati del progetto TUNING (TUNING, 2000); costituisce un quadro di riferimento per garantire l'idoneità di programmi che danno accesso alla professione di ingegnere.

Il sistema EUR-ACE include delle linee guida inerenti i criteri ed i requisiti per la valutazione dei corsi che devono almeno comprendere i seguenti punti: (1) Esigenze, obiettivi e risultati; (2) Processo di istruzione; (3) Risorse e Partenariati; (4) Valutazione del processo educativo; e (5) Il sistema di gestione.

Per quel che riguarda i requisiti e gli obiettivi del *curriculum*, l'EUR-

built around the six Programme Outcomes identified in Table 1. It is quite clearly a major proposal both for Europe and in a global context.

How do meta and sectoral frameworks fit together?

This is of course a major question with a simple answer – though different in nature, yes, they fit together (Feyo de Azevedo, 2009), as synthesized in Table 2, where the relations between the levels of qualifications adopted in the different frameworks and in the Directive are outlined.

Globally the different levels proposed are coherent with and fit well in the overall qualifications structure adopted both by the QF-EHEA and the EQF-LLL, and also by EUR-ACE in the engineering area.

The objectives of the EQF-LLL are different, wider in scope, from the QF-EHEA. Yet, the proposal caused some reaction of the Countries signatories of the Bologna Process not pertaining to the EU. Possibly for such reason the Recommendation carefully signals the existing relation with the QF-EHEA in what concerns post-secondary education.

Table 2 - Relating levels of qualifications in different frameworks

Bologna, QF-EHEA	EU, EQF-LLL	EUR-ACE	EU Directive 2005/36
Short Cycles (ShC)	Level 5 (L5)		Art. 11 c)
First Cycles (FC)	Level 6 (L6)	First Cycles (FC)	Art. 11 d)
Second Cycles (SC)	Level 7 (L7)	Second Cycles (SC)	Art. 11 e)
Third Cycles (TC)	Level 8 (L8)		

ACE si è costruito sulla base dei sei descrittori identificati nella Tabella 1. È abbastanza chiaro che è una proposta fondamentale sia per l'Europa che in un contesto globale.

Come si adattano l'uno l'altro il metaquadro di riferimento e quello settoriale?

Questa è ovviamente una domanda fondamentale con una semplice risposta – sebbene diversi per natura, sì, si adattano (Feyo de Azevedo, 2009), come si vede sintetizzato nella Tabella 2 in cui sono delineate le relazioni fra i livelli di qualifiche adottate nei vari quadri di riferimento e nella Direttiva.

Nell'insieme, i vari livelli proposti sono coerenti e si adattano bene alla struttura generale delle qualifiche adottate sia dal QF-EHEA, sia dal EQF-LLL, e anche dall'EUR-ACE nell'area dell'ingegneria.

Gli obiettivi del EQF-LLL sono diversi e coprono un ambito più ampio rispetto a QF-EHEA. Tuttavia, la proposta ha causato qualche reazione dei Paesi firmatari del Processo di Bologna che non appartengono alla UE. Probabilmente è questa la ragione per cui la Raccomandazione segnala accuratamente la relazione esistente con il QF-EHEA per quanto concerne l'istruzione superiore.

Tavola 2 – Confronto livelli delle qualifiche nei diversi quadri

Bologna, QF-EHEA	EU, EQF-LLL	EUR-ACE	EU Directive 2005/36
Ciclo breve (ShC)	Livello 5 (L5)		Art. 11 c)
Primo ciclo(FC)	Livello 6 (L6)	Primo ciclo(TC)	Art. 11 d)
Secondo ciclo(SC)	Livello 7 (L7)	Secondo ciclo(TC)	Art. 11 e)
Terzo ciclo (TC)	Livello 8 (L8)		

2. Programmes for engineering education – levels and profiles.

The issue here is that of the organisation of engineering programmes in direct relation to the organization of the engineering profession. Two words about the latter:

In the period that preceded the approval of the Directive, that is mainly the years of 2003, 2004 and 2005 (first semester), an intense discussion took place at European level where two main views were discussed (i) the line that considered that engineering education should be seen in terms of a common platform, with limited requirements of formal education (3 years); and (ii) the line that considered that there were two main levels of education, leading to complementary, but different levels of knowledge, competences and skills of their graduates.

The latter view prevailed clearly and as a result the Directive did not include engineering in the group of disciplines with a single platform, a group that remains confined, as already pointed out in this text, to the

2. Corsi di istruzione di ingegneria - livelli e profili.

Parliamo ora dell'organizzazione dei corsi di ingegneria mettendola in diretta relazione con l'organizzazione della professione di ingegnere. Due parole su quest'ultima:

Nel periodo precedente l'approvazione della Direttiva, soprattutto negli anni 2003, 2004 e 2005 (primo trimestre), a livello europeo si è sviluppato un intenso dibattito su due concetti: (i) il primo considerava che l'istruzione nel settore dell'ingegneria debba essere vista in termini di piattaforma comune, con requisiti limitati di istruzione formale (3 anni); e (ii) il secondo considerava due principali livelli di istruzione che rappresentano due livelli differenti ma complementari, di conoscenze, competenze e capacità dei laureati.

Il secondo concetto ha prevalso chiaramente e, di conseguenza, la Direttiva non include l'ingegneria nel gruppo delle discipline con una singola piattaforma, un gruppo che rimane confinato, come già sottolineato in questo inter-

health disciplines and architecture.

It must be mentioned that within this prevailing line of thought, there is not a single vision of education and the profession across the European countries - not only levels of education, but also profiles are at stake.

Higher Education for the Engineering Profession

Following the preceding comments, in this section we revisit and discuss the diversity of organization of studies adopted in the European countries, linking such offer of education to the requirements of the engineering profession.

In engineering, a scientific but also technical domain where a binary system of education makes sense and exists in several countries, the discussion has been significant, in recent years, about levels and profiles of required education, namely on the type of First Degrees that should be awarded by Higher Education Institutions. Such discussion took mainly place within the FEANI¹ and also within the CLAIU², between 2002 and 2005, prior to the approval of the Directive for Recognition of Professional Qualifications.

¹ FEANI - Fédération Européenne d'Associations Nationales d'Ingénieurs, www.feani.org

² CLAIU - Council of Association of Long Cycle Engineers of a University or higher School of Engineering of the European Union, www.claiu.org

vento, alle discipline sanitarie ed all'architettura.

Va menzionato che nella linea di pensiero che ha prevalso, non c'è una visione singola dell'istruzione e della professione nei paesi europei - sono in gioco non solo i livelli di istruzione, anche i profili.

Istruzione superiore per la professione di ingegnere

Facendo seguito ai commenti di cui sopra, in questa parte rivisiterò le diversità dell'organizzazione adottata nei paesi europei, collegando tale offerta formativa con i requisiti della professione di ingegnere.

Per quel che riguarda l'ingegneria, un'area scientifica ma anche tecnica in cui ha senso ed esiste un sistema binario di istruzione in numerosi paesi, negli anni recenti si sono molto discussi i livelli ed i profili dell'istruzione richiesta, vale a dire il tipo di Lauree di primo livello che dovrebbero essere rilasciati dalle istituzioni di istruzione superiore. Queste discussioni hanno avuto luogo soprattutto in ambito FEANI¹ e CLAIU², fra il 2002 ed il 2005, prima dell'approvazione della Direttiva per il riconoscimento delle qualifiche professionali.

¹ FEANI - Fédération Européenne d'Associations Nationales d'Ingénieurs, www.feani.org

² CLAIU-EU - Council of Association of Long Cycle Engineers of a University or higher School of Engineering of the European Union, www.claiu.org

Though not all Countries share or adopt the same structures and concepts in their professional organization, we take the view that two levels of engineering education and two main types of degree profiles are relevant to the profession.

Levels

Levels are widely recognized and accepted, mainly after the publication of the QF-EHEA (2005), the Directive (2005) and the EQF-LLL (2008).

The two levels of education primarily identified as "higher education for the professions" are the First and Second Cycles of the QF-EHEA that correspond to Levels 6 and 7 of the EQF-LLL (Table 2).

The levels are directly related to the expected qualifications of the professionals and to the expected engineering activity, both evaluated in direct relation to relevant technical, scientific and social aspects, such as having: (i) social responsibility (namely signing of projects, of which those in structural engineering are possibly the most relevant); (ii) recognized capacity to tackle large, complex problems; (iii) capacity to adapt to new jobs of high complexity and responsibility; (iv) capacity for effective activity in the production line; and, not the least, (v) the right attitude to use knowledge and skills in a given situation.

Programme outcomes should be evaluated against such criteria, thinking of

Sebbene non tutti i paesi condividano o adottino le stesse strutture e gli stessi concetti per la propria organizzazione professionale, si ritiene che siano rilevanti per la professione due livelli di istruzione in ingegneria e due principali profili di lauree.

Livelli

I livelli sono ampiamente riconosciuti ed accettati soprattutto dopo la pubblicazione del QF-EHEA (2005), della Direttiva (2005) e dell'EQF-LLL (2008).

I due livelli di istruzione originariamente identificati come "istruzione superiore per le professioni" sono il Primo ed il Secondo Livello dell'QF-EHEA che corrispondono ai Livelli 6 e 7 dell'EQF-LLL (Tabella 2).

I livelli sono direttamente correlati con le qualifiche richieste ai professionisti per le attività di ingegneria, entrambi valutati in relazione diretta con gli aspetti tecnici, scientifici e sociali, quali: (i) responsabilità sociale (vale a dire firmare progetti, fra cui quelli di ingegneria strutturale sono i più importanti); (ii) capacità riconosciuta di affrontare grandi problemi complessi; (iii) capacità di adattarsi a nuovi lavori di grande complessità e responsabilità; (iv) capacità in attività efficaci nelle linee di produzione; e, non meno importante, (v) atteggiamento idoneo ad utilizzare le conoscenze e le capacità in una data situazione.

Insieme ai livelli riconosciuti, i corsi dovrebbero essere valutati su questi cri-

the programme as entry route for the profession at one of the recognized levels.

Profiles

Profiles have much to do with the prevailing concepts in a country about the professional requirements for the engineering activity. This of course will be related to the mission of the Institutions, which in turn should be related to the background of Teaching Staff.

Our views are that there should be an offer of programmes for engineering education ranging between more theoretically oriented and more applications oriented profiles. The set of recommendations of the VDI—Society for Chemical and Process Engineering (VDI-GVC, 2008) represent an excellent example of this type of distinction in the offer of engineering programmes.

Fig. 1 presents the concept of a degree system designed for maximizing employability potential of First Cycle graduates. This is the concept that originally presided to the QF-EHEA. Within this view, First Cycles should contain essentially all the basic desired learning outcomes relevant to the professions, these being enlarged and matured from cycle to cycle.

Differences in outcomes for First and Second Cycle Degrees are associated to or related with scope, depth and breadth, which is in line with the suggested progression along the degree system depicted in Fig. 1.

teri, pensandoli come via di accesso alla professione.

Profili

I profili sono molto collegati ai concetti prevalenti in un paese sui requisiti professionali per le attività ingegneristiche. Queste ovviamente saranno relative alla missione delle Istituzioni, che a loro volta dovrebbero essere riferite all'insieme dei docenti.

Riteniamo che l'offerta dei corsi di studio dovrebbe variare dai profili più orientati alla teoria a quelli più orientati alla applicazione pratica. Le raccomandazioni GVC, 2008 della VDI (*Società di ingegneria chimica e di processo*) rappresentano un eccellente esempio di questo tipo di distinzione nell'offerta di corsi di ingegneria.

La Figura 1 presenta l'elaborazione concettuale di un sistema di lauree progettato per massimizzare le potenzialità di occupabilità dei laureati di primo livello. È il concetto originariamente alla base del QF-EHEA per il quale i contenuti del primo livello riguardano le basi fondamentali per la professione in questione, ampliate e maturate da un livello all'altro.

Le differenze nei risultati esistenti fra le lauree di primo e secondo livello sono associate o connesse come portata, profondità e ampiezza, con la suggerita progressione lungo il percorso del sistema delle lauree presentato nella Figura 1.

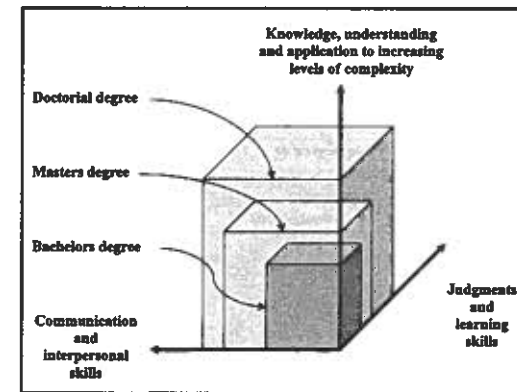


Figure 1 - A concept for progression of Knowledge, Competences and Skills along the different cycles of the degree system.

Figura 1 - Un concetto di progressione di Conoscenza, Competenze e Abilità nei diversi livelli del sistema di laurea.

The relevant perspective that we share is represented in Fig. 2, stressing out the two trajectories of education.

The Figure depicts the case raised, from the very beginning of the Bologna reforms, by Research Universities, namely those that are part of CESAER³. They have argued that First Cycles of the more theoretically oriented profiles that characterize the education offer of Research Universities would not, or would not necessarily, lead to qualifications recognized as entry routes to the profession.

³ CESAER - the Conference of European Schools for Advanced Engineering Education and Research, www.cesaer.org

La prospettiva che condividiamo, è rappresentata nella Figura 2, che sottolinea le due traiettorie dell'istruzione.

La Figura illustra il caso sollevato, fin dall'inizio delle riforme di Bologna, dalle Università di Ricerca, vale a dire quelle che fanno parte del CESAER. Esse hanno sostenuto che il Primo Livello dei profili ad indirizzo più teorico che caratterizzano la loro offerta formativa, non avrebbe, o non avrebbe necessariamente portato, alle qualifiche riconosciute come via di accesso alla professione.

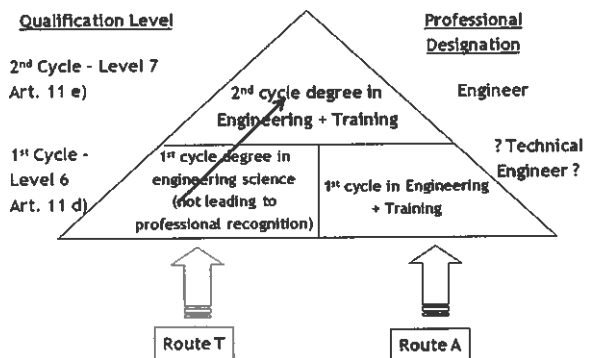


Figure 2 – Offer of Engineering Education – 2 levels, 2 profiles – Route T: more theoretically oriented; Route A: more applications oriented

Another form of the same view, projecting different information, is presented in Fig. 3.

Here we include the possibility of having, a professional master, possibly shorter than the academic master, though eventually at the same level 7 of the EQF-LLL scale.

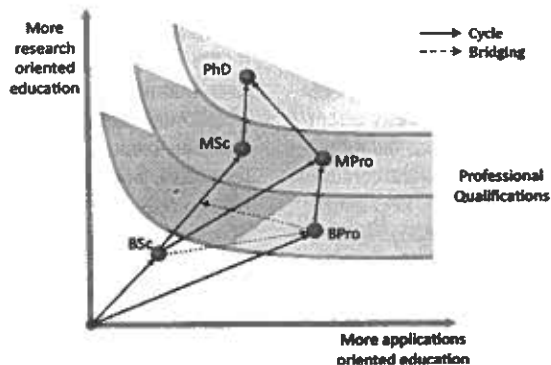


Figure 3 – A concept for offer of education and related professional qualifications in

Figura 2 – Offerta di istruzione in ingegneria – 2 livelli, 2 profili – Percorso T: orientamento più teorico; Percorso A: orientamento più pratico

Un'altra forma della medesima prospettiva, con proiezioni di informazioni diverse, è presentata nella Figura 3.

In questo caso si include la possibilità di avere un Master professionale, forse più breve del Master accademico, tuttavia, in definitiva, dello stesso livello 7 della scala EQF-LLL.

Figura 3 – Un concetto di offerta educativa riferita alle qualifiche professionali in inge-

Engineering, including two recognized profiles of master programmes (inspired in: J.D. Woerner, U. Darmstadt, President CESAER, presented in the CESAER GA Meeting, Lisbon, 2005)

3. Synthesis and concluding remarks

A number of relevant issues should be made and left clear:

(i) In the engineering profession, qualifications for a significant number of activities require accumulated long training at higher education level. In most countries this means the equivalent to 300 ECTS, but it is known that this is not the generalized situation.

(ii) An important issue of Today's life is whether such education should be achieved through long cycle degrees, or if it can be achieved through accumulated two-cycle studies. The question of the type of offer is more and more a political issue, of educational policies, and in fact virtually all countries are adopting the two-cycle system, independently of the qualifications associated to First Cycle degrees.

(iii) What is also relevant is that the education systems include some form of communication between profiles that may lead to conversion or continuation of studies - that is to flexible study paths. This type of flexible scheme of education that we favor is depicted in Fig. 4.

gneria, inclusi due profili di corsi si master (da: J.D. Woerner, U. Darmstadt, Presidente CESAER, presentato all'Assemblea Generale CESAER, Lisbona, 2005)

3. Sintesi ed osservazioni finali

Si dovrebbero chiarire e definire alcune questioni importanti:

(i) Nella professione di ingegnere, le qualifiche per numerose attività richiedono di accumulare una lunga formazione al livello dell'istruzione superiore.

(ii) Un importante problema attuale è se detta istruzione debba essere ottenuta con una laurea di ciclo lungo o se possa essere acquisita con studi di due livelli successivi. Il problema del tipo di offerta sta diventando sempre più una questione politica, di politiche educative, ed, infatti, tutti i paesi stanno virtualmente adottando il sistema a due livelli, indipendentemente dalle qualifiche associate alle lauree di Primo Livello.

(iii) Altra questione rilevante è che i sistemi di istruzione includano qualche forma di comunicazione fra profili che possano portare alla conversione o continuazione degli studi - vale a dire percorsi di studio flessibili. Questo tipo di schema flessibile di istruzione, a cui siamo favorevoli, è illustrato nella figura 4.

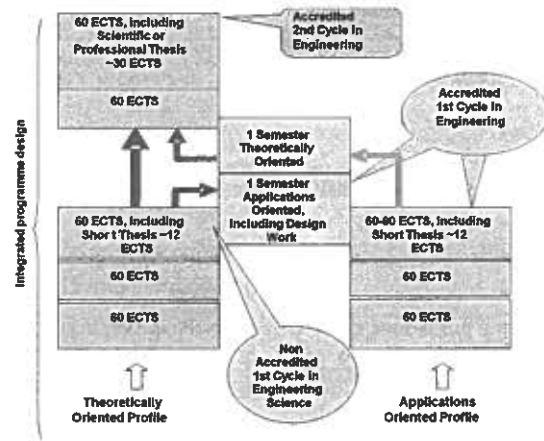


Figure 4 – Offer of Engineering Education – 2 levels, 2 profiles - with bridging programmes

(iv) From the point of view of a framework for evaluating the programmes as entry routes for the profession, it is clear that there should be only one set of standards for First Cycle degrees and one set of standards for Second Cycle degrees, against which the degree programmes should be evaluated. This is indeed the concept adopted in the EUR-ACE system.

(v) Still with EUR-ACE, though the programme outcomes and accreditation criteria outlined in the *EURACE Framework Standards* have been designed to be applied to the accreditation of the two main cycles defined in the Bologna Declaration, the use of programme outcomes makes these *Standards* applicable also to the accreditation of programmes leading

Figura 4. Offerta di istruzione in ingegneria - 2 livelli, 2 profili - con programmi di transizione

(iv) Dal punto di vista di un quadro di valutazione dei corsi orientati alla professione, è chiaro che dovrebbe esserci un solo insieme di standard per le lauree di Primo Livello e di Secondo Livello con i quali valutare i corsi di laurea. Questo è in realtà il concetto adottato dal sistema EUR-ACE.

(v) Ed ancora per quel che riguarda l'EUR-ACE, sebbene i criteri relativi ai corsi e all'accREDITAMENTO delineati nell'*EURACE Framework Standards* siano stati definiti per l'accREDITAMENTO dei due principali livelli della Dichiarazione di Bologna, essi possono anche essere applicati all'accREDITAMENTO di corsi che portano direttamente ad una laurea equivalente alle Lauree

directly to a degree equivalent to a Second Cycle Degree, conventionally termed "Integrated Programmes",

(vi) Last, but not least, we should not forget the keywords of Today's paradigm of European development – mobility, cooperation and competition. Mutual trust is key for achieving mobility and cooperation, indeed the major goals of the Bologna Process. To create such trust it is necessary to build transparent and readable academic curricula and professional qualifications, recognised and accepted by all partners and stakeholders.

REFERENCES

- Augusti, G. (2007a), *Accreditation of engineering programmes: European perspectives and challenges in a global context*, *European Journal of Engineering Education*, 32 3, 273-283 (available at www.enaee.eu)
- Augusti, G. (2007b), *Accreditation of engineering programmes at European level*, *Int. Journal of Electrical Engineering Education*, 44 2, 101-108
- Augusti, G. (2009): *EUR-ACE: the European Accreditation system of engineering education and its global context*; in "Engineering Education Quality Assurance: A Global Perspective" (P. Gray and A. Patil, editors), Springer Science+Business

di Secondo Livello, convenzionalmente chiamati "Corsi Integrati".

(vi) Ultimo, ma non meno importante, non dovremmo dimenticare le parole chiave del paradigma attuale dello sviluppo europeo – mobilità, cooperazione e concorrenza. La fiducia reciproca è la chiave per raggiungere la mobilità e la cooperazione, in realtà gli obiettivi principali del Processo di Bologna. Per creare questa fiducia è necessario definire *curricula* accademici e qualifiche professionali trasparenti e comprensibili, riconosciuti da tutti i partner e da tutte le parti interessate.

RIFERIMENTI

- Augusti, G. (2007a), *Accreditation of engineering programmes: European perspectives and challenges in a global context*, *European Journal of Engineering Education*, 32 3, 273-283 (consultabile sul sito www.enaee.eu.)
- Augusti, G. (2007b), *Accreditation of engineering programmes at European level*, *Int. Journal of Electrical Engineering Education*, 44 2, 101-108
- Augusti, G. (2009): *EUR-ACE: the European Accreditation system of engineering education and its global context*; in "Engineering Education Quality Assurance: A Global Perspective" (P. Gray and A. Patil, editors), Springer Science+Business

Directive (2005): *Directive 2005/36/EC of the European Parliament and of the Council on the recognition of professional qualifications*, Official Journal of the EU, 30/09/2005, L255/21-142, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:255:0022:0142:IT:pdf>

EQF-LLL (2008), *The European Qualifications Framework for Lifelong Learning (EQF), Recommendation of the European Parliament and of the Council*, 23 April 2008, available in the site of the European Commission at http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/doc44_en.htm

EU (2008) *European Commission - Database of regulated professions in the EU Member States, Iceland, Norway, Liechtenstein and Switzerland*, available at http://ec.europa.eu/internal_market/qualifications/regprof/index.cfm

EUR-ACE (2006), *EUR-ACE Framework Standards for the Accreditation of Engineering Programmes*, available at <http://www.enaee.eu>

Feyo de Azevedo, S. (2009), *High Level Qualifications Frameworks and the EUR-ACE Frameworks Standards – do they fit together?*, Support paper to the invited conference in the Workshop on Overarching and Sectoral Frameworks, ENAEE, Brussels, Fondation Universitaire, January 22, 2009, available at http://paginas.fe.up.pt/~sfeyo/Docs_SFA_Publica_Conferences/SFA_C_20090122_ENAEE_Paper.pdf

Direttiva (2005): *Direttiva 2005/36/EC del Parlamento Europeo e del Consiglio sul riconoscimento delle qualifiche professionali*. Gazzetta Ufficiale UE, 30/09/2005, L255/21-142, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:255:0022:0142:IT:pdf>

EQF-LLL (2008), *Quadro europeo delle qualifiche per l'apprendimento permanente, Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio*, 23 aprile 2008 http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/doc44_en.htm

EU (2008) *Commissione Europea - Database delle professioni regolamentate negli Stati dell'Unione Europea, Islanda, Norvegia, Liechtenstein e Svizzera*, consultabile all'indirizzo http://ec.europa.eu/internal_market/qualifications/regprof/index.cfm

EUR-ACE (2006), *Quadro degli Standard EUR-ACE per l'accreditamento dei Programmi di Ingegneria*; consultabile all'indirizzo <http://www.enaee.eu>

Feyo de Azevedo, S. (2009), *High Level Qualifications Frameworks and the EUR-ACE Frameworks Standards – do they fit together?*, Support paper to the invited conference in the Workshop on Overarching and Sectoral Frameworks, Supporto cartaceo per la conferenza ad inviti nell'ambito del Workshop sui Quadri generali e settoriali, ENAEE, Brussels, Fondation Universitaire, 22 gennaio 2009, consultabile all'indirizzo http://paginas.fe.up.pt/~sfeyo/Docs_SFA_Publica_Conferences/SFA_C_20090122_ENAEE_Paper.pdf

QF-EHEA (2005): *A Framework for Qualifications of the European Higher Education Area*, Bologna Working Group on Qualifications Frameworks, <http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/documents/QF-EHEA-May2005.pdf>

TUNING (2000), *TUNING Educational Structures in Europe*, available at <http://tuning.unideusto.org/tuningeu>

VDI-GVC (2008): *VDI (Verein Deutscher Ingenieure) & GVC (Society for Chemical and Process Engineering)*. Recommendation for the development of consecutive Bachelor's and Master's courses. 2nd Ed., Dusseldorf, Germany, http://www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur/dateien/gvc/dateien/VDICurriculaenglisch-alleine.pdf

QF-EHEA (2005): *Quadro delle Qualifiche dell'Area Europea dell'Istruzione Superiore*, Bologna Gruppo di lavoro sui Quadri delle Qualifiche, <http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/documents/QF-EHEA-May2005.pdf>

TUNING (2000), *TUNING* Strutture educative in Europa, consultabile all'indirizzo <http://tuning.unideusto.org/tuningeu>

VDI-GVC (2008): *VDI (Verein Deutscher Ingenieure) & GVC (Society for Chemical and Process Engineering)*, Raccomandazione per lo sviluppo di corsi consecutivi Bachelor e Master, 2ª Ed., Dusseldorf, Germania, http://www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur/dateien/gvc/dateien/VDICurriculaenglisch-alleine.pdf