



Ricerca di Sistema elettrico

6th International Sulcis Summer School on CCS Technologies 2018: organizzazione e sistemi di comunicazione e formazione on line

A. Trolese, P. Deiana, C. Bassano

6TH INTERNATIONAL SULCIS SUMMER SCHOOL ON CCS TECHNOLOGIES 2018: ORGANIZZAZIONE E SISTEMI DI COMUNICAZIONE E FORMAZIONE ON LINE

A. Trolese, P. Deiana, C. Bassano (ENEA)

Settembre 2018

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2017

Area: Generazione di energia elettrica con basse emissioni di carbonio

Progetto B.2: Polo Tecnologico del Sulcis: Tecnologie e Metodologie 'Low Carbon' e Edifici ad energia quasi zero(nZEB)

Parte A1: Parte A1: Tecnologie per impiantistica energetica 'Low carbon'

Ob.E: DISSEMINAZIONE DEI RISULTATI

Attività di comunicazione, formazione e divulgazione

Indice

SOMMARIO.....	4
1 INTRODUZIONE.....	6
2 LE TECNOLOGIE DEL WEB 2.0: CMS, LMS E SOCIAL NETWORK.....	9
2.1 IL CMS PLONE.....	10
3 IL SITO INTERNET.....	12
3.1 HOME PAGE.....	12
3.2 STRUTTURA E PAGINE TEMATICHE.....	14
3.3 IL FORM ISCRIZIONE.....	20
4 LA PIATTAFORMA E-LEARNING.....	21
4.1 MOODLE.....	22
4.2 METODOLOGIA DIDATTICA E APPRENDIMENTO COLLABORATIVO.....	22
4.3 I CORSI E-LEARNING DELLA SUMMER SCHOOL.....	24
5 IL CORSO PER L'EDIZIONE 2018.....	25
5.1 LE ATTIVITÀ PRELIMINARI.....	25
5.2 STRUTTURA DEL CORSO.....	26
6 IL TOPIC "WORKGROUPS WIKIS" ED IL COINVOLGIMENTO DEGLI STUDENTI.....	34
A1. POSTER INTERNATIONAL SULCIS CCUS SUMMER SCHOOL: SIX YEARS EXPERIENCE.....	36
A2 PROGRAMMA.....	37
A3. PRESENTAZIONE ING. DEIANA: ENEA ACTIVITIES ON CCUS.....	39
A3. PRESENTAZIONE ING BASSANO : CO ₂ METHANATION FOR POWER-TO-GAS PRODUCTION.....	44

Sommario

La presente sintesi descrive le attività relative alla predisposizione e realizzazione della quinta edizione dell'International Sulcis Summer School on CCS Technologies, che si è svolta dal dal 18 al 22 giugno 2018 presso il Centro Ricerche Sotacarbo di Carbonia, in Sardegna. Organizzata da ENEA, Università di Cagliari e Sotacarbo, in collaborazione con IEA Clean Coal Center e CO2GeoNet. In particolare la Scuola ha visto, come nelle versioni precedenti, la realizzazione e predisposizione di una serie attività di comunicazione, diffusione e formazione on line effettuate da ENEA. L'evento è stato preceduto da una serie di riunioni tra i partecipanti del Comitato Scientifico (rappresentato da personale di ENEA, Sotacarbo e Università di Cagliari (Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Chimica e dei Materiali), che hanno consentito di predisporre il programma definitivo ed organizzare l'evento. Obiettivi della Summer School sono la costituzione di un centro stabile di formazione e ricerca sulle tecnologie di cattura e confinamento della CO2 che dia continuità nel tempo alle attività didattiche e di sperimentazione; la costituzione di una rete di esperti sulla tematica che lavori congiuntamente scambiandosi know how ed esperienze anche su progetti diversi; l'istituzione di un polo di informazione sulle tecnologie CCS; la diffusione di informazioni alla popolazione su tale tecnologia in un'ottica di public participation. Quest'anno ci sono stati 35 iscritti e 23 partecipanti di cui 13 stranieri. Le lezioni, organizzate con il supporto di università, istituti di ricerca e aziende di settore, hanno fornito informazioni e documentazione sugli aspetti tecnologici della CCUS (Carbon Capture Utilization and Storage), ma anche sullo sviluppo della ricerca e delle sue applicazioni e sullo stato attuale dei progetti in corso a livello europeo e internazionale. Le ore in aula si sono svolte presso il Centro Ricerche Sotacarbo di Carbonia, nell'area dell'ex miniera di Serbariu dotato di spazi dedicati ma anche di impianti, laboratori e competenze dedicate alla ricerca applicata sulle nuove tecnologie low carbon e CCUS.

La materia trattata ha richiesto, per i giovani universitari e ricercatori che hanno frequentato la scuola, l'acquisizione e l'approfondimento di competenze specifiche di settore (di ingegneria, geologia, chimica, scienze sociali) e, al contempo, l'acquisizione di un metodo multidisciplinare, in grado di fare sintesi delle diverse discipline, per sviluppare un approccio d'insieme ai molteplici aspetti che la tematica implica.

Il piano per la comunicazione e diffusione via web è stato sviluppato tenendo conto delle diverse tipologie di contenuti forniti e dell'eterogeneità dei soggetti destinatari: è stato necessario agire, quindi, su un fronte informativo articolato su più livelli, per garantire la massima diffusione e conoscenza delle informazioni e dei risultati raggiunti.

La strategia individuata per la comunicazione sul web si è avvalsa dell'utilizzo di diversi strumenti, riconducibili a modalità di comunicazione sia tradizionali che innovative, al fine di raggiungere i destinatari sulla base del loro grado di coinvolgimento ed interesse.

Gli strumenti che si sono utilizzati per la realizzazione degli obiettivi del piano di comunicazione sono stati: sito internet www.sulciscsssummerschool.it, social network, Twitter: account @SulcisCCSchool, Facebook: pagina [facebook.com/SulcisCcsSummerSchool](https://www.facebook.com/SulcisCcsSummerSchool). L'obiettivo era quello di riuscire a coniugare informazione, formazione e ricerca nell'ambito delle tecnologie di Carbon Capture and Storage, con le innovative strade aperte dal web 2.0 e il nuovo approccio che prevede, per la realizzazione di applicazioni web, un'aggregazione dei contenuti maggiormente dinamica, interattiva e partecipativa.

Il sito internet della International Sulcis Summer School on CCS Technologies, ospitato sul dominio www.sulciscsssummerschool.it, è stato pubblicato nel giugno 2013 ed è un sito di tipo "tematico". Implementato su CMS Plone, aggiornato alla versione 4.3.1, ospita contenuti in lingua italiana e inglese, per esaltare e favorire la vocazione internazionale della Scuola sulle CCS.

Anche per l'edizione 2018 della Scuola estiva alle attività in presenza è stato affiancato un corso in lingua inglese in modalità e-learning, inserito sulla piattaforma <http://elearning.enea.it>, strutturata sul Learning Management System Moodle, che privilegia un approccio collaborativo alla costruzione della conoscenza.

I documenti, i report, gli articoli, i video, le pubblicazioni internazionali e le normative sulle CCS hanno fornito un modello di lavoro e di supporto all'apprendimento. L'apertura del materiale didattico a fonti

esterne, inoltre, ha avuto l'obiettivo di decontestualizzare il processo conoscitivo, rendendo possibile un processo metacognitivo di applicazione di quanto appreso in aula.

La seconda linea di intervento, ha posto l'accento sul ruolo della comunità dei corsisti, cercando di agevolarne la nascita e la collaborazione attraverso lavori di gruppo. A tal fine l'interazione tra i corsisti è stata sostenuta ed incoraggiata attraverso strumenti di comunicazione asincrona e sincrona (web forum, chat, instant messaging, wiki) e il collegamento con social network molto diffusi (Twitter e Facebook). Quest'ultimo spazio, in particolare, è stato pensato in un'ottica di informal e-learning per alimentare i contatti informali e per sostenere il senso di appartenenza dei corsisti. Infine, quest'anno sono stati realizzati una serie di videointerviste che hanno consentito agli studenti di esprimersi sulla loro esperienza di partecipazione alla scuola.

Per monitorare il livello di soddisfazione degli studenti verso l'edizione 2018 dell'International Sulcis Summer School on CCS Technologies anche quest'anno è stato predisposto un feedback di valutazione finale della Scuola estiva (Summer School's overall evaluation) utile ai fini della rilevazione del loro grado di soddisfacimento relativamente alla globalità dell'esperienza formativa vissuta. Il questionario è stato implementato sulla piattaforma e-learning della Divisione ICT ENEA (<http://elearning.enea.it>) e messo a disposizione degli studenti.

Il feedback di valutazione dell'esperienza complessiva è stato strutturato con riferimento a tre aree di attenzione: percezione dell'esperienza formativa vissuta dagli studenti che è risultata attestarsi su un valore molto alto, l'analisi relativa all'utilizzo della piattaforma e-learning e all'integrazione del corso online con le lezioni in aula ha confermato chiaramente il valore aggiunto che tale strumento può fornire al tradizionale processo, l'analisi dell'item su accoglienza e organizzazione della Summer School evidenzia una maggioranza di valutazione massima (76%), confermata anche nella domanda a risposta aperta relativa ai punti di forza della scuola

Infine si ricorda che questo imponente lavoro di informazione e formazione viene seguito lungo tutto l'anno mediante incontri e riunioni tra gli esperti del comitato scientifico volti a definire in modo ottimale l'evento.

.

1 Introduzione

Tra le attività di disseminazione dei risultati a proseguo di quanto svolto nelle annualità precedenti anche quest'anno si è svolta la sesta edizione della International Sulcis Summer School on CCUS Technologies, dal 18 al 22 giugno 2018 presso il Centro Ricerche Sotacarbo di Carbonia, in Sardegna. Organizzata da ENEA, Università di Cagliari e Sotacarbo, in collaborazione con IEA Clean Coal Center e CO2GeoNet, la Scuola Estiva sulle Tecnologie di Cattura e Stoccaggio della CO₂ è un'iniziativa finanziata da Ricerca di Sistema e Regione Sardegna ed è aperta a titolo gratuito ai partecipanti provenienti da vari Paesi, dei corsi di laurea magistrale o specialistica, dottorandi e giovani laureati con una formazione in ingegneria, geo-tecnologie e socio-economia.

L'evento è stato preceduto da una serie di riunioni tra i partecipanti del Comitato Scientifico (rappresentato da personale di ENEA, Sotacarbo e Università di Cagliari (Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Chimica e dei Materiali), che hanno consentito di predisporre il programma definitivo ed organizzare l'evento.

Quest'anno ci sono stati 35 iscritti e 23 partecipanti di cui 13 stranieri. Le lezioni, organizzate con il supporto di università, istituti di ricerca e aziende di settore, hanno fornito informazioni e documentazione sugli aspetti tecnologici della CCUS (Carbon Capture Utilization and Storage), ma anche sullo sviluppo della ricerca e delle sue applicazioni e sullo stato attuale dei progetti in corso a livello europeo e internazionale. Le ore in aula si sono svolte presso il Centro Ricerche Sotacarbo di Carbonia, nell'area dell'ex miniera di Serbariu dotato di spazi dedicati ma anche di impianti, laboratori e competenze dedicate alla ricerca applicata sulle nuove tecnologie low carbon e CCUS.



Figura 1- Partecipanti relatori e studenti alla 6th International Sulcis Summer School on CCS Technologies 2018

Questi momenti si sono alternati con ore di formazione “sul campo” ovvero con visite a laboratori ed impianti e momenti di formazione on line grazie all'accesso che tutti i partecipanti avranno alla piattaforma e-learning della Divisione ICT dell'ENEA dove è stato predisposto uno specifico corso.

In particolare la Scuola ha visto, come nelle versioni precedenti, la realizzazione e predisposizione di una serie attività di comunicazione, diffusione e formazione on line effettuate da ENEA . L'evento è stato preceduto da una serie di riunioni tra i partecipanti del Comitato Scientifico (rappresentato da personale di ENEA, Sotacarbo e Università di Cagliari (Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Chimica e dei Materiali)), che hanno consentito di predisporre il programma definitivo ed organizzare l'evento.

Obiettivi della Summer School sono la costituzione di un centro stabile di formazione e ricerca sulle tecnologie di cattura e confinamento della CO₂ che dia continuità nel tempo alle attività didattiche e di sperimentazione; la costituzione di una rete di esperti sulla tematica che lavori congiuntamente scambiandosi know how ed esperienze anche su progetti diversi; l'istituzione di un polo di informazione sulle tecnologie CCS; la diffusione di informazioni alla popolazione su tale tecnologia in un'ottica di "public participation".



Figura 2 - Gli studenti della Summer School 2018 visitano gli impianti Sotacarbo

La materia trattata ha richiesto, per i giovani universitari e ricercatori che hanno frequentato la scuola, l'acquisizione e l'approfondimento di competenze specifiche di settore (di ingegneria, geologia, chimica, scienze sociali) e, al contempo, l'acquisizione di un metodo multidisciplinare, in grado di fare sintesi delle diverse discipline, per sviluppare un approccio d'insieme ai molteplici aspetti che la tematica implica.

Il piano per la comunicazione via web e la formazione on line è stato sviluppato tenendo conto delle diverse tipologie di contenuti forniti e dell'eterogeneità dei soggetti destinatari: è stato necessario agire, quindi, su un fronte informativo articolato su più livelli, per garantire la massima diffusione e conoscenza delle informazioni e dei risultati raggiunti.

La strategia individuata per la comunicazione e formazione sul web si è avvalsa dunque dell'utilizzo di diversi strumenti, riconducibili a modalità di comunicazione sia tradizionali che innovative, al fine di raggiungere i destinatari sulla base del loro grado di coinvolgimento ed interesse.

Gli strumenti che si sono utilizzati per la realizzazione degli obiettivi del piano di comunicazione sono indicati nell'elenco seguente:

- sito internet www.sulciscssummerschool.it
- social network
 - Twitter: account [@SulcisCCSchool](https://twitter.com/SulcisCCSchool);
 - Facebook: pagina facebook.com/SulcisCcsSummerSchool

- piattaforma e-learning <http://elearning.enea.it>

L'obiettivo era quello di riuscire a coniugare informazione, formazione e ricerca nell'ambito delle tecnologie di Carbon Capture and Storage, con le nuove strade aperte dal web e dall'e-learning 2.0, ponendo l'accento sulla costruzione comune della conoscenza, approccio che potrebbe avere un impatto dirompente sui modelli e processi di apprendimento, formale, non formale e informale, sia a livello individuale che organizzativo, e potrebbe fornire una chiave di volta per reinterpretare la metodologia di approccio alla ricerca scientifica, nella direzione auspicabile del collaborative learning e del collaborative-research.

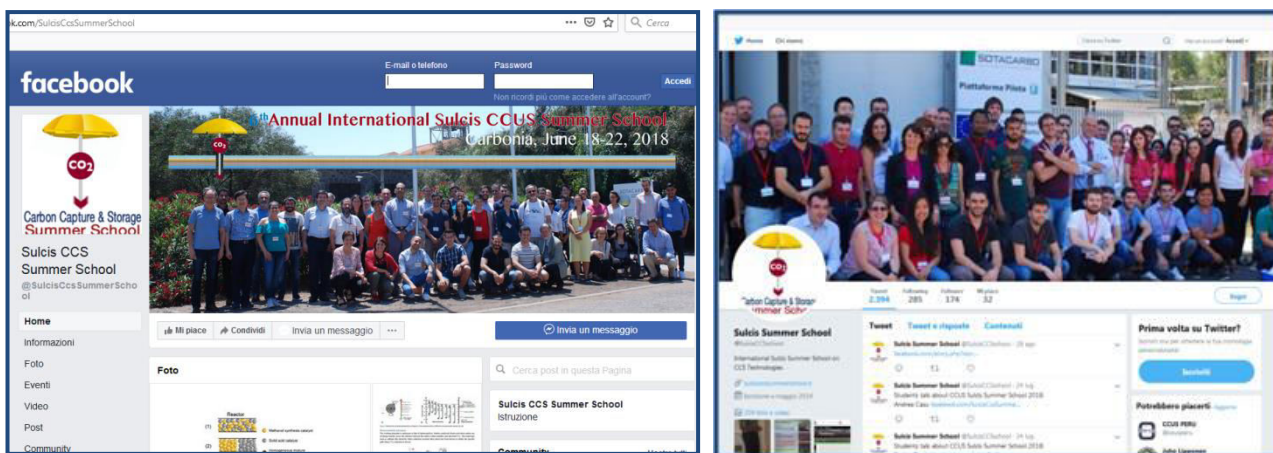


Figura 3. Strumenti per la comunicazione e diffusione delle a Sulcis Summer School on CCS Technologies

2 Le tecnologie del web 2.0: CMS, LMS e social network

Il concetto di Web 2.0 è stato utilizzato per la prima volta nel 2004 durante una conferenza tra Tim O'Reilly e MediaLive International per indicare un nuovo modo di pensare alla creazione e alla condivisione delle risorse del Web: rispetto al web statico il “nuovo metodo” prevede la progressiva transizione al web inteso come desktop personale, la crescita della condivisione tra gli utenti di diverse risorse da loro create, la nascita di nuovi sistemi di formazione, ricerca e classificazione e lo sviluppo di sistemi di social networking.

Il Web 2.0 rappresenta un nuovo approccio alla realizzazione di applicazioni web che favorisce un'aggregazione dei contenuti maggiormente dinamica, interattiva e partecipativa grazie all'uso di diverse tecnologie e in differenti ambiti applicativi. L'aspetto specifico è che queste tecnologie permettono ai dati di diventare indipendenti dal sito in cui sono stati creati, facilitandone la diffusione e il riuso. Queste tecnologie attribuiscono anche un crescente potere all'utente, che esce dal suo ruolo passivo di mero fruitore di contenuti per trasformarsi in attore del processo di costruzione delle pagine web. E' per questo motivo che risulta particolarmente importante, nell'ottica sopra esposta, la scelta degli strumenti e delle tecnologie con cui “fare web” e condividerlo con gli utenti. Fin dal primo strumento che è possibile utilizzare per la creazione di un sito internet: il cosiddetto CMS o Content Management System.

IL CMS è uno strumento che consente ad una grande varietà di collaboratori tecnici (centralizzati) e non-tecnici (decentralizzati) di creare, modificare, gestire e infine pubblicare un gran numero di contenuti (come testi, oggetti grafici, video e così via) mentre questi sono controllati da un insieme di regole centralizzate, processi e controlli di flusso che assicurano un'apparenza web validata e coerente”.

Un Content Management System permette ad un utente abilitato di inserire o aggiornare i contenuti di un settore o di un'area del sito, attraverso la gestione di un sistema guidato e personalizzato di controlli ed approvazioni (workflow) da parte di figure diverse:

- l'amministratore, che sceglie gli autori e gli editori, assegnando loro le aree su cui lavorare,
- l'autore, che inserisce i contenuti nelle aree di propria competenza,
- l'editore, che approva, modifica, rifiuta e pubblica le pagine approvate.

Le principali caratteristiche di un sistema di gestione dei contenuti comprendono:

- gestione di interfacce basate su browser web per l'aggiornamento delle pagine,
- utilizzo di template grafici per la presentazione dei contenuti,
- gestione di ruoli distinti di utenti e di specifiche funzionalità di workflow,
- database per l'archiviazione di immagini e contenuti testuali e grafici,
- reperimento ed integrazione con contenuti provenienti da altri sistemi informatici,
- gestione di mailing list e messaggistica,
- gestione e classificazione di link, notizie, faq, eventi,
- funzionalità di interrogazione e ricerca,
- personalizzazione dei criteri grafici di presentazione dei contenuti.

Sempre nel 2004, Stephen Downes utilizzò l'espressione e-learning 2.0 per indicare un nuovo tipo di apprendimento basato sul Web 2.0, in opposizione ad una concezione di e-learning basata sulla visione trasmissiva della conoscenza, sull'utilizzo esclusivo delle piattaforme di Learning Management System (LMS). E' in questo contesto che la piattaforma, come setting didattico artificiale, viene affiancata dagli strumenti di social networking per il recupero di modalità d'apprendimento più spontanee ed informali, tipiche della vita quotidiana.

MA cos'è un LMS? E' la piattaforma applicativa che permette l'erogazione dei corsi in modalità e-learning per contribuire alla realizzazione delle finalità previste dal progetto educativo dell'istituzione proponente. In linea generale, il LMS supporta tutte le fasi dell'azione formativa:

- analisi competenze e fabbisogni formativi,
- progettazione,
- realizzazione e personalizzazione o importazione dei contenuti,
- erogazione,
- valutazione e monitoraggio.

In altri termini, una piattaforma consente di gestire gli utenti, i contenuti e gli oggetti didattici, le attività, le interazioni tra partecipanti, il monitoraggio e le valutazioni.

Gli strumenti che hanno caratterizzato maggiormente l'esplosione del Web 2.0 sono i cosiddetti social network (Facebook, Twitter, Instagram...). Anche il mondo della ricerca scientifica è obbligato a fare i conti con i social network. L'informazione e la formazione, oggi in maniera sempre più evidente, passano anche e soprattutto attraverso le varie piattaforme di condivisione informale delle notizie, come Twitter o Facebook. La natura dell'informazione scientifica e il rapporto fra utente e scienziato cambia se si utilizza un nuovo mezzo di comunicazione. L'impatto del mondo digitale, infatti, non ha semplicemente introdotto nuovi strumenti nella comunicazione scientifica, ma ne ha letteralmente mutato la natura e, insieme, i modi della sua fruizione. Per questo motivo si è scelto di affiancare agli strumenti di informazione già esistenti, come il sito internet o la pagina Facebook della Sulcis CCS Summer School, anche un profilo Twitter, il più accreditato e utilizzato strumento per il micro-blogging diffuso sul web. La possibilità di diffondere messaggi sulle piattaforme di micro-blogging esalta la possibilità di condividere e acquisire informazioni in tempo reale, creando canali interattivi in cui si attiva la trasmissione delle notizie in un contesto collaborativo, formando gruppi e comunità intorno a un medesimo tema. Il profilo Twitter della Scuola è stato collegato alla pagina Facebook e pubblica quotidianamente decine di notizie sulla tematica CCS: informazioni su eventi, articoli e post di istituzioni, aziende, università, enti di ricerca di tutto il mondo a vario titolo interessati alla materia.

L'insieme di tutti questi strumenti, utilizzati in maniera coordinata e combinata, rispecchia il cambiamento avvenuto negli ultimi anni nel panorama delle ICT e, parallelamente, nello scenario di riferimento per quanto attiene ai modelli teorici sull'apprendimento, oltre che indirizzare il processo di formazione cui la Summer School sulle tecnologie CCS mira, verso un modello di apprendimento collaborativo in cui ogni individuo possa percepire la significatività della propria collaborazione, sentirsi una risorsa utile e valorizzare se stesso.

2.1 Il CMS Plone

Nella scelta del Content Management System da utilizzare per lo sviluppo di un sito web, in generale, e nello specifico del sito dell'International Sulcis Summer School on CCS Technologies, vari sono i fattori da considerare. In primo luogo, la scelta tra soluzioni Open Source e soluzioni proprietarie. Nel nostro caso ci si è orientati su una soluzione Open Source, in coerenza con la Direttiva del 19 dicembre 2003 "Sviluppo ed utilizzazione dei programmi informatici da parte delle pubbliche amministrazioni" (G.U. n. 31 del 7/2/2004), con la quale si forniscono alle pubbliche amministrazioni indicazioni e criteri tecnici e operativi per gestire più efficacemente il processo di predisposizione o di acquisizione di programmi informatici, e che invita, tra i criteri tecnici di comparazione, a privilegiare "soluzioni informatiche che, basandosi su formati dei dati e interfacce aperte e standard, assicurino l'interoperabilità e la cooperazione applicativa tra i diversi sistemi informatici della pubblica amministrazione".

In secondo luogo, va valutata la rispondenza alle proprie esigenze di determinate caratteristiche come:

- facilità di installazione e utilizzo,
- flessibilità,
- possibilità di estensione e integrazione,
- accessibilità dell'output prodotto,
- "forza" della community di riferimento,
- search engine optimization
- sicurezza del prodotto

La scelta, dunque, è ricaduta sul software Plone soprattutto per la sua affidabilità, flessibilità e la community di riferimento, molto attiva e partecipe nello sviluppo e sostegno di un vero progetto collaborativo e realmente "open".

Plone è un software a sorgente aperto (open source) licenziato sotto i vincoli della General Public License (GPL), diffusissima licenza open source che consente a chiunque il libero (ri)uso del codice sorgente. Questo significa, in termini concreti, che si può esaminare il codice sorgente di Plone in ogni suo aspetto, modificandolo secondo le proprie necessità, e non ci sono onorari da pagare o licenze che scadono e tutto il codice è visibile. Da questa filosofia open source deriva il fatto che Plone ha una grande base di utilizzatori e molti sviluppatori, esperti di usabilità, traduttori, tecnici commentatori e designer grafici che fanno lavorare sul prodotto.

3 Il sito internet

Il sito internet della International Sulcis Summer School on CCS Technologies, ospitato sul dominio www.sulciscssummerschool.it, è stato pubblicato nel giugno 2013 ed è un sito di tipo “tematico”. Implementato su CMS Plone, aggiornato alla versione 4.3.1, dispone di una skin responsive che permette una miglior navigabilità e fruizione dei contenuti anche per gli utenti che ne usufruiscono da device mobile (tablet e smartphone). Il sito è stato implementato anche nella versione inglese (<http://www.sulciscssummerschool.it/en>) per esaltare e favorire la vocazione internazionale della Scuola sulle CCS.



Figura 1. Home page del sito www.sulciscssummerschool.it

3.1 Home page

La home page ha un ruolo di fondamentale importanza: è la pagina dove atterrano quasi il 70% del totale dei visitatori del sito ed è la prima pagina analizzata dai motori di ricerca per attribuirgli una posizione sulle SERP (Search Engine Report Page). La home del sito Summer School è stata progettata in funzione di alcune caratteristiche ritenute indispensabili, che di seguito descriviamo¹:

- **Funzionalità:** in quanto via di accesso principale al sito fornisce, nella main body area, immediatamente informazioni sulla Summer School e su come partecipare e, attraverso il menù di
- **Usabilità:** è il parametro, da estendere a tutto il sito, con cui si verifica l’adeguatezza e la facilità di utilizzo dei contenuti in base alla soddisfazione delle seguenti condizioni:
 - **percezione:** le informazioni e i comandi necessari per l’esecuzione dell’attività devono essere sempre disponibili e percettibili;
 - **comprensibilità:** le informazioni e i comandi necessari per l’esecuzione delle attività devono essere facili da capire e da usare;
 - **operabilità:** informazioni e comandi sono tali da consentire una scelta immediata dell’azione adeguata per raggiungere l’obiettivo voluto;
 - **coerenza:** stessi simboli, messaggi e azioni devono avere gli stessi significati in tutto l’ambiente web;
 - **salvaguardia della salute:** indica le caratteristiche che deve possedere l’ambiente per salvaguardare e promuovere il benessere psicofisico dell’utente;

¹ Laura Rosella e Natalina Teresa Capua (a cura di), “Linee guida sul web editing”, pp. 8-10, Ufficio Attività Internazionali - Formez PA



Figura 2.- Nei riquadri in rosso il menù di navigazione e il main body della Home

- navigazione posto sotto l'header, permette all'utente di orientarsi sulle principali sezioni del sito
 - sicurezza: indica le caratteristiche che l'ambiente deve possedere per fornire transazioni e dati affidabili, gestiti con adeguati livelli di sicurezza;
 - trasparenza: l'ambiente deve comunicare il suo stato e gli effetti delle azioni compiute; all'utente devono essere comunicate le necessarie informazioni per la corretta valutazione della dinamica dell'ambiente;


- apprendibilità: indica le caratteristiche che l'ambiente deve possedere per consentire l'apprendimento del suo utilizzo da parte dell'utente in tempi brevi e con minimo sforzo;
 - aiuto e documentazione: fornire funzioni di aiuto come guide in linea e documentazione relative al funzionamento dell'ambiente. Le informazioni di aiuto devono essere facili da trovare e focalizzate sul compito dell'utente;
 - tolleranza agli errori: l'ambiente deve prevenire gli errori e, qualora questi accadano, devono essere forniti appropriati messaggi che indichino chiaramente il problema e le azioni necessarie per recuperarlo;
 - gradevolezza: indica le caratteristiche che l'ambiente deve possedere per favorire e mantenere l'interesse dell'utente;
 - flessibilità: l'ambiente deve tener conto delle preferenze individuali e dei contesti.
- Dinamicità: l'home page deve anche necessariamente avere alcune sezioni dedicate alle novità, all'inserimento di nuovi contenuti, in diversi formati (video, news, eventi, foto, file...), che stimolino la curiosità anche degli utenti "di ritorno". Sul sito della Summer School la colonna di destra dell'home page è dedicata prevalentemente a informazioni di questo tipo, con le sezioni "Notizie", "Video", "Photogallery", come mostrato nelle figure seguenti (3, 4, 5 e 6)





3.2 Struttura e pagine tematiche

La struttura ipertestuale e di navigazione del sito è organizzata affinché gli utenti trovino facilmente e velocemente ciò che cercano. Il menù di navigazione di primo livello (figura 7), posto sotto l'header, riporta pochi item, in modo che con il minor numero di "click" possibile l'utente possa raggiungere le informazioni indispensabili, come ad esempio il programma della Summer School o la pagina per l'iscrizione.



Figura 7 - In rosso evidenziato il menù di navigazione di primo livello

Notizie 

-  **CCS e Summer School 2016 sulla rivista dell'ARPA Campania**
-  **Gli scienziati studiano un modo per trasformare la CO2 in roccia**
-  **Emissioni negative e CCS, una controversa ricetta contro il global warming**
-  **Conclusa la quarta edizione dell'International Sulcis CCS Summer School**

ARCHIVIO NOTIZIE

1 2

Figura 3 - La sezione Notizie

Video 



ALESSANDRO LANZA - Presidente Sotacarbo TGI

08:03 12:56 menu

Intervista ad Ales sando Lanza, presidente Sotacarbo







ARCHIVIO VIDEO

Figura 4 - Il box Video






Photogallery












Figura 5 - Il box che conduce alla photogallery


Notizie 

-  **CCS e Summer School 2016 sulla rivista dell'ARPA Campania**
-  **Gli scienziati studiano un modo per trasformare la CO2 in roccia**
-  **Emissioni negative e CCS, una controversa ricetta contro il global warming**
-  **Conclusa la quarta edizione dell'International Sulcis CCS Summer School**

ARCHIVIO NOTIZIE

1 2






Video



ALESSANDRO LANZA - Presidente Sotacarbo TGI


08:03 12:56 menu

Intervista ad Ales sando Lanza, presidente Sotacarbo











ARCHIVIO VIDEO



Carbon Capture and Storage



Photogallery

Seguici su...

Tag Cloud

climate change ccS dove siamo
 carbone CO2 polo tecnologico
 Stoccaggio zero emission notizie
 formazione contatti global warming
 iscrizione FAQ storage didattica
 trasporto

Figura 6 – Colonna destra Home

Vediamo, in sintesi, i contenuti di alcuni item.

- Summer School: all'interno di questa sezione, nella pagina di primo livello (figura 8), sono riportate le informazioni generali relative alla Scuola estiva: gli organizzatori, la sede, gli obiettivi, le tematiche trattate durante le lezioni, i requisiti per poter partecipare



Figura 8 - La sezione "Summer School"

Nelle pagine di secondo livello, invece, sono riportati i programmi delle lezioni d'aula della Scuola, suddivisi anno per anno (figura 9)

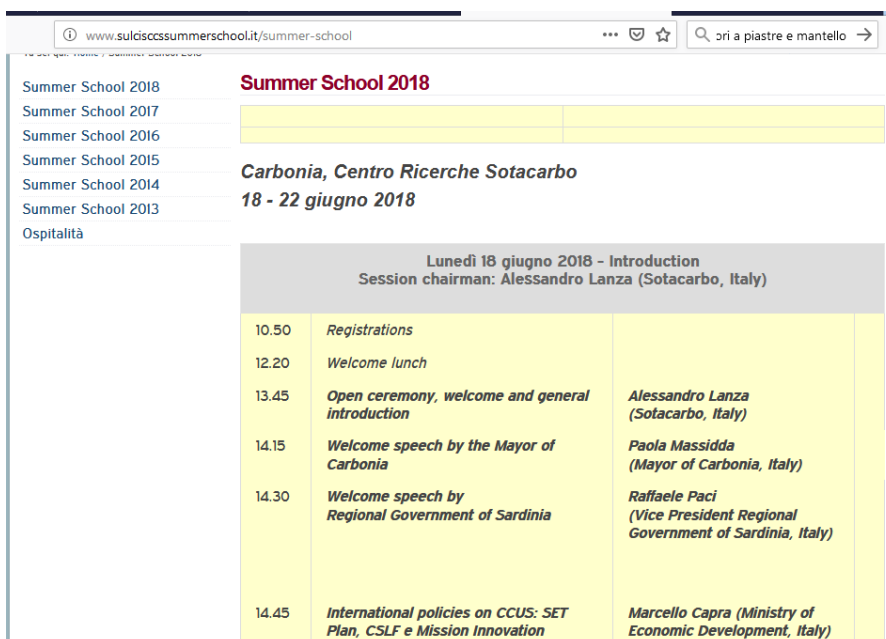


Figura 9 - La pagina del Programma 2018

- Polo tecnologico: in questa sezione (figura 10) sono contenute informazioni relative al “Progetto integrato Sulcis”, all’evoluzione delle fasi del piano di sviluppo per la Provincia del Sulcis - siglato a fine 2012 dal Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero del Lavoro e Politiche Sociali, Ministero per la Coesione territoriale, Regione Sardegna e Provincia di Carbonia Iglesias e alle attività che, attualmente, ENEA e Sotacarbo portano avanti congiuntamente nel Centro Ricerche di Carbonia, sede dell’International Sulcis Summer School on CCS Technologies



MAPPA DEL SITO ACCESSIBILITÀ CONTATTI PRIVACY

ENGLISH ITALIANO

Carbon Capture & Storage Summer School

Home Summer School **Polo tecnologico** Iscrizione E-learning Organizzatori FAQ Link Area riservata

Tu sei qui: Home / Polo tecnologico

Il Piano di Sviluppo

La scelta del Sulcis

Il progetto integrato Sulcis

L’occupazione della miniera di Nuraxi Figus nell’agosto del 2012, da parte dei minatori della Carbosulcis, ha portato all’attenzione dell’opinione pubblica e di tutti i media, oltre alla pressante questione “lavoro” anche le scelte sulle strategie di sviluppo industriale che il governo italiano è chiamato a intraprendere. I lavoratori chiedevano il finanziamento del Progetto Integrato “centrale-miniera” per la cattura e il confinamento geologico della CO₂.

Il “**progetto integrato Sulcis**”, indicato dai minatori come ultima opportunità per salvare miniera e occupazione, si configura in realtà come una grande sfida e iniziativa di innovazione tecnologica, elaborata in Sardegna da Sotacarbo in stretta collaborazione con ENEA, che si pone l’obiettivo di sviluppare, qualificare e rendere competitive sul piano economico soluzioni impiantistiche d’avanguardia basate sulle CCS (Carbon Capture and Storage) volte a limitare drasticamente, riducendo quasi a zero, le emissioni di CO₂ prodotte da impianti termoelettrici alimentati a carbone.

Nato sotto la spinta della legge 99 del luglio 2009 e con l’intenzione di sfruttare i fondi previsti dal bando NER 300 della Commissione Europea (che mette a disposizione i fondi derivanti da 300 milioni di quote di CO₂, secondo l’Emission Trading System, per finanziare progetti dimostrativi su scala commerciale mirati alle CCS e a tecnologie innovative per le energie rinnovabili), **il progetto originario** prevedeva la realizzazione di una centrale termoelettrica, alimentata a carbone, avente una taglia di circa 450 MWe netti, dotata di impianti per la cattura e il confinamento del 67% della CO₂ prodotta (corrispondente a quella emessa da una centrale termoelettrica dimostrativa da 300 Mwe, la taglia allora indicata dall’UE per impianti dimostrativi di interesse comunitario). Il carbone utilizzato sarebbe stato per il 50% del Sulcis e per la restante parte di importazione e l’anidride carbonica, una volta “intrappolata” mediante trattamenti di separazione dai gas combustibili prima del loro scarico al camino, attraverso un processo di disidratazione e compressione volto a trasformarla in un fluido denso che occupa molto meno spazio della forma gassosa, sarebbe stata pompata mediante iniezione in giacimenti acquiferi e strati di carbone a profondità fra 800 e 1.000 metri.

archiviato sotto: polo tecnologico CO₂ climate change global warming ccs stoccaggio carbone

Informazioni Iscrizione Dove siamo Contatti	Didattica Programma Comitato Scientifico	E-learning E-learning Area riservata
---	---	---


Figura 10 - La sezione Polo tecnologico e la pagina sul progetto integrato Sulcis

- E-learning: in questa pagina (figura 11) sono riportate le modalità di accesso alla piattaforma e-learning della Divisione ICT ENEA, la procedura per l'autenticazione per gli studenti iscritti alla Summer School e le informazioni e i contatti cui rivolgersi per questioni legate ai corsi on line



Figura 11 - La pagina E-learning

- Organizzatori: in questa pagina (figura 12) sono riportate brevi informazioni sugli organizzatori della Scuola estiva (ENEA, Sotacarbo, Università di Cagliari Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Chimica e dei Materiali, IEA Clean Coal Center e CO2GeoNet) e link di rimando ai rispettivi siti



Home Summer School Polo tecnologico Iscrizione E-learning **Organizzatori** FAQ Link Area riservata

Tu sei qui: Home / Organizzatori

Organizzatori

ENEA
Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA), prevista dall'articolo 37 della Legge n. 99 del 23 luglio 2009, è finalizzata "alla ricerca e all'innovazione tecnologica nonché alla prestazione di servizi avanzati nei settori dell'energia, con particolare riguardo al settore nucleare, e dello sviluppo economico sostenibile".

Attività del Laboratorio COMSO

UNIVERSITA' DI CAGLIARI - Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Chimica e dei Materiali (DIMCM)
Il DIMCM è stato fondato nel Gennaio 2012 dall'unione dei *Dipartimenti di Ingegneria Meccanica e di Ingegneria Chimica e Materiali*. Una delle unità di ricerca coinvolte fa riferimento al Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Chimica e dei Materiali dell'Università di Cagliari coordinata dal *Prof. Ing. Giorgio Cau* e costituita, oltre che dal *Prof. Cau*, dal *Prof. Ing. Daniele Cocco* e dal *Dott. Ing. Vittorio Tola*. Una seconda unità di ricerca è coordinata dal *Prof. Baratti* che nel corso della sua attività ha acquisito competenze nel campo delle operazioni unitarie dell'Ingegneria Chimica, della fisica dei processi di trasporto/reazione, dell'ottimizzazione e delle problematiche di controllo avanzato.

SOTACARBO
SOTACARBO - La *Società Sotacarbo - Società Tecnologie Avanzate Carbone - S.p.A.* è stata costituita il 2 aprile 1987, in attuazione dell'art. 5 della legge 351/85 "norme per la riattivazione del bacino carbonifero del Sulcis", con la finalità di sviluppare tecnologie innovative e avanzate nell'utilizzazione del carbone attraverso la costituzione in Sardegna del Centro di Ricerche, la progettazione e la realizzazione di impianti dimostrativi sull'innovazione tecnologica nell'utilizzazione del carbone, la realizzazione di impianti industriali per l'utilizzazione del carbone in alternativa alla combustione.


IEA Clean Coal Centre
IEA Clean Coal Centre - Fondata nel 1975, la *IEA Clean Coal Centre* è uno dei principali fornitori di informazioni, analisi e ricerche su tutti gli aspetti del carbone. Un team di esperti professionisti raccoglie, analizza e distribuisce informazioni e conoscenze sull'uso efficiente e pulito del carbone. Il Centro pubblica relazioni tecniche e recensioni, facilita la R & S, organizza workshop e conferenze. La IEA Clean Coal Centre è una organizzazione non-profit finanziata principalmente dalle quote dei suoi membri.

CO2GeoNet
CO2GeoNet - *CO2GeoNet* è l'organismo scientifico europeo sullo stoccaggio geologico della CO2. Comprende attualmente 24 istituti pubblici per la ricerca provenienti da 16 paesi europei, e riunisce oltre 300 ricercatori con competenze multidisciplinari necessarie ad affrontare tutti gli aspetti dello stoccaggio di CO2. Il CO2GeoNet svolge attività di ricerca congiunta, formazione, consulenza scientifica, informazione e comunicazione, e ha un ruolo importante e indipendente al fine di permettere un efficiente e sicuro stoccaggio geologico della CO2.

archiviato sotto: didattica formazione

Figura 12 - La pagina Organizzatori

MAPPA DEL SITO ACCESSIBILITÀ CONTATTI PRIVACY A A A ENGLISH ITALIANO



Home Summer School 2018 Polo tecnologico Iscrizione E-learning Organizzatori FAQ Link Area riservata

Tu sei qui: Home / Comitato Scientifico

Comitato Scientifico

Claudia Bassano (ENEA)
Giorgio Cau (University of Cagliari)
Paolo Deiana (ENEA)
Silvana Fais (University of Cagliari)
Stefano Giannardini (ENEA)
Alessandro Lanza (Sotacarbo)
Salvatore Lombardi (University of Rome "La Sapienza")
Enrico Maggio (Sotacarbo)
Sergio Persoglia (OGS)
Alberto Pettinau (Sotacarbo)
Vittorio Tola (University of Cagliari)

Ultime notizie

Al via la Summer School 2018
09/05/2018

La CCUS Summer School 2018 al Carbon Sequestration Leadership Forum di Venezia 2018
12/05/2017

Global Warming, "più sforzi per ridurre i gas serra"
01/02/2017

Rapporto BP, aumento gas serra rallenta ma non abbastanza
30/01/2017

Il climate change costa 400 miliardi di euro all'Europa: Mediterraneo area più esposta

Figura 13 – Il Comitato Scientifico

3.3 Il form Iscrizione

La pagina per le iscrizioni alla Summer School (figura 14) è stata implementata utilizzando uno dei prodotti aggiuntivi (add-ons) che Plone mette a disposizione. L'add-on "Plone form gen" è un generatore di form che utilizza campi, widgets e validatori da archetipi. E' possibile usarlo per costruire semplici moduli web che consentono di salvare o inviare modelli compilati sotto forma di posta elettronica. Nel form, che è disponibile in italiano e in inglese sul sito all'indirizzo <http://www.sulciscssummerschool.it/iscrizione>, gli studenti che intendono sottoporre domanda di iscrizione al Comitato Organizzatore della Summer School devono riempire tutti i campi obbligatori e allegare il loro curriculum.



Figura 14 - La pagina di Iscrizione

4 La piattaforma e-learning

La Divisione ICT ENEA dispone di una piattaforma di Learning Management System raggiungibile all'indirizzo <http://elearning.enea.it> (figura 15). La piattaforma è sviluppata con il software Open Source Moodle attualmente aggiornato alla versione 2.7.1. Il layout grafico è stato implementato con plugin Essential Theme e l'interfaccia interamente customizzata. La piattaforma è disponibile in quattro lingue diverse (Italiano, Inglese, Francese, Spagnolo).



Figura 15 - Home page piattaforma e-learning

4.1 Moodle

Moodle (acronimo di Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment), è uno dei più diffusi ambienti di apprendimento, con più di 81.000 installazioni registrate in oltre 220 paesi di tutto il mondo ed è utilizzato da più di 70 milioni di persone. In sostanza, si tratta di una piattaforma web dinamica rivolta alla creazione e alla gestione completa di corsi on line con un alto livello di interazione tra il docente/tutor e gli studenti. Moodle è un prodotto gratuito di tipo Open Source (anche in questo caso, in coerenza con la Direttiva del 19 dicembre 2003 "Sviluppo ed utilizzazione dei programmi informatici da parte delle pubbliche amministrazioni", G.U. n. 31 del 7/2/2004) rilasciato con licenza pubblica GNU/GPL. Di conseguenza:

- Moodle può essere utilizzato da chiunque per creare siti web rivolti all'e-learning e alla formazione
- il codice di cui è composto può essere modificato e ridistribuito, mantenendo intatti il copyright e i riferimenti all'autore.

E' un software web-oriented che può essere installato su qualsiasi server internet in grado di supportare il linguaggio PHP oltre a diversi database, tra cui MySQL. Dal lato client, non c'è bisogno di alcuna installazione ma è sufficiente un semplice browser per la navigazione internet.

Utilizzato da istituzioni scolastiche di vario livello (dalle scuole primarie, sino alle facoltà universitarie) e non solo (molte pubbliche amministrazioni e molte società private fanno ricorso alla piattaforma ideata da Martin Dougiamas per fornire corsi di formazione e aggiornamento a distanza ai loro dipendenti), Moodle permette a qualunque insegnante o formatore di creare un ambiente virtuale dove studenti da ogni parte del mondo possano seguire, secondo i loro orari e le loro modalità, lezioni e corsi online.

All'interno della piattaforma di e-learning, così come all'interno di qualunque altra istituzione scolastica o formativa, gli utenti si dividono a seconda del ruolo ricoperto. All'interno di Moodle si contano sino a sei differenti Ruoli, ognuno dei quali con i suoi privilegi di amministrazione del corso. L'interazione docente-studente all'interno dei singoli corsi on line è garantita dalla presenza di diversi strumenti di comunicazione che Moodle mette a disposizione come forum, chat, instant messaging, bacheche condivise.

La natura open source e collaborativa di Moodle aiuta a definire e stabilire quale sia l'approccio pedagogico di questa piattaforma. Tutti gli utenti, siano essi studenti o docenti, possono collaborare nella costruzione e nella creazione dei materiali necessari allo svolgimento del corso on line: gli studenti, infatti, possono commentare e proporre modifiche tanto ai materiali proposti quanto alle modalità di verifica delle conoscenze. Viene enfatizzato, quindi, il ruolo che gli studenti possono avere nel costruire un'esperienza educativa che sia il più aperta e collaborativa possibile. Partendo da questi presupposti pedagogici e formativi, Moodle si propone come una piattaforma di e-learning flessibile e adattabile alle esigenze più disparate.

Infine, l'ampissima dimensione della community che si è creata nel mondo è una garanzia di continua aggiornabilità e di arricchimento funzionale della piattaforma stessa: quotidianamente, centinaia di utenti e sviluppatori sottopongono problemi e si confrontano sulla gestione del software all'interno del sito moodle.org, cui sono registrati oltre 75.000 utenti.

4.2 Metodologia didattica e apprendimento collaborativo

Tutti gli iscritti alla Summer School hanno avuto accesso alla piattaforma e-learning della Divisione ICT ENEA, sulla quale sono stati predisposti specifici corsi sulle tecnologie di Carbon Capture and Storage. La metodologia didattica individuata è stata quella del blended learning, cioè un approccio "misto" in cui le tradizionali attività di aula vengono integrate e completate dal corso realizzato in modalità e-learning.

La progettazione e lo sviluppo di Moodle sono guidati da una particolare filosofia dell'apprendimento, che può essere definita "pedagogia costruzionista sociale". Il concetto fondamentale del costruttivismo è che la

conoscenza umana, l'esperienza, l'adattamento, sono caratterizzati da una partecipazione attiva dell'individuo. In questo contesto, è fondamentale l'aspetto sociale, per cui l'apprendimento più efficace è quello collaborativo, in cui il soggetto svolge insieme agli altri attività cognitive che da solo non riuscirebbe a svolgere: di conseguenza, la conoscenza, secondo questa prospettiva, emerge come attività condivisa.

Dunque, il primo assioma del costruzionismo da tenere presente è l'importanza che rivestono il mondo sociale e il mondo culturale del discente nel processo di apprendimento. Il modello di formazione da ricercare e attivare è pertanto un modello "ecologico", ossia una formazione strutturata, calata nell'ambiente, caratterizzata, in grado di innescare il dialogo e lo scambio tra i soggetti che sono coinvolti e tesa alle specifiche esigenze dell'ambiente in cui la persona, o l'impresa o il soggetto in formazione si inserisce.

In secondo luogo, l'altro punto su cui focalizzarsi è quello del problem-based-learning, l'apprendimento basato sul problema. Il discente deve conoscere e apprendere in modo attivo, per poter interiorizzare tali concetti e adattarli alla sua esperienza quotidiana. Il problem-based-learning permette al discente di partecipare attivamente al momento formativo e diventarne attore protagonista e non mero spettatore.

Il costruttivismo valorizza la diversità e l'adattabilità, e parte dal presupposto fondamentale che il discente apprende in modo attivo. Una prospettiva costruttivista vede chi impara come attivamente impegnato nel creare significati, e l'insegnare con questo approccio significa ricercare quello che gli studenti possono analizzare, investigare, quello per cui possono collaborare, condividere, costruire e sviluppare su ciò che essi già sanno, piuttosto che ricercare quali fatti, abilità e processi essi possono ripetere meccanicamente. Per fare questo realmente, un docente ha bisogno di essere anche uno studente e un ricercatore, di sforzarsi per una più grande consapevolezza dell'ambiente e dei partecipanti in una data situazione di insegnamento allo scopo di adattare continuamente le sue azioni per impegnare gli studenti nell'apprendimento, usando il costruttivismo come guida.

Avendo come riferimento, quindi, il quadro teorico del costruzionismo sociale, per la Summer School è stato proposto un modello didattico che enfatizzasse il ruolo attivo dello studente nel processo di costruzione di conoscenza. A tal fine l'ambiente on line è stato progettato secondo due linee di intervento: da un lato, sono stati predisposti spazi che potessero agevolare lo sviluppo di abilità cognitive e meta cognitive; dall'altro, si è cercato di facilitare l'interazione e la collaborazione tra i corsisti in un'ottica comunitaria.

La prima linea si è concretizzata con un intensivo utilizzo di Moodle nelle sue quattro funzioni fondamentali: gestione (per il tracciamento delle presenze, la gestione degli accessi, ecc.), valutazione (quiz, voti, registro, consegna compiti, ecc.), contenuto (caricare e organizzare learning objects, contenuti multimediali, ecc.) e comunicazione (forum di discussione, chat, email, ecc.).

I documenti, i report, gli articoli, i video, le pubblicazioni internazionali e le normative sulle CCS hanno fornito un modello di lavoro e di supporto all'apprendimento. L'apertura del materiale didattico a fonti esterne, inoltre, ha avuto l'obiettivo di decontestualizzare il processo conoscitivo, rendendo possibile un processo metacognitivo di applicazione di quanto appreso in aula.

La seconda linea di intervento, ha posto l'accento sul ruolo della comunità dei corsisti, cercando di agevolarne la nascita e la collaborazione. A tal fine l'interazione tra i corsisti è stata sostenuta ed incoraggiata attraverso strumenti di comunicazione asincrona e sincrona (web forum, chat, instant messaging, wiki) e il collegamento con social network molto diffusi (Twitter e Facebook). Quest'ultimo spazio, in particolare, è stato pensato in un'ottica di informal e-learning per alimentare i contatti informali e per sostenere il senso di appartenenza dei corsisti. L'obiettivo complessivo era stimolare lo scambio di conoscenze e informazioni non solo in una prospettiva docente-studente (modello top-down), ma anche tra gli studenti stessi e in senso inverso dagli studenti ai docenti (modello bottom-up), nel tentativo di valorizzare i processi di costruzione e creazione congiunta del "sapere", in termini sia di combinazione sia di socializzazione delle esperienze individuali, e di esaltare le caratteristiche peculiari dell'apprendimento collaborativo (collaborative learning) affiancando all'apprendimento formale quello informale.

4.3 I corsi e-learning della Summer School

Fin dalla sua prima edizione, nel 2013, il programma dell'International Sulcis Summer School on CCS Technologies ha visto affiancarsi, alle tradizionali lezioni frontali tenute in aula da docenti di diverse discipline, corsi in modalità e-learning a disposizione di tutti gli iscritti alla Scuola.

La tipologia di corso individuata, per "Topics", messa a disposizione dalla piattaforma Moodle, è rimasta invariata anche per l'edizione 2018, ma gradualmente i contenuti, le risorse e le attività previste sono state intensificate e diversificate, con l'intento di rendere sempre più attiva la partecipazione degli studenti. Anche la lingua utilizzata per i corsi e-learning è stata cambiata con il susseguirsi delle varie edizioni, passando dall'uso esclusivo dell'italiano (2013), ad un utilizzo misto italiano/inglese (2014), al solo inglese (2015 -2018), per esaltare e assecondare la vocazione internazionale della Scuola.

Il paradigma dell'apprendimento collaborativo ha costituito il cardine attorno al quale costruire e costituire i corsi on line. Paradigma che, tuttavia, è stato traslato e adattato alla ricerca ed esteso in un senso ancora più ampio, spingendo maggiormente sul concetto di condivisione, cercando di proporre nuovi metodi e mezzi non solo per erogare e condividere conoscenza, ma anche per creare e valorizzare processi di apprendimento collettivo. L'esplorazione, dunque, delle potenzialità di forme innovative di apprendimento collaborativo, mediato dalle tecnologie, in ambienti complessi.

I corsi, di conseguenza, si sono progressivamente evoluti da una modalità incentrata sulla consultazione di documenti e svolgimento di determinate attività (come la "Consegna compito" del 2013 necessaria per ottenere i crediti formativi riconosciuti dall'Università di Cagliari), ad una modalità basata sul processo dialogico e sociale di creazione ed elaborazione congiunta di significati, in cui il singolo, in quanto facente parte di un gruppo, riceve sostegno e motivazione all'interno del gruppo stesso, che trova la sua esaltazione nell'applicazione degli strumenti messi a disposizione dal Web 2.0 e dalle attività collaborative della piattaforma e-learning, quali forum, wiki, glossari.

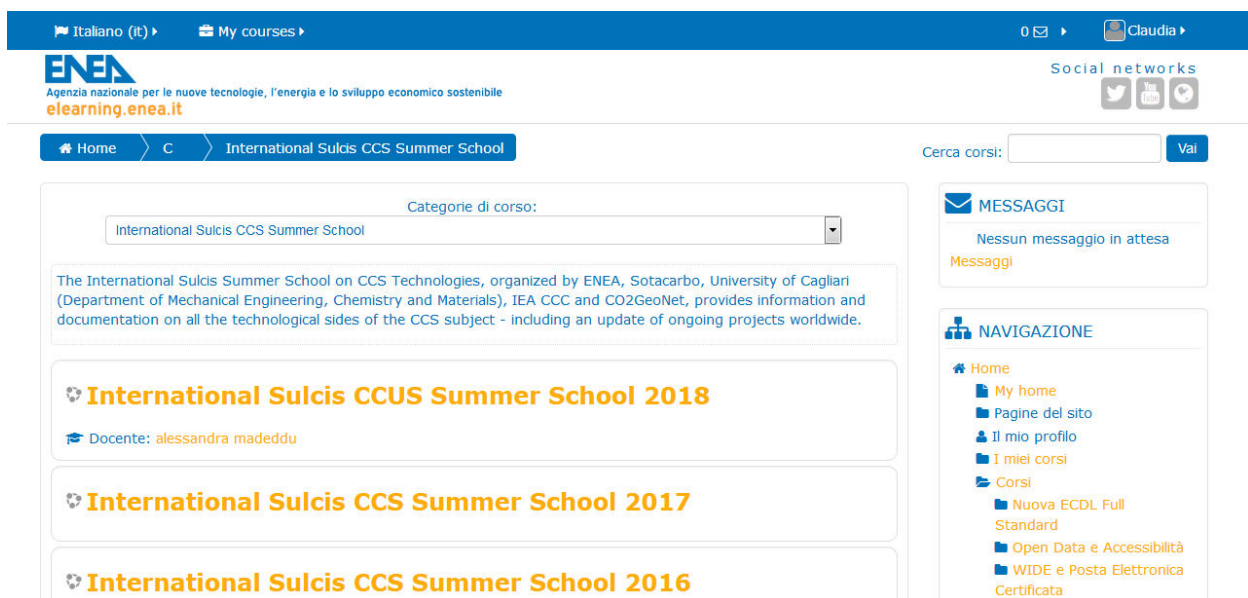


Figura 16 - La categoria di corsi dedicata alla Summer School

Il modello proposto ha evidenziato una sua potenziale validità, nella misura in cui ha determinato, negli anni, la nascita di una piccola "comunità di pratica" capace di orientare proficuamente il proprio processo di apprendimento e di sostenere la reciproca partecipazione. Lo scenario che potrebbe delinearsi, a partire

da questo primo nucleo, è dato dalla costituzione di una comunità di ricercatori che possa affrontare specifiche sfide cognitive grazie all'interazione e alla collaborazione on line. Gli strumenti di riferimento sono quelli del Web 2.0, che hanno dimostrato di poter essere proficuamente integrati nel complesso processo di apprendimento formale e informale, in un efficace utilizzo di tutte le possibilità di comunicazione, condivisione e supporto ai processi di produttività individuale e di gruppo.

5 Il corso per l'edizione 2018

Il corso e-learning per l'edizione 2016 dell'International Sulcis Summer School on CCS Technologies (<http://elearning.enea.it/course/view.php?id=179>) ha previsto un programma di attività preliminari alle lezioni in aula, che gli studenti iscritti alla Scuola estiva hanno potuto svolgere a partire dal mese precedente all'inizio della formazione frontale.

5.1 Le attività preliminari

Le attività preliminari consistevano nella possibilità di consultare online o scaricare documentazione (documenti, pubblicazioni, articoli, report, video) a carattere generale, su tematiche CCS e cambiamenti climatici, e lo svolgimento di alcune attività obbligatorie per ottenere il rilascio del badge "SS2018-Participant" che attesta il superamento di tali attività. Il badge è una specie di "bollino" che viene rilasciato automaticamente dalla piattaforma e-learning per "certificare" che lo studente ha svolto la prima parte del suo percorso didattico. L'obiettivo di questa parte del programma era quello di fornire una base di conoscenza comune a tutti gli iscritti che si sarebbero presentati alle lezioni in aula, che hanno profili ed esperienze formative diverse (ingegneria, geologia, chimica, scienze sociali).

Queste le attività obbligatorie da svolgere:



What does CO2 geological storage really mean?

- **What does CO2 geological storage really mean?** (dalla brochure del CO2GeoNet) con questionario finale. Una Lezione offre contenuto informativo in un modo interessante e flessibile. Consiste in più pagine. Ogni pagina normalmente finisce con una domanda e un numero di possibili risposte. In funzione della scelta dello studente la lezione avanza alla prossima pagina o torna indietro a una precedente. La navigazione attraverso la Lezione può essere semplice e diretta o complessa, in funzione soprattutto della struttura del materiale da presentare. Il questionario finale è strutturato su 10 domande di tipologia varia (v/f, risposta multipla...) con tentativi multipli e non è previsto un punteggio minimo da ottenere per il suo superamento. Lo studente è chiamato a consultare le pagine della Lezione e rispondere al questionario finale.



Introduce yourself!

- Ogni iscritto è tenuto a compilare la sezione del Forum "Introduce yourself" in cui si presenta agli altri studenti. Questa attività è intesa a favorire la creazione della comunità di pratica chiamata a lavorare insieme e a facilitare la socializzazione e lo scambio tra gli studenti, oltre a fornire un "archivio" dei profili degli iscritti alla Summer School.



Glossary

- **"The language of CCS"** (Glossary realizzato nell'ambito del progetto FP7 ECO2 - Sub-seabed CO2 Storage: Impact on Marine Ecosystems - <http://www.eco2-project.eu/>). Il modulo di attività di glossario permette ai partecipanti di creare e mantenere una lista di definizioni, come un dizionario, o di raccogliere e organizzare le risorse o le informazioni. Gli studenti sono tenuti a compilare il Glossario con almeno una nuova voce aggiuntiva ed è possibile commentare le voci inserite dai propri colleghi.

5.2 Struttura del corso

La home del corso è organizzata su tre blocchi :

- Topics: le sezioni al cui interno sono distribuite Risorse e Attività;
- Menù di gestione e amministrazione: l'area centrale della Home è occupata dai menù che permettono di gestire la pagina
- Area Blocchi dinamici: Twitter Feed, Calendario, Upcoming Events, Badge

La struttura del corso, di cui analizzeremo solo le sezioni principali, prevede inizialmente una serie di Risorse, divise in Topics. Il primo Topic, denominato "Welcome" (figura 17), ospita al suo interno due pagine informative sulla Scuola estiva e sul corso e-learning e due forum:

- "Asking for help": creato per dare supporto agli studenti che abbiano problemi tecnici relativi all'uso della piattaforma e del corso;
- "Course noticeboard": dove vengono pubblicate tutte le "News" sul corso e sulla Scuola. E' un forum utilizzato per fornire informazioni di qualsiasi tipo agli studenti.



Figura 17 - Il Topic "Welcome"

Nel Topic "Climate Change" (figura 18) sono disponibili una serie di documenti e video, sotto forma di link, dei più autorevoli organismi internazionali che forniscono una panoramica su cambiamenti climatici e riscaldamento globale, le loro cause e la necessità di ridurre l'emissione di anidride carbonica in atmosfera.

I documenti mettono in relazione la necessità di non aumentare la temperatura globale oltre 2° C al di sopra del livello pre-industriale e l'esigenza di ridurre del 50-85% le emissioni di gas serra entro il 2050: per assolvere a questo compito è necessario un portafoglio di soluzioni, che include l'efficienza energetica, un notevole aumento delle energie rinnovabili e di cattura e stoccaggio della CO2 (CCS). Gli studenti possono visualizzare i documenti on line o scaricarli sul loro pc per consultarli in maniera più agevole (figura 19).

☀ Climate Change

Available from **28 May 2016**

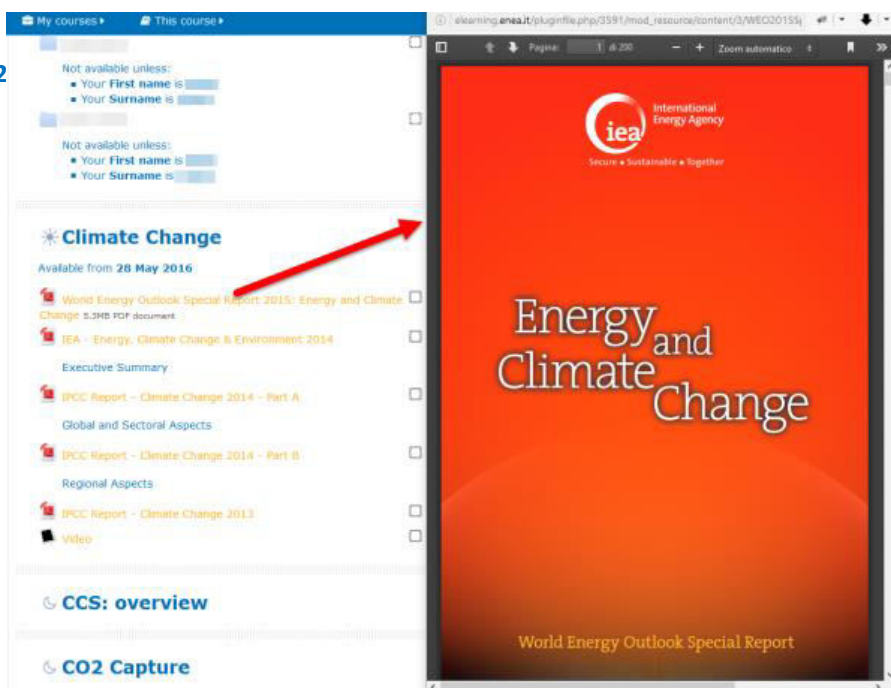
- 📄 [World Energy Outlook Special Report 2015: Energy and Climate Change](#) 5.3MB PDF document
- 📄 [IEA - Energy, Climate Change & Environment 2014](#)

[Executive Summary](#)
- 📄 [IPCC Report - Climate Change 2014 - Part A](#)

[Global and Sectoral Aspects](#)
- 📄 [IPCC Report - Climate Change 2014 - Part B](#)

Figura 18 - Il Topic "Climate Change"

Figura 2




The image shows a web interface for a course. On the left, there is a sidebar with a list of documents under the heading 'Climate Change'. A red arrow points from the first document in the list to a larger preview window on the right. The preview window shows the cover of the 'World Energy Outlook Special Report 2015' by the International Energy Agency (IEA). The cover is red and white with the text 'Energy and Climate Change' and 'World Energy Outlook Special Report'.

Figura 19. Documenti scaricabili


Continuando nell'analisi della struttura del corso, seguono una serie di Topics sulle tecnologie di cattura e stoccaggio della CO2 e alcuni importanti aspetti correlati.

- **CCS: overview:** panoramica sulla diffusione delle tecnologie CCS a livello mondiale e sulle possibili prospettive di sviluppo della tecnologia (figura 20)




CCS: overview

Available from **28 May 2016**




IEA - Energy Technology Perspectives 2016 - Executive Summary File 2.9MB PDF document

Towards Sustainable Urban Energy Systems




IEA - Tracking Clean Energy Progress 2016 4.9MB PDF document




IEA - Energy Technology Perspectives 2015 - Executive Summary 1.9MB PDF document

Mobilising Innovation to Accelerate Climate Action




IEA - Tracking Clean Energy Progress 2015 4.9MB PDF document




Global CCS Institute - The Global Status of CCS 2015 6.8MB PDF document


Summary Report




Global CCS Institute - The Global Status of CCS 2014 6.7MB PDF document




IEA - CCS 2014 5.6MB PDF document




IEAGHG - Overviews 2014 7.1MB PDF document




DOE - Carbon Utilization and Storage Atlas - 2012 36.5MB PDF document




IPCC - Carbon Dioxide Capture and Storage - 2007 22.8MB PDF document




Bellona Foundation Brochure - Why CCS now 8.8MB PDF document



CO2 GeoNet e-book - Reducing carbon dioxide emissions 1.5MB PDF document



ZEP - Carbon Capture and Storage 5.2MB Powerpoint presentation



Video

Figura 20 - Il Topic "CCS: overview"

- CO2 Capture: documenti, report e video sulle tecnologie di Cattura, pre-, oxy- e post-combustione, Bio-CCS (figura 21)

CO2 Capture

Available from **28 May 2016**

-  [Global CCS Institute - CO2 Capture Technologies - Technology Options for CO2 Capture](#) 168.3KB PDF document
-  [Global CCS Institute - CO2 Capture Technologies - Pre-combustion Capture](#) 203.6KB PDF document
-  [Global CCS Institute - CO2 Capture Technologies - Oxy-combustion with CO2 Capture](#) 142KB PDF document
-  [Global CCS Institute - CO2 Capture Technologies - Post-combustion Capture](#) 222.4KB PDF document
-  [ZEP - Recommendations for research to support CCS deployment in Europe beyond 2020](#) 952.6KB PDF document
-  [IEAGHG - Capturing CO2 - 2007](#) 3.1MB PDF document

Figura 21 - Il Topic "CO2 Capture"

- CO2 Storage: documenti, report e video sullo storage geologico della CO2 e la caratterizzazione di reservoir (figura 22)


CO2 Storage

Available from **28 May 2016**


-  [CO2 GeoNet Brochure - What does CO2 geological storage really mean?](#) 3.7MB PDF document
-  [ZEP - CO2 Storage Report](#) 3.7MB PDF document
-  [PTRC - What happens when CO2 is stored underground?](#) 3.7MB PDF document
- [Q&A from the IEA GHG Weyburn-Midale CO2 Monitoring and Storage Project](#)
-  [IEAGHG - Natural and Industrial Analogues for Geological Storage of Carbon Dioxide](#) 1MB PDF document
-  [Characterization of CO2 Storage Reservoir - A Case Study from South Western Sardinia](#) 2MB PDF document
-  [Video](#)

Figura 22 - Il Topic "CO2 Storage"


- CO2 Utilization: documenti e report sugli utilizzi industriali della CO2 ed Enhanced Oil Recovery (figura 23)


 **CO2 Utilization**

Available from **28 May 2016**

 **ZEP - CO2 Capture and Use (CCU)** 167.4KB PDF document

The potential to reduce **CO2 emissions** and **accelerate CCS** deployment in Europe

 **CSLF - What is Carbon Utilization?** 2.8MB PDF document

 **Global CCS Institute - Technical Aspects of CO2 Enhanced Oil Recovery And Associated Carbon Storage** 1.1MB PDF document


 **Global CCS Institute - Accelerating the uptake of CCS: industrial use of captured carbon dioxide** 3.9MB PDF document

Figura 23 - Il Topic "CO2 Utilization"

- CCS Economics: documenti e report sugli aspetti economici legati alla cattura e stoccaggio di CO2 (figura 24)

 **CCS Economics**

Available from **28 May 2016**

 **IEAGHG - Effectiveness of Financial Incentives for Carbon Capture and Storage - 2014** 3.4MB PDF document

 **DOE - Cost and Performance Baseline for Fossil Energy Plants - 2013** 6.7MB PDF document

 **ZEP - CCS Market Economics Report - 2012** 632.3KB PDF document

 **IEA - Cost and performance of carbon dioxide capture from power generation - 2011** 1.1MB PDF document

 **ZEP - The Costs of CO2 Capture - 2011** 4.5MB PDF document

[Post-demonstration CCS in the EU](#)



Figura 24 - Il Topic "CCS Economics"

Della sezione dedicata alle Attività (figura 25) abbiamo già detto, in parte, sopra, in riferimento alle attività preliminari da svolgere sulla piattaforma a partire da un mese prima dell’inizio delle lezioni frontali. Qui riportiamo ancora qualche dettaglio sui contenuti della sezione e poche righe sul “Feedback: Summer School's overall evaluation.


Activities


Available from **28 May 2016**

All the following activities (except the "Feedback Summer School's overall evaluation") have to be completed before 28th June 2016

-  **Introduce yourself!**
-  **Glossary**

"The language of **CCS**"

Glossary produced within the context of the FP7 project **ECO2 Sub-seabed CO2 Storage: Impact on Marine Ecosystems** - <http://www.eco2-project.eu/>
-  **What does CO2 geological storage really mean?**

Brochure produced by **CO2GeoNet** - The Network of Excellence on the Geological Storage of CO2 - available in 26 languages, can be downloaded from <http://www.co2geonet.com/>.
-  **Feedback: Summer School's overall evaluation**

Available from **1 July 2016**

Figura 25 - Il Topic "Activities"

Il forum "Introduce yourself!" (figura 26) ha come obiettivo la creazione di una comunità della Summer School, in cui gli iscritti si presentano e cominciano a conoscersi gli uni con gli altri già prima dell'avvio delle lezioni. Nel forum ogni studente deve inserire almeno un post in cui presenta se stesso, inserisce una propria foto, espone il suo curriculum studentesco, il profilo professionale, le esperienze in ambito CCS e nel settore dell'energia. Ogni studente può replicare ai post inseriti dai suoi colleghi. Il forum è il primo step per la costruzione di quella comunità di apprendimento, di cui si è detto nelle pagine precedenti, formata da diversi soggetti e strumenti, ognuno portatore di una propria prospettiva conoscitiva per il sostegno dell'apprendimento individuale e della comunità nel suo insieme.

Introduce yourself!

Join the **CCS** Summer School community! Please click the "**Add a new discussion topic**" button below and then introduce yourself. Give us some informations about you (age, nationality, qualification, ongoing studies and more) and get in touch with your colleagues.

Feel free to add a picture if you wish. Please also take a moment to update your profile [here](#) on the Moodle site, to include things like Skype ID's, and any information you'd care to share about yourself.

Figura 26 - Alcuni post degli studenti inseriti nel forum "Introduce yourself"

L'attività Glossario prevede una glossario di base impostato su "The language of CCS Glossary" realizzato nell'ambito del progetto FP7 ECO2 - Sub-seabed CO2 Storage: Impact on Marine Ecosystems. Gli studenti possono implementare le voci del glossario inserendo nuovi termini e commentando quelli esistenti e quelli aggiunti dai colleghi. Il glossario mette a disposizione degli studenti la terminologia base necessaria per una piena comprensione delle materie trattate e stimola la collaborazione attiva alla creazione e scambio di informazioni e conoscenza. I termini del Glossario vengono visualizzati come link in tutte le pagine del corso.

L'attività "Lezione" (figura 27) è basata sulla brochure del CO2GeoNet "What does CO2 geological storage really mean?" e ne ripropone i contenuti sotto forma di pagine web da navigare. Nelle pagine si analizzano le cause dei cambiamenti climatici e la necessità dello stoccaggio geologico della CO2 per contenere le emissioni in atmosfera. La Lezioni si conclude con un questionario di 10 domande appositamente sviluppato per il corso on line.

What does CO2 geological storage really mean?
 You have earned 0 point(s) out of 0 point(s) thus far.

Climate change and the need for CO2 geological storage

It is now accepted that human activities are disturbing the carbon cycle of our planet. Prior to the industrial revolution and extending back some 10,000 years, this finely balanced cycle, involving the natural exchange of carbon between the geosphere, the biosphere, the oceans and the atmosphere, resulted in a low range of CO2 concentrations in the atmosphere (around 280 ppm, i.e. 0.028%). However, over the past 250 years, our prolific burning of fossil fuels (coal, oil, gas) for power production, heating, industry and transportation, has incessantly raised the amount of CO2 emitted into the atmosphere. About half of this human-induced excess has been reabsorbed by vegetation and dissolved in the oceans, the latter causing acidification and its associated potentially negative impacts on marine plants and animals. The remainder has accumulated in the atmosphere where it contributes to climate change, because CO2 is a greenhouse gas that traps part of the sun's heat, causing the earth's surface to warm. Immediate radical action is needed to stop today's atmospheric CO2 concentration of 387 ppm (already a +38% increase compared to preindustrial levels) from rising beyond the critical level of 450 ppm in the coming decades. Experts worldwide agree that above this level, it may no longer be possible to avert the most drastic consequences.

Returning the carbon back into the ground

Our world has been heavily dependent on fossil fuels since the start of the Industrial Age in the 1750s, so it is not surprising that the transformation of our society into one based on climate-friendly energy sources will take both time and money. What we need is a short-term solution that will help reduce our dependence on fossil fuels by using them in a non-polluting way as a first step, thus giving us the time needed to develop technologies and infrastructure for a renewable-energy future. One such option is to create a closed loop in the energy production system, whereby the carbon

CO2 geological storage
 Where and how much CO2 can we store underground?
 How can we transport and inject large quantities of CO2?
 What happens to the CO2 once in the storage reservoir?
 Could CO2 leak from the reservoir and, if so, what might be the consequences?
 How can we monitor the storage site at depth and at the surface?
 What safety criteria need to be imposed and respected?
 Test

CO2 GeoNet
 Brochure produced by CO2GeoNet
 The Network of Excellence on the Geological Storage of CO2
 (available in 26 languages, can be downloaded from <http://www.co2geonet.com/>)

MESSAGES

Figura 27 - Una delle pagine dell'attività "Lezione"

Il "Feedback: Summer School's overall evaluation" è l'ultima Attività che gli studenti sono chiamati a svolgere. Si tratta di una questionario per monitorare il livello di soddisfazione degli studenti verso l'edizione 2018 della Scuola estiva. Il feedback di valutazione dell'esperienza complessiva è stato strutturato con riferimento a tre aree di attenzione:

- Percezione globale dell'esperienza
- E-learning
- Organizzazione e servizi

Per ogni domanda è stata fornita una scala di valutazione del gradimento che va da 1 (Strongly disagree) a 5 (Strongly agree). Sono state inserite, inoltre, delle domande a risposta aperta per la raccolta di informazioni di tipo qualitativo (opinioni, suggerimenti, critiche aula).

Il feedback di valutazione dell'esperienza complessiva è stato strutturato con riferimento a tre aree di attenzione: percezione dell'esperienza formativa vissuta dagli studenti che è risultata attestarsi su un valore molto alto, l'analisi relativa all'utilizzo della piattaforma e-learning e all'integrazione del corso online con le lezioni in aula ha confermato chiaramente il valore aggiunto che tale strumento può fornire al tradizionale processo, l'analisi dell'item su accoglienza e organizzazione della Summer School evidenzia una maggioranza di valutazione massima (76%), confermata anche nella domanda a risposta aperta relativa ai punti di forza della scuola.

I Topics **“Teaching aids and presentations”** ospitano tutte le presentazioni che i diversi relatori hanno tenuto durante le quattro giornate di lezione in aula. Le presentazioni sono state caricate giornalmente in formato pdf, facendo in modo che gli studenti le avessero a disposizione e potessero consultarle già dal tardo pomeriggio di ogni giornata in programma. Nei Topics sono state inserite anche risorse utili all'approfondimento della materia trattata (“Tip of the day”) che potevano essere consultate già a partire dal giorno prima della lezione frontale, per introdurre all'argomento gli studenti e fornire loro qualche interessante spunto di riflessione .

6 Il Topic “Workgroups Wikis” ed il coinvolgimento degli studenti

Il Topic dedicato ai “Workgroups Wikis” (figura 28) ha messo a disposizione degli studenti uno degli strumenti principali della piattaforma Moodle per l’apprendimento collaborativo: il Wiki. L’attività Wiki mutua il suo nome dal termine Hawaiano “wiki wiki”, che significa “molto veloce”. Un wiki collaborativo è, infatti, un metodo veloce per la creazione di contenuti di gruppo. Si tratta di un formato molto popolare sul Web per la creazione di documenti di gruppo in cui, solitamente, non c’è redattore centrale né una sola persona che ha il controllo editoriale finale. Al contrario, la comunità modifica e sviluppa il proprio contenuto e il prodotto finale nasce dal consenso e dal lavoro di molte persone sul documento.

Caratteristiche del Wiki:

- consente a tutti di modificare i contenuti
- consente di inserire commenti alle pagine sviluppate
- mantiene lo storico delle modifiche, elencando ciascuna modifica accanto al rispettivo autore e facilitando il processo di revisione
- consente di esportare il documento finale in versione pdf o epub

Anche quest’anno si sono avuti momenti destinati ai wiki. Il lavoro sui **Wiki** si è svolto durante l’orario delle lezioni in aula, configurandosi quindi come attività di blended-learning (misto in presenza e on line) (Figura 4). Ad ogni gruppo di studenti è stato assegnato un tema specifico e ad ogni gruppo è stato assegnato un tutor con il compito di guidare e coadiuvare gli studenti sul tema indicato. I lavori sviluppati dai gruppi sono stati resi disponibili sul sito dei e-learning. Si è infine dato spazio ai ragazzi di esprimere le loro opinioni sulla scuola mediante video interviste. (Figura 5).



Figura 28 - Gruppi di lavoro wiki

Il lavoro sui Wiki si è svolto durante l’orario delle lezioni in aula, configurandosi quindi come attività di blended-learning (misto in presenza e on line). Ad ogni gruppo di studenti è stato assegnato un tema specifico e ad ogni gruppo è stato assegnato un tutor con il compito di guidare e coadiuvare gli studenti sul tema indicato.

Quattro i gruppi di lavoro e i temi assegnati (negli allegati i lavori sviluppati dagli studenti):

- Group A: CO2 Capture Technologies.

- Group B Carbon Storage in CCUS
- Group C CO₂ utilization: a catalytic way to convert it in fuels


Infine, quest'anno sono stati trasformati i wiki, elaborati dagli studenti, in poster da poter utilizzare in mostre, convegni, incontri, congressi ecc.



Figura 29. Video intervista sull'esperienza formativa della scuola agli studenti

Nell'edizione del 2018 la scuola ha introdotto un ulteriore coinvolgimento degli studenti e dei partecipanti alla scuola mediante video interviste, si è pertanto chiesto agli studenti ripresi da una video camera di esprimersi sull'esperienza della scuola e sul tema delle CCUS, i video sono stati successivamente caricati sulla pagina face book della scuola.

A1. Poster INTERNATIONAL SULCIS CCUS SUMMER SCHOOL: SIX YEARS EXPERIENCE



6th Annual International Sulcis CCUS Summer School

Carbonia, June 18-22, 2018


INTERNATIONAL SULCIS CCUS SUMMER SCHOOL: SIX YEARS EXPERIENCE

Amedeo Trolese¹, Andrea Corleto², Claudia Bassano¹, Paolo Deiana¹

¹ENEA, Italian Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development, Rome, Italy
²GARR Consortium, Italian Research & Education Network

The Sulcis Summer School on CCS, organized with the support of universities, research institutes and major companies in the sector, aims to offer to participants a broader view of all the possible issues that revolve around a theme of urgent relevance today, such as the reduction of carbon dioxide emissions into the atmosphere. It also provides information and documentation on all the technological sides of the CCS subject - including an update of ongoing projects worldwide. The Sulcis Summer School is open to 40 students from all over the world with a background in engineering, geo-technologies and socio-economic disciplines.

Organized by



Web site



The website provides comprehensive information about the Summer School, including registration details, course content, and contact information. It features a navigation menu with categories like '2018 Summer School', 'Technological Mile', 'Registration', 'E-learning', 'Organizers', 'News', and 'Links'. A prominent image shows a group of participants from the 5th Annual International Sulcis Summer School in Carbonia, June 19-23, 2017.

Wiki Group

Wikis get their name from the Hawaiian term "wiki", which means "very fast". A wiki is indeed a fast method for creating content as a group. It's a hugely popular format on the Web for creating documents as a group.

There is usually no central editor or a wiki, no single person who has final editorial control. Instead, the community edits and develops its own content. Consensus views emerge from the work of many people on a document.



The screenshot shows a detailed Wiki page titled "CO₂ GEOLOGICAL STORAGE". It contains technical information, diagrams, and references related to the storage of carbon dioxide in geological formations.

E-learning



The E-learning platform provides a structured learning environment. It includes a 'Welcome' message, a 'Take your choice!' section with links to various topics like 'Climate Change', 'CCS: overview', 'CO₂ Capture', 'CO₂ Storage', 'CO₂ Utilization', and 'CCS Economics'. There is also an 'Activities' section and a 'Calendar' for events.



Facebook posts from the event show a large group of participants and organizers. A Twitter post features a 'Carbon Capture & Storage Summer School' badge, indicating the completion of the course.

- #### Course features:
- Proactively engage students to put new knowledge into practice and to assess their own progress
 - No assessment needed (neither the Badge!) in order to access the Summer School classes
 - Activity-based learning where participants collaborate to create new learning tools
 - You can progress through the course at your own pace, but please be aware that there are deadlines for some activities
 - Earn the badge "Summer School 2018 - participant" - complete the following activities:
 - add a post in the "Introduce yourself!" forum
 - add at least a new entry in the Glossary
 - complete the Lesson "What does CO₂ geological storage really mean?"
 - fill in the Feedback: Summer School's overall evaluation



Acknowledgements: this work was developed into the R&D Research Program on Electrical Supply System funded by the Italian Ministry of Economic Sustainable Development. For further info mailto: amedeo.trolese@enea.it, paolo.deiana@enea.it

A2 Programma



6th Annual International Sulcis CCUS Summer School

Sotacarbo Research Centre, Carbonia (Sardinia, Italy)

June 18-22, 2018

FINAL PROGRAMME

Monday, June 18th, 2018 – Introduction

Session chairman: Alessandro Lanza (Sotacarbo, Italy)

- 10:50 Registrations
- 12:20 Welcome lunch
- 13:45 General Introduction (Alessandro Lanza, Sotacarbo, Italy)
- 14:15 Welcome speech by the Mayor of Carbonia (Paola Massidda, Italy)
- 14:30 Welcome speech by the Regional Government of Sardinia (Fabio Tore, Italy)
- 14:45 International policies on CCUS: SET Plan, CSLF and Mission Innovation (Marcello Capra, Ministry of Economic Development, Italy)
- 15:15 Sources of CO₂, energy balance and CCUS approach (Giorgio Cau, University of Cagliari, Italy)
- 15:45 The potential role of chemical looping, oxy-combustion and CCS for the reduction of global warming (Bhima Sastri, U.S. Department of Energy, USA)
- 16:15 Interactive programme – introduction
- 16:45 Interactive programme – meeting of the working groups
- 18:00 End of day 1

19:00 Icebreaker cocktail (Lu' Hotel, via Costituente, Carbonia)

Tuesday, June 19th, 2018 – CO₂ capture approaches and technologies

Session chairman: Bhima Sastri (U.S. Department of Energy, USA)

- 09:00 Pre-combustion CO₂ capture: liquid solvents and mineral carbonization (Aimaro Sanna, Heriot-Watt University, United Kingdom)
- 09:30 Post-combustion capture technologies (Toby Lockwood, IEA Clean Coal Centre, United Kingdom)
- 10:00 CO₂ separation technologies by membranes (Maria Grazia De Angelis, University of Bologna, Italy)
- 10:30 Break
- 10:50 Supercritical CO₂ cycles applications (Bhima Sastri, U.S. Department of Energy, USA)
- 11:20 Multiphase modeling and validation of solid CO₂ sorbent devices (Bill Rogers, National Energy Technology Laboratory, USA)
- 11:50 Multiscale CFD modeling and validation of reacting gas-solid flows with application to fossil fuel reactors (Mehrdad Shahnam, National Energy Technology Laboratory, USA)
- 12:20 Lunch
- 13:30 CCUS: the activities of the University of Cagliari (Vittorio Tola, University of Cagliari, Italy)
- 13:45 Visit to the Sotacarbo pilot platform and laboratories
- 15:00 Interactive programme – meeting of the working groups
- 18:00 End of day 2



in cooperation with



Wednesday, June 20th, 2018 – CO₂ utilization technologies

Session chairman: Serge Perineau (World Carbon-to-X Association, France)

- 09:00 CO₂ to liquid fuels: hydrogenation processes (Carlo Pirola, University of Milano, Italy)
- 09:30 The acid gas to syngas (AG2S™) technology (Flavio Manenti, Politecnico di Milano, Italy, and Technical University of Berlin, Germany)
- 10:00 CO₂ to liquid fuels: electrochemical and photo-electrochemical processes (Manuel Alvarez-Guerra, University of Cantabria, Spain)
- 10:30 **Break**
- 10:50 Hydrogen production technologies from renewable sources (Jesús Rodríguez Ruiz, Centro Nacional del Hidrógeno, Spain)
- 11:20 Carbon to X and CCUS: a great association (Serge Perineau, World Carbon-to-X Association, France)
- 11:50 CO₂ metanation for power-to-gas production (Claudia Bassano, Enea, Italy)
- 12:20 **Lunch**
- 13:30 **Interactive programme – meeting of the working groups**

Wednesday, June 20th, 2018 – Workshop on CO₂ Enhanced Oil Recovery

Workshop chairman: Roman Berenblyum (IRIS, Norway, and CO2GeoNet)

- 15:00 Introduction to CO₂-EOR (Roman Berenblyum, IRIS, Norway, and CO2GeoNet)
- 15:30 European Examples (Çağlar Sinayuç, Middle East Technical University, Turkey, and CO2GeoNet, and Constantin Sava, GeoEcoMar, Romania, and CO2GeoNet)
- 16:00 ECO-BASE approach to establishing CO₂-EOR business case (Roman Berenblyum, IRIS, Norway, and CO2GeoNet)
- 16:30 **Introduction to EOR working groups**
- 16:40 **Meeting of the EOR working groups**
- 18:00 **Presentation of the group work results**
- 18:40 End of day 3

Thursday, June 21st, 2018 – CO₂ geological storage

Session chairman: Steven Whittaker (Illinois State Geological Survey, USA)

- 09:00 CO₂ storage: Where we are and new challenges (Sergio Persoglia, CO2GeoNet, France)
- 09:30 Site monitoring technologies (Sabina Bigi, University of Roma La Sapienza, Italy, and CO2GeoNet)
- 10:00 Instruments for materials characterization (Silvana Fais and Francesco Cuccuru, University of Cagliari, Italy)
- 10:30 **Break**
- 10:50 Light drilling applied to CO₂ geological storage (Carlos De Dios, Ciuden, Spain, and CO2GeoNet)
- 11:20 CO₂ diffusion into an aquifer: the experience at the K-COSEM site, South Korea (Kang-Kun Lee, Seoul National University, South Korea)
- 11:50 The role of public in CCUS projects (Steven Whittaker, Illinois State Geological Survey, USA)
- 12:20 **Lunch**
- 13:30 CCUS: the activities of Enea (Paolo Deiana, Enea, Italy)
- 13:45 **Interactive programme – meeting of the working groups**
- 15:30 End of day 4

- 15:30 **Guided tour of Porto Flavia site and dinner** (Departure from the Sotacarbo Research Centre)

Friday, June 22nd, 2018 – CCUS-related issues

Session chairman: Matthias Finkenrath (Kempten University of Applied Science, Germany)

- 09:00 CO₂ transport technologies (Massimo Di Biagio, Rina Consulting – Centro Sviluppo Materiali, Italy)
- 09:30 Underground coal gasification and CCUS (Preeti Aghalayam, Indian Institute of Technology, India)
- 10:00 CCUS: Commercial and pilot applications in the world (John Scowcroft, Global CCS Institute, Belgium)
- 10:30 **Break**
- 10:50 CCUS: Legal issues (Ingvild Ombudtsvedt, IOM Law, Norway)
- 11:20 CO₂-free power generation: Economic performance (Matthias Finkenrath, Kempten University of Applied Science, Germany)
- 11:50 ECCSEL: The European Carbon Dioxide Capture and Storage Laboratory Infrastructure (Sverre Quale, ECCSEL-ERIC Operation Centre, Norway)
- 12:20 **Lunch**
- 13:30 **Interactive programme – presentations by the working groups**
- 15:10 Concluding remarks (Alessandro Lanza, Sotacarbo, Italy)

- 15:30 **Guided visit to the Serbariu Old Mine Museum** (approx. 2 hours)

funded by



A3. Presentazione Ing. Deiana: Enea activities on CCUS

Ing. Paolo Deiana

ENEA/Sotacarbo Taskforce for Joined Activities

A **dedicated task force** to the shared management of activities on gasification and CO₂ capture has been set up with the participation of **ENEA and Sotacarbo staff**.

The topics covered in the frame of the project related to **"Capture and Storage of CO₂ Produced by Fossil Fuels"**, funded by the Italian MISE in the framework of the R&D are:

- Innovative technologies for capturing CO₂ in pre-combustion, with production of gaseous fuels through gasification
- Technologies for on-combustion systems
- Monitoring and storage of CO₂
- Studies and experiments on the production of SNG from CO and CO₂
- Communication and dissemination of results (e.g. this CO₂ Summer School)

Moreover **ENEA as National Agency on New Technologies and Energy** plays its role to promote and conduct activities of basic and applied research and to develop technological innovation... I'll give you just a small taste on three different CO₂ topics...

CO₂ Capture w/ Solvents at Sotacarbo R.C. 1

CO₂ capture Pilot Plant Description

CO₂ capture Pilot Plant Description

Reaching rings

Packing saddles

Absorber Column Main Parameters	
Diameter	8 inches
Total height	7 m
Material	Stainless Steel
Packing type	Ceramic BFFL saddles
Packed height	1000mm
Packing number	5

Laboratories and offline analysis

AMINE CHARACTERIZATION

- Density
- Viscosity
- pH
- CO₂ loading

Portable density meters

Viscometer

pH meter

CO₂ loading

Based on precipitation of BaCO₃

$$\alpha_{rich,lean} = \frac{CO_2 \text{ moles}}{MEA \text{ moles}_{rich,lean}}$$

CO₂ Capture: Experimental Activities

		Model data		Pilot plant data		AspenTech	
		Model	data	Model	Pilot plant	Model	Pilot plant
L/G ratio		4	4	5	5	5	5
Flow gas (mass flow)	kg/h	20	20	14	14	14	14
CO ₂ concentration in gas	% vol.	14	14	5	5	5	5
MEA flow (mass flow)	kg/h	80	80	15	15	15	15
MEA flow (mole)	mol/h	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
MEA flow (mole)	mol/h	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
CO ₂ concentration in gas	% vol.	6.2	6.2	8	8	8	8
Temperature (column)	°C	38	38	38	38	38	38

CO2 Capture w/ Sorbents at ENEA R.C. 2

ZECOMIX
Zero Emission CarbOn MIXed

Aim of the project is to demonstrate, via a series of modeling and experimental activities, the feasibility of an innovative new process for the production of electricity and hydrogen ("zero emission") by coal.

ZECOMIX platform includes several processes: coal gasification, clean-up of syngas, CO₂ capture by means of solid sorbent (Calcium Looping) and combustion of hydrogen in gas turbines.

Zecomix Cycle → higher overall efficiency 11% to 50%

CO₂ Capture at High Temperature

Carbonator (T=650° C):
 $CaO + CO_2 \rightarrow CaCO_3$ (carbonation step)
 Syngas + steam (or fuel gas) → H₂ rich gas

Calcinator (T=800° C - 900° C):
 $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$ (calcination step)
 CaO purge → Syngas + steam (or fuel gas)
 CO₂ to compression

Thermal regeneration process of the sorbent takes place.

Chemical reactions:
 Steam re-forming: $CH_4 + H_2O \rightarrow 3H_2 + CO$
 Water gas shift: $CO + H_2O \rightarrow H_2 + CO_2$
 Enhanced steam methane re-forming

ZECOMIX Platform at ENEA Casaccia R. C.

ZECOMIX Platform

Main sections: Gasification, CO₂ separation (calcium oxide based solid sorbents), Solid sorbent regeneration section (calcination), Power section: micro turbine 100 kW_e of electric power + ASU, Carbon dioxide drying and compression area.

ZECOMIX Platform: the Gasification Section

Gasifier type: 300 kW_e bubbling/fluidized bed reactor
 Coal feed: 50 kg/h

Oxiline and dolomite is added to the coal enhancing the fluidization, controlling temperature, capturing the tar formed in the coal gasification and occurring a preliminary desulphurization by means of naturally dolomite.

The oxiline acts as a catalyst for the TAR reforming.

ZECOMIX Platform: the Carbonation Section

Carbonator Reactor

Fluidized bed reactor (load with Ni-based catalyst (methane steam reformer and water gas shift) and Ca-based sorbent (dolomite)), the aim of the component is to separate the CO₂ from coal syngas for hydrogen production.

Homogeneously gas-solid contact in the fluidized-bubbling carbonator

ZECOMIX Platform: Power Section



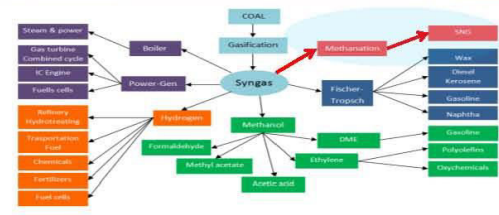
Power Section

Oxycombustion: high-hydrogen content syngas is burnt with pure oxygen stream to make it able to burn H₂ with steam as temperature moderator.

100 kW micro-turbine test bench, in which significant modifications to the combustion chamber have been made to make it able to burn H₂ with steam as temperature moderator.



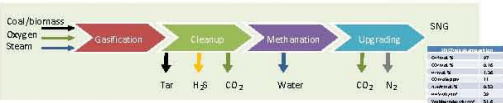
The Synthetic Natural Gas Production/P2G



Technologies for Production of Energy and Fuels from Gasification

SNG R&D Activities at ENEA


- Experimental tests of **commercial catalysts** on laboratory scale
- Pilot-scale testing** of systems and components
- System modeling** and economic assessment
- Coordination and projects collaborations with **Universities**



The SNG technology is CCS integrated natural born...

Removing part of the produced CO₂ is mandatory to meet the pipeline requirements for natural gas

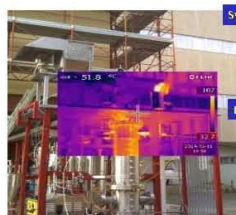
SNG: Experimental Tests on Pilot Scale



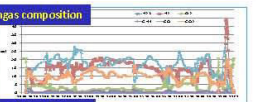
A Modular, Moveable, Skidable Plant for Synthetic Natural Gas Production Coupled with Renewables

GESSYCA is an experimental facility dedicated to the study and testing of gasification process, of Synthetic Natural Gas production from coal and its implementation in "Power to Gas" sector.

SNG: Experimental tests on Pilot Scale



Syngas composition



Plant data sheet

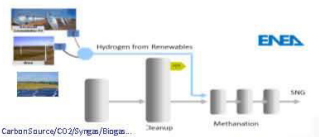
Feed	100 t/d (Commercial)
Output	100 t/d
Efficiency	75 %
CO ₂ capture	2-10 t/d
Gasification technology	ATR
Automation	Automatic
Fuel feeding	Automatic
Max. temp.	2-3 t/h
Max. pressure	30-40 bar
Max. CO ₂ capture	2-10 t/d
Max. CO ₂ capture	2-10 t/d

SNG: Energy Storage Power to Gas

Renewables are steadily becoming a greater part of the global energy mix, in particular in the power sector

Fossil fuel power plants will continue to play an important role (including the CCS option) due to the aleatory nature of some types of renewable source

Power to gas (P2G) allows to store the surplus of electrical energy balancing offer and demand over the electrical grid



The excess of electrical energy can be used to produce H₂ (by electrolysis) that reacts with CO and CO₂

Alternative way of use of CO₂ (CCU Carbon Capture and Utilization)

Conclusions

- ENEA commitment in CCUS
- No silver bullet between CCUS technologies
- Solvents, Sorbents, SNG Production... membranes, oxyfuel...
- The vision is to switch to less emitting fuels up to Renewables
- OK for the Power Sector but NOT for Energy Intensive Industry
- Costs are still high, efficiency still to be increased
- A lot of work has to be done... ❗



ENEA
RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

Thank you for kind attention!

paolo.delera@enea.it
www.enes.it

Carbon Capture & Storage
Summer School

ENEA
RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

A3. Presentazione Ing Bassano : CO₂ methanation for power-to-gas production

Ing. Claudia Bassano

ENEA
Italian National Agency for New Technologies,
Energy and Sustainable Economic Development

**Carbon Capture, Utilization & Storage
Summer School**

CO₂ methanation for power-to-gas production

Wednesday June 20th

Claudia Bassano

Summary

- Introduction
- Energy Storage Technologies
- Power To Gas
- Enea Activities
- Conclusions.

ENEA CO₂ methanation for power-to-gas production June 20th 2018 2

Introduction

RES Increase
Renewables are steadily growing becoming a significant part of the global energy mix, in particular in the power sector.

Energy Union Strategy
EU's energy and climate goals for 2030 introduce a new renewable energy target of at least 27% of final energy consumption in the EU by 2030.

ENEA CO₂ methanation for power-to-gas production June 20th 2018 3

Energy Storage Technologies

Share of energy from renewable sources in the EU Member States (in percentage final energy consumption)

- **Energy Storage Technologies** can contribute in renewable energy **peak shaving** avoiding temporal fluctuation that can cause shortage or surplus in energy supply.
- **R&I** are required to reduce technology and non-technology costs, improve performances and promote technology deployment to market.

ENEA CO₂ methanation for power-to-gas production June 20th 2018 4

Electrical Energy Storage Technologies

- 1) Differ in the storage capacity:
 - ✓ Flywheel, battery and pumped water pumped storage/compressed air power station offer **low storage capacity**
 - ✓ Unique feature of "Power-to-Gas" is a **large storage capacity**
- 2) Differ in discharge time:
 - ✓ Short
 - ✓ Medium
 - ✓ Long → months (SNG)

ENEA CO₂ methanation for power-to-gas production June 20th 2018 5

Power To Gas (PtG)

Variable Renewable Energy sources (VRE Ss)

H₂O → Electrolyzer → H₂

CO₂ source → Methanation → CH₄

CO₂ from Energy Intensive Industry, Syngas from gasification, Biogas, Geothermal fields, Soil gas and gas wells

Natural gas grid

Local use

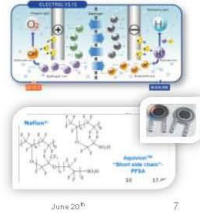
ENEA CO₂ methanation for power-to-gas production June 20th 2018 6

H₂O electrolysis

The conversion of electric into chemical energy is the core element of each power-to-gas concept and is performed in the process of water electrolysis

State of the art

1. **Alkaline electrolyzers** are commercially available
2. **PEM electrolysis** systems will be available in near future in MW range
3. **SOEC HT** electrolysis is still in research phase
4. Several pilot and demonstrations plants are in operation
5. H₂ generation costs are not yet competitive



H₂O electrolysis

	Alkaline electrolysis	PEM electrolysis	SOEC Solid oxide electrolysis
State of development	Commercial	Commercial	Laboratory
Electrolyte	OH ⁻	Solid polymer membrane (Nafion)	ZrO ₂ ceramic doped with Y ₂ O ₃ O ²⁻
Power consumption kWhel/Nm ³ H ₂	4.5-7	4.5-7	3
Efficiency	67-70%	60-80%	90%
Investment cost €/kWe	800-1000	1400-2100	>2000 ^a

^a High uncertainty due to pre-commercial status of SOEC.
Source: Renewable and Sustainable Energy Review 432 (2018) 2440-2454



HySTAT™ Cell Stack

Electrolysis: technical challenges

A stabilization of the specific energy consumption, the necessary power plant dynamics and the consistent extension of maintenance intervals, all required due to fluctuations in electricity generation.



The electrochemical processes in the electrolyser can almost **instantaneously respond to load changes**.

Frequent load changes and full **shutdowns stress mechanical components** (pumps, pressure regulators and product gas separators) by upsetting the heat balance, shortening the system's service life.



The aim is to reduce the investment costs of electrolysis at least a 500-1000 €/kW_e.

CO₂ methanation

Chemical catalytic methanation

The process is operated at temperatures of 250-400° C with pressures of 1-30 bar utilizing nickel- and ruthenium-based catalysts



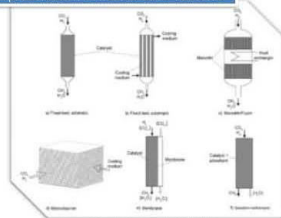
Biological methanation

Methanogenic microorganisms serve as biocatalysts converting CO₂ in CH₄. Currently, biological methanation has been investigated at the laboratory and pilot/demo scale.

Microorganisms

Catalytic CO₂ methanation: reactors

Simple representation of methanation reactors



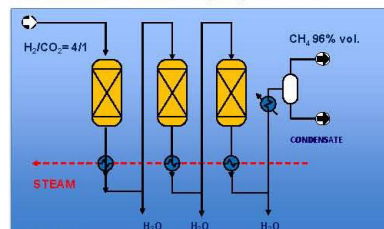
Highly Exothermic Reaction



Heat dissipation and temperature control are the key parameters in designing methanation reactors

Catalytic CO₂ methanation: reactors

Fixed bed reactor is the most frequently used reactor



Example: 3 adiabatic reactor with intercooling

Superheated steam can be obtained from the cooling circuit.

PtG Plant Example

Audi Pilot Project with 6 MWe plant in Northem Germany (2015)

Power $_{PtG}$ electrolyzers $3 \times 2 \text{ MW}_e$

Efficiency PtG: (using heat) 54% - 70%

Max. H_2 output $1300 \text{ Nm}^3/\text{h}$

Max. H_2 storage time 60 min

Max. CH_4 output $325 \text{ Nm}^3/\text{h}$

Operation time 4,000 h/a

Methanation unit with fixed-bed reactor and heat dissipation via molten salt

ENE A CO₂ methanation for power-to-gas production June 20th 12

PtG Plant Example

Test setup in Niederaußem, Germany Plant size 100 kW_e PEM Electrolyse (2014)

Project CO₂RRECT (RWE, Siemens, Bayer, Linde, German Ministry of Education and Research)

Objective:

- Converting CO₂ from power stations' flue gases and hydrogen into synthesis gas (SNG)
- Catalytic tests of methanisation of carbon dioxide captured from flue gas with hydrogen

PEM Electrolyse Siemens

H_2 5 Nm³/h

CH_4 1 Nm³/h

CO₂ supply from PCC Pilot plant

2 Nm³/h

Methanation section

Operation at 20 to 30 bar

Temperatures -250°C -350°C

ENE A CO₂ methanation for power-to-gas production June 20th 14

Biological CO₂ methanation

The production of methane from CO₂ and H₂ is done by microorganisms (cell type: archaea).

The bioprocess takes place in aqueous solutions at temperatures between 40 -70 °C.

The limiting step is the transfer of hydrogen from gas phase into the liquid phase (mass transfer limitations).

The stirred reactor (CSTR) is the mostly used reactor.

ENE A CO₂ methanation for power-to-gas production June 20th 15

Biological CO₂ methanation

Variable Renewable Energy sources (vRES)

H₂O

Electrolyzer

H₂

Local use

CH₄

Natural gas grid

CO₂ source

Bio Methanation

- Biogas: 50% CH₄, 50% CO₂
- Upgrading of biogas by methanation with microorganisms
- Pure methane for biofuels or heating

ENE A CO₂ methanation for power-to-gas production June 20th 15

Demo Plant Biological Methanation

Demonstration plant (Niederlausitz)

Power to Gas with biological methanation applications in biogas upgrading Injection into national gas grid since March 2015

- Operation time: > 8.000 h
- Performance: CH₄ > 95%, H₂ < 2%

ENE A CO₂ methanation for power-to-gas production June 20th 15

Comparison of methanation processes

Biological methanation concepts

- Low temperature can simplify the process, however, few possibilities to use the waste heat
- Large specific reactor volumes required
- Simplified gas cleaning because of high tolerance of impurities

Catalytic methanation concepts

- Process setup is relatively simple
- Waste heat can be used (highly valuable steam can be produced)

ENE A CO₂ methanation for power-to-gas production June 20th 15

Comparison of methanation processes

Reactor Type	BM (current industrial CO ₂ H ₂)	Fixed Bed (state-of-the-art)	Fixed Bed (state-of-the-art)
Catalyst	enzymes of microorganisms	Reformed	Reformed
Capacity	1	2-8	2-8
T _{op} [°C]	40-70	300-500	300-500
ΔP in bar	< 4 (see Table 2)	> 5-10	> 5-10
Stage of development	lab scale pilot	commercial	commercial
CO ₂ in %	< 100	2.000-5.000	2.000-5.000
Limitation	DL, mass transfer	equilibrium	equilibrium
Tolerance of impurities	high	low	low
Minimum scale in %	7	40	40
Load change behaviour	limited by process/biology	very good	very good
Electricity demand in industrial fixed operation (pressure of 16 bar)	0.4-0.8	0.4	0.4
Process materials	nutrients, buffer solution	(catalytic)	(catalytic)
Reaction Heat	exothermic	endothermic	endothermic
Efficiency	poor	very good	very good

Source: ENI and IRE of ENEC project; CO₂ methanation: process change to power-to-gas (PtG), Vireo, Technical Services Facility, Cottbus, Germany, Jan 2018

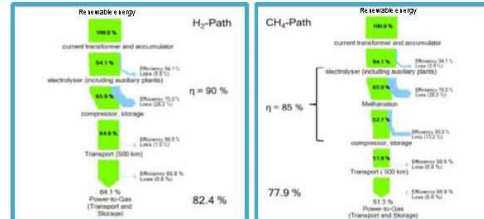


CO₂ methanation for power-to-gas production

June 20th

19

PtG Efficiency



CO₂ methanation for power-to-gas production

Source: E.ON Research Center in Regensburg; Institute for Energy Efficient Buildings and Indoor Climate (IBBC), June 20th

20

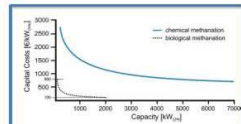
Economic analysis

The investment of PtG plant mainly consists of three components: electrolysis, methanation, hydrogen storage and compression

The most significant contributor to the total CAPEX is the electrolysis

Electrolysis investment is in the range of approximately 800-3000 €/kWe

Methanation investment is in the range of approximately 300-600 €/kW_{CH₄}

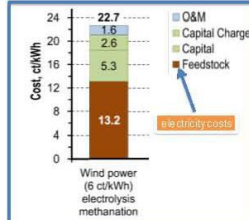


CO₂ methanation for power-to-gas production

June 20th

21

SNG leveled production cost



CO₂ methanation for power-to-gas production

- Assumptions:**
- Installed capacity: 47 GW_{CH₄}
 - Total investment: 1.61 M€ / kW_{CH₄}
 - Load factor: 3000 h
 - The interest rate for the capital charge: 8%
 - Annual operation and maintenance costs: 3% of the total investment

Source: E.ON Research Center in Regensburg; Institute for Energy Efficient Buildings and Indoor Climate (IBBC), June 20th

22

Research subjects

Electrolyser	Testing and advancing different electrolysis processes for use in Power to Gas systems Flexibility of the electrolyser in terms of fluctuating power supply and rapid load changes – raising efficiency
Methanation	Suitability of different carbon sources, for example, ambient air, biogas plants or fossil fuel power plants Direct methanation in the biogas reactor (in situ) Suitability of various catalysts for methanation
Methane as a fuel	Feeding into the natural gas network Dispensing via balancing system in natural gas filling stations Use of LNG as a fuel for lorries and shipping traffic
Waste heat	Feeding into the district or local heating network Use as process energy (e.g. in biogas plants) Use for heating buildings

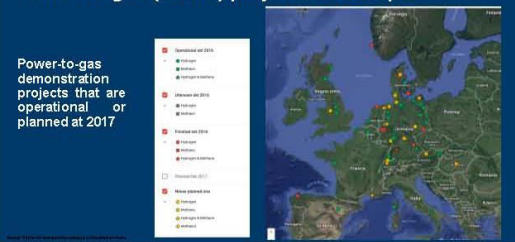


CO₂ methanation for power-to-gas production

June 20th

23

Power-to-gas (Demo) projects in Europe.



CO₂ methanation for power-to-gas production

June 20th 2018

24

PtMethane: R&D Activities at ENEA

1. Experimental tests of **commercials catalysts** on laboratory scale
2. **Pilot-scale testing** of systems and components
3. **System modeling** and **economic assessment**
4. Coordination and projects, collaborations with Universities
5. **Technology transfer**, patents, support to administration and policy makers



Movable Modular skidable plant description

- Pilot scale experimental facility dedicated to study and to test methanation process
- Feed gas mixing
- Multitubular fixed bed reactor
- Cooler and condenser (shell and plate)
- Back pressure valve
- Ancillaries units : heater, fan, torch
- Temperatures, pressures, flows and gas composition online monitoring
- Data acquisition and control system



Methane flow 0.2 ÷ 1.5 Nm³/h

Experimental activities

Experimental tests

First experimental activities carried out to assess the process performance

Catalysts Ru/Al₂O₃ - Ni/Al₂O₃
 Pressure 0 - 5 barg
 Temperature 250 - 350 ° C

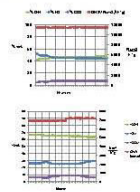
The section was feed with different gas mixtures N₂ /CO/H₂ /CO₂/CH₄

Different GHSV



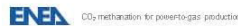
Experimental results

Experimental activities: CO₂/H₂ feed & 0.5 %wt. Ru/Al₂O₃



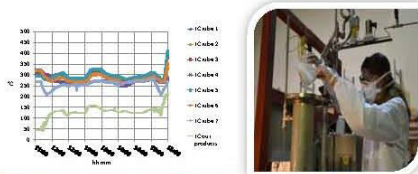
Flow _{in}	1.45 Nm ³ /h
H ₂ /CO ₂	4.3
p	5 bar
T internal reactor	350 °C
CH ₄ conversion	0.87

Flow _{in}	1.11 Nm ³ /h
H ₂ /CO ₂	4.3
p	5 bar
T internal reactor	280 °C
CH ₄ conversion	0.9



Experimental results

Experimental activities: CO₂/H₂ feed & 0.5 %wt. Ru/Al₂O₃



Isothermal reactor Temperature trend inside 7 tube



Conclusion

- ❑ Power-to-Methane is a promising option for the injection and usage of renewable Gases
- ❑ Process integration enables high energy efficiency and further benefits for coupled processes
- ❑ Generation cost are not competitive, advances in the manufacturing of electrolysis offers relevant potential for cost reduction
- ❑ Costs for methanation process are much lower than for electrolysis



Conclusion

- ❑ Further experiences have to be gathered in pilot and demonstration plants
- ❑ Transport sector could be the main driver
- ❑ In ENEA a new Moveable Modular Plant dedicated to CO₂ Hydrogenation to CH₄ has been designed and built
- ❑ The experimental activity was carried out in order to check the operability of all components and to improve the knowledge on methanation in the different phase of start-up, run and shut down

Thank you
for kind
attention



Claudia Bassano
claudia.bassano@enea.it

