

CODICE PROGETTO: PON01_02257	
TITOLO DEL PROGETTO: FOTORIDUCO ₂	
Soggetto Proponente	Italcementi S.p.A. (Soggetto Capofila) Advanced Technology Solutions S.r.l Salentec S.r.l. Università del Salento Università di Palermo CNR-ITAE CNR-ITM CNR-IPCF CNR-ISOF
REGIONE: Puglia, Sicilia, Calabria, Emilia Romagna, Lombardia	
PERSONE: Responsabile di progetto Dott. Enrico Borgarello	
OBIETTIVO L'obiettivo del progetto era quello di ottenere combustibili (CH ₄ e MeOH) dalla riduzione fotocatalitica del CO ₂ . È stata proposta, inoltre, la riduzione del CO ₂ con H ₂ , prodotto mediante fotoelettrolisi dell'acqua e l'utilizzo di sistemi a membrana per la concentrazione del CO ₂ e la separazione dei prodotti. L'integrazione di sistemi di fotoconversione e separazioni ad alta efficienza consentirà di ridurre le emissioni di CO ₂ ed ottenere prodotti di interesse industriale ad alto valore aggiunto.	
DESCRIZIONE DEL PROGETTO E RISULTATI CONSEGUITI Il progetto nasce dall'idea di una possibile utilizzazione della fotocatalisi eterogenea abbinata ad altre tecnologie come quella delle membrane e quella foto-elettrochimica per la separazione dei gas e la conversione del CO ₂ in CH ₃ OH/CH ₄ . Per perseguire l'obiettivo è stato necessario uno sforzo notevole dal punto di vista chimico e ingegneristico. Il progetto prevedeva non solo la sintesi di nuove formulazioni di fotocatalizzatori e la loro scalabilità ma anche la modellazione di fotoreattori su scala pilota con caratteristiche tali da favorire la conversione di una molecola estremamente stabile come il CO ₂ . Le attività sperimentali hanno riguardato tre aspetti principali: <ul style="list-style-type: none"> - sviluppo di catalizzatori ottimizzati per la riduzione fotocatalitica del CO₂ e loro scalabilità; - messa a punto di un sistema reattoristico prototipale per la conversione fotocatalitica e foto elettrochimica del CO₂; - realizzazione di un sistema a membrane polimeriche per la concentrazione del CO₂. Nella fase iniziale è stata eseguita un'attenta analisi della letteratura con la realizzazione di uno Stato dell'Arte inerente sistemi catalitici e fotocatalitici e le condizioni chimico-fisico-processuali (T, P, GHSTV, pH, etc) per la riduzione del CO ₂ a idrocarburi. La successiva sperimentazione in laboratorio ha permesso di individuare e sintetizzare fotocatalizzatori ottimizzati per processi di riduzione del CO ₂ in sistemi gas/solido. Tra i catalizzatori testati, quelli che hanno evidenziato i migliori risultati, sia da un punto di vista della stabilità sia delle rese di conversione, sono risultati il TiO ₂ "additivato" con Cu e Rh ed il TiO ₂ sub-stoichiometrico. In particolare, il Cu-loaded TiO ₂ , un sistema fotocatalitico molto efficiente ed a basso costo, è stato scelto per la successiva fase di scale-up. A tale scopo è stato realizzato, presso il laboratorio Italcementi di Brindisi, un impianto pilota per la sintesi di lotti di fotocatalizzatori (2-3kg) secondo le formulazioni messe a punto in laboratorio (Fig1). Parallelamente sono stati sviluppati ed assemblati un reattore fotocatalitico ed uno fotoelettrochimico operanti in flusso (Fig2-3). Il reattore fotocatalitico risulta costituito da un sistema a fascio tubiero rivestito da un sottile coating di catalizzatore (TiO ₂ -Cu). All'interno del sistema viene flussato il CO ₂ che per effetto dell'irraggiamento è parzialmente convertita in CH ₄ e CO con rese di 10μ moli g _{cat} ⁻¹ h ⁻¹ . Il fotoreattore elettrochimico, combinazione tra un fotoanodo TiO ₂ -TiOx (foto elettrolisi che assiste l'evoluzione di ossigeno) ed un catodo PtRu (elettrodo a diffusione gas operante al	

buio che promuove la riduzione del CO₂), accoppiati attraverso una membrana perfluorosulfonica, ha evidenziato durante i test di laboratorio produttività fino a 0.14 mmolig_{cat}⁻¹ h⁻¹. Nel corso del progetto è stato sviluppato inoltre un impianto prototipale a membrane per la separazione del CO₂ dai fumi di cemenzeria (Fig4). Il prototipo è stato installato per le prove in campo presso la cemenzeria di Calusco d'Adda al piano 8° della torre del preriscaldatore dove la concentrazione del CO₂ varia tra 13 e 15% (Fig.5). Dai test effettuati (250 ore di funzionamento), utilizzando una configurazione a singolo stadio, si è ottenuta una concentrazione di CO₂ nei gas del 60% senza perdite di efficienza del sistema. Al termine delle attività sperimentali è stata realizzata una valutazione della sostenibilità ed impatto ambientale delle tecnologie attraverso metodo LCA.



Figura 1: Impianto pilota per la produzione di Catalizzatori



Figura 2: Reattore Fotocatalitico

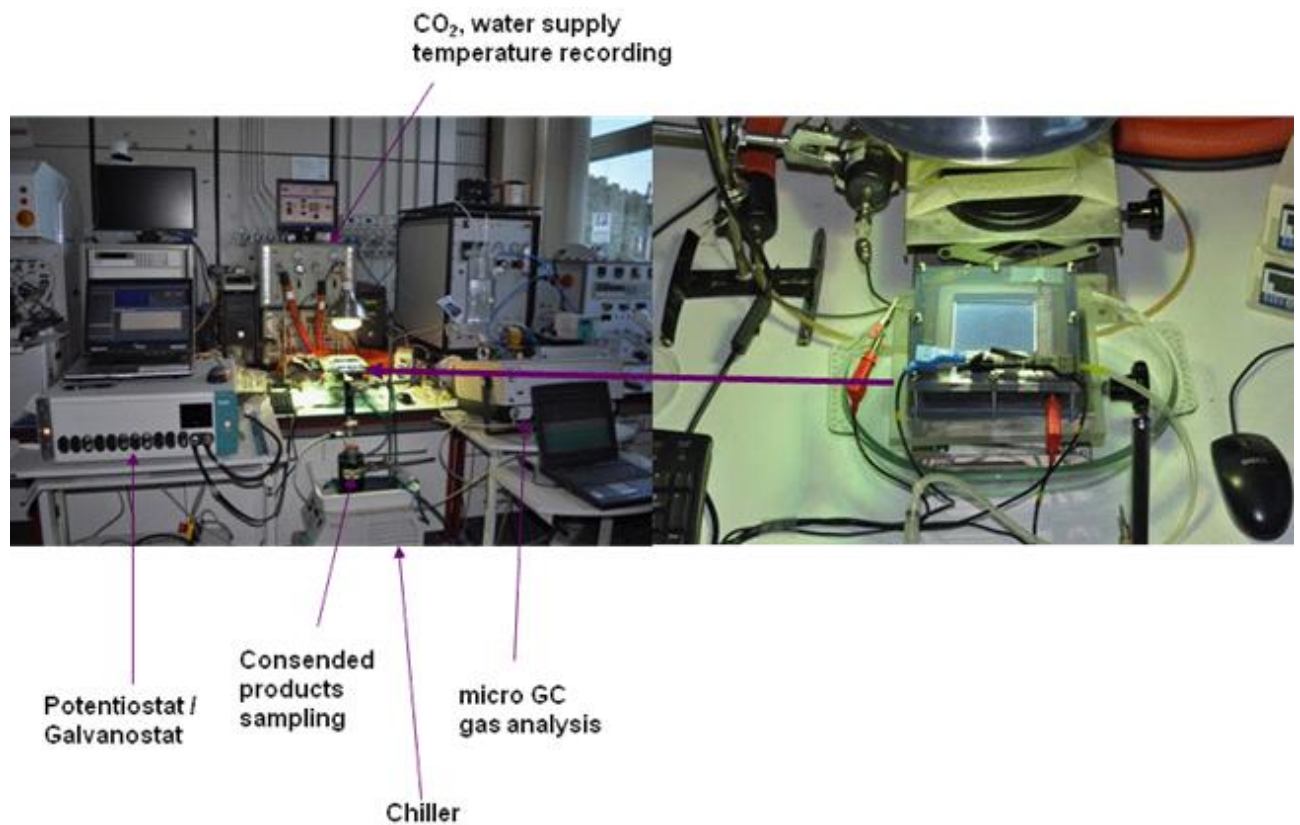


Figura 3: Reattore Foto-elettrochimico



Figura 4: Impianto per la separazione della CO₂

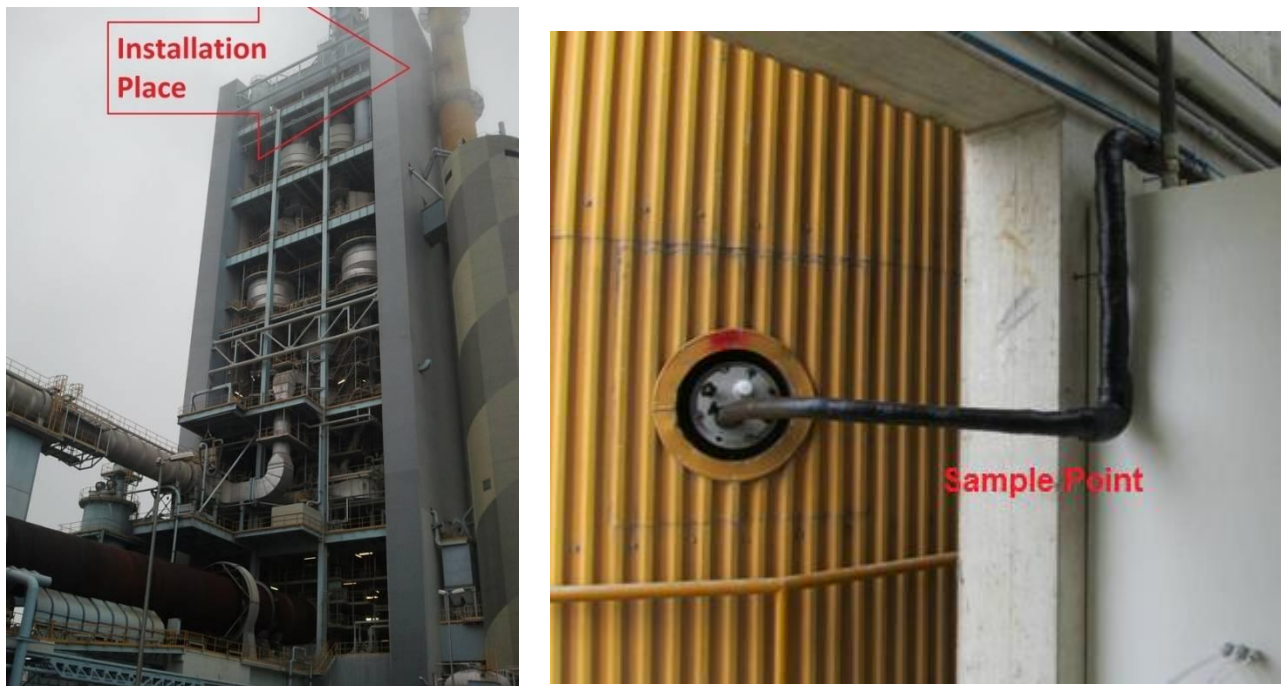


Figura 5: Installazione presso la cementeria di Calusco d'Adda (Bg)

