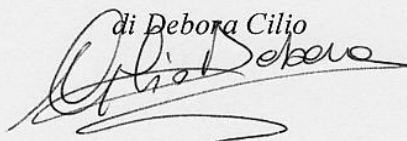


Università della Calabria
Dipartimento di Sociologia e di Scienza Politica
Dottorato in Scienza Tecnologia e Società
XVIII ciclo

Settore Disciplinare SPS/10: "Sociologia dell'ambiente e del territorio"

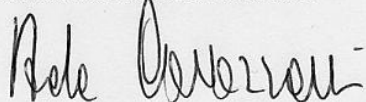
Energia Politica:

***"Formula Tecnologica Idrogeno": vecchie e nuove visioni di
cambiamento energetico***

di Debora Cilio


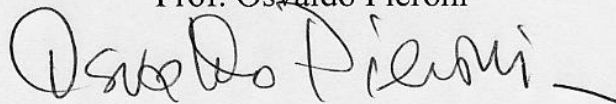
Coordinatrice

Prof.ssa Ada Cavazzani



Tutor

Prof. Osvaldo Pieroni



*Ad Aurelio Garofalo,
maestro di vita, coraggio e dignità
ed a quel figlio che non ho mai visto nascere
Siete sempre con me*

Ringraziamenti

Chiudere un capitolo ed iniziarne un altro è sempre cosa difficile ma ancora di più lo è nel momento in cui questo capitolo fa parte del “Libro della Vita”. Guardare avanti fa un po’ paura, ma anche guardare indietro ti fa correre il rischio di perdere il sorriso. I pensieri si perdono negli ostacoli, nei problemi, negli equilibri instabili attraversati e mal gestiti in un “momento” di crescita e di maturazione.

Questo tuffo in un mare di difficoltà ti fa perdere il respiro ma nello stesso tempo riporta alla mente visi e persone che nel bisogno ti hanno teso la mano e ti hanno aiutata a rialzarti, nonostante le ammaccature.

A tutte queste persone vanno i miei ringraziamenti e sono talmente tante che neanche l’affetto mi aiuta a ricordarle tutte.

Un GRAZIE speciale ed infinito va a mio marito Francesco ed a mio figlio Giuseppe costretti troppo spesso a subire le mie assenze e qualche volta anche la mia presenza. Grazie a mio padre, a mia madre, alle mie sorelle ed ai miei fratelli che da sempre mi sostengono.

Grazie alle mie cognate ed ai miei cognati che sopportano l’immenso amore che provo per i miei fratelli e le mie sorelle.

Grazie ai miei nipoti (nove in tutto) che contribuiscono in maniera entusiasmante a riempirmi la vita.

Grazie ad Emanuela Chiodo non più amica ma sorella che da sempre mi dimostra il suo affetto.

Grazie ai miei amici che tollerano, spesso senza batter ciglio, i miei nervosismi ed i miei sfoghi.

Grazie ai medici, il dott. Biliotta ed il dott. Gigliotti, che con pazienza mi hanno rimesso letteralmente in piedi.

Grazie al Prof. Osvaldo Pieroni che ha seguito con estrema pazienza il mio lavoro ed i miei deliri.

Grazie al Prof. Giordano Sivini che con le sue spiazzanti domande mi ha costretta a pensare.

Grazie al Prof. Bragi Árnason che mi ha aperto la mente ed ha fatto dei miei limiti delle frontiere.

Grazie a Line Risgaard ed a tutti quelli che hanno riempito la mia permanenza in Danimarca per l’estrema disponibilità che mi hanno mostrato.

Grazie ad Ada Cavazzani, a Walter Greco, ad Annamaria Vitale, a Laura Fiocco, a Giovanni Passerelli, a Giovanna Vingelli, a Giap Parini, a Giuseppina Pellegrino, a Lucia Groe, a Santino Fiorelli, ad Elisabetta Della Corte ed a tutti quelli con cui mi sono confrontata giorno dopo giorno, mese dopo mese, anno dopo anno.

Grazie al Prof. Pietro Fantozzi per la fiducia che mi ha dimostrato.

Grazie a tutte le umanità che hanno incrociato il mio cammino in questa, come in altre, università.

Grazie ad Aurelio Garofalo ed a sua moglie Angela che rappresentano l’esempio di come l’amore ed il coraggio allungano la vita e sopravvivano alla morte.

A TUTTI VOGLIO ESPRIMERE PROFONDA GRATITUDINE

D. C.

ABSTRACT

Il presente lavoro si riferisce a considerazioni in merito al problema dell'approvvigionamento energetico ed alla gestione potenzialmente diffusa di nuove tecnologie energetiche (in particolare le fonti energetiche rinnovabili) applicate anche per la produzione di idrogeno come vettore energetico. Lo studio, che ha riguardato in particolare lo stadio sviluppo di tali tecnologie, pone particolare accento sull'importanza del piano della comunicazione della tecnologia come *input* per un allargamento all'inclusione ed alla partecipazione di più soggetti al processo di cambiamento all'interno di tre progetti adottati come casi di studio: il progetto ECTOS (*Ecological City TranspOrt System*) nella città di Reykjavik in Islanda, il progetto H₂pia nella città di Herning in Danimarca ed il progetto PEAC.net a Soveria Mannelli (CZ) in Italia.

L'ipotesi che ha guidato la ricerca, in linea con la visione di un processo circolare dell'innovazione, per cui l'innovazione non è strettamente legata al vettore tecnologico ma sono i processi sociali che se ne appropriano, è che i processi di partecipazione attorno ad un'innovazione tecnologica non si attivano se non sono sostenuti da innovazione sociale, che consenta di sfruttarne le potenzialità in termini di democrazia.

Ne consegue che l'aspetto innovativo delle tecnologie è rappresentato essenzialmente dal modo in cui si rivelano le associazioni tra gli attori piuttosto che dall'artefatto in se stesso, che comunque viene letto come parte fondamentale dell'associazione stessa (come attante non umano nell'accezione dei teorici dell'*Actor Network Theory*). Da ciò l'importanza di superare, anche in un'ottica di sviluppo sostenibile e di accettazione del rischio, forme di "gap" comunicativi all'interno dei gruppi proponenti al fine di favorire la creazione/definizione di un immaginario tecnologico che abbia anche una valenza politica e sociale, che apra all'inclusione di nuovi attori all'interno della coalizione agente di partenza e che spinga verso una maggiore accettabilità sociale (anche in termini economici e ambientali) delle tecnologie energetiche di riferimento ed della visione di cambiamento ad essi correlata.

L'elaborazione teorica e l'osservazione sul campo rilevano aspetti di similarità, tutti i progetti rappresentano, infatti, dei laboratori sperimentali che vanno nella direzione di dimostrare se sia fattibile o meno la transizione da un sistema energetico basato

sulla dipendenza da fonti di origine fossile ad un sistema fondato principalmente su fonti energetiche rinnovabili, capillarmente diffuse ed ambientalmente sostenibili, e tutti in tempi differenti hanno affrontato i medesimi problemi; ma mostrano anche profonde difformità che si esplicitano nella presenza di differenze culturali ed istituzionali, in differenti politiche pubbliche in campo energetico finalizzate alla stabilizzazione delle tecnologie sottese alla produzione di idrogeno ed al suo uso, a diverse modalità di attuazione e di implementazione dei processi e delle ottiche di cambiamento ad essi sottese, ma soprattutto nella profonda diversità nel cardine interpretativo (politicamente e socialmente rilevante) sotteso alla tecnologia in analisi.

Rispetto alle osservazioni avanzate sui fattori socio culturali ed istituzionali del contesto ed all'analisi dei casi è ragionevole supporre che il problema, soprattutto per ciò che riguarda il caso nazionale, che fin dal suo incipit ha contemplato forme di partecipazione allargata, è rappresentato fondamentalmente dalla tendenza a leggere la tecnologia (per altro ancora solo evocata) come unico vettore di innovazione, senza tenere conto delle oggettive difficoltà (in termini di politiche pubbliche ed economiche) di tradurre la complessità delle tecnologie implicate nel progetto attraverso una visione condivisa all'interno della coalizione agente di riferimento da cui consegue una profonda difficoltà ad aprire il processo a forme di interessamento, prima, e di inclusione reale poi, con conseguenti resistenze sia a livello istituzionale che a livello degli stakeholders locali e della cittadinanza.

Indice

Introduzione	8
Capitolo Primo: Environmental crisis, scienze sociali e modernità riflessiva: c'è spazio per la partecipazione?	13
1.1 Crisi ecologica, modernità, post modernità e rischio	13
1.2. Ambiente, scienze sociali e modernità: un excursus delle teorie del rischio come cardine della questione ambientale	21
1.3 Politica, sub-politica e società civile nella società globale del rischio	27
1.4 Innovazione sociale ed innovazione tecnologica.....	32
1.5 Dall'alto verso il basso e viceversa: asimmetrie comunicative e spazio di partecipazione.....	34
Capitolo Secondo: Scienza, tecnologia e società: dalla tecnoscienza alla sociotecnica..	42
2.1 Tecnica, tecnologia e ambiente	47
2.2 Modello della diffusione tecnologica e fattori socio economici d'influenza.....	53
2.3 L'approccio sociotecnico.....	57
2.4 Il modello SCOT	59
2.5 L'approccio Actor Network Theory	64
2.6 Processi di traduzione, allineamenti e tradimenti: l'analisi di Callon	68
Capitolo Terzo: Metodologia, strumenti di rilevazione ed ipotesi della ricerca	71
3.1 Premessa.....	71
3.2 L'analisi qualitativa	73
3.3 Ipotesi della ricerca e descrizione dei casi di studio.....	79
Capitolo Quarto: Premessa all'analisi empirica: l'apertura della "controversia"	91
4.1 La controversia: modelli e tesi a confronto	94
4.2 Modello tecnologico fissile/fossile: "Cambiamento soft"	97
4.3 Modello rinnovabile: "Cambiamento large" e "Cambiamento hard"	102
4.4 La "formula tecnologica idrogeno" come oggetto secondario della controversia: risposta possibile?	107
4.5 La catena di approvvigionamento dell'idrogeno: produzione, distribuzione, consumo e perplessità.....	113
Capitolo Quinto: Un processo in embrione, l'embrione di un processo	116
5.1 Politiche pubbliche energetico/ambientali nazionali (Italia, Islanda e Danimarca)	119
5.2 Il processo di costruzione della scatola nera retorica, la "problematizzazione": perché l'idrogeno e come produrlo	137
5.3 La Gastrula tecnologica – Il progetto islandese ECTOS	138

5.4 La Blastula tecnologica – Il progetto danese H ₂ pia.....	153
5.5 Lo Zigote tecnologico: Peac.net e idrogeno, lo stadio della retorica.....	170
<i>Considerazioni finali - L'energia della politica, la politica dell'energia.....</i>	<i>192</i>
<i>Appendice. L'Energy Carrier del futuro: la “formula tecnologica H₂” come possibile risposta</i>	<i>201</i>
<i>Bibliografia</i>	<i>217</i>

“Esistono due modi di intendere il termine politica. Il primo e più convenzionale definisce la politica come un sistema di rapporti di potere gestito per lo più in modo professionale da persone in ciò specializzate, i cosiddetti politici[...]. Prima della formazione dello stato nazionale la politica aveva un significato differente[...]. Significava la gestione degli affari pubblici da parte della popolazione a livello comunitario; affari pubblici che solo dopo diventeranno dominio esclusivo di politici e burocrati.[...]”

(Bookchin, M., 1993)

Introduzione

L'analisi qui proposta si interroga sui problemi posti dall'approvvigionamento energetico e dalla sua gestione, a fronte di nuove tecnologie sostenibili che consentono non soltanto un superamento dei monopoli energetici, ma anche e soprattutto una gestione diretta della produzione d'energia da fonti rinnovabili e la potenziale trasformazione dell'utente/consumatore/dipendente in produttore autonomo, all'interno di un percorso di sviluppo locale sostenibile, come nei casi che prenderemo in esame il “palazzo comunale” a Soveria Mannelli (CZ) in Italia, un villaggio urbano in Danimarca, l'intera nazione in Islanda a partire dalla sperimentazione nella capitale Reykjavik.

Se da un lato, infatti, è fondamentale sottolineare la progressiva crisi energetica, ambientale e di gestione geopolitica, dovuta all'utilizzo ed al progressivo esaurirsi delle fonti di origine fossile, dall'altro assume un'importanza non trascurabile la scelta di una opzione energetica alternativa, che risponda sia alla necessità di ridurre le immissioni nell'atmosfera di gas climalteranti, in particolare l'anidride carbonica, sia all'esigenza di far fronte alla paventata difficoltà d'approvvigionamento di combustibile, anima dello sviluppo economico degli ultimi due secoli.

Centrale rispetto alle tecnologie energetiche ed all'utilizzo di fonti alternative associate a vettori sperimentali è la questione della gestione decentrata e autonoma delle fonti stesse. E', infatti, proprio a questo punto che spesso si rende manifesto lo scontro nella struttura di interessi ormai consolidati rispetto all'uso delle fonti fossili, specialmente in realtà politiche come la nostra dove la gestione dell'energia è sempre stata di tipo centralizzato.

I casi analizzati sono il progetto islandese ECTOS (*Ecological City TranspOrt System*), quello danese H₂pia ed il PEAC.net a Soveria Mannelli in Italia.

Attraverso la comparazione di questi tre casi, è stato possibile analizzare la questione di un possibile cambiamento energetico e della controversia ad esso collegata, a partire da un complesso di tecnologie finalizzate alla produzione/estrazione ed all'utilizzo del vettore energetico idrogeno, che perciò identifichiamo come una "formula tecnologica". I nostri tre casi di studio, infatti, hanno in comune essenzialmente la volontà, sperimentale in Islanda, progettuale in Italia e Danimarca, di diventare laboratori a cielo aperto di una "transizione energetica possibile", attraverso l'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili applicate all'estrazione dell'idrogeno dalla molecola dell'acqua tramite un processo elettrolitico.

Da queste considerazioni è apparso cruciale da un lato inquadrare il concetto di autonomizzazione (da chi, da che cosa e come) e dall'altro identificare le persone, o i gruppi di persone, che rappresentano la coalizione agente che porta avanti il progetto, se e come questi si "mettono insieme" per creare forme di rete al fine di aprire un processo di traduzione/traslazione della tecnologia. All'interno della ricerca, infatti, di fondamentale importanza appare essere il ruolo sociale della tecnologia. Quali sono i processi che portano una tecnologia (o la tecnologia nel senso più ampio del termine) a diventare ciò che è, ossia un insieme flessibile di significati ad essa attribuiti di volta in volta dagli attori, ma anche materialità, solidità, insieme di conoscenze anteriori e future, vincoli (anche materiali) a cui gli attori possono decidere di aderire, o meno, o anche adattare alle proprie esigenze (Pellegrino, 2004); chi o cosa spinge alla stabilizzazione temporanea della tecnologia.

Una delle domande che ci siamo posti, è quanto politica ed *expertise system* contribuiscono alla formazione non solo dell'"immaginario tecnologico" che possa spingere verso o contro determinate tecnologie, ma anche alla formazione di politiche pubbliche che riguardano l'ambiente e la sua salvaguardia; e soprattutto in che modo e quali sono i tempi di "apertura" nel processo decisionale alla partecipazione della cittadinanza coinvolta dalle politiche medesime?

In merito alle politiche e all'importanza della perdita di neutralità da parte della scienza e del sistema esperto, spesso ad esse collegate, ci siamo chiesti qual è il ruolo

della tecnologia (e della relativa innovazione tecnologica) nella definizione delle politiche di sviluppo e di salvaguardia dell'ambiente; qual è l'impatto della tecnologia a livello sociale ed a livello ambientale e soprattutto che ruolo gioca la comunicazione esperta e politica dell'innovazione tecnologica nei processi di definizione, accettazione sociale e diffusione della stessa?

Questo tipo di domande appaiono ancora più stringenti e rilevanti, in particolare da chi lavora nell'ambito delle scienze sociali, vista la "consapevolezza riflessiva" di essere continuamente esposti ad una condizione permanente di rischio (Beck et al. 1994), legata anche all'eccessiva fiducia nelle capacità e nelle potenzialità della tecnologia, e che l'unica certezza è rappresentata dall'incertezza. Il dibattito sull'insostenibilità ambientale del modello di sviluppo occidentale, nonostante tentativi di porvi rimedio più di forma che di sostanza, rimane tuttora aperto; così come ci si trova spesso di fronte ad uno scenario costellato da conflitti di competenze sia nella regolazione sia nella gestione del rischio.

L'ipotesi che ha guidato la ricerca è che i processi di partecipazione attorno ad un'innovazione tecnologica non si attivano se non sono sostenuti da innovazione sociale, che consenta di sfruttarne le potenzialità in termini di democrazia, che nel nostro caso potrebbe esplicitarsi anche nella gestione decentrata e diretta dell'energia, rafforzando la tesi secondo la quale l'innovazione è un processo sociale e non un semplice evento legato al vettore tecnologico (Sivini, 1991; 8). Partecipazione che può essere intesa anche come inclusione nel processo di sviluppo di una determinata tecnologia indotta/correlata da/a processi comunicativi chiari ed efficienti tra diversi livelli (sistema scientifico, politico, economico e sociale).

A partire da questa ed attraverso gli approcci teorici costruzionisti della *Social Construction of Technology* e dell'*Actor Network Theory*, e dunque dalle produzioni teoriche di Bijker et al. da un lato e Latour e Callon dall'altro, con le opportune varianti di tipo metodologico dovute alla specificità dei casi oggetto d'analisi, abbiamo analizzato il modo in cui, attraverso differenti approcci comunicativi, in tutti i casi si è tentato, in maniera più o meno esplicita, di costruire un immaginario

tecnologico condiviso che permettesse una maggiore diffusione delle tecnologie in analisi, sia di ricostruire una coalizione agente in grado di allineare interessi a partire dalla presenza, ma anche dall'assenza, di politiche di regolazione energetica anche in chiave ambientale.

Da qui abbiamo identificato i diversi progetti come “*steps*” di un medesimo processo di cambiamento in embrione definendo il progetto PEAC.net di Soveria Mannelli come lo “**Zigote Tecnologico**” (o fase della retorica), ovvero come il “**momento primo**” nella costruzione dell'immaginario riferito “alla formula tecnologica idrogeno”: il momento della tecnologia evocata, o ancora evocata, intrisa di una forte componente retorica, lo stadio in cui il discorso politico tenta di costruire ex novo l'immaginario tecnologico facendo dell'innovazione tecnologica il suo vessillo; il caso di H₂pia in Danimarca e del progetto islandese rappresentano due stadi “geneticamente” più avanzati, tenendo presente che partono da presupposti socio-economici molto diversi. La “**Blastula tecnologica**” H₂pia (stadio di dimostrazione secondaria) rappresenta, nella nostra interpretazione, il tentativo di reinterpretare l'ambiente urbano a partire dall'energia, dalla sua disponibilità in forma altra; il momento in cui il passaggio dal retorico al materiale è ancora *in itinere* e la dimensione della strategia di comunicazione della tecnologia appare centrale, forte della relativa stabilità all'interno del contesto nazionale dell'energia eolica; la “**Gastrula Tecnologica**” (o stadio di dimostrazione primaria), ovvero il progetto islandese (ECTOS), rappresenta uno “stadio evolutivo” successivo che mira alla completa indipendenza dalle fonti di origine fossile liberando, attraverso il vettore idrogeno, l'ultima “colonia” del petrolio sull'isola, il settore dei trasporti e della pesca, appoggiato da un contesto socio-politico che ha già attraversato due transizioni energetiche e l'utilizzo “domestico” delle fonti energetiche rinnovabili ha ormai raggiunto una dimensione rilevante.

Il percorso espositivo è così strutturato:

Nel primo capitolo abbiamo circoscritto le teorie sociologiche che hanno definito il concetto di crisi ambientale nell'ambito delle teorie della modernizzazione e della società del rischio.

Nel secondo capitolo ci siamo soffermati sul concetto di tecnica e di tecnologia analizzando il passaggio dalle teorie della tecnoscienza alle teorie della costruzione sociale della tecnologia, fino ad arrivare alla definizione di processo di traduzione della tecnologia.

Nel terzo capitolo abbiamo definito la metodologia utilizzata durante il percorso di ricerca, esplicitando altresì l'ipotesi ed il relativo obiettivo cognitivo.

Quarto e quinto capitolo rappresentano, infine, la parte dedicata alla ricerca empirica. Nel quarto capitolo abbiamo innanzitutto individuato qual è la controversia aperta in merito alle possibili tecnologie che dovrebbero accompagnare una transizione energetica, definendo quali ottiche di cambiamento (*soft, large o hard*) accompagnano ciascun modello tecnologico, inserendo la controversia secondaria, ovvero il possibile utilizzo del vettore energetico idrogeno ed i problemi ad esso connessi.

Nel quinto abbiamo definito ed analizzato i casi di studio individuando per ciascuno di essi, la coalizione agente, le competenze agite da ciascuna maglia della rete, i problemi affrontati per alcuni e che si stanno affrontando per altri ed infine l'immagine socio-politica che si dà dell'attante tecnologia e qual è la struttura di riferimento del programma di azione.

Abbiamo, inoltre, descritto in appendice le fonti energetiche (fossili, fissili e rinnovabili) e le tecnologie (elettrolisi, *steam reforming* ecc) sottese alla produzione/estrazione ed all'utilizzo (celle a combustibile) della formula tecnologica idrogeno.

“La società vive dopo la fine della natura”
(Giddens, A. 2000:41)

*“Non c'è mai stata un'epoca che non si sia sentita a suo modo moderna,
con lucida coscienza di stare nel mezzo di una crisi decisiva. Per questo
ogni epoca si presenta come irrimediabilmente moderna. Tuttavia il “moderno”
è sempre diverso nel senso in cui sono diverse le varie figure di un caleidoscopio.”*

Walter Benjamin

Capitolo Primo: *Environmental crisis, scienze sociali e modernità riflessiva: c'è spazio per la partecipazione?*

1.1 Crisi ecologica, modernità, post modernità e rischio

“In natura nulla si crea, nulla si distrugge ma tutto si trasforma” è il postulato della prima legge della termodinamica - ma, in un mondo dove a “creare” sono spesso ormai gli esseri umani e la tecnologia, cosa rimane di naturale?

L'atteggiamento costruttivista della scienza nei confronti della natura ed il profondo legame che si è instaurato tra scienza e tecnologia ha spinto sempre di più nella direzione di considerare la natura come un oggetto puramente utilitaristico per il genere umano.

Lo scienziato non imita la natura, non si limita a riprodurla, bensì la ricostruisce cercando di costringerla in modelli esplicativi. La stessa conoscenza del mondo diventa costruzione tecnologica e la scienza medesima attraverso le proprie procedure interne diventa tecnologia.

Il “sapere” si trasforma gradualmente in “saper fare” e questo man mano in “far sapere” attraverso politiche di marketing scientifico, politico e culturale.

In una realtà come quella in cui viviamo in cui non si sa davvero cosa si mangia, in cui in cui l'ingegneria genetica crea esseri viventi completamente “uguali” attraverso la clonazione degli embrioni, in cui le piogge acide vanno ad intaccare profondamente ogni luogo in ogni dove, è difficile continuare a pensare al concetto di natura e di ambiente così come per secoli ce lo siamo rappresentati. *La*

società – dice Giddens – *vive dopo la fine della natura* (Giddens, 2000, 41); ovviamente con ciò l'autore non si riferisce alla cancellazione del mondo fisico, ma al fatto che restano ben pochi gli aspetti dell'ambiente circostante che non siano in qualche modo stati toccati ed intaccati dall'attività antropica.

“Gran parte di ciò che consideravamo naturale non è più completamente tale, sebbene – aggiunge – non possiamo essere mai sicuri del confine tra le due condizioni”. (Giddens 2000, 41)

Se Cutton e Dunlap potevano ancora distinguere tre dimensioni dell'ambiente, come *“costruito, semi-costruito e selvaggio”*, questa distinzione perde di significato nel momento in cui ci si rende conto che la *longa manus* del genere umano è riuscita, attraverso la tecnologia, a raggiungere anche gli angoli più remoti della terra, quei posti che siamo abituati a pensare come lo stereotipo della natura selvaggia¹.

E' proprio a questo atteggiamento della scienza ed alla conseguente aggressività nei confronti della natura, dovuta anche all'eccessiva fiducia che si ha nella tecnologia, che si può imputare in parte la crisi ambientale che stiamo attraversando. Insieme a questo, poi, non bisogna trascurare quei fenomeni che potremmo definire come *“stili o modelli di produzione e di consumo”*.

“La causa principale del continuo deterioramento dell'ambiente consiste nei modelli insostenibili di produzione e di consumo in particolare delle nazioni industrializzate”, si legge nel piano d'azione per lo sviluppo sostenibile Agenda 21, pubblicato nel 1992 al termine del Vertice di Rio de Janeiro, che rappresentava, allora, la presa di coscienza politica del mondo nei confronti della crisi ecologica e come l'impegno a fronteggiarla e risolverla.

A distanza di decenni, però, si può sicuramente affermare che questo non solo non è accaduto, ma anche e soprattutto che l'ambiente è sempre più *“malato”*².

¹ Basti pensare a questo proposito alla maledizione senza fine dei prodotti chimici organici, che possono arrivare fino all'uomo sia attraverso la catena alimentare, dall'insetto al suo predatore fino ad arrivare al predatore supremo, sia attraverso il terreno defluendo (e confluendo) nelle acque sotterranee e di superficie.

² Ci teniamo a sottolineare, nonostante appaia banale, che gli impegni assunti dai paesi firmatari di Agenda 21 non solo sono stati elusi, o anche aggirati, ma che si è teso a sottovalutare il monito

Ancora più grave è che si è continuato a trattare un problema di portata drammatica come una semplice disfunzione del sistema da potersi controllare attraverso provvedimenti estemporanei come ad esempio modeste tassazioni, livello di inquinamento consentito, qualche innovazione tecnica etc. E quando si è tentato di proporre qualcosa di “più significativo”, come è accaduto nel 1997 a Kyoto, le massime potenze hanno opposto un netto rifiuto, incuranti dello sconvolgimento degli ecosistemi, preoccupate solo di difendere le loro economie. Da nessuna parte è arrivato il tentativo di affrontare quelle che Agenda 21 aveva identificato come le cause prime del *Global Warming*. La cosa d'altronde non dovrebbe sorprendere considerato che viviamo in una società in cui l'economia ha assunto una posizione di indiscussa centralità, fino ad arrivare ad orientare e condizionare comportamenti e scelte, individuali e collettive, imponendo come obiettivo prioritario l'aumento del PIL, cioè l'accumulazione del plusvalore. Una produzione in continua crescita, dunque, non importa di cosa, in risposta a quali bisogni e con quali conseguenze, e la moltiplicazione dei consumi, non importa se necessari, utili, superflui o dannosi.

Di fatto il tremendo guasto dell'ambiente è il prodotto di una società pienamente assimilata alle logiche economiche che ad esse conforma il proprio modo di agire e di pensare.

Si tende a trascurare che il pianeta terra è una quantità finita, cui non si può chiedere di alimentare un'economia in espansione illimitata, fornendole la base materiale, cioè la quantità di natura (minerale, vegetale o animale) indispensabile alla produzione, e assimilando, poi, i rifiuti solidi, liquidi o gassosi che ne derivano.

La crisi ecologica, secondo Pellizzoni (De Marchi, Pellizzoni, Ungano 2001: 90) viene spesso indicata come uno degli elementi caratteristici del passaggio dalla modernità alla post modernità. Se durante la “modernità” la scienza guadagna sempre di più spazio in quanto impresa volta alla conoscenza della natura e delle sue leggi, conoscenza che consente il dominio della natura stessa; con la post-modernità si fanno strada prospettive etiche che rigettano l'antropocentrismo dominante della cultura occidentale e si cerca di gettare le basi per una più equilibrata relazione con la

principale contenuto nel documento, ossia la necessità di una ridefinizione del modello di produzione e consumo dell'occidente.

natura. Essa è la conseguenza di una società che tende ad ignorare il mondo fisico e che pretende di dominarlo e farlo diventare merce, oggetto di scambio misurabile in denaro; il mondo appare senza altri orizzonti che non siano consumo e profitto, in un modello economico che affonda le proprie radici sulla rapina della natura e sulla disuguaglianza sociale. Basti pensare, infatti, che il 20% della popolazione mondiale consuma il 70% di energia e di acqua.

La pretesa di spacciare la crescita del PIL, come una politica capace di sconfiggere la fame, appare inaccettabile se si tiene conto che è stato proprio durante gli anni di massima crescita del prodotto interno lordo che si è acuita la distanza tra ricchi e poveri non solo in ambito internazionale ma anche all'interno dei paesi più ricchi stessi.

Non bisogna, poi, trascurare un'altra verità di non poca importanza: il modello di consumo occidentale oltrepassa ampiamente la capacità di carico (*carring capacity*) del pianeta, per cui non è pensabile (né tanto meno auspicabile) diffonderlo in tutto il mondo. Per poterlo fare ci sarebbe bisogno, in media, di quasi altri tre pianeti come la terra (Chambers, Simmons, Wackernagel 2000).

Un'altra questione che bisogna affrontare è che le entità su cui computare i danni del dissesto ambientale, dovuto alle decisioni umane, non sono solo gli individui, ma tutto il genere umano presente e futuro³. Proprio per questo le questioni ambientali assumono sempre più un carattere globale e globalizzante.

Il cambiamento del clima genera previsioni apocalittiche sul destino della specie umana ed è un problema che per essere affrontato necessita dell'interazione di diversi attori portatori e sostenitori di interessi forti e altamente contrastanti.

Porre il problema delle conseguenze ambientali dell'attività antropica implica imprescindibili capacità tecniche al fine di effettuare le analisi necessarie; oltre che la necessità di creare le basi culturali e politiche per affrontare il problema e la creazione di reti per una eventuale mobilitazione contro interessi economici e sociali ormai consolidati.

³ Quello che Daniele Ungano in "Democrazia ecologica" (2004), definisce, riprendendolo da Latour, "collettivo ibrido", intendendo con questo termine non solo gli individui, ma anche le generazioni future e gli attori non antropici, clima ed animali. Anche se già nel rapporto Brundtland le "generazioni future" venivano identificate come categoria da tenere in considerazione.

Le problematiche di natura ambientale sono forse l'esempio più lampante di quel fenomeno che Giddens (1990) definisce *stretching* della vita sociale nel tempo e nello spazio. Tutte le scelte che riguardano la nostra quotidianità, infatti, sono prese altrove e da qualcun altro; la vita di ciascun individuo, *hic et nunc*, è profondamente influenzata e condizionata da decisioni prese in contesti d'azione avulsi dalla sua realtà quotidiana ma che hanno nel contempo la capacità di condizionarne lo svolgersi presente e futuro, acuendo quello che lo stesso autore definisce "insicurezza ontologica"; oltre alle conseguenze psicologiche dell'insicurezza non devono essere, poi, trascurati i problemi che il fenomeno dello *stretching* pone riguardo all'organizzazione sociale: a fronte di mercati sempre più globalizzati, assistiamo, infatti, al permanere delle competenze dello Stato Nazione riguardo all'ambito decisionale dell'azione politica, mentre l'identità culturale è di pertinenza locale. Di fondamentale importanza diventa, dunque, la questione della regolazione e della governabilità dei processi.

L'insicurezza per sua definizione genera ansietà e ciò spinge spesso ad una reazione; l'ambiente, poi, e le problematiche che pone nel medio-lungo periodo è un tema sempre più difficile da affrontare e le reazioni che suscita vanno dal più cinico disinteresse alla protesta accesa, in cui la negoziazione appare difficile e i compromessi assolutamente inaccettabili. Ovviamente l'ampiezza e lo spalmarsi nel tempo dei processi che determinano l'*Environmental crisis* richiedono una grande capacità gestionale, sia politica che organizzativa con un ricorso sempre più frequente alla conoscenza scientifica ed alla tecnologia, sia di produzione che di controllo dei processi.

L'importanza di azioni, anche parziali e localmente limitate, su problemi ambientali, come ad esempio le politiche per il risparmio energetico ed il ricorso a fonti energetiche eco-sostenibili, risulta un tassello fondamentale nel mosaico di politiche ambientali nazionali; basti pensare, a tal proposito all'importanza che potrebbe assumere la creazione di impianti di produzione energetica periferici autonomi che farebbero diminuire la necessità di ricorrere a tecniche di produzione con forti impatti ambientali.

Se è vero che la questione ambientale occorre di approcci per lo più globali e di soluzioni generalizzate; ciò, tuttavia, non esclude che nel momento in cui si ammette che l'ambiente stabilisca anche la qualità della vita, questo tema sia di pertinenza di quegli enti locali, come comuni, province e regioni, che rappresentano un ambito decisionale rilevante nella promozione di azioni regolative dell'uso delle risorse ambientali. La regolazione dell'interazione genere umano-ambiente è strettamente connessa al modello di sviluppo seguito.

La questione ambientale, al pari di altre questioni di rilevanza collettiva, può essere oggetto di discussione e di decisioni che si muovono in una direzione meramente *top-down*, dall'élite di decisori, cioè, verso la collettività per cui tali decisioni sono vincolanti, ovvero il processo di governo e di attuazione di scelte può implementare una dimensione partecipativa di tipo orizzontale, atta a rendere la collettività informata, capace di prendere posizione e di tradurle in decisioni politiche. Sono modelli diversi, non necessariamente alternativi ma, a mio avviso, piuttosto complementari. Il primo approccio prevede una gestione complessiva e globale dei problemi, mentre il secondo contempla la partecipazione attiva degli attori locali (*stakeholders* locali) che non trascuri le condizioni particolari del contesto, ma che proprio in considerazione di queste bio e socio diversità raggiunga delle soluzioni che, per quanto parziali possano apparire, diano degli *inputs* importanti alla soluzione globale del problema affrontato.

I problemi ambientali tendono ad interessare, proprio per il loro carattere globale, tutte le società, sviluppate e non, anche se le reazioni che suscitano sono diversissime tra di loro, e questo vale sia in generale, sia se il discorso è di carattere locale.

“Se l'inquinamento dell'aria è una realtà provata, prodotta dagli esseri umani e da essi misurata, il rischio che ne deriva- scrive Ulrich Beck- è come nei calcoli di probabilità o nelle simulazioni di incidente, direttamente correlato alle definizioni culturali ed agli standard in base ai quali si ritiene una vita accettabile o tollerabile” (Beck in Pieroni, O. 2002: 145).

Ovviamente, nella definizione di crisi ecologica il fattore inquinamento occupa un posto cruciale, ma non di meno vengono trascurate le conseguenze, passate, presenti e future, di tutta l'attività antropica.

Lo stile di vita moderno, infatti, imperniato di tecnologia in ogni suo atteggiamento ha sempre di più fatto crescere la consapevolezza che le conseguenze di ogni singola azione tendono a manifestarsi su scala globale, creando delle interferenze profonde con i processi chimico-fisici di origine naturale. A questo proposito basti pensare a quello che viene definito *global warming*, ed al riscaldamento globale dell'atmosfera, direttamente ed indirettamente correlato con l'approvvigionamento delle fonti energetiche. Le società moderne hanno instaurato con la natura un rapporto basato sul tentativo di piegarla al fine di raggiungere il tanto desiderato "sviluppo". Lo stesso sviluppo tecnologico ha avuto come presupposto quello di interpretare la natura come un intreccio di cause ed effetti, che potevano, e possono all'occorrenza, essere modificati dall'intervento umano.

Abbiamo da un lato sistemi sociali che assumono un compito di sempre più ampio intervento sull'ambiente esterno, per poi tentare di plasmarlo; dall'altro si giunge ad un rapporto società/natura come naturale conseguenza della società stessa.

Tutto viene considerato direttamente proporzionale alla quantità ed alla qualità delle decisioni che vengono assunte dai singoli o da più soggetti; le decisioni e le scelte di intervento comportano delle conseguenze sull'ambiente che verranno, nel linguaggio della società contemporanea, interpretate sulla base di alcune categorie, tra le quali riconosciamo anche quella del rischio.

Questa categoria è, ovviamente, amplissima e va dai rischi derivanti da una decisione di tipo economico ai rischi socio-ambientali di una decisione o da una "non decisione" di carattere politico. Entrambi i casi citati derivano dal compiere o meno delle scelte che possono produrre effetti potenzialmente positivi, ma anche negativi, che andranno a ricadere sia sul soggetto decisore, o sui soggetti decisori, che su terzi. Da qui nasce la distinzione tra il concetto di rischio ed il concetto di pericolo; infatti mentre un pericolo può essere imputato a fattori prettamente esogeni al sistema sociale; il rischio per dirla con Luhmann:

“Interviene nel momento in cui si prendono decisioni che già in partenza presentano qualche probabilità che ci si possa pentire di averle prese, nel caso in cui subentrino dei danni” (Luhmann, 1986).

Proprio perché il rischio è attribuibile all'attività decisionale dell'attore esso è tipico delle società moderne nelle quali i campi in cui si è costretti a prendere decisioni che in seguito produrranno delle trasformazioni aumentano in maniera esponenziale; le alternative si moltiplicano a dismisura e così anche la possibilità di scegliere e di decidere.

Il rischio è dall'umanità stessa costruito (*manufactured risk*) nella distanza interposta fra il complessivo sistema ambiente e l'autosistema della tecnica: è questo gap che rende inevitabile il rischio e con esso l'insicurezza e l'incertezza; è proprio questo gap il più evidente “*latent side effect*” (effetto latente correlato) indotto dal progresso scientifico che “*quanto più calcolano razionalmente, tanto più rendono complessa la costruzione del calcolo e incerto il futuro*” (Luhmann, 1991: 39)⁴.

All'aumento dei rischi, però, non corrisponde un'altrettanta capacità di controllo del futuro. Per Luhmann lo stesso tentativo di prevenire i rischi, cercando di controllare gli effetti delle nuove tecnologie sulla natura, si traduce in una sempre maggiore complessità delle tecnologie stesse con la conseguente ricerca di nuove alternative, fonte a loro volta di incertezza e rischi. Una difficoltà maggiore, poi, viene ad identificarsi nel fatto che sono scarse le possibilità di identificare esattamente le decisioni da cui il rischio dipende.

Beck(1986) afferma che si è passati dalla società di classe alla società del rischio, dove le decisioni non vengono prese dai singoli, ma da organizzazioni economiche e politiche, anche e soprattutto perché la valutazione dei rischi intrinseci a decisioni di una certa portata presuppone una conoscenza tecnico-scientifica dei rischi medesimi. Nel momento in cui i rischi si moltiplicano ed assumono una dimensione globale, non più circoscritta o delimitabile ci si accorge di non esserne immuni, le minacce nucleari o chimiche, infatti, o qualsiasi altro tipo di catastrofe

⁴ Anche Giddens in “Il mondo che cambia. Come la globalizzazione ridisegna la nostra vita”, il Mulino, 2000, opera una netta distinzione tra rischio esterno (*external risk*), ossia il rischio proveniente dagli elementi fissi della natura e della tradizione, e rischio costruito (*manufactured risk*), riconducibile all'impatto della conoscenza manipolatoria sulla natura da parte del genere umano.

ecologica non si arresta di fronte ai confini amministrativi degli Stati, né alcuno può sentirsi immune o in alcun modo protetto dalla minaccia imminente.

La società del rischio è quella società che viene caratterizzata dal continuo confronto con problemi derivanti dall'uso industriale ed intensivo delle grandi tecnologie, ma non solo di questo si tratta, secondo Privitera (2004), infatti:

“Di recente Beck ha esteso il termine rischio ad altri fenomeni sociali (di dimensioni globali) come l'incertezza dovuta ai processi di individualizzazione o le minacce rappresentate dal terrorismo internazionale” (2004: 33).

Comunque la caratteristica di fondo della società del rischio rimane sostanzialmente la vulnerabilità delle società complesse, soprattutto sotto il profilo della tecnologia.

1.2. Ambiente, scienze sociali e modernità: un excursus delle teorie del rischio come cardine della questione ambientale

Tecnologia, rischio (probabile o accettabile), incertezza, regolazione pubblica ed “impatto” sull'ambiente rappresentano le parole chiave che hanno guidato buona parte della letteratura sociologica contemporanea.

La necessità, però, di una chiara definizione del soggetto/oggetto analizzato, l'ambiente⁵ appunto, appare quantomeno complicata se si tiene conto che per definirlo si deve partire dalle profonde connessioni che legano questioni non solo di natura ecologica/ambientale, ma anche sociale, economica e politica e dunque computare nell'analisi non solo una “parte”, ma anche la somma delle parti e la sua totalità (il Tutto spesso differente dalla semplice somma delle parti), analizzando non solo le tensioni, ma anche il problematico rapporto tra il genere umano ed il suo ambiente, laddove il primo è in grado di modificare l'altro a seconda delle proprie

⁵ Basti pensare alle poliedriche e sfaccettate definizioni di ambiente che si possono riscontrare all'interno della letteratura sociologica, da Durkheim a Simmel (che comunque non parla mai direttamente di ambiente, quanto piuttosto di “*categoria dello spazio costitutiva dei fenomeni e dell'esperienza sociale*” (Mela, Belloni, Davico 1998: 51)), dalla scuola di Chicago a Goffmann, da Luhmann al Paradigma ecologico di Cutton e Dunlap e così via fino alla nascita ed allo stabilizzarsi della Sociologia dell'ambiente (*Environmental Sociology*) come disciplina accademica.

esigenze ed il secondo, che contiene di fatto il primo, è capace di influenzarne e determinarne nel contempo l'esistenza materiale.

La società oggi viene messa in discussione dagli stessi effetti che essa stessa ha causato nel suo ambiente (Luhmann, 1992). Basti pensare, ad esempio, al repentino e crescente bisogno di risorse non riproducibili, ai diversi fenomeni di crisi che dilagano e strisciano al suo interno, alla rischiosità immanente. In questo modo la società è costretta non soltanto a modificare l'ambiente, in maniera più o meno definitiva, ma mina alla base i presupposti della sua stessa esistenza. Fino a non troppo tempo fa la "natura", così come da sempre la pensiamo, era considerata di esclusiva pertinenza della biologia, qualcosa di esterno alla società, che rappresentava, invece, il campo d'azione delle scienze sociali. Sempre di più, però, ci si rende conto che questa "divisione dei compiti", la scissione tra natura e cultura, risulta incapace di spiegare l'esistenza di quelli che Latour definisce "ibridi natural/culturali" sempre più presenti nel quotidiano, che siano essi organismi geneticamente modificati, embrioni congelati o sistemi esperti.

Alla luce della categoria del rischio perde la sua pregnanza la stessa "idea platonica" di "natura" che appare sempre di più come una mera costruzione linguistica, un'"ancora immaginaria" (Beck 1995; 39) che occulta il fatto che il problema ecologico entra di fatto nell'elenco dei problemi sociali rilevanti.

Il concetto di rischio, scrive Beck, è:

"il moderno approccio per prevedere e controllare le conseguenze future dell'azione umana, i vari effetti indesiderati della modernizzazione radicalizzata." (Beck 1999, 13)

L'interconnessione tra la globalità dei rischi ed i rischi della globalizzazione induce a chiedersi se può ancora valere la distinzione tra rischio assoluto e rischio percepito⁶.

Le opportunità della globalizzazione, infatti, possono indurre dei rischi, ma anche opportunità non completamente sceve da effetti perversi. L'idea di rischio, afferma Beck, non è necessariamente correlata ai danni che si sono effettivamente

⁶ *Absolute risk e perceived risk.*

verificati, non necessariamente e sinonimo di disastro⁷; altresì i rischi implicano una distruzione potenziale o almeno la sensazione (o percezione) comune che possa avvenire un disastro. L'intrinseca propensione del genere umano a cercare nuove frontiere sfidando l'ignoto è sorretta e, allo stesso tempo, limitata dalla consapevolezza del rischio che fa perdere la sua pregnanza anche alla tradizionale fiducia nella scienza e nella sua mano artificiale (la tecnologia).

Il regime del rischio è profondamente connesso con il processo decisionale di natura sia amministrativa che tecnica e si riferisce fundamentalmente ad una sorta di stato intermedio tra sicurezza e distruzione potenziale; la percezione di una minaccia per l'esistenza (collettiva o individuale) induce a pensare e ad agire (Beck 2001, 153) all'interno di uno spazio compreso tra il non più ed il non ancora. Finita l'epoca della sicurezza atavica e della cieca fiducia, che non è neanche disastro la sociologia del rischio appare come una scienza di potenzialità e di probabilità. Si pensa al rischio in termini di realtà, o meglio di realtà *in fieri*, di rischio virtuale (nell'accezione di virtuale di Pierre Lévy)⁸ che, però, non può essere compreso a prescindere dalla sua materializzazione in determinate mediazioni, siano esse scientifiche, economiche, politiche o divulgative.

Esempi chiari della mediazione culturale del rischio da parte dei media elettronici e dei mercati finanziari sono la crisi della BSE in Gran Bretagna qualche anno fa e l'aumento incessante del costo del greggio oggi. In questi frangenti i media e l'informazione al pubblico che ne deriva mettono in relazione sfere di competenza differenti, come politica, scienza e cultura consumistica popolare rendendo visibile "l'invisibilità del rischio". Il "farsi reale" di un rischio attraverso immagini computerizzate o martellamenti mediatici e la diffusione capillare e globale di queste informazioni è direttamente correlato con la mediazione simbolica che ne consegue.

⁷ Se così fosse *tutte le compagnie sarebbero prima o poi costrette a dichiarare bancarotta* (Beck 2001; 153).

⁸ Virtuale (dal latino *virtualis* che viene da *virtus* = forza, potenza) non è una categoria che si oppone al reale; il virtuale è un nodo problematico, perché ha dentro di sé tutte la potenzialità da cui può scaturire l'essere in una sua entità specifica. (Pierre Lévy, "Dal reale al virtuale http://www.hackerart.org/corsi_fm03_esercitazioni/ pecorini /Interviste /5_interviste.htm, pagina visitata il 10/08/2005. Il virtuale, come afferma lo stesso autore, è il reale in potenza e perciò potenzialmente reale.

“Ora che “noi” sappiamo – dice Beck – che ci sono rischi possibili, “noi” ci troviamo di fronte a delle responsabilità [...]che assume la forma di una decisione” (Beck 2001, 154)

Ogni rischio presuppone delle decisioni e delle non decisioni (Bachrach, Baratz 1986)⁹, ma se in passato queste decisioni erano basate su dei canoni di calcolabilità prestabilita che in qualche modo mettevano in relazione cause ed effetti oggi il concetto di società globale del rischio esclude sia forme di certezza e di sicurezza in senso stretto, si fondono irreparabilmente ambiti prima autonomi. Il rischio è, di fatto, diventato artefice fondamentale di mobilitazione sociale e non di rado sovverte i valori di riferimento di una comunità. Tutto ciò mette in sempre maggiore evidenza come la consapevolezza di vivere nel rischio e nell'incertezza metta in discussione i ruoli ed i giochi di potere; a chi spetta definire la rischiosità di un prodotto o di una tecnologia? Attraverso un unico concetto si fonde l'immaterialità delle definizioni mediate e contestate con la materialità del rischio prodotto dagli esperti e dalle industrie in tutto il mondo.

“Nella società globale del rischio- dice Beck- settori apparentemente irrilevanti dell'azione e dell'intervento politico stanno acquisendo un rilievo fondamentale e mutamenti apparentemente di “poca importanza” producono di fatto trasformazioni basilari a lungo termine nel gioco di forza della politica del rischio” (Beck 2001, 14).

Le scienze sociali e la politica in generale si trovano di fronte alle sfide della crisi ecologica, che ormai possono definirsi senza problemi di dimensioni globali, locali e personali.

L'assenza di sicurezza per la propria persona inibisce, per Baumann (1999), la disposizione ad assumere i rischi necessari per promuovere il mutamento e fanno assurgere il rischio stesso come elemento predominante.

Tutto questo rende sempre più palese il paradosso secondo cui le conquiste ottenute con il progresso scientifico, sociale ed economico aumenta i limiti delle possibilità dell'azione antropica, svelando nel contempo il rovescio della medaglia dello sviluppo moderno, ovvero il concretizzarsi di rischi che il capitalismo credeva

⁹ Per non decisione mi riferisco alla tendenza a rimandare nel tempo decisioni di carattere strategico per interessi di carattere economico o pressioni di tipo politico.

di aver calcolato e la difficoltà dell'individuo e della società a muoversi fra le innumerabili possibilità che si presentano, specie su scala globale, sempre più complesse ed illeggibili rispetto al futuro.

La logica del rischio capovolge rapporto tra passato, presente e futuro. Il passato non rappresenta più una guida per il presente ed il suo posto viene assunto dal *feri*, da ciò che non esiste (ancora), ma che nella logica della rischiosità immanente potrebbe non accadere se si seguisse la stessa strada di sempre. I rischi e la percezione dei rischi rappresentano, per Beck (2001, 157), le “conseguenze indesiderate” della logica del controllo che ha dominato la modernità; la tensione al controllo ed all'ordine cara a Parsons perde di significato e diventa fittizia con l'avvento della cosiddetta “*World Risk Society*”; quanto più, infatti, si tenta di controllare il futuro tanto più esso si sottrae al controllo, i rischi non possono più essere “esternalizzati” e questo li rende sempre di più una questione di carattere politico.

Le incertezze prodotte, diretta conseguenza dell'industrializzazione della natura, hanno fatto cadere il mito moderno del controllo dell'umanità sulla natura mediante il progresso tecnologico e scientifico, che pur realizzandosi, in maniera più o meno evidente, ha indotto processi irreversibili che rendono incerta la stessa sopravvivenza della specie umana.

L'innalzamento delle temperature e conseguente scioglimento delle calotte polari, innalzamento del livello dei mari, impoverimento della biodiversità, aumento/scarsità delle precipitazioni ed l'acuirsi degli eventi climatici estremi, deforestazioni ecc., questo è il quadro prospettato da diverse agenzie scientifiche internazionali¹⁰ per il prossimo futuro, accanto a questo non meno importante è rendersi conto della profonda e radicata disuguaglianza nella distribuzione della ricchezza e delle risorse mondiali. Tutto questo mostra sempre di più la drammaticità ed i limiti dell'incidenza antropica sui processi naturali e sociali e rende l'incertezza un elemento intrinseco nella coscienza dell'*homo sentiens*.

Il rischio si associa indelebilmente alla globalizzazione così come essa è strettamente legata ai rischi globali. L'interdipendenza economica che costituisce

¹⁰ Per citarne alcune: UNDEP, World Watch Institute, FAO

l'anima della globalizzazione ha in effetti posato la pietra miliare per l'interdipendenza politica, sociale ed ambientale.

La globalizzazione, così come il rischio, non è un fenomeno che riguarda soltanto i grandi sistemi, come l'ordine finanziario globale; ma è anche un fenomeno interno, tocca l'individuo influenzando sugli aspetti più intimi e personali della nostra vita.

Essa rappresenta, così come sostiene Giddens,

“l'intensificazione delle relazioni sociali mondiali che collegano tra loro località distanti facendo sì che gli eventi locali vengano modellati dagli eventi che si verificano a migliaia di chilometri di distanza e viceversa”
(Giddens 1994, 71)

Il globale entra nella vita quotidiana degli individui soprattutto attraverso i processi di mediatizzazione dell'esperienza: rivoluzionando le nozioni tradizionali di tempo e di spazio, i media elettronici hanno reso possibile lo stabilirsi di relazioni sociali indipendenti dai contesti locali di interazione. All'indebolimento del senso di appartenenza alla comunità nazionale corrisponderebbe il rafforzamento di un'identità globale, la cui costruzione è favorita essenzialmente dai media elettronici.

Che cos'è dunque la globalizzazione? Secondo Beck si tratta dell' *"evidente perdita di confini dell'agire quotidiano nelle diverse dimensioni dell'economia, dell'informazione, dell'ecologia, della tecnica, dei conflitti transculturali e della società civile, cioè, in fondo qualcosa di familiare e nello stesso tempo inconcepibile, difficile da afferrare, ma che trasforma radicalmente la vita quotidiana, con una forza ben percepibile, costringendo tutti ad adeguarsi, a trovare risposte"* (1999, 39).

Un fenomeno, dunque, che coinvolge la vita umana (ma non solo) nel suo complesso, per la cui comprensione non è sufficiente un'analisi di tipo solo economicistico. La globalizzazione è anzitutto un fenomeno *culturale*. Il che non implica necessariamente una omologazione, una "macdonaldizzazione" del mondo, quale denunciata con preoccupazione dai *cultural studies*. Si tratta di qualcosa di molto più complesso, ambiguo, sfumato. La globalizzazione comporta una ri-localizzazione, la quale non si configura come un semplice ritorno alle tradizioni, ma

come una sintesi efficace tra globale e locale. Si tratta insomma di una "glocalizzazione" (neologismo mutuato da Roland Robertson): de-localizzazione e ri-localizzazione, insieme.

"Globalizzazione significa anche: non-Stato mondiale. Meglio: società mondiale senza Stato mondiale e senza governo mondiale. Si espande un capitalismo globale dis-organizzato, perché non ci sono una potenza egemone e un regime internazionale, né economico né politico" (Beck 1999, 26).

Un ruolo cruciale in questa direzione è quindi attribuito alla società civile, non fosse altro che per il fatto che, molto più avanzata delle istituzioni politiche, essa già è proiettata verso una dimensione mondiale, oltrepassando i confini delle nazioni, ponendo fine alla concezione dello "stato come container della società". Come lo stato transnazionale, anche la società mondiale "non è una megasocietà nazionale, che contiene e annulla in sé tutte le società nazionali, ma un orizzonte mondiale, caratterizzato dalla molteplicità e dalla non-integrazione, che si manifesta solo quando viene prodotto e conservato nella comunicazione e nell'agire" (Beck 1999, 25). Si tratta, insomma, di una *diversa* concezione della società civile, a cui necessariamente fa riscontro una *diversa* concezione della democrazia.

1.3 Politica, sub-politica e società civile nella società globale del rischio

Tutto il discorso sulla crisi ecologica e sulle conseguenze indesiderate della produzione globale non concerne solamente il mondo che ci circonda, ma rappresenta il riflesso di una vasta crisi istituzionale che investe l'attuale società. I rischi dipendono da decisioni, sono "industrialmente prodotti"- dice Beck (1986, 255)- e l'impossibilità di imputare all'esterno della società le cause prime delle situazioni di pericolo, li rende "politicamente riflessivi".

In questo senso la società moderna si confronta con se stessa e con l'oscuro riflesso di azioni e di omissioni umane.

“La fonte del rischio non sta più nell'esterno, nel non-umano - dice Beck – ma nella capacità storicamente acquisita dall'uomo di autocambiamento, di autocostruzione, di autoannientamento delle condizioni della vita sulla terra” (1986, 256).

La fonte del rischio, insomma, non è più l'ignoranza, ma la conoscenza stessa, intrisa di paura ma anche di sempre più forte volontà di sapere. La modernizzazione riflessiva diventa sempre di più “modernizzazione discorsiva” (Beck 2001, 117), nella società della comunicazione globale e delle informazioni in tempo reale vengono modificati in maniera radicale sia lo stile della comunicazione che le forme e le arene della comunicazione stessa; e con esse anche il concetto, i luoghi, i non luoghi ed i medium della politica.

Le innovazioni tecnologiche e lo sviluppo economico da esse derivanti, in termini di aumento dello standard di vita, ha da sempre giustificato tutti gli effetti negativi che nel corso dei decenni si sono presentati, dequalificazione, rischi all'occupazione, pericoli per la salute, dissesto e devastazione ambientale ed anche il dissenso, in termini di movimenti collettivi, sulle conseguenze sociali delle innovazioni difficilmente ha rappresentato un impedimento al compimento dell'innovazione stessa. Proprio per questo - dice Beck – “[...] il processo resta sostanzialmente sottratto alla legittimazione politica, anzi possiede rispetto alle procedure democratico amministrative, e ai loro tempi lunghi di realizzazione, un processo di realizzazione pratica sostanzialmente immune alla critica” (1986, 256)

Ma qual è il ruolo dei processi democratici rispetto allo sviluppo tecnico-scientifico? Beck lo definisce “dimezzato” (1986, 257) nel senso che solo una parte delle decisioni strategiche, che strutturano la società nel suo complesso, è strettamente legata al sistema politico in senso stretto, e perciò sottoposta ai principi fondamentali della democrazia parlamentare; la parte forse più rilevante, invece, è sottratta al controllo ed alle esigenze di giustificazione pubblica del proprio operato essendo demandata alla libertà di investimento delle imprese e alla libertà di ricerca delle istituzioni scientifiche.

Da un lato, dunque, abbiamo le istituzioni politiche – parlamento, governo e partiti politici – e dall'altro la trasfigurazione continua e permanente di tutti gli ambiti della vita sociale per opera del progresso tecnico, scientifico ed economico,

troppo spesso in netta contrapposizione con le regole della democrazia (conoscenza dei fini della trasformazione sociale, discussione, voto e consenso).

Di fatto gran parte dei processi decisionali politicamente rilevanti vengono spostati dalle loro tradizionali sedi (governo e parlamento) verso istanze tradizionalmente considerate a carattere non politico, come la scienza, la tecnica, l'economia o anche l'apparato amministrativo. I soggetti sub politici, come li definisce Beck, nonostante siano del tutto privi di qualsiasi legittimazione democratica, di fatto acquisiscono una dimensione politica fondamentale. Le decisioni di carattere manageriale, o scientifico, o tecnologico, in effetti, rappresentano la base delle scelte politiche con conseguenze di grandissima portata (basti pensare a questo proposito ancora una volta alle conseguenze in termini di inquinamento atmosferico, o alla crisi della BSE o ancora all'impatto di biotecnologie ed OGM).

Le microtrasformazioni sociali derivanti dalla velocità e dalla portata delle innovazioni scientifiche tendono alla lunga a sottrarsi a qualsiasi forma di regolazione¹¹.

La frattura che deriva tra il potere d'azione ufficiale, che apparentemente svolge solo un ruolo di giustificazione tout court della trasformazione sociale a causa delle innovazioni tecnico-scientifiche, e un cambiamento sociale caratterizzato da processi decisionali non politici, ha avuto come risultante da un lato la creazione di nuove richieste di partecipazione politica al di fuori del sistema politico nella forma di gruppi di iniziativa e di movimenti collettivi e dall'altro l'allontanamento dello sviluppo tecnico-scientifico dal suo carattere di "non politica" assumendo sempre più la forma di "sub-politica".

Insomma scrive Beck "*il politico diventa impolitico e l'impolitico politico*" (1986, 260).

La scienza che progetta le innovazioni, così come la politica, permane estranea alle conseguenze sociali delle proprie "conquiste" così come rimane cieca di fronte agli "effetti collaterali latenti" ed indesiderati da queste derivanti.

¹¹ Basti pensare, a titolo d'esempio, al dibattito senza fine sugli effetti delle onde elettromagnetiche sviluppate dai telefoni cellulari sulla salute umana.

“Gli effetti non intenzionali – scrive Rush – sono una conseguenza dell’uso del potere, ma poiché essi non erano previsti o no facevano parte degli obiettivi originari, non pervengono all’esercizio del potere” (1998, 56).

Questo porta a quel regime di *Organized Irresponsibility* (irresponsabilità organizzata) a cui fa riferimento Giddens. L’inconoscibilità delle conseguenze, comunemente al di fuori dei limiti di un legittimo “principio di precauzione”, e l’ottusità di fronte ai cosiddetti “effetti collaterali latenti” sono le caratteristiche tipiche dello sviluppo tecnico scientifico della modernità in atto¹². Le “conseguenze perverse” assumono carattere di rischi per l’esistenza e il mondo visibilmente si trasforma.

Il continuo intreccio dei ruoli tra politica e non politica crea la situazione per cui i politici affidano agli esperti il compito di dire loro dove conduce la strada intrapresa, con l’incognita di pareri contrapposti che possano accentuare i dubbi e le incertezze.

Le istituzioni politiche, di fatto, risultano incapaci di intervenire con efficacia nei confronti di tutti i soggetti sub politici che esercitano un effettivo, quanto democraticamente illegittimo, potere di indirizzo, risultando spesso troppo lontane, insufficientemente specializzate e troppo burocratizzate e lente per esercitare un effettivo controllo sulle realtà decentrate e spesso sfuggenti della sub politica.

Proprio per questo Beck vede come contraltare di questo strapotere un altro soggetto sub politico demandando la funzione di contropotere alle organizzazioni non governative, alle iniziative civiche, ai gruppi di cittadini che si mobilitano in funzione di una causa comune; in definitiva alla società civile.

“E’ da tali soggetti individualizzati - secondo Beck - dalla loro capacità di iniziativa e di impegno politico-sociale che possono maturare nuove forme di solidarietà e di controllo” (Privitera 2004, 70)

La percezione collettiva del rischio è profondamente mutata, anche e soprattutto nel momento in cui la posta in gioco è rappresentata da problemi di natura

¹² Quando parlo di modernità in atto mi riferisco sostanzialmente a quella che Beck definisce seconda modernità o modernità riflessiva.

ambientale che vanno ad intaccare, spesso, il diritto alla salute di ogni singolo individuo. Si reagisce prima alla possibilità di un rischio e così cambiano le forme di partecipazione dei movimenti sociali, ma anche della società civile investita in pieno dalla coscienza del rischio. Cambiano i valori di riferimento e gli obiettivi e di conseguenza devono cambiare le azioni ed i programmi di chi detiene la responsabilità di governo, anche e soprattutto a livello locale; vagliando seriamente l'opportunità di superare un approccio tecnocratico¹³ alle politiche ambientali (Magnaghi 2005) che ha mostrato tutti i suoi limiti.

La società, insomma, ha raggiunto un grado di sviluppo tale da rasentare l'autodistruzione.

“[...] La società è interamente dipendente dalla propria azione e dalla propria capacità di prodursi, fino al limite dell'autodistruzione possibile. Contemporaneamente cominciamo ad intervenire sulle basi biologiche della vita sociale e individuale[...].” (Melucci, 1999, 124).

Secondo queste considerazioni assumono sempre più profondo significato il ruolo svolto dai movimenti sociali¹⁴, e in particolar modo dal movimento ecologista, che è quello che più interessa nell'ambito dello studio in corso.

“La natura non è più esterna alla società, ma viene incorporata nelle relazioni sociali e trasformata in cultura: la nostra stessa struttura biologica, così come l'ecosistema, dipendono dalle forme di organizzazione sociale e dalle decisioni che saremo in grado di produrre[...].” (Melucci, 2000, 10).

Il movimento ambientalista, da movimento “conservativo” (Pieroni, 2002), ha nel corso degli anni assunto una connotazione maggiormente universale e nel medesimo tempo più decisa nei confronti della società. Da un input iniziale dettato dal desiderio di difendere la natura dai danni provocati dalla società industriale e dal

¹³ “Che cos'è la tecnocrazia se non la promozione abusiva, deliberata e surrettizia dei problemi tecnici al primo posto delle preoccupazioni dei politici o, peggio, il partito preso di qualificare come “tecnici” tutti i problemi nella speranza di preparare loro soluzioni “tecniche”, cioè soluzioni che rientrano nella esclusiva competenza degli esecutori?” (Latouche, 1995; 36).

¹⁴ Che assumono sempre di più la forma di vettori dell'innovazione sociale, laddove con sempre maggiore intensità esplodono le contraddizioni non più tollerabili e che in essi, ed attraverso essi, cercano risposte.

rischio di catastrofe ecologica, ci si è sempre di più indirizzati verso un carattere fortemente culturale, “*fino a diventare una posta in gioco simbolica*” (Pieroni 2002) che si spinge a rivolgersi direttamente ad una personale assunzione di responsabilità che va ben oltre le relazioni umane e gli interessi di coloro che vi partecipano¹⁵ riferendosi nelle loro istanze non solo ai diritti degli attori antropici ma anche e soprattutto di quelli non antropici (animali, biosfera e generazioni future).

La sfida simbolica portata avanti dalle “aree di movimento”¹⁶ (Melucci 1986; 25) si allontana gradualmente dal focalizzarsi solo sul sistema politico, investendo, invece, il sistema sociale nella sua interezza, in particolar modo il sistema dei codici simbolici.

1.4 Innovazione sociale ed innovazione tecnologica

E' indubbio che movimenti collettivi, aree di movimento e gruppi sociali rappresentino un fondamentale fattore di mutamento di un sistema sociale, ma non di meno essi rappresentano l'espressione delle incertezze e delle paure generate dal sistema medesimo. Le trasformazioni che la società contemporanea, quella che sopra è stata definita come società post moderna, società del rischio, dell'informazione, società liquida (Bauman, 2006) etc..., ha subito, nel corso degli ultimi trent'anni circa, tutta una serie di trasformazioni, anche e soprattutto in termini di innovazione tecnologica, che hanno modificato radicalmente non soltanto il nostro modo di vivere, ma anche il livello di complessità dell'intero sistema sociale. Basti per esempio pensare al ruolo giocato dai mezzi di comunicazione, la televisione, in primis, internet e la radio, nella diffusione delle informazioni, all'importanza assunta dalle tecnologie domestiche nella vita quotidiana di ciascuno (così come la describe

¹⁵ I movimenti “*lasciano intravedere degli scampoli di futuri possibili ed in un certo senso sono uno strumento per tradurre in pratica questi futuri*” (Giddens 1994; 160). Quelli che Cohen (1987) ha definito “nuovi movimenti” (tra cui rientra anche il movimento ecologista) o volendo utilizzare la definizione di Melucci (1982) “movimenti post-politici” esprimono contraddizioni ed incertezze che derivano dall'emergere di nuovi soggetti e differenti fratture sociali. Perdono gradualmente capacità mobilitativa i conflitti di classe e le contrapposizioni ideologiche e territoriali (la divisione città-campagna per esempio) e diventa sempre più forte la sensazione che i conflitti si indirizzino verso rivendicazioni di tipo identitaria o “*il tempo e lo spazio della vita quotidiana, la motivazione ed i modelli dell'azione individuale*” (Melucci 1986; 23).

¹⁶ L'area di movimento nella definizione che Melucci ne dà è: “*una rete di gruppi che condividono una identità collettiva e una cultura a orientamento conflittuale*”.

Gershuny, 1993); alle conseguenze sull'ambiente dello sviluppo tecnologico industriale, alla manipolazione genetica etc....

Lo sviluppo tecnologico degli ultimi decenni è stato il perno intorno al quale si è organizzata la crescita economica e sociale che ancora ci attraversa. Tuttavia come afferma Sivini (1991; 17-18) ¹⁷ *“la tecnologia, giustamente, è un vettore di innovazione; non è l'innovazione. Agisce da supporto materiale all'innovazione. Ma è l'innovazione come strategia progettuale che definisce l'obiettivo strumentale che la tecnologia realizza[...]*”.

Per questo tutta la gamma d'innovazioni tecnologiche, che prese singolarmente non hanno nulla di rivoluzionario, ma che tutte insieme hanno di fatto decisamente mutato il nostro orizzonte e le nostre relazioni sociali, hanno avuto (ed hanno) bisogno di una correlata e coerente innovazione sociale ed istituzionale per aver luogo.

Ogni trasformazione o momento di transizione da un assetto sociale ad un altro tende ad aumentare le conflittualità all'interno del sistema ed a mettere in crisi le istituzioni vigenti; tanto che le innovazioni tecnologiche su vasta scala, hanno implicato una completa rivoluzione del modo di pensare a livello dei singoli individui, e una completa rivoluzione strutturale al livello istituzionale:

“Le innovazioni istituzionali e sociali – scrive Sivini – da un lato [...] tendono a realizzare un assetto sociale complessivamente coerente con i cambiamenti prodotti dagli eventi tecnologici e dalle loro conseguenze. Dall'altro hanno finalità di contenimento della pressione sociale prevenendo la costituzione di soggetti collettivi o agendo per depotenziarli o sfaldarli”. (1991; 24)

Le innovazioni istituzionali tendono, dunque, a disciplinare il cambiamento e a contenere (istituzionalizzandoli o bloccandoli) anche la nascita di soggetti collettivi potenzialmente “dannosi” per l'assetto istituzionale ed il regime di “potere” vigente anche se *“Le innovazioni sociali – scrive sempre Sivini (1991; 25) – si producono a partire da rapporti sociali soggettivamente estranei alla loro produzione, come i*

¹⁷ Sivini G.(1991), *L'innovazione come processo e rapporto sociale*, rapporto finale di ricerca per la Ricerca sullo stato dell'arte sull'innovazione socio-istituzionale, Dipartimento di Sociologia e Scienza Politica, Università della Calabria

movimenti sociali, o le culture marginali. Questi sono laboratori inconsapevoli di soluzioni per problemi che esistono a livello generale”.

Questi “laboratori inconsapevoli e circoscritti” sperimentano esperienze particolari al loro interno che spesso diventano soluzioni per problemi che avevano bisogno di essere definiti.

Il “noi” collettivo che nascendo crea il “movimento”, insomma, produce al suo interno, problematizzando le proprie istanze e sperimentando soluzioni, output ed implicazioni sociali che si vorrebbe estendere agli “altri”.

Ma cosa spinge un individuo a partecipare ad un’azione (che sia essa la rivendicazione di un diritto o di uno stile di vita), a rischiare qualcosa di “suo” per portare avanti una proposta di tutti? A partecipare ai costi che una qualsiasi azione partecipativa comporta? Cosa vuol dire partecipare, a cosa si partecipa e chi è “chiamato” a partecipare? E soprattutto questa partecipazione è sempre consapevole, rientra in un progetto organizzato ed organico o può essere categorizzato come un “comportamento d’aggregato”? Quant’è importante la corretta informazione sui temi dibattuti nella scelta se partecipare o no?

1.5 Dall’alto verso il basso e viceversa: asimmetrie comunicative e spazio di partecipazione

Comunicazione, informazione, educazione e formazione vengono considerati i mezzi privilegiati per stimolare la consapevolezza, non solo ambientale, e per promuovere il cambiamento dei comportamenti in tutti i settori della società¹⁸.

La comunicazione, per sua definizione, è lo scambio dialettico, dialogico e non unidirezionale di significati tra soggetti diversi e rappresenta, dunque, un momento successivo al momento informativo, condizione necessaria ma non sufficiente alla partecipazione, se vogliamo intendere questa ultima come occasione di incontro tra realtà locali, amministrazioni e sistema regolativo.

Per garantire la condivisione e la bidirezionalità, ovviamente, diventa cruciale l’attendibilità degli attori coinvolti nei processi comunicativi e la fiducia che tra di essi si instaura.

¹⁸ Decisione del Parlamento Europeo e del Consiglio del 24 Settembre 1998.

I “soggetti critici”¹⁹ all’interno del processo di comunicazione del rischio, ma anche di una determinata tecnologia, che dovrebbero aprire la strada ad un processo partecipativo e di condivisione delle responsabilità, sono rappresentati non solo da un lato dal Governo e dalle Istituzioni pubbliche preposte, ma anche dal sistema scientifico ed esperto e dai mezzi attivati per veicolare le informazioni. Se da un lato, infatti, viene meno la fiducia nell’attendibilità delle istituzioni per quanto riguarda l’apertura di canali di partecipazione su temi e decisioni di particolare importanza, dall’altro appare sempre più forte la sensazione che ci sia una scarsa condivisione delle informazioni e quelle di cui si dispone sono diffuse da “media” spesso interessati solo alla spendibilità delle stesse.

Accade spesso, infatti, che forme di dissenso riguardo alla messa in opera di nuovi progetti o contestazioni riguardo ad impianti già esistenti, si creino perché le popolazioni potenzialmente, o effettivamente, coinvolte nel rischio non solo non vengono per niente coinvolte nella fase decisionale dell’impianto ma anche esclusi in fase progettuale e di conseguenza non vengono tempestivamente e preventivamente rese consapevoli di potenzialità e rischi, sia in termini di impatto ambientale che sociale. Il rischio connesso viene percepito come “rischio imposto dall’alto” (Maggi, 2002), situazione non del tutto congeniale all’instaurazione di un clima collaborativo che possa porre le basi per una struttura di comunicazione a due o più direzioni in grado di generare dialogo fra le parti in causa.

E’, in altri termini, la questione di non poco conto del persistere della prevalenza di ottiche elitistiche e tecnocratiche a discapito di quelle partecipative.

Dobbiamo chiederci, pertanto, quali siano le condizioni nelle quali si costruisce un’opinione pubblica nell’epoca del “dominio” del potere degli “esperti”. L’opinione pubblica è costituita da coloro che hanno maturato un orientamento in merito ad una determinata *issue* sulla base dell’acquisizione di un certo *stock* di conoscenze. Tali conoscenze sono prodotte dagli esperti, ma normalmente non è nella forma prodotta dagli esperti che giungono all’opinione pubblica.

¹⁹ Viene definito soggetto critico anche e soprattutto perché il problema della credibilità e della fiducia riguardo alle istituzioni pubbliche rappresenta un tema abbastanza scottante: Governo ed industria vengono comunemente percepiti come fonti poco attendibili e credibili, in particolar modo per ciò che concerne temi particolarmente delicati che incidono profondamente sulla vita di una comunità.

La sovranità popolare rimane, spesso, una proclamazione di principio valida per le tornate elettorali a tutto vantaggio della convinzione che le *élités*, spesso “guidate” dagli esperti, siano le uniche in grado di prendere decisioni razionali; la concertazione, poi, soprattutto in determinati campi, come ad esempio quello energetico o ambientale, si avvia tra politici, amministratori ed esperti. A questo ristretto gruppo, nella più felice delle ipotesi, si aggiungono sul tavolo della concertazione gruppi d'interesse che si ritiene rappresentino le istanze aggregate prevalenti della popolazione.

Atteggiamenti di questo genere sono insoddisfacenti sia in linea di principio che per i risultati in termini d'efficacia a cui portano.

Maggi (2004) identifica tre livelli fondamentali del sistema comunicativo:

- il circuito **esperti-scienziati** (*expertise system*) che rappresenta una delle conseguenze della frammentazione del sapere in campi specialistici attraverso lo sviluppo di linguaggi tecnici che servono alla comunicazione all'interno delle singole comunità scientifiche. Tuttavia, se da un lato tali linguaggi, in linea di principio, facilitano gli scambi all'interno, essi costituiscono un ostacolo quando si tratta di comunicare verso l'esterno. Le comunità scientifiche tendono quindi a sviluppare livelli sempre più elevati di autoreferenzialità. La scienza, secondo Giddens, (tradizionale apparato di legittimazione razionalista negli ultimi due secoli) comincia a vacillare. Bisogna considerare, infatti, che di norma gli esperti *non* hanno lo stesso parere. È assai improbabile che di fronte ad una domanda specifica la scienza sappia dare una risposta univoca. Ciò essenzialmente perché, quasi sempre, le distanze tra cause ed effetti finiscono per essere notevoli (fenomeno dello *stretching*), e quindi difficilmente “coglibili” da parte degli esperti stessi, i quali non a caso si dividono in scuole di pensiero diverse e contrapposte, producendo un ulteriore “effetto di spaesamento” da parte dell'opinione pubblica (Giddens, A., 2000). ;
- il circuito comunicativo **esperti-soggetti politico-amministrativi**; che spesso appare strumentale al progetto che si intende portare avanti;
- il circuito **esperti-soggetti politici-cittadini** spesso affidato alla mediazione dei mezzi di comunicazione di massa. L'informazione televisiva, ad esempio, permette -

nel migliore dei casi - di confrontare opinioni diverse, ma non è in grado di fornire nessun criterio per emettere un giudizio di "vero"/falso", "plausibile/non plausibile". Esposto ad un dibattito televisivo tra esperti (e a maggior ragione tra politici), il pubblico degli spettatori non dispone di nessuno strumento per distinguere tra la ragione e il torto, tra chi mente e chi dice il vero. La logica del mezzo (o forse soltanto i modelli ai quali ci siamo abituati) non consente approfondimenti, giudizi meditati, valutazione accurata di argomenti pro e di argomenti contro. Le opinioni espresse acquisiscono lo stesso peso.

Su tutti e tre i livelli esistono e sono evidenti delle problematiche irrisolte; infatti, se da un lato è sempre più diffusa la tendenza alla cooperazione tra esperti di differenti aree, spesso questa cooperazione viene resa difficile dal persistere di difficoltà di comparazione e di traduzione dei linguaggi e codici settoriali; dall'altro spesso esistono nodi irrisolti tra la produzione dell'informazione, da qualunque parte essa provenga, e la ricezione della stessa.

Alla tradizionale scissione tra cultura scientifica e cultura umanistica non si è aggiunta solo la scissione tra scienze della natura e scienze umane, ma ogni campo, ogni disciplina appare scissa in molteplici frammenti che riescono ad interagire tra di loro solo in virtù della presenza di un ulteriore categoria di specialisti che mediano tra campi e discipline diverse e all'interno di ogni disciplina.

Bisogna considerare il forte sviluppo di linguaggi settoriali, che se da un lato facilitano la comunicazione interna a ciascuna disciplina, dall'altro costituiscono un ostacolo quando si tratta di comunicare all'esterno.

Esistono, infatti, fortissime asimmetrie tra i codici di chi pone concretamente i problemi, chi li studia, chi li elabora e diffonde le eventuali informazioni in suo possesso e chi, infine, è destinatario di queste informazioni; con il risultato che spesso si ha la sensazione di parlare lingue diverse con ampi margini di in traducibilità (Maggi 2002).

Come si può ben intuire, permanendo questi presupposti ci si troverebbe di fronte ad un effettivo acuirsi delle difficoltà di partecipazione attiva della cittadinanza nelle decisioni d'importanza strategica, spesso mediata da associazioni e movimenti che a loro volta si avvalgono della consulenza di esperti.

Un'informazione mirata a favorire la crescita culturale degli interlocutori e la maturazione di opinioni, piuttosto che fondata su logiche manipolative del consenso²⁰, dovrebbe basarsi su concreti elementi di conoscenza critica che favoriscano una effettiva partecipazione di massa attraverso una migliore e più chiara traducibilità dei linguaggi che rendano effettiva la comunicazione sociale. Ovviamente l'informazione deve prescindere dal carattere dell'“emergenzialità” o dell'occasionalità e deve essere concepita come un processo a lungo termine che si distende nel tempo; è necessario e fondamentale, infatti, elaborare e diffondere politiche di informazione tecnico-scientifiche e culturali in modo continuativo e costante facendo attenzione al carattere ed al contenuto dei messaggi, ai tempi di apprendimento, che generalmente sono troppo stretti, al linguaggio che si usa che dovrebbe trascendere dall'utilizzo troppo frequente di codici intra-settoriali.

La possibilità di conoscere un processo decisionale e di confrontarsi attivamente con esso attraverso il dialogo è un modo di definire i limiti sempre arbitrari tra “normale” ed “anormale”, tra ciò che è accettabile e ciò che si deve rifiutare, tra ciò che è permesso e ciò che non lo è.

E' l'anormalità che rende gli avvenimenti visibili, nello stesso modo in cui la normalità riesce ad occultarli, perché li trasforma in senso comune.

Dare significato alle forme di partecipazione in chiave di pluralismo, implica la necessità di recuperare e di far dialogare tutti gli spazi, dalla città, all'economia sociale, ai “movimenti” dove ci si sforza di cercare e produrre partecipazione dal basso.

Il dialogo, però, presuppone la comprensione reciproca, il mettere in forse le proprie convinzioni ed anche il proprio linguaggio, significa distruggere un codice per crearne un altro condiviso tra le parti, significa imparare ad ascoltare in maniera critica (*critical listening* nell'accezione di Forester, 1998), attività che presuppone il riconoscimento dell'altro come persona e non solo come portatore d'interessi.

“In vista di un futuro incerto e di un gioco combinato di interessi ambigui e in conflitto la capacità di ascoltare [e di comunicare] da parte di un pianificatore è legata alla sua capacità di sperare. Prestando

²⁰ Logiche che la Arnstein definiva negli anni sessanta “politiche di facciata” (Tokenism)

ascolto nello stesso modo alle voci appassionate di chi propone un progetto e di chi vi si oppone, i pianificatori devono esplorare quelle possibilità che le altre parti non hanno ancora preso in considerazione. Ponendo delle domande ai costruttori di progetti, ai membri dello staff o di altre agenzie, ai residenti della città, i pianificatori devono esaminare gli interessi più profondi, le informazioni non ancora dischiuse ma rilevanti, le nuove idee sulle strategie possibili, gli accordi o gli esiti dei progetti".(Forester, J., 1998)

Da qui l'importanza dei processi di *empowerment* del cittadino all'interno di una logica di *governance*²¹ urbana. L'approccio dell'*empowerment*, fondamentale per uno sviluppo alternativo, sottolinea l'importanza dell'autonomia delle comunità nei processi decisionali, della *self-reliance*, della democrazia diretta (partecipata) e dell'esperienza di apprendimento sociale (Friedmann, 1996)²².

Fondamentale in questo contesto è il carattere delle decisioni e questo è ancora più visibile quando ad essere oggetto di un processo decisionale sono problemi di carattere altamente tecnologico.

Le decisioni di carattere strategico, infatti, per gli interessi che sono in grado di smuovere ai vari livelli, rimangono per lo più una prerogativa dei soggetti politici e degli esperti e "imposte" come tali alla popolazione locale.

Può essere semplice, anche se importante, ottenere una concreta partecipazione dal basso quando ad essere in gioco è la riqualificazione di un quartiere o l'implementazione di servizi in ambito urbano; anche e soprattutto perché le domande di bellezza, varietà, vivibilità, centralità e sicurezza (Amendola, 2003) vengono vissute in prima persona e quotidianizzate da chi la città concretamente la vive; risulta invece un po' più complicato quando in gioco entrano problematiche più complesse e spalmate nel tempo, non immediatamente visibili, come quelle energetico-ambientali, del rischio e del diritto alla salute.

Qui l'attività d'informazione ed il flusso comunicativo è spesso affidato alla mediazione dell'*expertise system* che complica a causa di una complessità immanente, quando non impedisce che si attivino processi di feedback comunicativo e d'interazione attiva.

²¹ Laddove per Governance intendo la capacità di tenere insieme soggetti diversi in relazione ad un obiettivo condiviso.

²² Ci si riferisce all'opera di John Friedmann che nel titolo originale è "Empowerment. The Politics of Alternative Development" curato nella versione italiana da Alberto L'Abate con il titolo "Empowerment. Verso il potere di tutti" edizioni Qualevita (AQ)

Se da un lato è presente e visibile l'impulso da parte delle amministrazioni locali nella direzione di una maggiore partecipazione e coinvolgimento nell'iter decisionale, dall'altro l'assenza di *capabilities* concrete da parte della maggioranza dei cittadini impedisce un'effettiva corrispondenza.

Spesso “la cabina di regia” della comunicazione istituzionale rappresenta il punto debole di un sistema paese. Non esiste un luogo in cui i temi più indicativi del rapporto tra istituzioni e società civile si affrontano criticamente e soprattutto in maniera continuativa e sistematica. Non servono interventi spot, emergenziali, casuali ed improvvisati, ma piuttosto con la finalità di costruire un laboratorio pubblico in grado di affrontare i problemi legati a decisioni difficili e che comunque incidano sulla sopravvivenza presente e futura di diversi attori (antropici e non antropici nell'accezione di Ungaro (2004)).

E' facile e costruttivo in un'ottica di *consensus building* mettere in rete leggi, regolamenti, delibere o informazioni di qualsiasi genere, la vera scommessa è però sapere che tipo di rispondenza queste informazioni hanno in chi le riceve: una scommessa ancora più grande è la possibilità di essere in grado di spiegare le “cose difficili”, i caratteri processuali del cambiamento e soprattutto includere ambiti vasti d'opinione pubblica nelle parti condivisibili delle decisioni. Non è solo, dunque, la questione di pubblicizzare una decisione e del come pubblicizzarla, ma creare le premesse per la definizione di misure serie d'accompagnamento educativo e culturale.

L'intero indirizzo legislativo in materia di partecipazione pubblica è in movimento, si vedano in tal proposito per esempio le leggi di riforma delle autonomie locali e sulla trasparenza ed accessibilità degli atti delle pubbliche amministrazioni, la legge Seveso e le norme sull'informazione ambientale, ma la partecipazione e l'interessamento dei cittadini non può essere sviluppata tramite vie esclusivamente legislative. Deve avvenire attraverso specifici metodi utili a sviluppare la partecipazione in maniera democratica evitando che determinate scelte vengano percepite e perciò vissute come forme di coercizione.

Nei processi di modernizzazione, di modernizzazione riflessiva e di partecipazione attiva e passiva ai problemi che attraversano di continuo la nostra società, la tecnologia e l'innovazione tecnologica hanno giocato un ruolo di primissimo piano. I macrosistemi, però, sono il risultato di una mobilitazione non solo tecnica, ma anche e soprattutto simbolica, passa a livello dell'immaginario e quando raggiunge la massa critica si dispiega il suo potenziale di diffusione.

Nel capitolo che segue tecnologia, innovazione tecnologica ed innovazione sociale verranno letti come processi in continua relazione tra di loro in grado di influenzarsi a vicenda.

In questo modo cercheremo di analizzare ed esplorare sia l'apporto tecnologico all'evoluzione sociale, sia l'apporto sociale all'evoluzione tecnologica.

Parlare di Società e Tecnologia, infatti, non ci deve allontanare dal fatto che sia l'una che l'altra sono dei costrutti umani. Indubbiamente le tecnologie sono "create" dai tecnici che lavorano da soli o in gruppo, dagli esperti di marketing che fanno conoscere al mondo i nuovi prodotti ed i nuovi processi, ma anche e soprattutto dai consumatori che decidono di acquistare o meno i nuovi prodotti e che spesso modificano con le proprie scelte ciò che hanno acquistato in modi che nessun tecnico aveva immaginato.

Le tecnologie vengono dunque plasmate non solamente dalle strutture sociali e dai rapporti di potere, ma anche dalla fantasia e dalla partecipazione attiva degli individui. Le caratteristiche di questi individui dipendono, però, dai condizionamenti sociali del contesto di riferimento. Valori, competenze ed obiettivi di formano nelle culture locali e ci consentono di capire la creatività tecnologica anche attraverso una lettura in chiave sociologica e storica.

"La società stessa va ripensata da cima a fondo una volta che vi abbiamo aggiunto e gli artefatti che costituiscono larga parte dei nostri legami sociali.

Ciò che appare in luogo dei due fantasmi - società e tecnologia - non è semplicemente un oggetto ibrido, un pochino di efficienza e un pochino di sociologia, ma un oggetto sui generis: la 'cosa' collettiva, la linea di confine tra programmi e anti-programmi. È troppo piena di umani per sembrare la tecnologia andata, ma è troppo piena di non-umani per presentarsi come la teoria sociale del passato. Le masse mancanti sono nelle nostre teorie sociali tradizionali, non nelle apparentemente fredde, efficienti ed inumane tecnologie".

(Bruno Latour)

"Se la tecnica, colta nella sua problematica essenza astratta, secondo l'(errato) uso abituale, è vecchia come il mondo, la comparsa di una società in cui la tecnica non è più un semplice mezzo al servizio dei fini e dei valori della collettività ma diventa l'orizzonte insuperabile del sistema, un fine in sé, risale soltanto al periodo della "emancipazione" dalle regolazioni societarie tradizionali, coincide cioè con la modernità"

(Serge Latouche, 1995; 29)

Capitolo Secondo: Scienza, tecnologia e società: dalla tecnoscienza alla sociotecnica

Cultura, ragione, conoscenza e saper fare sono le particolarità che hanno caratterizzato la specie umana e gli hanno "donato" la possibilità di "soggiogare" il mondo intorno a sé alimentando in tal modo la visione antropocentrica caratteristica della cultura dominante, così come scienza, tecnica, progresso e sviluppo hanno rappresentato le parole chiave della modernità.

La domanda che ci si pone è cosa ha permesso al genere umano di trasformare l'ambiente circostante a suo uso e consumo? Quali capacità?

Ogni società è caratterizzata da "gruppi sociali rilevanti" propri che elaborano modelli culturali e che offrono diverse visioni del mondo, così come specifiche visioni della natura, sono correlate alla visione stessa della società. Se prendiamo in considerazione la teoria culturale di derivazione antropologica una società può distinguersi in quattro differenti tipi: individualistico, qualunquistico, gerarchico ed egualitario; ogni elaborazione culturale risponde a determinati bisogni cognitivi, affettivi, relazionali e di produzione di tecniche che configurano il comportamento umano; gli esseri umani insomma sono prodotti dalla cultura di riferimento ma nel medesimo tempo ne sono i produttori nella misura in cui l'azione tende a modificare l'apparato simbolico di riferimento.

La tecnologia e la capacità di creare artefatti tecnici²³, che rendessero più semplice il lavoro, hanno permesso ad una singola specie di distinguersi e di soggiogare il mondo alla propria sopravvivenza.

Da un punto di vista sociologico parlare di tecnica significa definire “*un modo, più o meno ricorrente e codificato, elaborato al fine di svolgere una attività manuale o intellettuale ricorrente*” (Pieroni, 2000; 293).

Da questa semplice definizione si possono evidenziare tre caratteristiche fondanti del concetto di tecnica, come osserva Pieroni (2000):

- 1- la tecnica si riferisce all’attività umana che è principalmente lavoro, che a sua volta si esplicita nella forma in cui si definisce la relazione tra esseri umani e natura;
- 2- non tutte le attività antropiche possono rientrare nella definizione di tecnica, infatti per essere tali devono essere ricorrenti;
- 3- per essere ricorrenti e reiterate nel tempo occorre che siano ripetibili e riproducibili in maniera codificata.

La tecnologia, invece, può essere definita come “*l’insieme delle tecniche elaborate e praticate da una popolazione umana al fine di affrontare i propri bisogni materiali, come ad esempio l’alimentazione, l’abitazione, l’abbigliamento, per far qui riferimento ai bisogni più immediati*” (Pieroni 2000; 294).

La tecnologia appartiene, dunque, alla sfera della cultura materiale di una società. Essa si basa sulla conoscenza che si specializza e che viene comunemente definita “campo della scienza”. Anche se bisogna operare una distinzione tra scienza, tecnica e tecnologia; è, infatti, solo a partire dalla metà del XIX secolo che scienza e tecnica confluiscono in un unico percorso (la tecnoscienza) attraverso un “processo retroattivo a spirale”²⁴ (Pieroni, 2000) che permette che i progressi dell’una (la

²³ Tecnologia e tecnica hanno fondamentalmente la medesima radice epistemologica, derivano dal greco *technè*; tecnologia significa letteralmente studio della tecnica (*technè* unita al suffisso *logos*), mentre il termine tecnica ha il significato di “arte, mestiere” (Pieroni, 2000).

²⁴ Per Ellul “la tecnica è a monte ed a valle della scienza, ma inoltre è nel cuore stesso della scienza, la quale si proietta e si riassorbe nella tecnica, mentre la tecnica si formula nella teoria scientifica” (Latouche, 1995; 51)

scienza) diano l'avvio al progresso dell'altra (la tecnica che man mano assume i connotati di tecnologia) che a sua volta permette un'ulteriore crescita della prima.

La tecnologia rappresenta in definitiva il campo d'applicazione della conoscenza scientifica in modo ed in misura tale da raggiungere dei risultati pratici in modo efficiente ed uniforme²⁵.

La caratteristica fondamentale della tecnologia moderna è rappresentata dal suo estremo dinamismo soprattutto se si paragona con la staticità e l'equilibrio delle tecniche precedenti, che erano considerate solo come succedaneo dell'abilità umana piuttosto che come un processo vero e proprio. La diffusione delle tecnologie e delle innovazioni in età pre-moderna era estremamente lenta e spesso la forte chiusura delle società custodiva gelosamente le invenzioni piuttosto che diffonderle; la caratteristica principale del progresso tecnologico "moderno" è che i cambiamenti tendono a generare sempre nuovi cambiamenti²⁶; ma va rilevato che una tecnologia può rivelarsi utile in riferimento ad alcuni aspetti, in risposta a determinati bisogni o in relazione a stress provenienti dall'ambiente naturale o dall'ambiente sociale, ciò, però, non significa che essa debba essere universalmente riconosciuta come adeguata, anzi può rivelarsi del tutto inutile, se non dannosa, riferita ad altri contesti, ad altri stress o ad altri tempi. Non esiste un'unica forma tecnologica, all'opposto, esistono differenti tecnologie basate su diversi orientamenti culturali e su differenti percezioni della tecnologia medesima. Proprio per questo una differente percezione del rapporto tra il genere umano e la natura e diversi modi di produrre e regolare l'economia danno vita a tecnologie differenti ed inducono a ritenere adeguate alcune tecnologie ed a scartarne altre anche se già ampiamente disponibili.

Il progresso tecnologico, storicamente, non è mai stato un processo che si è svolto in maniera uniforme e senza scosse. Ogni innovazione tecnologica sembra avere un suo ciclo vitale che comprende un periodo di incerta giovinezza, nel momento in cui l'idea nasce e diventa un esperimento, un periodo di vigorosa maturità, quando la diffusione è massima, ed un momento di senile decadenza, man

²⁵ *Il progetto della modernità* – scrive Latouche – *cioè quello di costruire la città umana sulla sola base della ragione senza appoggiarsi alla tradizione e senza cercare un garante nella trascendenza né regole nella rivelazione, assegna un posto centrale all'efficienza. [...] Ottenere in tutti i campi il miglior risultato con il minimo dispendio di energia. La risposta a questo principio è sempre la tecnica* (Latouche, 1995; 30).

²⁶ Ogni esperienza del reale, dal senso comune all'acquisizione della scienza, è diventata tecnologica. (Hottois in Latouche, 1995; 53)

mano che il suo potenziale tecnologico viene sfruttato e con il decremento dei rendimenti si fanno strada tecnologie nuove e più efficienti. Ovviamente questo ciclo di sviluppo che ad una prima occhiata può apparire lineare non lo è affatto, infatti i problemi da affrontare per chi cerca di leggere l'innovazione tecnologica attraverso il rifiuto delle teorie del determinismo tecnologico sono infiniti; prima di tutto si devono tenere nella dovuta considerazione tutti i fattori che sembrano stare al di fuori del sistema produttivo propriamente detto; anche ammettendo, infatti, che l'ingegnosità degli scienziati metta in campo idee sempre nuove, in grado di affondare le crisi che si possono incontrare in maniera più efficiente delle tecnologie precedenti, nulla garantisce che le idee siano utilizzate nel modo giusto, non solo nel senso di un efficace sfruttamento del potenziale produttivo della tecnologia nascente, ma anche di un veloce ed ampio adattamento di queste all'ambiente naturale ed umano, in modo da minimizzare gli sprechi, gli attriti sociali ed altri costi esterni.

“Nulla garantisce – scrive Landes (1969; 7,8) – che fattori non economici esogeni – soprattutto l'incompetenza dell'uomo a trattare con i suoi simili – non ridurranno in polvere l'intera magnifica struttura”.

La tecnologia moderna non soltanto produce di più e più velocemente, ma “crea” oggetti che non s'immaginavano neanche con i metodi delle epoche precedenti. In effetti, se ci si riflette sopra una delle basilari sollecitazioni che provengono dalla tecnologia, oggi, è la possibilità di dare libero sfogo all'immaginazione, quasi come se la scienza pura operasse in piena autonomia attraverso un profondo serbatoio di conoscenze vergini in “felice connubio” con tecniche già sperimentate. Alla gamma di prodotti nuovi o perfezionati bisogna aggiungere poi un'enorme quantità di prodotti “esotici” che un tempo rappresentavano una rarità o “merci di lusso” e che oggi invece si possono rinvenire a prezzi contenuti anche grazie alla velocità raggiunta dal settore dei trasporti. Da qui discende un fortissimo aumento quantitativo e qualitativo dei beni e dei servizi che già di per sé ha profondamente mutato lo stile di vita di molte migliaia di persone, cambiamento che può essere paragonato, probabilmente solo alla “scoperta del fuoco”.

Questa serie di progressi materiali ha, a sua volta, suscitato e stimolato un ampio complesso di cambiamenti economici, sociali, politici e culturali che hanno

innescato una spirale “virtuosa” (o viziosa, a seconda dei punti di vista) che influiscono sul ritmo e sull’evoluzione dello sviluppo tecnologico.

L’agire economico ed il progressivo, quanto esplosivo, incorporamento della scienza al suo interno, hanno definito una determinata fase storica che si identifica con lo sviluppo del capitalismo. Marx nel quaderno XX descrive in questo modo il processo:

"L'impiego degli agenti naturali - in una certa misura il loro incorporamento nel capitale - coincide con lo sviluppo della scienza come fattore autonomo del processo produttivo. Se il processo produttivo diviene sfera di applicazione della scienza, allora al contrario la scienza diviene fattore, per così dire funzione, del processo produttivo. Ogni scoperta diviene la base di nuove invenzioni o di un nuovo perfezionamento dei modi di produzione. Il modo di produzione capitalistico pone per primo le scienze naturali al servizio immediato del processo di produzione, quando invece lo sviluppo della produzione fornisce gli strumenti per la conquista teorica della natura. La scienza ottiene il riconoscimento di essere un mezzo per produrre ricchezza, un mezzo di arricchimento.

In questo modo i processi produttivi si pongono per la prima volta come problemi pratici, che possono essere risolti solo scientificamente. L'esperienza e l'osservazione (e le necessità dello stesso processo produttivo) hanno raggiunto ora per la prima volta un livello tale da permettere e rendere indispensabile l'impiego della scienza[...]"

(Marx, Quaderno XX, citato in Pieroni, 2000).

La scienza, dunque, viene fagocitata all’interno del processo di produzione e lo sviluppo della produzione, dice Marx , “fornisce gli strumenti per la conquista teorica della natura”. Di per se stessa però la scienza non produce in maniera automatica la tecnologia.

La tecnologia fagocitata dal capitale ed applicata all’estrazione, circolazione e alla distribuzione dei beni ha permesso una contrazione del tempo di riproduzione e di circolazione del capitale riducendo nel contempo i tempi di “rotazione” secondo la nota formula marxiana:

$$D \rightarrow M \rightarrow D'^{27}$$

In questo processo la tecnologia assume la funzione di aumentare il rendimento unitario dell'ora di lavoro, e dunque di aumentare, di rimando, la produttività e con il surplus. La tecnologia in definitiva fa da acceleratore al processo d'accumulazione che rappresenta il fine principale del modo di produzione capitalistico che ha come suo imperativo categorico la riduzione dei tempi di rotazione del capitale.

Qui bisogna, però, sottolineare che alla riduzione dei tempi di rotazione del capitale, che la tecnologia tende a rendere più brevi, corrisponde un proporzionale aumento dell'uso di risorse da impiegare all'interno del processo di produzione; ma i tempi di riproduzione della "natura" sono più lunghi, seguono addirittura ritmi millenari in alcuni casi, e comunque sono correlati al grado ed ai ritmi di degrado e di consumo.

2.1 Tecnica, tecnologia e ambiente

Per analizzare la relazione che intercorre tra tecnologia ed ambiente e definire qual è l'impatto di questa sulla "natura" dobbiamo prima di tutto definire qual è la funzione della tecnologia all'interno del capitalismo moderno.

Come abbiamo detto sopra la scienza oggettivata sotto forma di tecnologia svolge la funzione di diminuire il tempo di rotazione del capitale, ma ovviamente dire solo questo appare quanto meno riduttivo.

All'interno di questo discorso possiamo individuare tre funzioni principali della tecnologia:

- a) *accrescere la produttività*: questo consiste nel massimizzare gli aumenti di produttività nell'unità di tempo di lavoro, che a sua volta implica aumentare il saggio di sfruttamento e dunque il surplus dell'accumulazione. A

²⁷ Laddove **D** rappresenta il denaro inizialmente investito nel processo produttivo, **M** sono le merci prodotte e vendute e infine **D'** è il denaro ottenuto dal processo produttivo che deve necessariamente essere superiore a D.

seconda dei cicli economici che ci si trova ad affrontare la tecnologia servirà per aumentare la produzione, così come avviene nelle fasi espansive, o per ridurre i costi (stagnazione). In entrambi i casi, gli effetti che si riflettono sull'ambiente sono fortissimi; infatti nelle fasi espansive, ossia con l'aumento della produzione, non solo c'è un notevole aumento dell'inquinamento globale, ma anche un notevole aumento del prelievo delle risorse necessarie a mantenere i ritmi di produzione, senza contare che un volume crescente di merci si traduce in un volume crescente di rifiuti da smaltire. Nel caso in cui invece il ciclo economico sia di stagnazione non si può certo sostenere che le conseguenze siano mitigate, anzi, nel momento in cui si devono tagliare i costi, infatti, questo si riflette pesantemente sul tasso di inquinamento per unità di prodotto e le spese per la protezione dell'ambiente vengono per lo più esternalizzate;

b) *ridurre i costi delle materie prime*: ciò può tradursi sia in un aumento dell'estrazione delle materie prime, in particolare delle risorse energetiche (principalmente petrolio e carbone) e risorse agricole da utilizzarsi nell'industria, che attraverso l'aumento dell'efficienza nell'uso delle materie prime. Generalmente, però, questa funzione non tende affatto ad eliminare gli effetti perversi della prima anche perché tendenzialmente ad essi ne sostituisce altri non meno impattanti;

c) *creare nuovi consumi*: questa funzione riguarda soprattutto l'innovazione rispetto ai prodotti. Consiste nella tendenza non soltanto a creare nuove merci ma anche ad indurre a nuovi consumi, attraverso una "manipolazione razionale" dei modelli di consumo, al fine di espandere il mercato. Come le funzioni precedenti anche questa concorre a ridurre il tempo di rotazione, con la conseguenza di creare una sempre maggiore mole di rifiuti dal momento che sempre nuove merci tendono a sostituire le precedenti, aumentando il loro ritmo di obsolescenza.

La tecnologia in questo senso ha rappresentato, e rappresenta in verità, un fenomeno bifronte; infatti, da un lato comprende tutte le forme di sapere e di tecniche cui si deve il crescente dominio del genere umano sul suo ambiente fisico, e la sua

capacità di conseguire specifici traguardi; dall'altro lato ogni tecnologia è stata accompagnata da una varietà di effetti collaterali (o *latent side effects* come le definisce Luhmann), alcuni dei quali spiacevoli quando non dannosi (le cosiddette esternalità negative degli economisti).

Le funzioni e i significati politici e sociali della tecnologia e del cambiamento tecnologico, ad esempio, sono strettamente correlate con le funzioni economiche appena elencate.

Basti rilevare che il processo d'accumulazione e di creazione di surplus richiede un sempre crescente grado di controllo e di disciplina del lavoratore, ed anche in questo caso interviene la tecnologia attraverso il controllo ed il coordinamento sia della produzione che dei produttori, giocando il duplice ruolo di dominare il lavoratore ed incrementare il surplus.

E' indubbio, in ogni modo, che la tecnologia condiziona i rapporti sociali ben oltre il luogo di produzione. A dimostrazione di ciò basti pensare ai risultati alterni delle mobilitazioni ambientaliste e sindacali in materia di salute e di protezione ambientale, che in taluni casi è stata in grado di esercitare un controllo sull'adozione di specifiche tecnologie o, perfino, di vietarne l'introduzione.

Viceversa l'introduzione senza distinzioni di tecnologie, che implicano sia inquinamento che trasformazione delle condizioni di produzione più in generale, avviene in molti paesi in cui i lavoratori e le popolazioni non sono in grado di operare controllo ed opposizione.

Basti pensare ad esempio alla descrizione che Beck (1986; 56) fa di *Villa Parisi* in Brasile dove:

"[...]L'ingenuità industriale della popolazione rurale, spesso analfabeta, dischiude al management possibilità di legittimazione dei rischi del tutto insperate, e ormai da tempo improponibili negli ambienti sensibilizzati al rischio dei paesi industrializzati [...]"

Efficienza e produttività, dunque, vengono profetizzate come lo scopo principale della tecnologia moderna, che in questo modo dovrebbe produrre benessere e massimizzare l'adattamento - ovvero rendere la specie umana "più

adatta" all'ambiente (o l'ambiente più adatto alla specie umana?) - per mezzo del controllo di risorse e processi naturali e produttivi.

Ma, in realtà, qual è la relazione tra tecnologie moderne ed ambiente ed in che modo sono raggiunti gli obiettivi d'efficienza e produttività alla luce di questa relazione?

"[...]Il sistema industriale altamente produttivo è, in realtà, un parassita, un parassita del pianeta quale non si era mai visto in precedenza nella storia dell'umanità[...]".²⁸ (Ullrich, 2004; 388)

Efficienza e produttività sembrano avere le loro fondamenta su due pilastri in realtà interrelati tra loro: l'internalizzazione delle risorse naturali, o come dice Ullrich attraverso "lo sfruttamento delle realizzazioni preesistenti della natura" per le quali non si paga nulla, o quasi, per sfruttarle; e l'esternalizzazione dei costi (o "esternalità negative" come le definiscono gli economisti) sulla natura, sul cosiddetto Terzo mondo e sulle generazioni a venire.

Entrambi questi fattori sono, spesso, trascurati e questo porta alla "grande menzogna" del sistema industriale, ossia, alla convinzione che la prosperità economica raggiunta attraverso il saccheggio ed il trasferimento di costi, sia "creata" dal "gioioso *menage*" tra produzione industriale, scienza e tecnologia.

Se consideriamo, infatti, le tecnologie ed i beni tecnologici da queste derivanti, appare lampante che nella maggioranza dei casi non sono in grado di funzionare a prescindere dal consumo massiccio di risorse naturali gratuite e senza il rilascio d'inquinanti. Dai grandi impianti energetici, all'automobile, dall'aereo alla lavatrice, dalla bottiglia di birra all'immensa quantità di prodotti plastici, dall'industria alimentare²⁹ alle costruzioni, dall'agricoltura industrializzata fino alla produzione della carta, ecc..., in ciascun caso neanche una di queste attività e nessuno di questi

²⁸ Otto Ullrich (2004), voce *Tecnologia*, in Wolfgang Sachs (a cura di) "Dizionario dello sviluppo", EGA, Torino, pag 388.

²⁹ E qui ci riferiamo essenzialmente alla produzione ed al massiccio consumo di fertilizzanti chimici, ma anche alle enormi quantità di materiali per il confezionamento dei cibi.

prodotti potrebbero esistere a prescindere dal “saccheggio delle risorse naturali” e dalla “esternalizzazione dei costi di inquinamento”³⁰.

Bisogna, inoltre, tener ben presente che tutti questi beni tecnologici, nonostante esercitino un certo fascino e siano una meta per i paesi del Terzo Mondo che non ne dispongono, non sono generalizzabili né è auspicabile che lo siano. I paesi industrializzati, dove vive il 20% della popolazione del globo, consumano l'80% dell'energia disponibile. Solo gli USA, che rappresenta essenzialmente meno del 10% della popolazione mondiale, consumano il 40% dell'energia prodotta totale. Se, per esempio, la Cina o l'India raggiungessero il livello di diffusione delle automobili realizzato in Occidente, le riserve di combustibile fossile disponibili si consumerebbero rapidamente, il tasso di inquinamento diventerebbe assolutamente intollerabile e l'atmosfera ne uscirebbe ulteriormente ed irrimediabilmente danneggiata.

La mistificazione della tecnologia, insomma, cela un duplice inganno: in primo luogo nasconde quali sono le risorse di cui si giova e poi quali i danni che provoca, abbaglia ed incanta rispetto alla sua reale disponibilità ed alla millantata efficienza³¹.

L'attrazione esercitata dalla tecnologia "ad alto rendimento" si fonda anche e soprattutto sulla difficoltà di percepire i suoi effetti nel tempo e nello spazio. L'orizzonte spaziale e temporale della nostra percezione quotidiana è in genere limitato, mentre tanto la graduale spoliatura delle risorse, quanto gli effetti della tecnologia riguardano spazi e tempi molto ampi. L'estrazione delle risorse disponibili si consuma molto fuori della nostra portata visiva, nei posti più disparati del globo, riguarda un sottosuolo che non possiamo vedere, attinge a fonti limitate e di cui conosciamo solo in parte i tempi di rinnovo. L'esternalizzazione dei costi sull'ambiente è sparso nello spazio e nel tempo e tende a sfiorare solo appena il nostro spazio quotidiano, sul cui si concentra solo e soltanto una piccola parte dell'inquinamento globale e della massa dei rifiuti prodotti. Ad ogni modo, poi, noi non siamo in grado di vedere gli inquinanti che pullulano nell'aria che respiriamo,

³⁰ Inquinamento dell'aria e dell'acqua, rifiuti industriali ed urbani, processi di erosione territoriale, dissesti ecc.

³¹ Già William Stanley Javons (1865) affermò attraverso il suo famoso “paradosso” che all'aumento di efficienza nell'uso di una risorsa, dovuto a miglioramenti tecnologici, la quantità di quella risorsa può aumentare invece che diminuire.

non vediamo il buco nell'ozono, possiamo forse in parte percepirli ma non toccarli con mano³². Viviamo i processi di desertificazione nei paesi del cosiddetto terzo mondo o il disboscamento delle foreste amazzoniche solo sotto forma di immagine spesso offuscata dai mezzi di comunicazione di massa; proprio per questo nella logica dell'"*hic et nunc*" lontana dalle nostre immediate fonti della nostra sussistenza, vivendo, agendo e pensando "in tempo reale" non ci rendiamo, spesso, conto della relazione che può esistere tra una birra o un surgelato o tra un qualsiasi altro bene di consumo immediato, pronti a soddisfare i nostri bisogni all'interno del nostro frigorifero, ed il danno, non risarcito in verità, causato dai clorofluorocarburi nell'atmosfera o dall'involucro che avvolge i nostri cibi pronti all'uso.

Ci viene spesso difficile tener conto degli effetti di lunga durata di una tecnologia che ha permesso di migliorare il nostro stile di vita. "*Chi può dare un significato reale - scrive ancora Otto Ulrich - al dimezzamento della radioattività da qui a 300.000 anni?*", concludendo:

"La separazione temporale, spaziale e individuale tra utilità e costi, vale a dire la separatezza che esiste tra l'azione dell'oggi e le conseguenze che dovranno essere patite, oppure la non intersezione tra vantaggi privati e svantaggi collettivi, rimane una delle caratteristiche straordinariamente più seduttive delle moderne tecnologie scientifiche."(Ulrich, 2004;393)

Proprio la possibilità di spalmare nel tempo e nello spazio esternalità negative prodotte dal nostro stile di vita e di consumo affida ad una futura ulteriore tecnologia la possibilità di riparare al danno potenziale a fronte di un beneficio immediatamente fruibile, deresponsabilizzando di fatto la generazione presente dei danni possibili alla generazione futura.

Proprio attraverso la lente dell'*Hic et Nunc* occorre leggere la sostenibilità ambientale e la necessità di rivedere uno stile di vita fin troppo energivoro e consumistico anziché vivere questi concetti come dei vincoli senza senso allo "sviluppo, facendo attenzione al fatto che i veri stakeholders sono le generazioni future.

³² "*Our Environment is not the same as our perception of it. The "real" Environment includes much more than we sense in our ordinary day – to – day surroundings*" (Caldwell 1963; 133)

2.2 Modello della diffusione tecnologica e fattori socio economici d'influenza

Prima di cominciare nella descrizione dei fattori che influenzano la “diffusione della tecnologia”, bisogna porre l’accento sul fatto che solo una piccola parte delle “invenzioni disponibili” trovano un’applicazione pratica come tecnologia propriamente detta e che questo è avvenuto in determinati momenti storici e in particolari condizioni sociali. Invenzione ed innovazione, infatti, sono due concetti completamente diversi così come tecnologia e società sono fortemente interrelate.

Definiamo “innovazione tecnologica” il momento in cui l’applicazione e lo sfruttamento di una tecnologia avvengono per fini produttivi. Ad esempio le prime fasi dello sviluppo capitalistico (fase che gli storici hanno definito “capitalismo concorrenziale”) ha rappresentato un momento storico di grande innovazione. Le nuove tecnologie dispiegano i loro effetti economici a seconda della velocità con cui si sostituiscono alle vecchie e nella misura in cui le prime si dimostrano superiori alle seconde. Abbiamo sinteticamente descritto qual è il ruolo giocato dal cambiamento tecnologico all’interno del processo di crescita e d’espansione del capitale ma con quale ritmo si diffonde una nuova tecnologia? Quali sono i fattori che influiscono sui tempi della sua diffusione?

Il processo di diffusione ha due caratteristiche principali, un’apparente lentezza a livello globale e diverse velocità di accettazione del processo innovativo. Quando si parla di “lentezza di diffusione” ovviamente si applica un qualche tipo di datazione³³. L’attività inventiva è un processo di accrescimento graduale rappresentato da una

³³ Un esempio che più volte si riporta è la “data di nascita” della macchina a vapore, facendola risalire alle idee di Newcomen, e quindi intorno al primo decennio del 1700, piuttosto che alla macchina di Watt alla fine del ‘700 (1770/80), otteniamo un ritmo di diffusione più lento. La macchina a vapore di Newcomen, con scarico nell’atmosfera, era non solo perfettamente funzionante, ma anche commerciale nonostante l’elevata dispersione di calore ed il forte consumo di combustibile. I miglioramenti apportati da Watt la trasformarono da macchina limitata a determinati siti favorevoli dal punto di vista dell’approvvigionamento di combustibile, in forza motrice generalizzata con una rilevanza di portata più ampia. Questo avveniva intorno agli anni ‘70/’80 del 1700, ma ci volle ancora quasi un intero secolo affinché, a forza di perfezionamenti e di miglioramenti progettuali, questa eccezionale nuova fonte di forza motrice superasse la potenza idraulica e la forza del vento nella navigazione (Rosenberg, 1987)

successione di eventi in cui le continuità hanno un'importanza maggiore rispetto alle discontinuità; i "punti di reale rottura" (Rosenberg, 1987) sono veramente poche dal punto di vista storico; basti pensare, infatti, che anche laddove è possibile individuare una grande invenzione che sembra rappresentare un "punto di rottura" eccezionale rispetto al passato, in realtà esistono sempre dei fattori che tendono a rallentare l'impatto.

L'iter spazio-temporale "tradizionale" dell'attività inventiva va dalla concettualizzazione iniziale (la fase dell'"Eureka!", dell'idea, della lampadina che sia accende), alla definizione della fattibilità tecnica dell'invenzione (la fase inventiva vera e propria), alla fase commerciale (che rappresenta il momento in cui si può datare l'innovazione) alla diffusione su ampia scala. Ovviamente la sostituzione di una tecnologia a favore di un'altra è un processo storico costituito, il più delle volte, da tutta una serie di passi più piccoli che hanno un carattere decisamente provvisorio, anche attraverso l'utilizzo delle cosiddette "macchine ibride" o "ibridi tecnologici".

Assumono, dunque, una grande importanza sia dal punto di vista tecnologico che dal punto di vista economico le "fasi di miglioramento" di una tecnologia, anche e soprattutto perché l'intervallo di tempo che occorre tra l'invenzione ed i suoi successivi miglioramenti, tende ad accentuare la percezione della lentezza nella diffusione della tecnologia medesima.

Spesso accade che all'inizio una nuova tecnologia appaia grezza ed inefficiente od offra vantaggi molto limitati confrontata con quelle già esistenti, in una situazione simile la diffusione sarà sicuramente lenta, prima di tutto perché la superiorità della nuova tecnologia rispetto a quella in uso non è stata ancora provata dai fatti, e poi perché intorno ad essa potrebbe essersi creato un clima di sfiducia da parte degli utenti³⁴.

Se è vero, in ogni modo, che nelle loro forme iniziali le invenzioni, ma anche le innovazioni tecnologiche vere e proprie, sono quasi sempre imperfette ed offrono vantaggi fortemente inferiori al loro costo, è anche vero che il ritmo in cui si materializzano i successivi miglioramenti sarà un fattore determinante in termini di

³⁴ Basti pensare a titolo d'esempio all'utilizzo del carbon-fossile nelle lavorazioni del vetro o in metallurgia che rendeva più fragile il prodotto finale compromettendone la qualità, fino all'introduzione del forno a coke; oppure a quello che tendenzialmente è accaduto fino ad oggi con le fonti energetiche rinnovabili che continuano a pagare, in termini di diffusione, gli errori tecnici del passato.

“velocità di diffusione”³⁵. Un ruolo di fondamentale importanza, associato al graduale miglioramento dell’innovazione tecnologica, assume lo sviluppo delle abilità umane da cui dipende l’efficace sfruttamento della tecnologia. Esiste, infatti, un periodo di apprendimento più o meno lungo in questa fase e ciò dipende da diversi fattori tra cui possiamo individuare la complessità che mostra l’innovazione tecnologica stessa, la misura in cui è effettivamente “nuova”, o se poggia (o meno) su abilità già acquisite. La velocità con cui si avvia il processo di diffusione, infatti, dipende anche in buona parte dalle abilità tecniche che vengono acquisite attraverso la partecipazione diretta al processo e siccome all’interno del processo stesso c’è inclusa una grossa componente di *Know-how* (ovvero abilità non codificate) non immediatamente trasferibili attraverso l’istruzione formale o la carta stampata ci si trova di fronte alla necessità di un trasferimento di conoscenze specifiche filtrate dai cosiddetti “sistemi di mediazione astratti”; laddove questo non avviene la diffusione risulta essere più lenta.

Non bisogna, inoltre, trascurare la rilevanza dell’inserimento della tecnologia in “schemi mentali definiti”, ossia la tendenza a definirla nei termini di quello che è tradizionalmente noto; anche quando una tecnologia contiene forti elementi di novità, infatti, c’è sempre la propensione ad operare un confronto con la tecnologia che già si utilizza, da ciò consegue che la transizione verso la nuova logica di una tecnologia o di un diverso principio, il più delle volte, è rallentata dalla difficoltà estrema di rompere con i vecchi schemi e di abbandonare forme già note.

Marx ne “Il Capitale” (I libro,) aveva visto questo punto descrivendolo chiaramente:

“Quanto all’inizio la vecchia forma dei mezzi di produzione domina la loro nuova forma si vede per esempio anche dal confronto più superficiale fra il telaio a vapore e quello vecchio, fra gli strumenti moderni per l’areazione del minerale nelle fonderie di ferro e la prima goffa rinascita del mantice comune; e nel modo più lampante si vede nel

³⁵ Finché una tecnologia rimane allo stadio di relativo sviluppo le riduzioni di costo hanno tendenzialmente una scarsa incidenza, di rimando quando una nuova tecnologia raggiunge livelli di costo concorrenziali una riduzione di costo addizionale, anche relativamente modesta, possono farla scendere al di sotto della soglia critica e produrre così una rapida accelerazione del ritmo di diffusione.

tentativo di una locomotiva fatto prima della locomotiva attuale; essa aveva di fatto due piedi che alzava alternativamente come un cavallo. Soltanto dopo un ulteriore sviluppo della meccanica e a esperienza pratica la forma delle macchine viene determinata interamente dal principio meccanico e quindi viene interamente emancipata dalla forma corporea tradizionale dello strumento che si trasforma in macchina”.

Resta, sicuramente, chiaro che è lo stadio di sviluppo delle industrie di beni capitali, più di ogni altro fattore singolo, che decide se e in quale misura un'innovazione sia in anticipo sul suo tempo (Rosenberg, 1987). E' la velocità con cui le prestazioni vengono migliorate, le tecniche modificate per venire incontro alle esigenze di utenti specializzati e il prezzo gradualmente ridotto, infatti, che determina la sua accettabilità in una crescente di potenziali utilizzatori, e tutto questo necessità di investimenti per la sperimentazione.

Il processo di diffusione dell'innovazione tecnologica è, inoltre, fortemente influenzato dalla complementarità tra differenti tecnologie. Una data invenzione, per quanto eccezionale e promettente possa apparire, spesso non riesce ad esplicitare tutto il suo potenziale se non “sposa” altre innovazioni tecnologiche (si vedano ad esempio le celle a combustibile e l'idrogeno utilizzato come vettore energetico) che rallentano o aggirano vincoli che altrimenti potrebbero bloccarne la diffusione. Quasi mai una singola conquista tecnologica rappresenta una vera e propria innovazione; infatti, prima che il potenziale di una qualsiasi singola conquista possa esplicitarsi spesso è necessaria tutta una serie di adattamenti, che devono fare i conti anche con i miglioramenti, in termini di efficienza, delle “vecchie” tecnologie che continuano nel contempo a “progredire” definendo un ulteriore rinvio del momento in cui quest'ultima appaia realmente obsoleta. Prima che una completa transizione dal vecchio al nuovo regime tecnologico avvenga completamente, inoltre, le tecnologie coesistono per lungo tempo “ibridandosi” a vicenda.

Ultimo, ma non di certo ultimo, fattore che influenza il ritmo di diffusione di una tecnologia è il contesto istituzionale di riferimento che regola il processo di innovazione incentivandolo o sfavorendolo; laddove, infatti, c'è uno stimolo da parte del sistema istituzionale al passaggio da una tecnologia ad un'altra la velocità di diffusione appare essere maggiore.

Da questo punto di vista il ruolo delle comunità locali potrebbe essere di fondamentale importanza; infatti, ci siamo più volte chiesti cosa impedisce la negoziazione e la partecipazione in questo tipo di decisioni e chi sono davvero, nei casi analizzati nel corso della ricerca, i gruppi sociali pertinenti ed i portatori di interessi che dovrebbero favorire il decollo di determinate tecnologie e soprattutto quali sono le forze antagoniste nel dibattito sempre aperto sulla possibile capillare diffusione delle tecnologie energetiche alternative applicate alla produzione di idrogeno.

Un'analisi attenta dello sviluppo di un processo di transizione non può prescindere da considerazioni sulla "politica della tecnologia" e dei rapporti di potere che attorno ad essa si instaurano e si consolidano. Tanto più se si considera la stretta interconnessione tra scienza, tecnologia e società.

2.3 L'approccio sociotecnico

Abbiamo visto in maniera sintetica come nasce e si diffonde una tecnologia a partire da un sistema scientifico di riferimento, ma come si relaziona con la società? Cosa diventano i due fattori della relazione all'interno della relazione medesima?

Con la modernità, la scienza pone in essere la sua metamorfosi in tecnoscienza, le tecniche si trasformano definitivamente in tecnologia e questo incide in maniera radicale sulla società (sia in termini di innovazioni che in termini di trasformazioni) che ne viene pesantemente influenzata e trasformata; ogni attimo della vita sociale dell'uomo moderno viene scandito da un artefatto tecnologico, così come ogni artefatto tecnologico viene profondamente influenzato dalle *capabilities* di un determinato contesto sociale. Tecnologia e società, però, non rappresentano un qualcosa di immanente, un dono divino all'umanità, sono entrambe un costrutto umano³⁶.

³⁶ Anche se, l'attenzione della comunità scientifica per lungo tempo si è concentrata su l'uno o sull'altro dei due termini (solo tecnologia o solo società) trascurando, se non annullando, il potere esplicativo del rapporto.

La tecnologia è un insieme dinamico di significati che le sono attribuiti sia dal background conoscitivo e dalle abilità degli attori sociali che dall'insieme dei vincoli che gli attori sociali medesimi sono disposti (o anche non disposti) ad accettare.

Certamente questo non è un automatismo sociale, ma un processo graduale che spinge, sulla scia dei teorici del costruttivismo sociale, con le sue relative diramazioni della *Social Construction of Technology* (Pinch, Bijker, Latour ecc) e della *Actor Network Theory* (Latour, Callon ecc.), a ricondurre il determinismo tecnologico a processi di costruzione sociale della tecnologia medesima abbandonando l'idea che la tecnologia sia qualcosa che sta all'esterno della vita sociale³⁷.

Attraverso l'approccio costruttivista si legge il profondo legame che insiste tra tecnologia e società superando determinismi contrapposti tenendo sempre presente che, come affermano Bijker e Law (citati in Pellegrino, 2004; 13), “*il tecnologico è sociale [...] il sociale non è esclusivamente sociologico, è anche politico, economico, psicologico, storico*”.

Tecnologia, scienza e società sono nelle teorie SCOT come un “tessuto unico” o “ragnatela senza congiunzioni” (*seamless web*) (Bijker, 1995)³⁸, che comporta la lettura del cambiamento tecnologico e del cambiamento sociale come processi che avvengono insieme e per questo vanno letti insieme se si vuole comprenderli.

La stretta interrelazione tra dimensioni, solo apparentemente “altre”, spinge a chiedersi, come sottolinea anche Flichy (1996; 15), quale dei due termini, società e tecnica, determina o quanto meno influenza l'altro.

La cosiddetta sociotecnologia aggrega autori di diversa formazione, tra cui: Bijker, Pinch, Hughes, Callon, Law, Latour etc.; e da qui le principali diramazioni: la *Social Construction Of Technology* (SCOT), l'*Actor Network Theory* ed alcuni altri studi come ad esempio la *Social Knowledge of Science*³⁹.

³⁷ “*Le tecnologie non forniscono da sé la loro spiegazione. Se non c'è nessuna logica interna che guida l'innovazione, allora non c'è un determinismo tecnologico: il puramente tecnologico in quanto tale non esiste*” (Bijker e Law, 1992; 8)

³⁸ *La metafora del tessuto unico ha implicazioni non solamente sul lavoro empirico, ma anche sull'apparato teorico.[...] rendendo i concetti altrettanto eterogenei quanto le attività degli attori.* (Bijker, 1995; XXIV)

³⁹ Che si differenziano dalle teorie costruttivista per il riconoscimento e la caratterizzazione specifica nello studio dei casi degli aspetti sociali.

Un elemento di importanza cruciale che accomuna tutte queste teorie, però, è il tentativo di superare l'idea che la tecnologia sia qualcosa di scontato e di aprire quella che gli stessi teorici della sociotecnica hanno definito "scatola nera" tecnologica (o *Technological Black Box*)⁴⁰; farlo, però, non è un atto neutro, implica un certo numero di problemi, sia a livello teorico che a livello metodologico. Non basta, infatti, l'affermazione di una generica interazione tra tecnologia e società, si tratta piuttosto di trovare nuove categorie di riferimento, un "ibrido" che riesca a leggere qualcosa che non sia puramente tecnologica o puramente sociale, in grado di modificare radicalmente la definizione stessa di innovazione⁴¹.

Sulla base del rifiuto di contrapposizioni e di rotture di tipo deterministico questi autori preferiscono parlare di "innovazione sociotecnica", piuttosto che di innovazione sociale o di innovazione tecnologica, attraverso il tentativo di rendere visibile l'azione performativa esercitata dalla società nei confronti della tecnologia e dalla tecnologia verso della società.

L'approccio sociotecnico e costruzionistico all'innovazione implica il rifiuto perentorio dell'idea di esiti sociali della tecnologia che *"maschera tanto la socialità della tecnologia, il suo essere intimamente una forma di relazione e di produzione sociale, quanto la contemporanea tecnologizzazione della società"* (Gallino, 1998: 18)⁴².

2.4 Il modello SCOT

L'approccio SCOT prende le sue mosse dalla sociologia della scienza ed è sviluppato principalmente da Wiebe Bijker e da Trevor Pinch. Le basi concettuali di questo modello analitico si possono ritrovare nel saggio sulla "luce fluorescente" di

⁴⁰ "A black box contains that which no longer needs to be considered, those things whose contents have become a matter of indifference" (Callon, Latour, 1991; 285)

⁴¹ L'approccio costruzionista affonda le sue radici nella presa di distanza dal concetto di "inventore individuale" come elemento centrale e caratterizzante dell'innovazione. Si focalizza, piuttosto, l'attenzione all'interno ed al di fuori del laboratorio di quelle pratiche che costituiscono le tecnologie (si veda ad esempio Latour e Woolgar, 1986).

⁴² Gallino, L., (1998), "Critica della ragione tecnologica. Valutazione, governo, responsabilità dei sistemi socio-tecnici", in Ceri, P. e Borgna, P. (a cura di) *"La tecnologia per il 21° secolo. Prospettive di sviluppo e rischi di esclusione"*, Einaudi, Torino.

Bijker del 1992⁴³ in cui l'autore mostra, partendo dalla categoria dei "gruppi sociali pertinenti", come un artefatto tecnico, la luce fluorescente appunto, sia stato inventato nella cosiddetta "fase di diffusione".

In questo saggio Bijker non solo argomenta l'inadeguatezza del modello lineare dello sviluppo tecnico⁴⁴ a rendere conto della complessità dell'innovazione trascurando la possibilità di "distorsioni retrospettive" che questo modello spesso comporta, conducendo ad una lettura implicitamente teleologica del materiale (Bijker, 1995; XVI), ma soprattutto contiene i principi fondamentali della prospettiva SCOT: gruppi sociali pertinenti (o rilevanti), flessibilità interpretativa e quadro tecnologico.

Nel modello della costruzione sociale della tecnologia l'individuazione dei "gruppi sociali pertinenti" rappresenta, insieme alla descrizione degli artefatti, il punto di partenza dell'analisi; gli artefatti tecnici, infatti, non esistono al di fuori delle interazioni all'interno e tra "gruppi sociali", così come i dettagli del progetto degli artefatti sono descritti evidenziando i problemi e le soluzioni che quei gruppi sociali hanno rispetto all'artefatto.

Una questione fondamentale a proposito dei gruppi sociali pertinenti è appunto la rilevanza, che Bijker stesso precisa essere una categoria riferita agli attori sociali del caso in esame, ma anche al ricercatore (o analista) che li aggrega e li definisce tali per l'analisi del caso⁴⁵.

Lo sviluppo tecnologico va considerato come un processo sociale e non come un accadimento isolato (Bijker, 1995; 28) ed i suoi portatori sono proprio i gruppi sociali pertinenti; ogni gruppo attribuisce significati diversi ad un artefatto tecnologico (utilizzatore o non utilizzatore, esperto/profano, ambientalista/non ambientalista, innovatore/conservatore, povero/ricco, portatore di interesse/consumatore etc.) e questo ci aiuta anche a capire la dicotomia tra efficacia ed inefficacia dell'artefatto, che rappresentano valutazioni socialmente costruite e non proprietà intrinseche all'artefatto stesso. Da un punto di vista metodologico ciò

⁴³ Poi ripreso, dallo stesso autore, nel 1995 in "La bicicletta e le altre innovazioni".

⁴⁴ Ricerca, sviluppo, impianto pilota, scale up, produzione, sviluppo dei prodotti.

⁴⁵ I "gruppi sociali rilevanti" sono, nell'approccio SCOT, rilevanti sempre agli occhi dell'analista che li può identificare anche "seguendo gli attori" (Bijker, 1995; 27)

che vale per la definizione e per la delimitazione dei gruppi sociali pertinenti vale anche per la caratterizzazione degli artefatti. Se si vuole, infatti, guardare allo sviluppo tecnologico come ad un processo sociale si deve tenere in considerazione come gli artefatti vengono visti dai gruppi sociali pertinenti ed evitare di guardare alla tecnologia come ad un'esistenza isolata.

Il medesimo artefatto può significare diverse cose per differenti gruppi sociali; tuttavia "i gruppi sociali pertinenti" non vedono semplicemente diversi aspetti di un artefatto, gli attribuiscono dei significati e sono proprio questi significati che, di fatto, costituiscono l'artefatto. Ci sono tanti artefatti quanti gruppi sociali rilevanti, non c'è alcun artefatto che non sia costituito da un gruppo sociale rilevante" (Bijker, 1995: 77).

Il/I significato/i attribuito/i è alla base del concetto, derivante dagli studi di sociologia della scienza, di "flessibilità interpretativa".

La possibilità di dimostrare la flessibilità interpretativa di un artefatto attraverso la decostruzione, sostiene Bijker, implica l'esistenza di uno spunto immediato per la dimostrazione sociologica dello sviluppo degli artefatti tecnologici.

Se non esistesse, o comunque non fosse possibile dimostrare alcuna flessibilità interpretativa, allora tutte le proprietà di un artefatto potrebbero considerarsi immanenti ed intrinseche all'artefatto stesso. Non ci sarebbe la dimensione sociale della progettazione ma solo l'applicazione e la diffusione – ossia il contesto – andrebbero a rappresentare la sua dimensione sociale.

Secondo i teorici della SCOT, in sintesi, tecnologie e pratiche tecnologiche sono costruite in un processo di negoziazione continua guidato dagli interessi sociali dei partecipanti, attraverso cui gruppi in conflitto raggiungono o impongono uno specifico risultato. La tecnologia è concepita dal costruzionismo come il risultato di un processo di stabilizzazione e chiusura. È con i concetti di stabilizzazione e chiusura che nell'analisi SCOT, dopo aver effettuato la decostruzione sociologica dell'artefatto tecnologico, si prova ad effettuarne la costruzione sociale.

Il concetto di chiusura riguarda la flessibilità interpretativa,

“[...] Chiusura, nell’analisi della tecnologia, significa diminuzione della flessibilità interpretativa di un artefatto[...]” (Bijker, 1995 ;63)

Essa rappresenta il momento in cui le controversie retoriche sulla tecnologia si chiudono appunto ed emerge il consenso fra i diversi gruppi pertinenti rispetto al significato dominante di un artefatto. Di fatto si attenua il pluralismo degli artefatti.

Sono stati identificati parecchi meccanismi di chiusura di una controversia come ad esempio il “meccanismo di chiusura retorica”.

Il concetto di “stabilizzazione” si riferisce, invece, alla critica della concezione ingenua dell’invenzione come atto di genio.

Esso esprime la constatazione che il cambiamento tecnologico non può essere il semplice risultato di un portentoso atto di genio. L’attenzione, infatti, si sposta non sull’atto in se, ma sullo sviluppo di un artefatto nell’ambito di un gruppo sociale. Proprio da questo assunto, applicando il modello descrittivo, dovremmo riuscire ad osservare i differenti gradi di “stabilizzazione” dei diversi artefatti tecnologici all’interno dei gruppi sociali pertinenti.

Latour e Woolgar (1986) hanno dimostrato che nella costruzione dei fatti scientifici si conferiscono, o si tolgono, “modalità” specifiche all’affermazione di questi fatti e che questo connota il grado di stabilizzazione degli stessi. Si pone però un problema metodologico nell’uso del linguaggio come mezzo attraverso il quale seguire la stabilizzazione. La necessità di aggiungere definizioni e chiarimenti per poter comunicare su un artefatto tecnologico non dipende solo dal grado di stabilizzazione dell’artefatto stesso all’interno del gruppo sociale, ma anche ed in misura affine, dal contesto in cui viene (o verrà) usata l’affermazione (ad esempio un testo di ricerca, un brevetto, un manuale, un saggio etc.) e dalla capacità di chi pronuncia l’affermazione di convincere e creare rete.

Bisogna in definitiva vedere come l’artefatto tecnologico (e la tecnologia in generale) viene descritto nel gruppo sociale dei tecnici in uno specifico canale di comunicazione e come questo viene proiettato all’esterno del gruppo riuscendo così a leggere il processo.

Come, però, si correlano i processi di chiusura e stabilizzazione?

La chiusura porta alla diminuzione della flessibilità interpretativa di un unico artefatto che diventa dominante e maturerà un grado crescente di stabilizzazione nell'ambito del gruppo sociale pertinente.

C'è da notare che il processo di chiusura si accompagna ad un certo grado di irreversibilità ma non lo è del tutto; alla relativa rigidità del processo di chiusura, infatti si accompagna il carattere graduale della stabilizzazione e proprio questa combinazione tra stabilizzazione e chiusura aiuta a comprendere che il cambiamento tecnologico è un processo continuo e dinamico.

Altro concetto chiave del modello descrittivo SCOT è rappresentato dal concetto di "quadro tecnologico", che rappresenta la struttura di interazioni fra i diversi attori di un gruppo sociale pertinente e come tale è collocato fra gli attori, non negli attori o al di sopra di essi⁴⁶. Esso comprende tutti quegli elementi che influiscono sulle interazioni all'interno dei gruppi sociali pertinenti e muovono all'attribuzione di un significato e di conseguenza alla costituzione di una tecnologia. Bijker, nel saggio sulla bakelite, individua diversi elementi costitutivi, benché indicativi, del quadro tecnologico: gli obiettivi, i problemi cruciali, le strategie di *problem-solving*, i requisiti da rispettare nella soluzione dei problemi, le teorie correnti, la conoscenza tacita, le procedure di verifica etc.

Il quadro tecnologico è un approccio teorico che permette all'analista di ordinare i dati ed interpretare le interazioni all'interno del gruppo sociale pertinente, che risulta ancora più efficace, quando si è di fronte a situazioni d'instabilità, dialettica e cambiamento. Nel modello descrittivo SCOT gli artefatti sono descritti in termini di problemi e di soluzioni di problemi che si possono interpretare come la risultante di uno specifico quadro tecnologico, che rappresenta interazioni e come tale relazioni di potere che si specificano nel quadro tecnologico e nel modo in cui *"interagiscono, pensano e agiscono i membri di un gruppo sociale pertinente"* (Bijker, 1995; 232). I quadri tecnologici in definitiva *"rappresentano il modo in cui è distribuita la discrezionalità (chi può fare che cosa, quando dove e come) ad oggetti ed attori"* (Bijker, 1995; 232).

⁴⁶ Non è dunque una caratteristica propria degli individui, di una struttura o di una istituzione, nasce essenzialmente quando si sviluppa una interazione intorno ad un artefatto tecnologico e le interazione dei membri spingono verso la medesima direzione.

Il potere si manifesta attraverso la fissazione del significato dell'artefatto (collegato sia al processo di chiusura che riduce la flessibilità interpretativa sia ai processi di stabilizzazione e di inclusione), e questa relazione si incorpora nell'artefatto stesso spingendo al suo riconoscimento come "punto di passaggio obbligatorio". Questo ultimo concetto viene sviluppato da Callon e Law all'interno del filone analitico dell'*Actor Network Theory*.

2.5 L'approccio Actor Network Theory

Se nel modello SCOT era possibile dedurre un "rigurgito" di determinismo sociale⁴⁷ (Latour, 1987; 192) con l'approccio dell'*Actor-Network Theory* scompare ogni tipo di asimmetria e si arriva ad una forma di associazionismo generalizzato in cui l'attore non svolge il ruolo di agente ed il network quello di società, ma i due termini rappresentano le due facce di una medesima medaglia (Pellegrino, 2004).

L'*Actor-Network Theory* rappresenta il filone di ricerca sviluppato da Latour, Callon e Law che si propone di superare la distinzione tecnico-sociale, umano-non umano, postulando il concetto di "realismo relazionale" (Law, 1992) tra una pluralità eterogenea di elementi umani e non umani (gli attanti⁴⁸) a cui si attribuisce capacità d'azione (*Agency*) attraverso configurazioni socio-tecniche (*actor networks* eterogenee) che condividono un medesimo programma d'azione (*Script*).

A livello metodologico, attraverso la descrizione delle "coalizioni socio-tecniche" si definiscono gli assunti che fondano la teoria "*actor-network*": il principio di simmetria (comune a tutti gli studi di matrice costruzionista), la concezione del potere come effetto di dinamiche socio-tecniche, e dunque non

⁴⁷ Il modello a diffusione guarda alla società come composta "da gruppi che hanno degli interessi, questi gruppi resistono, accettano o ignorano sia i fatti che le macchine, (che risultano) dotate di propria forza di inerzia. Esistono da un lato scienza e tecnica e dall'altro la società [...] i fatti legati ai fatti, le macchine alle macchine, i fattori sociali ai fattori sociali. (Il rischio è che) Al determinismo tecnologico si aggiunge un determinismo sociale, culturale ed economico. Questo è il significato della parola "sociale" in espressioni quali "studi sociali della tecnica" o "costruzione sociale della tecnologia" (Latour, 1987; 192)

⁴⁸ Il concetto di attante è mutuato dalla semiotica e viene utilizzato da Latour per indicare i soggetti umani e non umani (come ad esempio l'artefatto tecnologico) all'interno di una relazione in cui il soggetto (umano e non umano) è definito attraverso l'azione che svolge all'interno della relazione stessa; "[...] qualunque cosa o persona sia rappresentata" (Latour, 1998; 110) dalla coalizione.

attributo dei singoli elementi ma effetto della configurazione che questi assumono all'interno della rete⁴⁹, e i cosiddetti Punti di Passaggio Obbligato (PPO).

Rispetto all'analisi della tecnologia è evidente che la simmetria tra progettisti ed utenti, invenzione e diffusione, Società e Natura si estende fino alle conseguenze estreme anche al rapporto tra tecnico e sociale⁵⁰, enfatizzando da un lato il concetto di eterogeneità, da un lato, e di "traduzione" (o traslazione) dall'altro⁵¹ in cui non esiste più la distinzione tra scienza, tecnologia e società, ma esistono catene eterogenee di associazioni che di volta in volta creano dei punti di passaggio obbligato.

Per traduzione (o traslazione⁵²) si intendono "tutte le negoziazioni, gli intrighi, i calcoli, gli atti di persuasione e violenza, grazie ai quali un attore o forza assume, o fa in modo che gli sia conferita, l'autorità di parlare o agire in rappresentanza di un altro attore o forza [...]. Quando un attore parla di "noi" sta traslando (o traducendo) altri attori in una volontà singola, di cui diventa spirito e portavoce. Inizia ad agire per molti e non più per uno solo" (Callon, Latour, 1981; 279)⁵³.

Esistono, però, molti punti di similitudine tra i due modelli (SCOT e ANT) che si riscontrano nella fase di costruzione dell'actor network. Nel modello SCOT, analogamente alle fasi di "problematizzazione, interessamento, arruolamento e mobilitazione" individuate da Latour e Callon, gli attori si aggregano intorno a problemi percepiti come rilevanti e attraverso la soluzione di questi problemi (processo di *problem solving*) si attua la costruzione dell'artefatto e la sua seguente stabilizzazione. La differenza principale sta nel fatto che nell'approccio ANT ciò che

⁴⁹ "To eliminate the great divides between science/society, technology/science, micro/macro, economics/research, humans/non humans, and rational/irrational is not to immerse ourselves in relativism and indifferention. Networks are not amorphous. They are highly differentiated, but their differences are fine, circumstantial, and small; thus requiring new tool and concepts. Instead of sinking into relativism it is relatively easy to float upon it. [...] Efficiency, truth, profitability, and interest are simply properties of networks, not of statement. Domination is an effect not a cause. In order to make a diagnosis or a decision about the absurdity, the danger [...] of an innovation, one must first describe the network" (Latour, 1991; 130)

⁵⁰ "Capire la natura dei fatti e delle macchine è come capire chi sono le persone" (Latour, 1987; 191)

⁵¹ Il processo di traslazione può significare sia come traduzione da una lingua ad un'altra, sia come spostamento o trasferimento di un oggetto, o di un'idea, da un contesto ad un altro (Law, 1996; Callon 1986)

⁵² Il concetto di traslazione viene ripreso ed approfondito da Callon (1986) nel saggio sul ripopolamento di una specie di molluschi nella baia di St. Brieu. Di tale saggio e delle sue implicazioni teoriche si parlerà più approfonditamente nel capitolo successivo.

⁵³ Il concetto di traslazione presenta diverse analogie con la definizione, del modello SCOT, di "negoiazione e conflitto tra gruppi sociali rilevanti" affrontato da Bijker attraverso il "problema del portavoce" nel saggio sulla luce fluorescente (1992, 1995).

si stabilizza è l'actor network socio-tecnica ibrida ed eterogenea⁵⁴, di cui gli artefatti sono "attanti", e dunque elementi costitutivi ed agenti⁵⁵. L'approccio ANT rimanda all'importanza dell'artefatto come oggetto, materialità, "dimostrazioni inconfutabili" per pratiche ed progetti d'azione, ma soprattutto alla necessità di guardare al non umano per bilanciare la teoria e la spiegazione sociale, focalizzando l'attenzione sulla "distribuzione di competenze" (e dunque di potere) insita nell'artefatto, inteso come testo in cui esiste una profonda correlazione tra ciò che è iscritto (dal progettista) e ciò che (all'utente) è prescritto (Latour, 1992; Akrich, 1992, 1995).

"I progettisti (designers) definiscono attori con specifici gusti, competenze, motivazioni, aspirazioni, pregiudizi politici e così via, ed assumono che la moralità, la tecnologia, la scienza e l'economia evolveranno in particolari modi. Un'ampia parte della funzione degli innovatori è quella di inscrivere una visione del mondo nel contenuto tecnico del nuovo oggetto. La realizzazione delle credenze dell'innovatore sulla relazione tra l'oggetto e gli attori che lo circondano è perciò un tentativo di predeterminare gli ambienti che gli utenti sono chiamati ad immaginare" (Akrich, 1992; 205)⁵⁶.

Per far ciò il costruttore di fatti deve necessariamente arruolare altre persone e farle partecipare alla costruzione del fatto controllandone, nel medesimo tempo il comportamento al fine di prevenirne le azioni.

L'artefatto nonostante la sua dura materialità non rappresenta solo e soltanto un contenitore di bisogni, d'azioni e di desideri umani, l'oggetto diventa vincolante dell'interesse ed all'interesse della coalizione sociotecnica esercitando, così, un

⁵⁴ La "scatola nera" sta in mezzo ai sistemi di alleanze, rappresenta il punto di passaggio obbligato che li tiene insieme e che se ha successo, concentra in sé il associazioni più compatte, fintantoché le altre strategie hanno successo.

⁵⁵ La prospettiva ANT definisce gli attanti non-umani (e dunque anche gli artefatti) come capaci d'azione (*Agency*) perché incorporano Programmi d'azione (*Script*). Questa prospettiva viene criticata da Friedberg e Crozier che leggono come irrilevante l'antropizzazione delle cose; la vera differenza, secondo i due autori, fra non umani e umani sta nel carattere strumentale dei primi e nell'irriducibilità dei secondi in grado di decidere di agire avvallando o tradendo programmi d'azione prestabiliti e soprattutto di utilizzare i non umani a proprio piacimento.

⁵⁶ In questo saggi Akrich utilizza la comparazione tra due casi di studio (un kit di luci fotoelettriche a Parigi ed un generatore di corrente elettrica in Senegal) per dimostrare come "la creazione e l'allargamento di reti definisce simultaneamente sia il sociale che il tecnologico" evidenziando come nel primo caso la confusione sull'utilizzo dell'oggetto abbia implicato il suo non uso e nel secondo caso un uso non previsto dai progettisti.

controllo più o meno efficace (il feticcio diventa in definitiva faticcio secondo Latour).

“[...]L’atto di definire un nuovo oggetto in base alle risposte che iscrive sul quadrante di uno strumento, conferisce agli scienziati ed agli ingegneri la loro sorgente finale di forza. [...] Scienziati e ingegneri parlano nel nome di nuovi alleati che essi stessi hanno creato e catalogato. Rappresentanti in mezzo ai rappresentanti, essi aggiungono queste risorse inattese per far pendere la bilancia dalla loro parte” (Latour, 1998; 120)

La stretta relazione tra attanti (umani e non umani) basa la definizione della rete di attori (o attore rete) come ibride ed eterogenee; la loro stabilizzazione (e anche il loro successo) dipende dall’adattamento reciproco degli attori (umani e non umani) che la costituiscono, così come dalle strategie di problematizzazione, interessamento, arruolamento, mobilitazione ed iscrizione, realizzate all’interno del network socio- materiale.

La dimensione del potere (anche come conflitto e tradimento) attraversa tutto il filone dell’ANT, definito da Law come orientato a comprendere le “meccaniche del potere”; il tema dell’instabilità e della stabilizzazione tecnologica è affrontato attraverso i concetti di “puntualizzazione”, in pratica attraverso il processo grazie al quale una rete è definita come un “unico blocco” tralasciando sia la sua complessità ed eterogeneità che il suo divenire “risorsa” costituendosi come “normalità”.

Così come nel metodo SCOT anche i teorici dell’ANT sono perfettamente consapevoli dell’instabilità ed alla contingenza delle tecnologie dovute al passaggio (metaforico) di mano in mano che non solo le modella, ma le rimodella; provocandone a volte la scomparsa, ma anche la trasformazione in “forme altre”, o impiegarle in modi completamente differenti dall’idea progettuale originaria (Bijker e Law, 1992); analogamente l’esito e la congruenza tra i modi in cui il progetto si esplicita, dipende dal modo in cui il potere si palesa e dalla solidarietà che si sviluppa all’interno della rete⁵⁷.

⁵⁷ Latour (1991) propone un modello analitico per i programmi d’azione riprendendo dalla semiologia i concetti di sintagma e paradigma con cui definisce specificatamente i processi di sostituzione ed i processi di associazione (lo stesso autore ridefinisce il modello, insieme alla Akrich, nel 1992 definendo anche i concetti di programma e anti-programma). Nella dimensione analitica del sintagma all’interno della coalizione elementi umani e non e le azioni da questi agite per raggiungere lo scopo,

I modi in cui la tensione è risolta sono molto legati alla costituzione ed alla relativa forza dei Punti di Passaggio Obbligato⁵⁸, attraverso cui gli artefatti esercitano forme di controllo entro le reti, ed è proprio sulla forza esplicativa dei PPO che si mette in gioco la capacità degli attori (umani e non umani) di crescere, determinare e indurre altri attori traslandoli nella rete e di diventare, nel contempo, indispensabili all'azione ed all'esistenza della rete stessa⁵⁹.

2.6 Processi di traduzione, allineamenti e tradimenti: l'analisi di Callon

Le differenti fasi del processo di traduzione/traslazione della tecnologia sono analizzate in maniera approfondita da Callon (1986)⁶⁰ a partire da uno specifico caso di studio (il ripopolamento delle conchiglie *St. Jaques* tipiche della baia di Briec in Francia).

In questo saggio si intrecciano in una rete d'azione (un *actor-network*) diverse elementi: i pescatori della baia di *St. Briec* (minacciati dalla scarsità della risorsa), le conchiglie "*Saint Jaques*" (che rappresentavano la risorsa ittica prevalente per l'economia dei pescatori della zona) ed alcuni scienziati (che volevano sperimentare una tecnica di coltivazione e relativo ripopolamento). Callon analizza il processo di traslazione che ha permesso agli scienziati di rendere comprensibile (dunque di tradurre), e contestualmente di imporre, il loro punto di vista agli attori locali, attraverso quattro fasi distinte.

possono mutare per incrementare la capacità di azione della coalizione; il paradigma indica le progressive associazioni e registra l'allargamento, o la riduzione, del ventaglio di elementi che perseguono sinergicamente il programma d'azione. I processi di sostituzione e di associazione possono in alcuni casi concretizzarsi nella cristallizzazione di una parte dell'*actor network* che diventa scatola nera, in cui le interconnessioni hanno raggiunto un elevato livello di stabilità.

⁵⁸ Un punto di passaggio obbligato(rio) forte esercita controllo sulle risorse ed è capace di rivendicare il successo della rete (Law e Callon, 1992); PPO deboli esistono nel momento in cui canali tra loro in competizione si contendono risorse e responsabilità degli attori.

⁵⁹ Concetto analogo è il concetto di "inclusione" nel *frame* tecnologico di Bijker.

⁶⁰ Callon M. (1986), "*Some Elements of a Sociology of Translation: Domestication of the Scallops and the Fishermen of St. Briec Bay*" in Law J., *Power Action and Belief: A new Sociology of Knowledge?*, London, Routledge, pp. 196 – 223. Secondo l'analisi di Callon, che prende come caso di studio il ripopolamento delle conchiglie *St. Jaques* tipiche della baia di Briec in Francia, il processo di traduzione di una tecnologia (o traslazione) ha come fine ultimo quello di proporre la definizione della situazione da parte del ricercatore (o scienziato), creando nel contempo una situazione di leadership attraverso un processo di costruzione simbolica e di competenze linguistiche, comunicative e relazionali.

La fase della *problematizzazione*: durante la quale i ricercatori illustrarono ai pescatori i motivi che imponevano il loro intervento per la risoluzione del problema, cercando di rendere le loro competenze indispensabili all'interno del contesto locale; la fase dell' *interessamento*, in cui i ricercatori cercano di "spingere" all'interno di un'alleanza solidale con i loro interessi il maggior numero possibile di attori; la fase di *arruolamento*, durante la quale si definiscono i ruoli degli attori precedentemente agganciati; la fase di *mobilitazione* in cui intermediari ed attanti della coalizione agente, sulla base della trama di strategie e negoziazioni, si muovono su un fronte comune nel programma d'azione dei ricercatori⁶¹ con la finalità di rendere la tecnologia un Punto di Passaggio Obbligato (PPO)⁶².

Nella teoria di Callon il processo di traduzione della tecnologia è il meccanismo attraverso cui "*The social and natural worlds progressively take form*" (Callon, 1986; 211) e si compie essenzialmente attraverso associazioni eterogenee tra attanti umani e non umani (attori ed artefatti tecnologici per esempio) per mezzo di quello che lo stesso autore definisce "*heterogeneous symbolic engineering*", ovvero quel processo che punta a fissare delle associazioni eterogenee tra simboli e significati che vengono socialmente attribuiti ed i gruppi sociali pertinenti al fine di costruire scatole nere retoriche (*discursive black box*)⁶³.

Con il saggio sulle conchiglie *Saint Jaques* Callon rileva, da un lato, come determinati interessi espressi da attanti differenti si fossero allineati consentendo all'alleanza di agire solidalmente per perseguire un medesimo obiettivo che, solo

⁶¹ I ricercatori proponevano, in pratica, di trasferire una tecnica di coltivazione intensiva delle conchiglie che si era mostrata particolarmente efficace in Giappone per una specie di molluschi diversa da quella francese. L'interesse dei ricercatori era quello di dimostrare la possibilità di trasferire (traslare) la tecnica, l'interrogativo rappresentava per gli scienziati non solo una domanda scientifica a cui rispondere, ma anche e soprattutto un punto di passaggio obbligato per gli attanti coinvolti nel caso di studio. I ricercatori con l'esperimento offrivano una risposta una soluzione alla comunità scientifica di riferimento, ma anche ai pescatori che con la diminuzione della risorsa ittica vedevano compromessi i profitti nel lungo periodo, agli stessi molluschi (*Pecten Maximus*) che con il ripopolamento sarebbero stati protetti dai predatori che le decimavano.

⁶² O tecnologia chiave, nell'accezione di Bijker.

⁶³ Latour, come la maggior parte dei sociologi della scienza, definisce le scatole nere come indispensabili per la chiusura di una controversia scientifica. Proprio perché una gran parte di questo lavoro avviene a livello retorico si può agevolmente parlare di scatole nere retoriche come punto focale della costruzione/creazione di simboli e valori che tendono a dare volto a determinati artefatti tecnologici (creando anche un circuito di accettazione sociale della tecnologia) trasformandoli in vere e proprie innovazioni.

dopo un intricato processo negoziale, diventa comune; ma dimostra anche che la solidarietà all'interno di un *actor network* non è né eterna, né immutabile; infatti, l'esito della vicenda non fu quello previsto dal piano d'azione dei ricercatori a causa del "tradimento" (*Betrayal*) di alcuni attori i cui interessi non erano più rappresentati dal portavoce e non passavano più dal PPO.

Il principio guida del modello della traduzione è che ogni processo di traduzione, o trasferimento, di una tecnologia implica un cambiamento dell'oggetto tradotto o trasferito a partire da associazioni eterogenee di attori/attanti che creano, di volta in volta, "punti di passaggio obbligato" (Latour, 1987).

Le innovazioni, dunque, non aspetterebbero passivamente di essere inventate o scoperte, ma sono create a partire da associazioni di umani e non umani (attore e/o attanti) che da deboli diventano sempre più forti; l'oggetto non viene trasmesso da un attore ad un altro, ma viene composto collettivamente dagli attori stessi e la stabilità di una nuova tesi è strettamente correlata alla convergenza degli interessi dei soggetti coinvolti così come la modificazione della tesi è essenziale per la continuazione della sua esistenza.

Da un punto di vista metodologico lo studio dell'*actor network* permette all'analista di osservare i programmi d'azione muovendosi lungo un continuum micro/macro analizzando "in maniera situata" (Suchman, 1987) le connessioni coerenti con l'obiettivo cognitivo della ricerca. Le categorie analitiche dell'ANT consentono la ricostruzione delle connessioni tra i diversi settori analizzati (amministrativi, tecnici, scienziati ecc) e delle alleanze di attanti (umani e non umani) che vanno a formarsi.

“I grandi dilemmi sono spesso nascosti e neutralizzati dalla veste tecnica delle procedure decisionali: così molti problemi che affliggono la vita di ciascuno di noi, il destino della specie e la qualità dell’evoluzione possibile sono sottratti al dibattito ed al controllo da parte della società. La democrazia in una società complessa si misura in base alla capacità di portare in superficie questi dilemmi, renderli visibili e pubblici e definire intorno ad essi nuovi diritti” (Melucci, A, 2000: 87).

Capitolo Terzo: Metodologia, strumenti di rilevazione ed ipotesi della ricerca

3.1 Premessa

L’obiettivo cognitivo della ricerca prende in prestito dalle teorie costruzioniste, ed in particolare dagli assunti fondamentali dell’analisi di Bijker (SCOT)⁶⁴ e di Latour e Callon (ANT)⁶⁵, i concetti che appaiono essere più calzanti all’analisi dei casi di studio.

Ciò che ci interessa studiare, infatti, non è tanto l’artefatto tecnologico nelle sue implicazioni fisico-chimiche o solo il suo impatto nella società in termini di innovazione sul processo produttivo, sugli stili di vita o sull’ambiente; il nostro interesse si focalizza, piuttosto, sui processi sociali che portano la tecnologia a diventare ciò che è. In definitiva tentiamo di capire, come sottolinea Flichy “Quale dei due termini (tecnica e società) determini, o quantomeno influenzi l’altro”⁶⁶.

Per far ciò, ovviamente, non è sufficiente affermare una semplice e generica interazione tra tecnologia e società, ma c’è la necessità di costruire nuove categorie di riferimento in grado di disegnare un quadro che non sia puramente tecnologico o puramente sociale⁶⁷.

⁶⁴ Frame tecnologico, flessibilità interpretativa, immaginario tecnologico ed inclusione, apertura e chiusura della controversia.

⁶⁵ Coalizione agente (actor network), fasi del processo di traduzione, attanti (umani e non umani)

⁶⁶ Patrice Flichy, 1996, “L’innovazione tecnologica. Le teorie dell’innovazione di fronte alla rivoluzione digitale”, Milano, Feltrinelli; pag 15. Titolo originale “L’innovation technique”, La Decouverte, Paris, 1995.

⁶⁷ Da qui la definizione di “innovazione sociotecnica” tipica dell’approccio costruzionista.

Partendo dall'approccio della SCOT, in particolare dall'analisi teorica di Bijker, secondo cui sono gli attori che danno senso alla tecnologia, la costruiscono e si mobilitano intorno ad una "tecnologia chiave", e quindi dall'analisi dei gruppi sociali rilevanti e del quadro tecnologico, i due casi in analisi, a cui nel corso della ricerca se n'è aggiunto un terzo, potrebbero essere visti ed analizzati come tre diversi stadi di un medesimo processo di costruzione di un immaginario tecnologico che pongano le basi per l'apertura, reale, di una controversia. Dopo aver tentato di capire come e dove si apre la controversia sul possibile utilizzo di una tecnologia energetica piuttosto che un'altra abbiamo tentato, attraverso l'apporto dell'approccio ANT, ed in particolare dalle analisi di Latour e Callon, di individuare le strategie di traduzione (o traslazione) e la creazione di eventuali coalizioni agenti, cercando, attraverso l'analisi empirica, di individuare anche all'interno dei casi di studio, le quattro fasi dell'analisi del processo di traslazione di Callon (1986) (problematizzazione / comunicazione; interessamento; arruolamento / controllo ed eventuali tradimenti; mobilitazione / partecipazione).

La doppia valenza analitica del concetto di traslazione (da un lato un processo di traslazione linguistica da un codice linguistico/culturale ad un altro, e dall'altro il trasferimento fisico di una pratica o di un'esperienza in cui più attori, interagendo tra loro, attribuiscono significati a ciò che fanno e danno vita ad un soggetto collettivo che si proporrà come "traduttore" di un'idea, di una politica, di una riforma, ecc.) ben si presta all'analisi dei casi di studio in cui fondamentale appaiono da un lato la dimensione della comunicazione della tecnologia e la dimensione temporale nella sperimentazione (le fasi individuate da Callon) che ha contribuito alla creazione della coalizione, e dall'altro il contesto e gli attori (umani e non umani) che hanno dato l'*incipit* alla problematizzazione.

Tutti i progetti rappresentano dei laboratori sperimentali che vanno nella direzione (voluta o non) di dimostrare se sia fattibile o meno la transizione da un regime energetico basato sulla dipendenza da fonti di origine fossile ad un regime fondato principalmente su fonti energetiche rinnovabili, capillarmente diffuse e potenzialmente alla portata di tutti⁶⁸.

⁶⁸ Tenendo ovviamente conto delle differenze non solo territoriali, sociali, culturali del contesto di riferimento, ma anche delle fonti energetiche rinnovabili che si intende utilizzare per produrre idrogeno.

3.2 L'analisi qualitativa

L'analisi dei casi empirici della ricerca parte, in conformità alle analisi condotte dai "teorici" del metodo SCOT e dell'approccio ANT⁶⁹, dall'idea di seguire, anche fisicamente, gli attori nella fase progettuale; in seguito alla chiusura iniziale di alcuni dei proponenti nel progetto italiano, però, si è deciso di rilevarne ed analizzarne le tracce man mano che il progetto andava avanti, estendendo questo "metodo" anche ai casi esteri (attraverso documenti, testi, resoconti, ecc), per poi arrivare a sessioni di interrogazione che permettessero una maggiore comprensione dei progetti piuttosto che una loro spiegazione⁷⁰.

Da un punto di vista strettamente metodologico entrambi i metodi sono compatibili con un approccio narrativo e con le relative tecniche di rilevazione empirica; appare opportuno porre l'accento che per la raccolta delle informazioni, riguardanti l'oggetto della ricerca, abbiamo optato per una logica non standardizzata⁷¹, ossia per la costruzione di una base empirica costituita da informazioni eterogenee piuttosto che attraverso dati standardizzati con tecniche quantitative.

Il carattere eterogeneo e simmetrico degli approcci teorici di riferimento (SCOT e ANT) mette in seria discussione la possibilità di individuare un punto di vista privilegiato e specifico per la ricostruzione dei progetti e dei relativi programmi d'azione. Una possibile risposta a questo problema è rappresentata dalla cosiddetta triangolazione delle informazioni raccolte attraverso fonti differenti ed eterogenee⁷² che coincidono con gli *actor network* (Latour, 1991; 124).

⁶⁹ Latour (1987) sottolinea con forza e convincimento l'importanza di seguire "la scienza in azione" focalizzando l'attenzione sulle dinamiche di interazione e sulla stabilità della relazione.

⁷⁰ Il complesso rapporto tra comprensione e spiegazione ha una lunga tradizione nel dibattito sociologico tradizionale che può contare sull'apporto di autori come Weber o Von Wright).

⁷¹ La metodologia della ricerca sociale rappresenta la "cassetta degli attrezzi" a disposizione del sociologo che vuole svolgere una ricerca empirica, sia per confermare (o rivedere eventualmente) le proprie ipotesi sia per descrivere una specifica realtà sociale. All'interno di questa definizione generale ritroviamo due possibilità di approccio alla ricerca, l'analisi quantitativa (meglio definita come standardizzata) e l'analisi qualitativa (o non standard), con i relativi strumenti di rilevazione.

⁷² La ricerca empirica costituisce il momento di "connessione" tra il ricercatore ed un più ampio sistema di relazioni che si traduce in un processo di coproduzione delle informazioni (Nigris, 2006; 195), proprio questa "relazione" presenta dei rischi nella fase di rilevazione empirica dovuta per un verso dall'influenza più o meno inconsapevole della compresenza del ricercatore, che gioca un ruolo strategico nella relazione, può rappresentare, se non sufficientemente preparato, uno svantaggio nella validità cognitiva dello strumento non standard; per altro verso l'interpretazione (sia verbale che non

Si è proceduto alla raccolta delle informazioni con cui rispondere all'obiettivo cognitivo della ricerca attraverso un'articolata fase di rilevazione e con il ricorso a differenti tecniche qualitative: Interviste semi-strutturate a testimoni privilegiati; Raccolta di articoli disponibili su quotidiani locali (per quanto riguarda il progetto italiano) e sul web (per i casi esteri)⁷³; Raccolta di documenti (atti normativi ed amministrativi, documenti prodotti da tecnici ed esperti in merito ai progetti, ecc).

La definizione delle singole tecniche⁷⁴ utilizzate durante la fase di rilevazione empirica ha richiesto una sorta di "formalizzazione elastica" (o *in itinere* come la definisce Gobo, 1993), che si è realizzata nell'aggiornamento degli strumenti alle condizioni concrete e contingenti⁷⁵.

La raccolta di articoli

Contemporaneamente alla prima sessione d'intervista è stata realizzata una sorta di "rassegna stampa" che riguardante i tre progetti in analisi a partire dagli articoli su quotidiani e riviste *on line*, ma anche locali e nazionali per il caso italiano.

La numerosità e l'intensità, ovviamente, variano da caso a caso, da un lato per la diversa "data di nascita" dei progetti in analisi, e dall'altro per l'interesse nazionale ed internazionale che è riuscito ad ottenere.

verbale) dell'intervista a carico del ricercatore può spingere verso una forma di "relativismo soggettivo" del processo di comprensione del fenomeno. La moltiplicazione e l'eterogeneità delle fonti aiuta a guardare alle strategie progettuali attraverso diversi punti di vista, ma non un vero e proprio metodo per superare il pericolo di relativismo soggettivo nel processo di comprensione, né rappresenta un accorgimento specifico con cui aggregare il maggior numero possibile di elementi empirici (Silverman 2002; 150, 151).

⁷³ Le ultime due tecniche hanno rappresentato, in un primo momento la fase "ricognitiva", propedeutica all'individuazione dei soggetti a cui sottoporre un'intervista.

⁷⁴ Il dibattito metodologico sulla definizione, e la relativa differenziazione, di tecnica e strumento è piuttosto ampio; infatti mentre Gobo (2001; 18), per esempio, sostiene che una tecnica "*può essere definita come uno strumento*", Nigris (2006; 53) mantiene la distinzione tra i due termini, laddove per tecnica di ricerca intende "*l'impiego di uno o più strumenti specifici*" mentre lo strumento è il modo di collegare (all'interno di una tecnica) i referenti teorici a quelli empirici (attraverso la cosiddetta "definizione operativa).

⁷⁵ "*Ogni strumento di rilevazione è saldamente ancorato alle esigenze di ogni singola ricerca*" (Nigris, 2006; 196).

L'eterogeneità delle fonti⁷⁶, dovuta anche al mezzo utilizzato (il web), da un lato ha richiesto un lavoro certosino di selezione delle informazioni, ma dall'altro ha rappresentato una preziosa fonte di input e dati.

In seguito alla prima analisi selettiva del materiale è stato compiuto un successivo esame del contenuto, che ha permesso di ricavare le informazioni iniziali sugli attori coinvolti, sulla loro identificazione e sul ruolo rivestito sia durante la fase progettuale che durante la fase di problematizzazione della tecnologia. Questa fase, propedeutica alle interviste, è stata finalizzata a raccogliere più informazioni possibili in merito sia ai progetti che agli attori (umani e non umani) coinvolti. In seguito, integrando i diversi piani informativi (analisi degli articoli, ricognizione sul campo ed interviste) è stato possibile ricostruire non solo la controversia riguardante la tecnologia (che non può definirsi stabilizzata) ma anche la composizione delle eventuali "coalizioni agenti" e relativi tradimenti.

Le interviste semi strutturate

Per realizzare la ricerca empirica sono state portate avanti tre diverse sessioni di interviste individuali⁷⁷ durante le quali la traccia di interrogazione è stata man mano ridefinita per seguire e raggiungere l'obiettivo cognitivo della ricerca.

Le interviste realizzate sono del tipo semi strutturato non standardizzate ed hanno previsto una serie di domande a proposito dei progetti in analisi in primis, ma anche sulla percezione delle tecnologie coinvolte, sulla "sensibilità ambientale", sull'esperienza (biografica, associativa, "competenze agite", etc.) dell'intervistato all'interno del progetto e della comunità di riferimento.

⁷⁶ Si è utilizzata una tecnica predisposta da diversi motori di ricerca disponibili, il cosiddetto "alert"; per esempio se si va sulle news di Google e si inserisce una parola chiave, oltre agli avvisi già disponibili si ha la possibilità di mantenersi informato sull'argomento tramite l'invio su una casella di posta elettronica dei nuovi articoli postati, in diverse nazioni, sul motore di ricerca, *Google Alert*. La possibilità di avere quasi "in tempo reale" le informazioni non solo sui progetti in analisi, ma anche su ciò che accade in proposito alle tecnologie che interessano, in qualsiasi parte del mondo, dà l'opportunità di seguire con attenzione il dibattito (controversia) che si è aperto a proposito delle "possibilità alternative" ad un'eventuale crisi energetica.

⁷⁷ Rita Bichi definisce l'intervista individuale, anche per distinguerla da altri atti di interrogazione come il questionario, come "*un'interazione sociale tra un intervistatore, che la richiede, ed un intervistato. Ha finalità di tipo conoscitivo ed è guidata da un intervistatore che usa uno schema di interrogazione*".

L'individuazione dei testimoni privilegiati (ossia di coloro i quali sono direttamente coinvolti nella fase di progettazione e di realizzazione del progetto) e degli stakeholders è stata effettuata dopo una prima analisi ricognitiva dei documenti, da una parte, e sul territorio⁷⁸, dall'altra, utilizzando il cosiddetto "metodo della palla di neve"⁷⁹.

La prima sessione di interviste, a parte i colloqui formali ed informali tenuti con i residenti finalizzati all'identificazione degli attori e come base conoscitiva per comprendere i rapporti tra cittadinanza e pubblica amministrazione e di interesse nei confronti del progetto (anche a partire dalle informazioni diffuse e dal circuito comunicativo innescato⁸⁰), è consistita in un'intervista basata su una traccia d'interrogazione semi-strutturata sottoposta ad una serie di testimoni privilegiati. La conduzione dell'intervista ha previsto un grado di direttività crescente che ha consentito di avere un quadro generale del contesto e dei progetti, ma anche di definire le coalizioni agenti.

Nella seconda sessione, caratterizzata da una traccia di intervista focalizzata su temi più specifici (tecnologia ed ambiente) e dunque maggiormente strutturata rispetto alla prima e con un grado di direttività medio, si è tentato di ottenere maggiori informazioni in merito alla problematizzazione ed al successivo interessamento, e dunque una descrizione approfondita delle dinamiche dei progetti e delle dinamiche di associazione e dissociazione tra i soggetti coinvolti.

Nell'ultima sessione l'attenzione si è spostata alla ricostruzione, seppur difficoltosa trattandosi di progetti *in fieri*, delle competenze agite all'interno della coalizione e del grado di inclusione/esclusione (apertura alla partecipazione) nel "processo". Anche in questo caso gli *items* erano predisposti, ma il grado di direttività era basso.

⁷⁸ La ricognizione sul territorio (in specie per il caso italiano) ha previsto una lunga serie di colloqui informali volti ad identificare, in coerenza con le teorie di riferimento, gli attori attraverso il ruolo formale ricoperto nel progetto (Dahl, 1961) ed il ruolo ad essi attribuito dagli stessi attori.

⁷⁹ Si comincia, generalmente, intervistando un piccolo numero di attori (identificato attraverso l'analisi dei documenti e l'analisi ricognitiva nel territorio) e man mano si domanda loro di indicare chi altri conviene intervistare per completare il quadro. Così facendo si aumenta rapidamente il numero di nuovi attori, come fa una palla di neve lasciata cadere lungo un pendio innevato. Quando non si raccolgono più nomi nuovi si può in linea di massima chiudere l'elenco.

⁸⁰ Fase della Problematizzazione.

Nel momento in cui le informazioni sono diventate ricorsive e sulla base dei risultati conseguiti con le diverse tecniche di rilevazione, seguendo il cosiddetto principio di saturazione (Bichi, 2007), la rilevazione sul campo si è conclusa.

Tabella esemplificativa delle interviste:

Terza Sessione	<ul style="list-style-type: none"> terza intervista Energy manager seconda intervista Progettista prima intervista Responsabile progetto 	<p>Grado di strutturazione: Alta</p> <p>Grado di direttività: Bassa</p> <p>Durata: da 100 a 180 minuti</p>
Seconda Sessione	<ul style="list-style-type: none"> quinta intervista esponente associazione locale 2 quarta intervista esponente associazione locale 1 terza intervista attore economico 2 (stakeholders) seconda intervista esponente politico 4 prima intervista Responsabile amministrativo 	<p>Grado di strutturazione: Media</p> <p>Grado di direttività: Media/Basso</p> <p>Durata: ~ 100 minuti</p>
Prima Sessione	<ul style="list-style-type: none"> quinta intervista esponente politico 3 quarta intervista esponente politico2 terza intervista attore economico (stakeholders) seconda intervista esponente politico prima intervista promotore progetto 	<p>Grado di strutturazione: Basso</p> <p>Grado di direttività: Medio/Alto</p> <p>Durata da 30 a 90 minuti</p>

NOTA 1: la tabella su esposta rappresenta solo un esempio sintetico delle interviste portate a termine che si rapportano ai tempi di permanenza nella zona di pertinenza del progetto.

NOTA 2: nella trascrizione delle interviste ciascun interlocutore viene identificato con la sigla T. P. (testimone privilegiato) accompagnato dalla denominazione della nazione di riferimento, (Is., Dk., It.) e da un numero progressivo non casuale (es. il numero 1 si riferisce in tutti e tre i casi al soggetto promotore). Nel caso in cui non ci si riferisca ad un testimone privilegiato la denominazione è I. (intervistato).

Analisi dei documenti

Nel corso della rilevazione empirica è stata molto frequente la possibilità di reperire materiale informativo e documentario di vario genere a proposito dei progetti in corso di analisi⁸¹. Da un punto di vista strettamente metodologico “l’uso dei documenti”⁸² (Corbetta, 2003), insieme all’osservazione ed all’interrogazione, rappresenta un punto centrale della ricerca qualitativa; leggere i testi prodotti a vario titolo dagli attori coinvolti in un fenomeno (in definitiva rilevarne le tracce) aiuta a raccogliere informazioni non reattive e dunque non passibili di distorsioni. Questo tipo di materiale informativo, infatti, esiste a prescindere dall’azione del ricercatore e viene prodotto dalle diverse istituzioni o dai singoli individui per finalità, spesso, differenti da quella della ricerca sociale.

I documenti raccolti si raggruppano essenzialmente in tre tipologie: documenti di natura politica/istituzionale, locali e nazionali (delibere amministrative locali e regionali, programmi politici, etc.); documenti istituzionali (comunicati, convegni e seminari, siti web ufficiali, cd rom) e pubblicazioni.

L’analisi di questi documenti, che riportano nella maggior parte dei casi valutazioni ed attività poste in essere a favore (solo in qualche caso contro) dei progetti, ha consentito di rintracciare informazioni abbastanza dettagliate sulle strategie delle coalizioni agenti sia nella fase di problematizzazione che di interessamento.

3.3 Ipotesi della ricerca e descrizione dei casi di studio

La ricerca che qui si presenta descrive il resoconto, e la relativa comparazione di tre progetti che contemplano l’utilizzo di fonti energetiche rinnovabili per la

⁸¹ C’è da dire che è capitato spesso, in particolare nella fase della ricerca empirica all’estero, che fossero gli stessi intervistati a fornire materiale documentario.

⁸² Anche la raccolta di articoli di quotidiani e riviste rientra nella definizione di questo strumento di ricerca, la distinzione operata in questa sede è giustificata dalla differente finalità dei due strumenti di raccolta delle informazioni (articoli e documenti istituzionali e non), il primo con finalità ricognitive e ricostruttive, i secondi di comprensione delle strategie.

produzione di idrogeno verde come vettore energetico e puntano dunque alla completa “autonomizzazione” delle comunità di riferimento dalle fonti fossili e la loro completa sostenibilità in termini di emissione di gas serra nell’atmosfera.

Riconoscendo ed analizzando le condizioni specifiche in cui un fenomeno si verifica⁸³, si tenta di rintracciare alcuni elementi caratteristici volti ad analizzare le condizioni per cui prende piede (o eventualmente non lo fa) una specifica “formula tecnologica”, in particolare la ricerca è stata finalizzata all’analisi:

- dell’apertura della controversia e delle tecnologie antagoniste;
- del grado di apertura all’inclusione;
- del processo di traduzione della tecnologia H₂ (e delle fonti rinnovabili di riferimento) nelle diverse dimensioni (nazionali ed internazionali);
- delle coalizioni agenti al fine di analizzarne le strategie, le competenze agite ed il potere.

Le domande fondamentali che ci siamo posti sono essenzialmente: quanto importante è il ruolo degli “esperti tecnico-scientifici” nel processo di “traduzione/traslazione” della tecnologia? E di rimando quanto è importante il contesto politico, riferendoci in particolare alla relazione tra tecnologia e pianificazione energetico/territoriale? Questi attori giocano un ruolo nella costruzione dell’immagine sociale della tecnologia e dunque nella sua diffusione ed accettazione? Si può parlare di processo di costruzione di una “democrazia energetica” a partire da una tecnologia (nel nostro caso “formula tecnologica”)? Quanto spazio si dà ad una reale partecipazione “allargata” a livello decisionale?

L’ipotesi che ha guidato la ricerca è che i processi di partecipazione attorno ad un’innovazione tecnologica non si attivano se non sono sostenuti da innovazione sociale, che consenta di sfruttarne le potenzialità in termini di democrazia, che nel nostro caso potrebbe esplicitarsi anche nella gestione decentrata e diretta dell’energia, rafforzando ancora di più la tesi secondo la quale l’innovazione è un processo sociale e non un semplice evento legato al vettore tecnologico (Sivini, 1991; 8). Partecipazione che può

⁸³ Nella recente produzione teorica di Latour questo aspetto assume particolare rilievo e va a completare il lavoro di decostruzione delle dicotomie moderne di cui “Non siamo mai stati moderni” rappresenta il manifesto.

essere intesa anche come inclusione nel processo di sviluppo di una determinata tecnologia indotta/correlata da/a processi comunicativi chiari ed efficienti tra diversi livelli (sistema scientifico, politico, economico e sociale).

Un'informazione mirata a favorire la crescita culturale degli interlocutori e la maturazione di opinioni, piuttosto che fondata su logiche manipolative del consenso, dovrebbe basarsi su concreti elementi di conoscenza critica che favoriscano un'effettiva partecipazione di massa attraverso una migliore e più chiara traducibilità dei linguaggi che rendano effettiva la comunicazione sociale. Ovviamente l'informazione deve essere concepita come un processo a lungo termine che si distende nel tempo (e perciò non del tipo emergenziale od occasionale); è necessario e fondamentale, infatti, elaborare e diffondere politiche di informazione tecnico-scientifiche e culturali in modo continuativo e costante facendo attenzione al carattere ed al contenuto dei messaggi, ai tempi di apprendimento, al linguaggio che si usa che dovrebbe trascendere dall'utilizzo troppo frequente di tecnicismi.

Si può peraltro notare che spesso processi partecipativi che coinvolgono le istituzioni, in particolare a livello locale, emergono a seguito di mobilitazioni e conflitti per la gestione delle risorse o in opposizione a decisioni degli stessi enti pubblici; esempi di questo tipo sono le lotte che si innescano contro l'installazione di nuovi impianti di produzione elettrica, o contro la destinazione del proprio territorio a discarica (sia essa di rifiuti urbani che di rifiuti tossici), o all'ottenimento in seguito ad una mobilitazione di un bilancio sociale partecipato (vedi esperienza del Municipio di Roma XI). Nel nostro caso partecipare implica necessariamente decidere se utilizzare o non utilizzare una determinata tecnologia e perché.

Quanto l'innovazione tecnologica, senza sostegno sociale, dà innovazione sociale, insomma?

Un'efficace politica d'informazione/comunicazione (la fase della problematizzazione) ed una reale volontà d'implementazione della partecipazione (apertura all'inclusione, all'interessamento ed all'arruolamento) degli attori potenzialmente coinvolti nella transizione da una "realtà fossile" ad una "virtuale ad idrogeno", potrebbe spingere verso una maggiore accettabilità di rischi ed

opportunità, muovendo verso una più rilevante responsabilizzazione non solo dell'*élites* che le decisioni devono prendere, ma anche di coloro i quali di tali decisioni sono destinatari.

Non vi è alcun dubbio che, nel corso degli ultimi decenni, è aumentata in modo marcato la sensibilità dell'opinione pubblica al discorso ambientale, concepito come spazio comunicazionale ma anche come pluralità di interazioni, comportamenti e opportunità di partecipazione.

L'avvio di un processo di decentramento energetico può comportare una posizione attiva della popolazione nella duplice veste di utente/produttore e di cittadino partecipe dei processi decisionali in materia energetica.

Un simile processo può essere avviato e sostenuto da differenti forme di mobilitazione. Nel corso dell'analisi ci si domanda quali possano essere queste forme di mobilitazione, rispetto a queste si ipotizzano tre modalità:

- 1) Protesta: ossia processi innescati da manifestazioni collettive per difendersi dal rischio (percepito o reale⁸⁴) di un impianto energetico sia esso una centrale elettrica, un termovalorizzatore o altra tipologia di impianto percepita come rischiosa dalla comunità locale;
- 2) Iniziativa locale: processi innescati dall'iniziativa della stessa amministrazione locale che tende a coinvolgere in maniera più o meno palese i cittadini, che trovano spazio di partecipazione all'interno dell'attività decisionale;
- 3) Iniziativa pubblico/privato: processi innescati dalla libera iniziativa di imprese private coadiuvate dal pubblico.

⁸⁴ *Esiste una netta distinzione tra rischio reale e rischio percepito, mentre il primo fa riferimento alla valutazione su base probabilistica operata dagli esperti in conformità a determinati parametri, il rischio percepito fa riferimento non solo al cosiddetto Hazard ma anche alla sensazione da parte del pubblico di essere stato ingannato in precedenza sulla comunicazione del rischio (Otrage) (Carra L. "L'informazione del rischio da parte dei media", Atti del convegno Euro P.A. 2003, "La comunicazione dei rischi ambientali per la salute, rintracciabile sul sito <http://www.euro-pa.it/atti/2003/ven/relazioni/carra.htm>. Anche se Ulrich Beck in "La Società globale del rischio" (2001; 162) con veemenza sostiene che "i rischi sono simultaneamente reali e costituiti dalle percezioni e dalla costruzione sociale. Ma, mentre la loro realtà deriva da impatti radicati nella continua produzione industriale e scientifica e nella ricerca ordinaria; la conoscenza dei rischi è, invece, correlata alla storia e ai simboli di una data cultura e alla struttura sociale del sapere [...]". Ma se è vero che "cambiando l'ordine dei fattori il prodotto non cambia" questo dibattito appare quanto meno irrilevante; entrambi i punti di vista, infatti, definiscono e rappresentano forme di rischio, ed entrambi conducono all'azione.*

Partendo da queste considerazioni appare fondamentale sottolineare la logica fondante della formula tecnologica⁸⁵ di riferimento (FER→H₂), identificata come “attante non-umano” nella coalizione agente; ci sono, infatti, tecnologie, come il fotovoltaico e l’eolico a vocazione “decentrata” e dunque maggiormente adatte ad una generazione distribuita dell’energia (logiche di gestione *bottom-up*), e FER a vocazione “centralizzata” come ad esempio l’idroelettrico e il geotermico che danno luogo a logiche *top-down* di gestione delle politiche energetiche.

Il progetto italiano PEAC.net

La presentazione/dimostrazione del progetto battezzato “Soveria ad idrogeno” ed in seguito rinominato PEAC.net, fu tenuta presso il palazzo comunale di Soveria Mannelli il 13 agosto 2003 nell’ambito della tradizionale manifestazione estiva “Essere a Soveria”, denominata in quella occasione “Soveria a idrogeno” appunto⁸⁶.

Il progetto, però, venne ufficialmente avviato dal comune di Soveria Mannelli e “*sostenuto e fatto proprio dalla Presidenza della Giunta della Regione Calabria e con il tutoraggio del Settore Energia [...], apprezzato sia a livello nazionale che internazionale (UE e UN) e proposta come modello nell’ambito della cooperazione decentrata*” (delibera, 2003) - nell’ottobre del 2003.

Il progetto comprende, si legge, all’innovazione tecnologica attraverso la messa in campo di un sistema complesso combinante risorse idrauliche, fotovoltaiche e produzione di celle combustibili alimentate ad idrogeno e all’innovazione nel campo della gestione energetica finalizzata all’autosufficienza e della relazione tra istituzione, impresa e famiglie.

Esso tende all’autonomia del territorio comunale, dal punto di vista energetico, nell’arco di dieci anni attraverso lo sfruttamento di fonti rinnovabili e non inquinanti attraverso tre fasi:

⁸⁵ Per formula tecnologica si intende il sistema complesso di tecnologie energetiche rinnovabili finalizzate alla produzione di idrogeno come vettore energetico.

⁸⁶ In quel contesto, per mostrare le caratteristiche dell’idrogeno e delle celle a combustibile, fu collegato un computer portatile ad una cella a combustibile alimentata ad idrogeno, da cui furono inviate delle e-mail da parte dell’allora sindaco Mario Caligiuri alle più alte cariche dello Stato.

- Fase 1: Pubblica Amministrazione, Ospedale e Scuole;
- Fase 2: Industria ed impresa privata;
- Fase 3: Famiglie ed abitazioni private.

Il primo passo, fondamentale, è rappresentato dalla possibilità di rendere energeticamente autonomo il Palazzo Comunale attraverso un “sistema complesso”, così definito dai progettisti, composto da più tecnologie che lavorano in parallelo per ottimizzare i consumi e produrre energia diretta ed indiretta⁸⁷.

L’adozione di questo tipo di strategie energetiche ha come scopo principale una migliore gestione delle risorse disponibili e perciò, secondo le intenzioni dell’Amministrazione, dovrebbero investire tanto l’aspetto urbanistico, il Piano per l’appunto, quanto l’aspetto ambientale, attraverso una tecnologia energetica basata su fonti rinnovabili ed alternative, e non ultimo l’aspetto edilizio attraverso un’architettura bioclimatica⁸⁸.

L’introduzione del Piano Energetico Ambientale Comunale, complementare ad altri strumenti di pianificazione territoriale⁸⁹, andrà a pianificare dettagliatamente gli obiettivi energetici ed ambientali del piano stesso, in termini di riduzione dei consumi energetici, di emissioni inquinanti e climalteranti, dei rifiuti solidi urbani. L’obiettivo generale del piano è quello di coinvolgere tutti i cittadini, a vario titolo e secondo le diverse competenze e sensibilità, nell’attuazione delle politiche energetiche locali.

Le aree tematiche del piano essenzialmente:

- rapporto tra metodologie di risparmio energetico, sviluppo sostenibile e programmazione urbanistica;
- risparmio energetico e mobilità sostenibile;
- fonti rinnovabili e teleriscaldamento;
- risparmio energetico nell’edilizia pubblica e privata;

⁸⁷ Attraverso l’installazione di un sistema fotovoltaico in rete con una microturbina idraulica ed una cella a combustibile alimentata ad idrogeno.

⁸⁸ Verbale della giunta municipale n. 126 del 18/07/2003, pag. 4.

⁸⁹ Come ad esempio il Piano urbanistico, di mobilità e di gestione dei rifiuti.

- informazione e risparmio energetico.

La filosofia di fondo del piano, si legge nella delibera comunale di approvazione del progetto, è quella di privilegiare i comportamenti positivi e “virtuosi”, in modo da diffondere la consapevolezza culturale della necessità di orientare le scelte dei cittadini verso alternative energetiche più sostenibili

In attuazione delle predette linee-guida, i progettisti incaricati (e proponenti), hanno predisposto un progetto di piano energetico ambientale comunale approvato con delibera n. 155 dalla Giunta Municipale il 14 ottobre 2003, che partendo da un’analisi completa della situazione esistente che comprende, oltre ad una serie di carte tematiche del territorio comunale, anche l’analisi e la mappatura degli attuali consumi energetici divisi per tipologie di utenza e per vettore energetico, detta una serie di criteri e prescrizioni per la razionalizzazione degli impianti e per il risparmio energetico dovrebbe garantire un processo graduale di sviluppo di tecnologie prive di impatto ambientale e l’autosufficienza energetica della cittadina calabrese⁹⁰.

Il progetto islandese: ECTOS

Nel 1999 (dopo tutta una serie di sperimentazioni portate avanti fin dagli anni '70) con lo scopo di sfruttare le potenzialità dell'idrogeno è stata creata la *Icelandic New Energy joint-venture* composta da *VistOrka*, *Daimler-Chrysler*, *Shell Hydrogen* e *Norsk Hydro*. Il consorzio internazionale ha permesso all'Islanda di proseguire nel piano di sviluppo di un'economia dell'idrogeno, cosa che altrimenti sarebbe stata difficilmente perseguibile, poiché il paese necessita di *know-how* e tecnologie non presenti sull'isola (es. non esiste un'industria di autoveicoli). La compagnia ha dato vita al progetto operativo ECTOS⁹¹ (*Ecological City Transport System*) individuando 6 fasi operative:

⁹⁰ In merito al Piano Energetico Ambientale Comunale, adottato con la delibera del consiglio comunale di Soveria Mannelli il 14 Ottobre 2003, appare importante sottolineare l'impossibilità di poterlo concretamente visionare, se non nei termini della delibera stessa, dovuta al categorico *niet* imposto dai progettisti all'amministrazione.

⁹¹ www.ectos.is

1. Dimostrazione e valutazione dell'inserimento di autobus a celle a combustione a Reykjavik,
2. Graduale ricambio di tutti gli autobus a benzina con autobus ad idrogeno nella città di Reykjavik.
3. Introduzione di auto ad idrogeno per trasporto privato.
4. Dimostrazione e valutazione dell'inserimento di navi con propulsione ad idrogeno (celle a combustione).
5. Graduale ricambio della flotta civile con navi ad idrogeno.
6. Esportazione di idrogeno sul continente europeo.

Il progetto ha come scopo lo studio delle potenzialità dell'idrogeno per l'eventuale sostituzione dei carburanti d'origine fossile creando la prima economia ad idrogeno del mondo.

La scelta dell'Islanda come paese pilota è dettata da una serie di peculiarità territoriali: in primo luogo vi è la possibilità di produrre idrogeno sfruttando energie pulite e rinnovabili partendo già da una consolidata esperienza nello sfruttamento di queste risorse (idroelettrico e geotermico); grazie alle sue ridotte dimensioni, permette un'applicazione globale della tecnologia e quindi una valutazione del progetto estensibile su larga scala; il fatto che il sistema dei trasporti sia simile in tutti i paesi industrializzati, offre la possibilità di trasferire ed adattare con facilità le competenze sviluppate in altri contesti di interesse; infine, l'alto interesse del governo islandese al progetto ha permesso di sperimentare la nuova tecnologia in un territorio con condizioni climatiche severe.

La prima fase del progetto, l'introduzione di bus ad idrogeno⁹², si è conclusa nel 2005. Alla sperimentazione di mezzi alimentati ad idrogeno è seguita una valutazione d'impatto socio-economico del nuovo sistema di trasporto e la sicurezza degli impianti e valutando gli effettivi benefici economici dell'uso di idrogeno rispetto ad altri carburanti alternativi. La seconda e la terza e quarta fase del progetto

⁹² Gli autobus sono stati scelti come mezzo "pilota" fondamentalmente per tre motivi: il primo è rappresentato dal fatto che costituiscono "una flotta urbana" che utilizza le stesse infrastrutture di rifornimento dei veicoli privati, quindi si minimizzano i costi di gestione delle aree di rifornimento; la seconda è la capacità delle case costruttrici di mettere a disposizione i mezzi; la terza è la dimensione del mezzo che ha permesso di sperimentare l'efficienza dei serbatoi. C'è da rilevare, inoltre, che l'introduzione di tre autobus ad idrogeno nella città di Reykjavik rientra nel progetto europeo CUTE.

sono incominciate agli inizi del 2008 con l'attribuzione di un certo numero di veicoli alimentati ad idrogeno (40 circa) e la messa in mare del primo peschereccio pilota⁹³.

Il progetto danese H₂pia: tra utopia e realtà?

Il progetto H₂pia⁹⁴, (gioco di parole tra la U di Utopia e H₂ la molecola dell'idrogeno) è nato ed è stato portato avanti dall'iniziativa d'alcune aziende danesi in cooperazione con le istituzioni pubbliche in particolare le università e prevedeva la costruzione, a partire dal 2007 (ma la data allo stato attuale è stata modificata), di un villaggio urbano libero dal petrolio e completamente alimentato da idrogeno "verde", cioè prodotto dai impianti eolici e fotovoltaici perfettamente integrati nello schema architettonico delle abitazioni.

Secondo la visione dei suoi ideatori, la possibilità di utilizzare le fonti energetiche rinnovabili ed in particolare l'"eolico", tecnologia già profondamente radicata e diffusa in Danimarca, potrà non solo liberare coloro i quali sceglieranno di vivere nel villaggio urbano dalla pressante dipendenza dai combustibili derivati dal petrolio, ma anche incentivare, attraverso la concreta dimostrazione della fattibilità di simili progetti, un circuito di innovazione e creatività sostenuto dalla cooperazione attiva tra pubblico e privato.

Libertà, energia pulita e creatività, infatti, rappresentano le parole chiave in questa visione progettuale presentata nel marzo del 2006.

Il progetto H₂pia s'inquadra nell'ambito di una politica nazionale anticipatrice che ha già raggiunto notevoli risultati, attraverso l'utilizzo della fonte eolica, coniugando politica energetica e politica industriale e si trasferisce ora sul piano della piccola comunità.

H₂pia dovrebbe nascere come un villaggio urbano all'interno della città completo in tutte le sue parti; un posto ideale, in grado, di coniugare, nello stesso

⁹³ L'introduzione dell'idrogeno come combustibile per le navi da pesca rappresenta un goal fondamentale per i promotori del progetto, considerato che il solo settore della pesca (fondamentale nell'economia dell'isola con quasi 2 milioni di pescato all'anno) assorbe il 30% circa delle importazioni di petrolio per coprire il suo fabbisogno. L'idea è valutare la possibilità di immagazzinare quantità sufficienti di idrogeno per fornire un'autonomia di navigazione di 4-5 giorni.

⁹⁴ HIRC – Concept development (www.hirc.dk); Metopos – Layout Plan, Concepts and Graph cs (www.metopos.dk), How Live – Architecture (www.howlive.dk), H2 Logic – Hydrogen technology, concepts & Animations (www.h2logic.com), DR – Communications & Sounds (www.dr.dk).

tempo, la necessità di trovare pace e pulizia con le comodità tipiche dell'ambiente urbano.

Lo scenario progettuale prevede la suddivisione in tre zone principali: la zona adibita alle centrali per la produzione, lo stoccaggio e la distribuzione dell'idrogeno (*H₂pia public*), il centro cittadino (*H₂pia share*) dove è prevista la costruzione di negozi, uffici e di tutto quello che riguarda il tempo libero, e la zona residenziale che prevede tre tipologie di "abitazioni private", *Villa Plugged*: il quartiere residenziale dedicato ai giovani e che verrà completamente fornito dal sistema elettrico centralizzato della città, *Villa Unplugged* che sarà l'area dedicata alle famiglie, composta da villette a schiera indipendenti, completamente autonome dal punto di vista dell'approvvigionamento energetico, *Villa Hybrid*, infine, che è un ibrido tra le prime due; infatti chi deciderà di viverci potrà scegliere se produrre da solo la propria energia oppure dipendere dal sistema centralizzato. La suddivisione in zone del progetto rispecchia secondo i nostri intervistati la necessità di tenere conto della complessità del contesto sociale ed economico in cui il progetto viene proiettato.

Villa Unplugged è pensata per famiglie già formate e profondamente ambientaliste, convinte, cioè, della necessità di un cambiamento di rotta rispetto all'attuale sistema energetico; *Villa Hybrid* e *Villa Plugged* sono state pensate per coloro che nonostante l'attenzione alle tematiche ambientali non desiderano preoccuparsi di produrre la propria energia.

Libertà, attenzione all'ambiente e innovazione rappresentano la chiave di volta per i promotori del progetto alla creazione di uno spazio urbano, o infra urbano, in grado di dimostrare con la sua unicità la fattibilità di quella da molti definita "utopia ad idrogeno".

Emerge il ruolo di un team di giovani aziende e di soggetti istituzionali e terzi nell'elaborazione e nell'attuazione del progetto, che ha alle spalle la creazione delle cosiddette "reti verdi danesi".

La visione è dunque quella di una molteplicità di attori al posto di un sistema gestito da pochi potentissimi soggetti, un sistema basato sulla produzione locale e a piccola scala al posto delle monumentali infrastrutture che ancor oggi in Italia si vuole far apparire impossibili da sostituire.

Il progetto non ha ancora ufficialmente trovato la sua posizione territoriale; si sa solo, infatti, che dovrebbe nascere da qualche parte in Danimarca e che la città di Herning ha dato disponibilità alla costruzione di “*H₂pia Icon*”, un edificio completamente autonomo dal punto di vista energetico che servirà appunto per dimostrare la fattibilità del progetto.

Il progetto appare d’indubbio interesse, tanto più se si tiene conto del contesto in cui nasce fortemente sensibile al tema della salvaguardia dell’ambiente e all’utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili e dall’idea da cui prende le sue mosse:

- 1- liberarsi dalla soffocante dipendenza dal petrolio;
- 2- implementare l’uso delle fonti energetiche rinnovabili, in particolare sole e vento, applicate per la produzione di idrogeno come vettore energetico;
- 3- creare un circuito di creatività ed innovazione favorendo la cooperazione tra il settore pubblico ed il settore privato, in particolare aziende, università e *policy makers*.

Anche in questo caso il coinvolgimento della cittadinanza è rimandato alla conclusione del progetto pilota con la speranza di creare una “icona” da guardare come possibile spazio d’azione per convincere della fattibilità e dell’urgenza di un cambiamento di “rotta” verso energie altre rispetto alle fonti fossili.

Analisi empirica

“Ci sono due fonti primarie di energia con un potenziale di sfruttamento. La prima è paragonabile a un deposito di risparmio in cui l'energia capitale viene immagazzinata, la seconda a un conto corrente in cui si deposita il reddito energetico. [...] Fonti di reddito energetico che non seguono il processo di conservazione proprio della natura entro la crosta terrestre disponibili per i tempi duri; [...] coloro che sfruttano carbone e petrolio ed il carbone affermano che è troppo costoso e bruciare le fonti dal deposito di risparmio il che è come dire che derubare una banca richiede uno sforzo inferiore a quello di trovarsi un lavoro, che rappresentano appunto i soldi depositati in banca.”

(Hoffmann, 2002; 19)

Capitolo Quarto: Premessa all'analisi empirica: l'apertura della "controversia"

Il problema dell'approvvigionamento energetico ha da sempre rappresentato una questione fondamentale per lo sviluppo di ogni società. Fin dalle origini del mondo il genere umano ha dovuto trovare il modo di utilizzare risorse energetiche. L'energia è responsabile dei processi vitali: senza di essa ogni essere vivente cesserebbe di crescere, ordinarsi, evolversi, muoversi, produrre, consumare, pensare, comunicare. Non solo le trasformazioni materiali, ma la vita stessa e l'esistenza, la vitalità e la creatività di una società dipendono dalla disponibilità di energia, così come la carenza della stessa spinge qualsiasi società verso il declino. Energia è ciò che muove; è la causa primaria di ogni trasformazione, una "sostanza" che si conserva, ma che quando è all'opera si degrada, consumando la sua potenzialità originaria di utilizzo e contribuendo alla crescita di disordine nel mondo naturale⁹⁵. Quanto più velocemente si svolgono i processi di trasformazione tanto maggiori sono gli effetti sull'ambiente (e sul clima e su qualsiasi equilibrio sistemico) diventando ancor più devastanti se i processi naturali con cui interagiscono non hanno il tempo di adattarsi per porvi rimedio⁹⁶. Fin dai primordi, il genere umano, a differenza di tutte le altre specie presenti sulla terra, ha dovuto sviluppare una certa "plasticità" e la capacità di creare artefatti tecnici, prima, e tecnologici, poi, per poter sopravvivere, per adattarsi all'ambiente ed adattarlo nel contempo alle sue necessità⁹⁷. Il fuoco è stato il primo "strumento" per produrre i mezzi necessari alla sopravvivenza, per imbrigliare e sfruttare energia e calore di natura esosomatica; fuoco che si otteneva,

⁹⁵ Come afferma il secondo principio della termodinamica, meglio noto come principio dell'entropia.

⁹⁶ I tempi di scala dei processi naturali, sia biotici che biologici, sono, infatti, molto più lenti di quelli connessi alle attività antropiche di sfruttamento delle risorse.

⁹⁷ Necessità spiegata dalla mitologia greca attraverso il mito di Prometeo.

ovviamente attraverso la combustione della legna. Questo segna un punto, un momento fondamentale per l'evoluzione umana che ha consentito di mutare l'ambiente esterno in base alle esigenze di una singola specie. Tutti gli esseri viventi, sia vegetali che animali, attingono dall'ambiente l'energia e le sostanze necessarie al loro metabolismo. Ma lo fanno in modi diversi e complementari: i vegetali attingono direttamente all'energia radiante dal sole; gli animali traggono l'energia, oltre che dal sole, dalla materia che assumono sotto forma di alimenti⁹⁸; l'uomo aggiunge al prelievo di energia necessario alla propria nutrizione anche quello necessario alla produzione (ed alla riproduzione sociale) attraverso le tecnologie, che costituiscono la "protesi" in evoluzione del proprio corpo e l'ossatura della società dei consumi. La specie umana ha imparato ad utilizzare energia libera dai "serbatoi" che il sole in milioni di anni ha accumulato nelle viscere della terra come energie fossili o che è liberabile con processi di fissione nucleare della materia. Quando gli uomini liberano e consumano energia da questi serbatoi concentrati non solo li esauriscono togliendoli alle generazioni future, ma scuotono l'equilibrio naturale raggiunto lentamente in milioni di anni accelerando di fatto la crescita di inquinamento, disordine⁹⁹ e insostenibilità che rende difficile la vita e il suo prolungarsi nel tempo.

La questione dell'energia, come quella dell'acqua, assume per questo un aspetto centrale nello sviluppo della civiltà, nella salvaguardia della natura, nell'affrontare i cambiamenti climatici (con un connotato non solo economico, politico ed ambientale, ma anche e soprattutto sociale). Entrambe sono risorse "finite"¹⁰⁰, degradabili, in via di privatizzazione. Entrambe rischiano di divenire, da beni comuni, prodotti di mercato espropriati alla collettività.

Già nel 1972 uno studio del *Massachusetts Institute of Technology* commissionato dal Club di Roma focalizzò l'attenzione sulla scarsità e sui limiti dello sviluppo. Il rapporto, che prendeva appunto il nome di "*The Limits of the Growth*"¹⁰¹, fu pubblicato nel periodo in cui scoppiava la prima grande crisi mondiale petrolifera contribuendo ad accentuare i toni, ma anche le paure, sui rischi

⁹⁸ Muovendosi, dunque, in direzione opposta al processo entropico perché dall'ambiente circostante assorbono, principalmente nutrendosi, energia libera, la cui fonte primaria è il sole.

⁹⁹ Accelerando così il processo antropico di dissipazione dell'energia, che diviene inutilizzabile.

¹⁰⁰ Anche se la questione dell'acqua appare di per se particolarmente complessa, ma non avulsa dalla controversia di cui si discorre, se si scegliesse di produrre idrogeno tramite elettrolisi dell'acqua.

¹⁰¹ Tradotto in italiano ne "I limiti dello sviluppo".

e sulle iniquità del futuro energetico dimostrando al mondo, con argomentazioni scientificamente inoppugnabili, l'esistenza del limite dovuto alla presenza di risorse non immediatamente rinnovabili, come quelle petrolifere ma non solo, in quantità fissa e non incrementabile¹⁰².

L'energia divenne il principale problema nazionale di ogni stato nel mondo, un problema che coinvolse cittadini, imprese e governi allo stesso modo. Le previsioni catastrofiche del Club di Roma, però, non si avverarono; il rapporto prevedeva, infatti, l'esaurimento di gran parte delle riserve petrolifere entro il 2000 trascurando di computare l'ipotesi di nuove scoperte. La crescita del prezzo del petrolio negli anni '70 spinse governi ed imprese ad investire su riserve marginali o non convenzionali, i cui costi di estrazione erano molto più elevati rispetto ai costi di estrazione delle riserve di petrolio tradizionali. Nello stesso tempo si diffuse l'interesse verso le fonti energetiche rinnovabili e verso l'energia nucleare.

Oggi come ieri, l'aumento del prezzo del petrolio¹⁰³ costringe a fare i conti con il tanto paventato "picco della produzione globale di petrolio"¹⁰⁴ da un lato, e gli effetti della combustione di fonti fossili sull'atmosfera e sul cambiamento climatico dall'altro, contribuiscono a riaprire una controversia, soprattutto in termini di "tecnologie alternative", che sembrava ormai sopita.

Proprio il concetto di "tecnologie alternative", passibile di mille interpretazioni, crea il maggior numero di problemi e di quesiti. Tecnologie alternative a cosa? Alle fonti fossili in generale, principali imputate del cosiddetto *Global Warming*, per definizione "non rinnovabili"? O "alternative" al petrolio soltanto, fonte fossile per eccellenza e "padre/padrone" incontrastato dello sviluppo economico tipico della modernità? Le risposte a questi interrogativi rappresentano il "dubbio amletico" del nostro tempo, ma sono, nello stesso tempo, cariche di significati e di significanti per le società a venire in termini di scenari energetici futuri, ma anche di *governance* della crisi e di equità, sociale, ambientale, economica ed intergenerazionale.

¹⁰² Privando di risorse essenziali anche le generazioni future.

¹⁰³ L'aumento del prezzo del petrolio è stato continuo ed inarrestabile dal 1998 circa fino ai nostri giorni; partendo da meno di 20 dollari al barile (1998) si è giunti tra il 2005 ed il 2006 a circa 70/75 dollari fino ad arrivare ai 150 dollari del settembre 2008, un valore, in moneta costante, superiore a quello che nel 1973 ha dato l'incipit a quella che la storia ricorda come la "prima grande crisi petrolifera"

¹⁰⁴ Per un approfondimento si veda l'allegato n.1.

All'interno di questo introduciamo il concetto costruzionista di "flessibilità interpretativa" che ci aiuta a definire i presupposti per una "eventuale" chiusura della controversia tentando, attraverso un discorso pubblico sempre più acceso (e la relativa costruzione dell'"ovvio"¹⁰⁵) di mettere insieme gli interessi del mondo della ricerca, del mondo industriale e di quello istituzionale, attraverso un determinato *mainstream* tecnologico da seguire.

4.1 La controversia: modelli e tesi a confronto

Ogni società ha il suo "regime (o paradigma) energetico"¹⁰⁶, la storia umana ha visto nel suo scorrere diverse transizioni energetiche: dall'età del sole, del vento, dell'acqua e della biomassa (in particolare la legna¹⁰⁷), si è passati all'uso intensivo del carbone¹⁰⁸ (in particolare in seguito all'utilizzo della macchina termica di Savery e Newcomen¹⁰⁹), ed è con l'avvento del motore a scoppio che il petrolio comincia la

¹⁰⁵ "[...]Considerato il continuo aumento del fabbisogno energetico mondiale – scrive Hermann Scheer (2006; 74) – gli attori del sistema (energetico) non riescono ad immaginare che con le loro offerte energetiche procurano più danni che utili e che le energie fossili e nucleari potrebbero essere sostituite dalle rinnovabili. Anche la stessa società pensa che sarebbe inimmaginabile l'assenza dell'attuale industria energetica: alle energie rinnovabili viene semmai attribuito il ruolo di procurare il fabbisogno energetico che non può essere coperto dalle energie fossili e nucleare. La loro sostituzione è un tabù [...]".

¹⁰⁶ Laddove con questa definizione si intendono tutte le modalità che consentono di procurarsi energia, di convogliarla, immagazzinarla, venderla, acquistarla, utilizzarla con criterio o sprecarla.

¹⁰⁷ La legna fu per millenni l'unica fonte di potere calorifico utilizzato non solo per il riscaldamento, ma anche per la locomozione di battelli a vapore e locomotive. Georgescu Roegen battezza "età del legno" il "periodo tecnologico" inaugurato da colui che chiama Prometeo I (Georgescu-Roegen, 2003; 180). L'approvvigionamento energetico attraverso l'utilizzo della legna, però, non era scevro da problemi sia economici sia socio/ambientali; i progressi dell'agricoltura e l'aumento demografico spingevano ad un uso più intensivo del territorio e dunque ad una deforestazione sempre più massiccia. La popolazione in rapida crescita sfruttava le risorse energetiche più rapidamente di quanto esse potessero essere ricostituite dalla natura; fino a quando con lo sviluppo industriale le foreste cominciarono a scomparire sempre più rapidamente. Nella seconda metà del XVII secolo fu addirittura necessario imporre delle regole al disboscamento in tutta Europa.

¹⁰⁸ Non senza difficoltà ai fini della transizione sia in termini sociali che pratici; infatti, da un lato il carbone non aveva grandi consensi per l'uso domestico perché più sporco della legna (Rifkin, 2002), dall'altro, e questo era il motivo principale, le miniere si allagavano con facilità e le fonti energetiche dell'epoca – la forza muscolare degli uomini e degli animali da tiro, il vento e i corsi d'acqua – non fornivano una potenza sufficiente per il prosciugamento.

¹⁰⁹ Che rappresentava il perfezionamento della macchina a vapore di Watt (1769). Alla tecnologia basata sul legno veniva meno il combustibile, fino a che Thomas Savery e Thomas Newcomen (coloro i quali Roegen definisce Prometeo II) inventarono la macchina termica che "donò" al genere umano, proprio come il fuoco, la capacità di compiere una nuova conversione qualitativa "da potere calorifico ad energia meccanica" (Georgescu Roegen, 2003).

"Il dono di Prometeo II rappresentò un altro cambiamento di dimensioni senza precedenti: si poteva ottenere energia meccanica da una fonte nuova e più concentrata [...]. Utilizzando la nuova energia per ottenere altra energia per la soddisfazione non solo di bisogni legittimi, ma anche di desideri del

sua ascesa come fonte energetica primaria¹¹⁰ più rapidamente di qualsiasi altro cambiamento di regime energetico.

È sul modello fossile che poggia lo sviluppo economico/produttivo degli ultimi secoli ed è a partire da questo modello che si è "costruito" un sistema tecnologico vincolato a trasformazioni termodinamiche a basso rendimento che hanno spinto inesorabilmente, anche grazie alla trasportabilità dei combustibili, alla centralizzazione delle trasformazioni energetiche ed alla distribuzione capillare dell'energia attraverso la rete elettrica, con una crescente penetrazione di energia pregiata in tutti i campi di attività. Tutto ciò al costo, però, di una perdita di efficienza dell'intero sistema energetico. L'estrema trasportabilità dei combustibili ha prodotto un forte sviluppo del settore dei trasporti¹¹¹, ma anche una radicale trasformazione del sistema di produzione dell'elettricità basato essenzialmente sulla combustione di fonti fossili (petrolio e suoi derivati, metano e carbone).

"[...]Benché oggi siano disponibili nuove fonti di energia (il nucleare in particolare, oltre alle energie "alternative" poco utilizzate) il ricorso a combustibili fossili non rinnovabili resta la via principale, anche per ciò che concerne l'energia elettrica[...]". (Pieroni, 2002; 137)

L'urgenza di definire chiaramente la questione energetica è stata più volte proposta (e riproposta) in diversi *meeting* internazionali, come ad esempio le Conferenze delle Parti (COP¹¹²), a cui hanno partecipato quasi tutti i paesi del

tutto assurdi [...]". (Georgescu Roegen, 2003; 181). Con un po' di carbone ed una macchina termica si poté estrarre altro carbone ed anche i minerali necessari per costruire altre macchine termiche. Questo ha consentito un successivo passo in avanti per l'evoluzione dei processi produttivi che richiedevano di una forza motrice maggiore, anche se vento e acqua hanno continuato a giocare un ruolo importante, per i trasporti via mare, l'uno, e per le segherie, mulini ad acqua e fabbrici ferri l'altra.

¹¹⁰ Tanto da meritarsi l'appellativo di "oro nero".

¹¹¹ Che ha un'altissima incidenza nelle emissioni di gas ad effetto serra e di corpuscoli inquinanti nell'atmosfera, ma anche nella dipendenza dalle fonti di origine fossile.

¹¹² L'allarme creatosi alla fine degli anni '80 di fronte all'evidente "buco" nello strato d'ozono ha trovato eco nel Protocollo di Montreal nel 1987 e di Londra nel 1990, ai quali sono seguite tutta una serie di conferenze internazionali quali: la Convenzione sul cambiamento climatico firmata a Rio nel 1992¹¹² da 154 paesi e dalla Comunità Europea; la conferenza di Kyoto nel 1997, che darà vita all'omonimo Protocollo; gli incontri di Amsterdam nel 1998 e di Bonn nel 1999, che avevano lo scopo di precisare i contenuti e le modalità di applicazione del Protocollo di Kyoto; la Convenzione dell'Aja del 2000; la Conferenza delle Parti (detta COP7) a Marrakesh nel 2001; la conferenza di Johannesburg 2002; la COP9 a Milano, 1-12 Dicembre 2003 etc.

mondo, e dalle quali nascono numerosi tentativi di mediazione politica al fine di agevolare l'adozione di strumenti efficaci per limitare e ridurre l'emissione nell'atmosfera dei cosiddetti "gas serra". Ciononostante le "fonti alternative" che nel dibattito politico a tutti i livelli (regionale, nazionale, comunitario ed internazionale) si sono aperte sono principalmente due, alla luce degli impegni di Kyoto¹¹³: le fonti energetiche fossili (in particolare il metano) e l'energia atomica (fonti fissili) da un lato e fonti energetiche rinnovabili dall'altro.

La definizione delle possibili "alternative", ovviamente, non è scevra da implicazioni a medio e lungo termine; da ogni parte è contemplata la necessità di un "cambiamento", ma su quali basi si fonda il cambiamento e quale dovrebbe essere la sua "intensità" è oggetto di ampia discussione. Bisogna, infatti, considerare che a seconda del "modello tecnologico" (fossile/fissile vs rinnovabile) che si prende come riferimento della matrice della transizione energetica si aprono strategie e scenari di cambiamento radicalmente opposti. Da un lato abbiamo i sostenitori del modello fossile (metano e carbone "pulito") e fissili (principalmente l'uranio) che per le caratteristiche fisiche che le contraddistinguono, in termini di gestione e di rischi, non solo andrebbero a modificare in maniera marginale il loro impatto ambientale¹¹⁴, ma mantengono inalterate sia le infrastrutture che la forma di gestione di tipo centralizzata (*cambiamento soft*), spostando solo di qualche centinaio d'anni il problema dell'approvvigionamento e mantenendo inalterata la forma di gestione di tipo accentrato. Dall'altro lato ci sono i sostenitori del modello rinnovabile¹¹⁵, con le dovute differenziazioni¹¹⁶, che basando la produzione energetica su principi di sostenibilità ed equità economica, sociale ed ambientale, associate a politiche di

¹¹³ A Kyoto fu approvata, per consenso, l'adozione di un protocollo che prevedeva una riduzione del 5% dei gas inquinanti, rispetto al 1990, per il periodo 2008/2012. Secondo le previsioni, gli impegni assunti, giuridicamente vincolanti, avrebbero dovuto produrre un'inversione della tendenza in crescita delle emissioni che questi paesi hanno da circa 150 anni.

¹¹⁴ Tenendo conto delle possibili innovazioni tecnologiche, identificate essenzialmente in questo caso nelle "Tecnologie Carbon Free" e nell'uso massiccio del gas naturale, votate a limitarne i danni. Ci teniamo, però, a ribadire che l'eccessiva fiducia nella tecnologia spinge spesso a sottovalutare gli effetti di lungo periodo della stessa creando situazioni di rischio ancora più difficili da gestire (Beck, 1987).

¹¹⁵ Basato, cioè, su fonti di energia primaria che per loro caratteristica non sono esauribili, né immediatamente "privatizzabili".

¹¹⁶ Si opera la distinzione tra Fonti Energetiche Rinnovabili (FER) di tipo tradizionale (idroelettrico e geotermico per esempio) maggiormente predisposte ad una gestione accentrata dell'energia e FER non tradizionali o nuove FER (solare ed eolico per esempio) maggiormente predisposte ad una produzione distribuita e partecipata dell'energia.

risparmio energetico, rappresentano fundamentalmente un cambiamento radicale di paradigma energetico (*cambiamento hard*)¹¹⁷, che se da un lato possono rappresentare l'apertura a forme di produzione distribuita e gestione "partecipata" dell'energia, dall'altro non sono estranee ad impatti ambientali, ma soprattutto a resistenze di "natura mentale"¹¹⁸ (Scheer, 2006), che rappresentano formalmente un ostacolo alla loro diffusione.

Entrambi gli approcci al problema, che sembrano "simmetricamente" perseguibili, comportano conseguenze opposte nel medio e nel lungo periodo e sono spesso associati, con argomentazioni differenti, alla produzione di idrogeno¹¹⁹ come vettore energetico che, insieme ai biocarburanti, dovrebbe accompagnare verso la fine dell'"era del petrolio".

Ciascun modello, nel suo percorso, ha incontrato fautori e detrattori con argomentazioni e prese di posizione differenti; ai gruppi sociali pertinenti iniziali, come li definirebbe Bijker, rappresentati dal sistema scientifico, dal sistema politico nazionale ed internazionale e dalle imprese, si sono man mano aggiunti altri gruppi istituzionali e non solo, come movimenti (in particolare il movimento ambientalista), associazioni, partiti politici di matrice ambientalista e non, ma anche comitati e gruppi d'interesse.

Il discorso pubblico che ne deriva rappresenta l'*incipit* della nostra ricerca.

4.2 Modello tecnologico fossile/fossile: "Cambiamento soft"

L'approccio che prevede l'utilizzo massiccio di carbone, gas naturale e del nucleare mette in campo modalità che andrebbero soltanto a scalfare il problema nel tempo essendo tutte queste fonti non rinnovabili. Il carbone per esempio, se utilizzato in maniera estensiva per sostituire il petrolio per la produzione di elettricità,

¹¹⁷ All'interno della definizione della categoria del modello di cambiamento hard, ossia di un modello di cambiamento radicale che preveda un totale abbandono delle fonti di origine fossile con una tensione alla decentralizzazione della produzione e della gestione dell'energia, individuiamo una sottocategoria, *il cambiamento di tipo large*, che si basa essenzialmente sulle caratteristiche delle FER tradizionali, che prevede cioè un cambiamento radicale nelle fonti, ma una gestione di tipo centralizzato.

¹¹⁸ Le resistenze di "natura mentale", che Scheer individua come ostacoli alla diffusione delle fonti energetiche rinnovabili insieme agli ostacoli di natura economica, burocratica e tecnologica, impediscono secondo l'autore di "riconoscere e percepire le rinnovabili come una prospettiva fattibile[...]" (2006; 23), sono, in definitiva, resistenze al mutamento di assiomi energetici consolidati e condivisi.

¹¹⁹ Che, in ogni modo, richiede un discorso a se, in determinate condizioni e senza falsi miti.

toccherebbe il suo picco intorno al 2050; l'uranio fissionabile probabilmente durerebbe ancora meno per un uso su larga scala; discorso simile si può fare per il metano. Queste rappresentano, sotto alcuni punti di vista delle "non soluzioni", ovvero delle "non decisioni"¹²⁰, nei termini posti da Bachrach e Baratz (1986), che andrebbero solo a rimandare il problema senza risolverlo veramente, mantenendo così lo status quo energetico immutato.

Alla natura "non rinnovabile" di questi minerali va aggiunto, infatti, il discorso che implica le ricadute ambientali derivanti da un uso più ampio di tali fonti¹²¹, nonostante le assicurazioni a proposito di tecnologie maggiormente attente all'ambiente. Il carbone, infatti, rappresenta il più inquinante dei combustibili d'origine fossile, nonostante la ricerca sullo sviluppo della tecnologia "carbon clean"¹²² che si basa sul sequestro e sullo stoccaggio della CO₂ in pozzi salini¹²³.

Il gas naturale presenta un impatto ambientale diretto minore rispetto al petrolio, è particolarmente adatto agli impianti di cogenerazione con tassi di efficienza maggiore rispetto alle centrali a carbone ed a gasolio e con costi di costruzione minori e tempi più brevi (caratteristiche lo hanno posto in cima alla lista delle priorità di molte agende politiche e di scienziati ambientali).

Viene proposto come combustibile di transizione, un "ponte sospeso" tra l'attuale sistema energetico in piena crisi e ciò che ad esso seguirà, come partner naturale delle energie rinnovabili, fino all'affermazione che "le reti di gas naturale di oggi rappresenteranno le reti di idrogeno di domani, [...] dando per scontato che i futuri siti produttivi di H₂ potranno essere installati esattamente dove il gas di oggi viene immesso in rete" (Scheer, 2006; 77).

Tutti questi vantaggi non bastano, però, a bilanciare i problemi che il gas naturale solleva in termini di "rischio climatico"; una molecola di metano (CH₄)

¹²⁰ La questione delle FER (in particolare per ciò che riguarda il solare) è stata spesso marginalizzata all'interno di molte agende politiche nazionali che la hanno vista, nel migliore dei casi, come un tema secondario nel campo delle politiche e della ricerca sull'energia (Scheer, 1999; 25).

¹²¹ Per un approfondimento degli effetti della combustione di fonti fossili si rimanda all'allegato n. 2.

¹²² O CO₂ free.

¹²³ Con questo metodo l'anidride carbonica prodotta dalla combustione in centrale verrebbe sequestrata e successivamente trasportata, attraverso un condotto (pipeline) fino al sito di stoccaggio, una grotta salina per esempio, dove il gas viene "custodito", è assolutamente necessario, però, evitare che grandi quantità di anidride carbonica possano fuoriuscire. Un altro possibile metodo di sequestro del gas può essere quello di liquefare la CO₂ attraverso raffreddamento, trasportarla in navi cisterna e pomparla nelle profondità marine dove andrebbe a sciogliersi, con le immaginabili conseguenze sugli ecosistemi marini (Scheer, 2006).

nell'atmosfera, infatti, ha un effetto sul clima da 20 a 30 volte maggiore rispetto ad una molecola di anidride carbonica¹²⁴. L'estrazione ed il trasporto del gas provocano emissioni di metano concentrato, anche se non n'è mai stata valutata la reale quantità. Le perdite sono ancora maggiori, quando il gas naturale non viene trasportato attraverso gasdotti, ma allo stato liquido (GPL) su navi cisterna alla temperatura di -160° ¹²⁵.

La definizione stessa di "ponte", inoltre, indica una natura temporanea derivata dalla sua esauribilità: presto o tardi la specie umana sarà per forza di cose costretta a compiere un passo in avanti nella rivoluzione energetica, un salto di paradigma nell'accezione Kuhniana, e decidersi a produrre un'energia in grado di porre meno problemi di approvvigionamento¹²⁶ e stabilità politica¹²⁷, che non produca emissioni di carbonio e che sia realizzabile a costi ridotti ed in tempi brevi per riuscire a scongiurare la possibilità di ulteriori recrudescenze climatiche¹²⁸.

¹²⁴ Secondo il *Goddard Institute* della NASA (GISS). Metano (CH_4) ed Ozono (O_3) sono gas serra reattivi dal punto di vista chimico, mentre l'anidride carbonica non lo è; avvengono, infatti, dei cambiamenti chimici nelle molecole del gas dopo la immissione in atmosfera attraverso l'interazione con molecole di altri gas (Shindell, 2008).

¹²⁵ Il GPL è sempre più diffuso perché è più vantaggioso; l'investimento di un gasdotto a lunga distanza, infatti, rende solamente se l'estrazione riguarda un cosiddetto *Giant Field* (giacimenti giganti).

¹²⁶ Il metano, come fonte fossile, segue l'andamento a campana individuato da Hubbert, proprio per l'alta probabilità di esaurimento si comincia a pensare al modo di rifornirsi nel momento in cui dovesse scarseggiare. Un modo possibile, che suscita grande interesse ma anche forti preoccupazioni, è la possibilità di estrarre CH_4 dagli idrati di metano ($\text{CH}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, il cosiddetto "ghiaccio che brucia") intrappolati allo stato solido in fondo agli oceani e nel *permafrost* di Alaska, Canada e Siberia; basti, infatti, pensare che un chilo di idrati contiene circa 164 litri di metano; per provocare il cambiamento di stato (da solido a gassoso) basta il semplice contatto fisico ed il passaggio avviene con grandissima violenza, come esplosioni o sismi e con possibili danni ambientali incalcolabili (frane dei pendii continentali e dunque Tsunami, massicci rilasci di metano nell'atmosfera, inversione della Corrente del Golfo, perdita di biodiversità marina e di equilibrio geofisico, etc..).

¹²⁷ Il problema principale da affrontare non consiste soltanto nel valutare quanto le riserve fossili potranno ancora durare, o soltanto quale danno arrecano all'ambiente, bisogna sotto molti punti di vista vedere dove esse si trovano, chi ne ha il controllo, chi ne stabilisce i prezzi e chi soprattutto è in grado di pagare questo prezzo. I paesi e le regioni che detengono la maggiore quota di "grandi" giacimenti di gas naturale sono pochi ed in gran parte coincidono con quelli che detengono le maggiori riserve di petrolio: Egitto, Algeria, Libia, Nigeria, Russia, Regione del Caucaso, Iran, Quasar. È pacifico che il problema dell'equilibrio geopolitico inerente alla gestione delle risorse non andrebbe in alcun modo a modificarsi. Il germe delle guerre nella nostra epoca sta proprio nella questione energetica.

¹²⁸ Secondo l'IPCC per avere qualche flebile speranza di riuscire a mantenere le concentrazioni di anidride carbonica al di sotto della soglia di allarme (550 ppm) entro il 2030, e non oltre, dovremmo assolutamente trarre un settimo di tutta la nostra energia da tecnologie "*carbon free*". Entro i vent'anni successivi al 2030 quella percentuale dovrebbe salire ad un terzo fino ad arrivare alla metà, almeno, entro il 2075.

Altra opzione del modello energetico fossile/fissile per scongiurare la scarsità di approvvigionamento è rappresentata dall'uso intensivo dell'energia nucleare¹²⁹, che forte delle 439 centrali nucleari, di prima e seconda generazione, in funzione nel mondo, con una capacità produttiva di circa 300.000 KW¹³⁰; vengono oggi, come negli anni '70 del novecento, "osannate" in alcuni casi come l'unica vera via possibile per superare eventuali crisi energetiche¹³¹, trascurando di sottolineare, nella strategia di comunicazione¹³² posta in essere, da un lato che tutta la filiera economica legata all'energia nucleare si basa su sostanziose sovvenzioni statali e grossi privilegi e dall'altro che anche l'uranio fissile è un minerale soggetto ad esaurimento, sempre più veloce nel caso di uso massiccio¹³³. L'eventuale utilizzo dei cosiddetti "reattori veloci autofertilizzanti"¹³⁴, potrebbe moltiplicare la disponibilità di scorte per un fattore 60, ma l'inaffidabilità e gli elevati costi li hanno resi al momento inadatti all'entrata in servizio¹³⁵. Ultima possibilità potrebbe essere rappresentata dal cosiddetto "nucleare a fusione", altrimenti definita "energia nucleare pulita", per il quale si stima si debba attendere almeno il 2060¹³⁶. Questa ultima tecnologia utilizza come combustibile il deuterio ed il trizio (isotopi dell'idrogeno), estraibili dall'acqua del mare (e per questo considerata potenzialmente inesauribile e dunque rinnovabile), che produce una quantità di scorie di minore durata, ma in quantità maggiore,

¹²⁹ L'energia nucleare vide negli anni '50 il suo "periodo aureo", presentata al mondo come "prospettiva energetica nuova e sicura" (Scheer, 2006), fiducia che venne meno nel 1986 con l'incidente alla centrale nucleare di Chernobyl.

¹³⁰ Quasi la metà di quanto stimato dall'IAEA nel 1974 che prometteva per il XXII secolo una potenza installata di 4,45 milioni di Megawatt.

¹³¹ Si veda il caso Italia, dove in seguito al referendum popolare del 1987 era stata bandita l'energia nucleare e dopo 20 anni si tenta di farla ritornare.

¹³² Altra strategia comunicativa pro nucleare individuata da Scheer (2006) è la minimizzazione delle vittime dell'incidente di Chernobyl adducendo da un lato l'incertezza sulle cifre e dall'altro mettendo in comparazione le cifre delle vittime dell'incidente al reattore nucleare con le cifre delle vittime nelle miniere di carbone e delle emissioni delle fonti fossili.

¹³³ Le stime di durata, allo stato attuale ed escludendo eventuali nuovi giacimenti, dicono che c'è uranio per almeno altri 60 anni, ma sono calcolate sulla base degli impianti attualmente in funzione, raddoppiando la quantità di impianti le stime andrebbero a ridursi considerevolmente (Scheer, 2006).

¹³⁴ In questo tipo di reattore il combustibile è costituito da elementi fissili non presenti in natura, e quindi sinteticamente prodotti, a partire da un materiale fertile abbondante in natura; un esempio può essere rappresentato dai cicli che utilizzano come combustibile il plutonio 239 sintetizzato all'interno dei reattori nucleari a partire dall'uranio 238 (che rappresenta il materiale fertile) più abbondante dell'uranio 235 utilizzato nelle centrali nucleari tradizionali. Vengono definiti "autofertilizzanti" perché è il reattore stesso a produrre il proprio combustibile.

¹³⁵ Il Superphoenix, in Francia, è stato l'unico, grande, reattore veloce al mondo da 1200 MW, entrò in funzione nel 1986 e fu spento nel 1997; nei suoi 10 anni di "servizio" ha prodotto solo il 7% della sua capacità di produzione elettrica. Ad oggi rimane in funzione solo il reattore veloce da 600 MW russo.

¹³⁶ Sono stati diversi i tentativi di messa in funzione di un reattore a fusione, ma solo il reattore della centrale ToreSupra ha funzionato per quattro minuti.

rispetto all'energia nucleare a fissione, costituite dal materiale circostante il plasma, reso radioattivo dal bombardamento dei neutroni generati dalla fusione; il 90% circa di questi rifiuti, infatti, rimane radioattivo per circa 100 anni, a fronte dei milioni di anni richiesti dalle scorie del nucleare a fissione¹³⁷.

Oltre a tutto ciò si devono tenere in debita considerazione anche altri aspetti: il problema del fabbisogno idrico di una centrale nucleare, per la produzione di vapore e per il raffreddamento; la scarsa efficienza in termini di cogenerazione attraverso il calore residuo della centrale; il pericolo di attacchi terroristici ai reattori, l'incertezza sui depositi finali delle scorie; il rischio della contaminazione radioattiva che aumenterebbe all'aumentare del numero di centrali attive; l'incapacità di adattamento ad un sistema energetico "liberalizzato" per via di tempi d'ammortamento dell'investimento lunghi; la difficile scissione tra nucleare bellico e nucleare a scopi pacifici.

L'interesse nel modello fossile/fissile si basa essenzialmente sulla volontà di mantenere inalterato il potere energetico dominante e centralizzato non trascurando, però, il concetto, troppe volte abusato, di sostenibilità.

"E' evidente – afferma Scheer (2006; 76) – che il sistema energetico affermato si è riorganizzato".

La tensione principale di ogni politica energetica, infatti, è non solo quella di mantenere intatto un regime di tipo centralizzato, facilmente controllabile e gestibile da centri di potere, ma anche quello di giustificare tecnologie nuove, ma anche vecchie, che tendano a "ripulire" alla meno peggio fonti altamente inquinanti e/o pericolose per aumentare l'accettabilità in termini di rischi, attraverso l'uso e l'abuso del concetto di sostenibilità.

"[...] E' più semplice progettare sistemi autoritari anziché democratici; essi comportano meno variabili indipendenti, il che è preferibile dal punto di vista dei progettisti [...] che soddisfano la volontà di controllo del tecnico e gli offrono una posizione di potere nell'ordine delle cose". (Noble, 1993; 86)

¹³⁷ Bisogna inoltre considerare che il Trizio è in grado di penetrare strutture solide ed a contatto con l'acqua potrebbe formare quella che viene definita "acqua triziata" ($^3\text{H}_2\text{O}$) fortemente tossica ed "infida" non essendo distinguibile dall'acqua. Così come è possibile una intossicazione mortale di acqua deuteriata (derivante dal deuterio) o acqua pesante ($^2\text{H}_2\text{O}$).

4.3 Modello rinnovabile: "Cambiamento large" e "Cambiamento hard"

Il modello rinnovabile rappresenta essenzialmente il cuore pulsante della controversia in merito all'approvvigionamento energetico.

Si definisce, in maniera generica, "fonte rinnovabile" quella forma di energia generata da una fonte "primaria" che per sua caratteristica intrinseca si rigenera o non è "esauribile" ed il cui uso non preclude l'accesso alle risorse per le generazioni future. È, per definizione, l'energia che si ricava dal sole, dall'acqua, dal vento, dalla biomassa e dalle risorse geotermiche¹³⁸.

Così come il modello fossile/fissile, anche il modello rinnovabile presenta punti di forza, ma anche di estrema debolezza, che lo rendono particolarmente suscettibile a critiche e rifiuti, a partire dalla visione politica, scientifica e pianificatoria del sistema energetico e delle tecnologie ad esso sottese.

Gli impianti solari e gli impianti eolici hanno bisogno di ampi spazi per una produzione centralizzata¹³⁹, le turbine eoliche hanno un impatto acustico e paesaggistico notevole, dovendo essere costruite sui crinali di colline e montagne¹⁴⁰; l'idroelettrico tradizionale richiede la costruzione di grandi bacini artificiali che inevitabilmente sconvolgono, sommergendoli, interi habitat naturali e inoltre possono causare fenomeni rilevanti di dissesto idrogeologico; queste tre fonti hanno, però, il vantaggio rispetto alle fonti fossili, e ad alcuni tipi di rinnovabili, di non emettere alcuna sostanza inquinante. Un discorso a parte si deve fare per la geotermia e la biomassa: le centrali geotermiche hanno un impatto paesaggistico notevole

¹³⁸ All'interno di questa prima classificazione è opportuno sottolineare un'ulteriore differenziazione che prevede differenti tecnologie a partire da ciascuna fonte primaria: l'uso delle risorse idriche, infatti, prevede oltre all'applicazione dell'idroelettrico tradizionale anche l'energia mareomotrice (la forza motrice delle maree), l'energia del moto ondoso e l'energia talassotermica (che sfrutta gli sbalzi di temperatura tra la superficie e le profondità degli oceani); l'energia solare prevede sia l'utilizzo della tecnologia fotovoltaica che del solare termico (o termodinamico); l'energia da biomassa include il possibile utilizzo di biocarburanti (come l'etanolo), di oli vegetali (come ad esempio l'olio di colza) e di cippato.

¹³⁹ Per produrre 400 MW ci vogliono circa 4 Km² di pannelli solari e circa 80 km² coperti da turbine eoliche.

¹⁴⁰ Senza contare che i pali che sostengono i rotori sono alti anche più di 100 m.

presentandosi, infatti, come un groviglio di enormi tubature anti-estetiche¹⁴¹, ma soprattutto disperdono nell'ambiente significative quantità di vapore contenente idrogeno solforato (H₂S), che oltre ad avere un odore sgradevole (tipico delle zone termali), è anche un gas tossico; queste emissioni, però, sono sostanzialmente inevitabili, tenendo conto dell'attività del sistema terrestre, per cui la possibilità di mettere a valore l'inevitabile rappresenta un punto di forza più che di debolezza della fonte. La combustione delle biomasse emette ossidi di zolfo, ossidi di azoto e anidride carbonica¹⁴², emissioni che si azzerano all'interno del "ciclo del carbonio" grazie a nuove piantumazioni, il problema principale è rappresentato dalla coltivazione industriale per produrre biocarburanti che crea problemi d'impoverimento dei suoli, perdita di biodiversità, spreco di risorse idriche e scompensi nel mercato agricolo ed alimentare, che potrebbe essere superato (e qui il condizionale è d'obbligo) attraverso forme di pianificazione territoriale e del mercato rigide.

Possiamo notare che la maggior parte delle critiche si riferiscono alla proiezione delle tecnologie all'interno di un'ottica di produzione e distribuzione energetica di tipo "centralizzato" (grandi impianti di produzione, distribuzione dell'energia attraverso elettrodotti ecc.), ma perdono di significato in relazione ad un'ottica di produzione "decentralizzata", ovvero produzione locale attraverso impianti di piccola taglia e conversione diretta dell'energia primaria.

La massima efficienza e potenzialità delle energie rinnovabili si raggiunge, infatti, con la loro applicazione a livello locale, in impianti di piccola taglia¹⁴³, che renderebbero minimi, se non addirittura trascurabili gli impatti ambientali prima descritti.

Bisogna, però, rilevare che non tutte le fonti energetiche rinnovabili sono "geneticamente predisposte" al perseguimento di questo obiettivo. I grandi impianti idroelettrici e le stazioni geotermiche creano, di fatto, i presupposti per il mantenimento del meccanismo di accentramento energetico (concentrazione, trasformazione, accumulo,

¹⁴¹ Che comunque si riesce ad evitare con un'attenta pianificazione architettonica urbana (si veda ad esempio la città di Reykjavik in Islanda).

¹⁴² Che però si azzerano all'interno del cosiddetto ciclo del carbonio, grazie a nuove piantumazioni.

¹⁴³ Un esempio possibile è rappresentato dalle celle fotovoltaiche applicate sulle pareti o i tetti degli edifici, per un'alimentazione elettrica autonoma degli stessi, con il conseguente risparmio di suolo rispetto ad una centrale di grande potenza.

distribuzione) nonostante il basso impatto in termini di emissioni climalteranti, mentre le cosiddette NFER¹⁴⁴ hanno una predisposizione maggiore alla generazione distribuita e localmente decentrata dell'energia.

Il potenziale di decentramento, però, rappresenta il loro maggior limite al possibile inserimento delle FER nel mercato e nella quotidianità sociale; la visione tecnologica, sociale ed economica comune, difatti, trasmette un certo scetticismo nella possibile gestione di un simile processo, così come le decisioni di carattere strategico, come la scelta delle risorse energetiche da utilizzare, sono di esclusiva pertinenza di tecnici e politici a livello nazionale.

Uno dei principali freni che individuiamo è rappresentato da un lato dallo scarso impegno politico e da interessi economici in campo energetico ormai consolidati, e dall'altro da un "gap comunicativo" tra sistemi esperti, sistema politico/decisionale e sistema sociale che impedisce, sotto molti punti di vista, il reale interessamento (nell'accezione di Callon e Latour) e dunque un impegno realistico. Gli utenti/consumatori bombardati da una serie di messaggi contraddittori, ma anche "oppressi" da un sistema burocratico rigido in questo senso (con legislazioni lampo o difficilmente interpretabili) si ritrovano a reagire o con una totale indifferenza rispetto al tema di riferimento (demandando di fatto ogni possibile soluzione al sistema politico rappresentante) od a rifiutare, categoricamente, ogni possibile risposta a riguardo.

Se da un lato, infatti, la certezza del graduale cedimento dell'attuale sistema energetico è platealmente diffusa e condivisa, dall'altro ci muoviamo nel terreno minato dell'incertezza a proposito di quali combustibili o tecnologie utilizzare in futuro.

Le fonti energetiche alternative hanno dovuto, e devono tuttora, competere con un *establishment* profondamente radicato; gli intrecci tra poteri economici e poteri politici, non permettono che le tecnologie concorrenti acquisiscano spazio

¹⁴⁴ Solare, eolico, energia mareomotrice, energia da moto ondoso, energia talassotermica ed in qualche misura l'energia da biomassa. La legislazione italiana, prevede nella definizione delle fonti energetiche rinnovabili, nell'articolo 11 della L. n. 10 del 9 gennaio 1991, le cosiddette fonti assimilate alle rinnovabili, che nell'interpretazione "comune", sono rappresentate dai cosiddetti rifiuti solidi urbani, tramite incenerimento o come si preferisce "termovalorizzazione".

consentendo una decentralizzazione del sistema energetico (Sheer, 2006)¹⁴⁵. Da sempre, afferma uno dei più attivi sostenitori delle fonti energetiche alternative Hermann Scheer, l'industria energetica ha usato la propria influenza economica e politica affinché si escludessero dal mercato le fonti energetiche alternative, attraverso sussidi statali ingenti e sgravi fiscali che mantenessero relativamente basso il prezzo dei combustibili derivati dagli idrocarburi, ed utilizzando la loro immensa autorità retorica per minimizzare eventuali aspettative di un'economia energetica fondata principalmente sulle rinnovabili.

L'ex petroliere Dick Cheney affermava nel 2000 alla Casa Bianca:

“Fra parecchi anni i combustibili alternativi potrebbero essere molto più abbondanti, ma non possiamo ancora mettere in gioco la nostra economia ed il nostro stile di vita basandoci su questa possibilità. Per ora dobbiamo attenerci ai fatti (che per inciso sono rappresentati dal petrolio e dal gas)” (Roberts, 2005: 215)

È importante, però, rilevare che esistono altre ragioni che hanno impedito alle energie alternative di affermarsi: la gran parte di esse (in particolare le NFER), nonostante l'immenso potenziale, non è ancora in grado di conquistare *in toto* la scena energetica, malgrado anni ed anni di ricerca e sviluppo e tassi di crescita in aumento; si scontano gli inconvenienti tecnici ed economici, passati e presenti, dovuti essenzialmente alla tendenza a traslare una tecnologia con potenziale locale in infrastrutture nate a partire dalle caratteristiche delle fonti fossili. Molto spesso a fronte di aspettative deluse si è teso ad attribuire la colpa dell'insuccesso all'artefatto tecnologico¹⁴⁶, piuttosto che ad un sistema informativo o ad azioni di pianificazione energetica e territoriale carenti (quando non assenti).

¹⁴⁵ È la comunità degli esperti dell'energia che definisce essenzialmente cos'è energeticamente corretto (*Energetical Correctness*) e cosa di rimando non lo è, e questo ha delle profonde ricadute su processi di policy energetiche attuate dai sistemi politici ed istituzionali. “[...] *La comunità mondiale degli esperti dell'energia convenzionale decide quali punti di vista alternativi ai propri sono meritevoli di essere discussi. Chi vuole farne parte o essere riconosciuto fa bene a non procedere troppo nel campo delle energie rinnovabili. Chi non solo si impegna a favore delle energie rinnovabili, ma addirittura ritiene possibile la completa sostituzione delle energie non rinnovabili, non viene semplicemente preso sul serio e considerato ingenuo o fazioso[...]*” (Scheer, 2006; 107).

¹⁴⁶ L'energia solare a dispetto di più di trent'anni di investimenti di migliaia di milioni di euro in ricerca e sviluppo costa ancora circa cinque volte di più dell'energia elettrica prodotta da carbone; oltre alle questioni di costo, poi, tali energie presentano ancora parecchi limiti in termini di qualità dell'energia prodotta. L'energia solare, poi, deve fare i conti non solo con un costo relativamente più

Le fonti rinnovabili, producono elettricità che può essere immediatamente utilizzata o può servire, nei momenti di sovrapproduzione, per la produzione di idrogeno, aprendo orizzonti totalmente nuovi ed assolutamente svincolati dal petrolio e dagli interessi ad esso legati. L'opportunità maggiore sta nella possibilità di affiancare (finanche a sostituire) alle grandi centrali termoelettriche la produzione decentrata d'elettricità e/o d'idrogeno. Questi due vettori dovrebbero essere prodotti in prevalenza dove servono e partendo da fonti "locali", anch'esse decentrate e che quindi non gravano sulle reti di distribuzione.

La rivoluzione sottesa alle fonti energetiche rinnovabili è essenzialmente rappresentata al modello di cambiamento che esplicitano, da un lato l'abbandono dalle fonti energetiche tradizionali a favore di fonti ambientalmente "sostenibili" (*cambiamento large*) e dall'altro (in particolare per ciò che riguarda le NFER) un cambiamento radicale nella produzione e nella gestione dell'energia, basata sulla produzione diretta locale dell'energia stessa e in forme di gestione allargate, in cui ciascun utente/consumatore diventa potenzialmente produttore e responsabile della propria energia (*cambiamento hard*).

I passi compiuti verso questa direzione sono tutto tranne che incoraggianti, malgrado si senta sempre più spesso parlare di "nuove e possibili soluzioni energetiche" e nonostante l'enorme crescita dei settori dell'energia eolica e solare; appare sempre più chiaro che qualcosa di nuovo che spinga verso una economia energetica "alternativa" non si materializzerà a prescindere da una visione più ampia dell'unica dimensione "fossile/fissile".

La controversia sulle tecnologie del modello energetico da utilizzare in futuro per assicurare la "sopravvivenza" della società è ancora completamente aperta; così come forti sono le resistenze ad includere, in maniera veramente "diffusa", altri possibili gruppi al tavolo della discussione; tutto questo si riflette in un'ulteriore controversia, che rende ancora più alti i toni del confronto: quale possibile "alternativa" al combustibile fossile per il settore dei trasporti? È qui che si inserisce

alto rispetto alle fonti tradizionali, ma anche con una reputazione fortemente compromessa dall'esperienza negativa degli anni Settanta, che malgrado grossi passi avanti compiuti attualmente, molti attori del business energetico non riescono completamente a dimenticare (ENEA, 2005).

in maniera prepotente la questione di quella che definiamo "formula tecnologica idrogeno".

4.4 La "formula tecnologica idrogeno" come oggetto secondario della controversia: risposta possibile?

L'idrogeno è l'elemento più diffuso in natura, ma mai in forma elementare¹⁴⁷, proprio per questo non può essere direttamente usato, ma va prodotto/estratto utilizzando energia; in questo senso è un vettore energetico (come l'elettricità), classificato cioè come fonte energetica secondaria, ed il suo ottenimento è indipendente dalle fonti di energia primaria utilizzata per la sua "produzione"¹⁴⁸.

Rappresenta in fase iniziale una "formula energetica" intermedia e flessibile, sia a monte che a valle del processo di definizione di un modello energetico¹⁴⁹, e può avere, in questo senso, diversi referenti. I metodi per produrre/estrarre idrogeno, infatti, sono innumerevoli: le rinnovabili attraverso cui produrre l'elettricità necessaria all'elettrolisi dell'acqua (e in questo caso si parla di "idrogeno verde") per esempio; il gas naturale attraverso il processo di *reforming* del gas [CH₄], il petrolio, il carbone, l'uranio, le esalazioni geotermiche (costituite principalmente da idrogeno solforato [H₂S]) ecc.¹⁵⁰.

Il collegamento, preferenziale, tra i due vettori (elettricità e idrogeno) è l'elettrolisi dell'acqua, che trasforma un vettore energetico di uso comune (l'elettricità)¹⁵¹ in un altro vettore energetico di pregio (l'idrogeno) da stoccare¹⁵². Il gas di risulta (l'idrogeno appunto) essendo molto instabile, corrosivo ed

¹⁴⁷ In natura, infatti, esiste solo in forma di molecola biatomica e mai a prescindere da un composto.

¹⁴⁸ Bisogna specificare che è, in qualche maniera, improprio parlare di produzione; infatti, si tratta propriamente di una sorta di processo di "estrazione" della molecola dell'idrogeno dal composto che si intende prendere come riferimento per la reazione chimica: si tratta di scindere un legame chimico/molecolare per ottenere da un composto (chimico) due elementi semplici (ed eventualmente altri composti) da separare (H₂O oppure CH₄ per esempio) ottenendo dalla reazione risultati diversi in termini di emissioni (idrogeno, ossigeno e vapore acqueo per l'elettrolisi; idrogeno, anidride carbonica e monossido di carbonio per il *reforming* del gas).

¹⁴⁹ Fondamentale per la definizione stessa della tecnologia.

¹⁵⁰ Ovviamente l'idrogeno derivato da composti del carbonio necessita di un'ulteriore fase di purificazione. Per un approfondimento, comunque, si rimanda all'appendice.

¹⁵¹ Caratterizzato da una rete di distribuzione molto estesa, ma con scarse possibilità di accumulo.

¹⁵² Caratterizzato da una grande versatilità che può essere facilmente accumulato per lunghi periodi e quando necessario riconvertito nel vettore di partenza attraverso le celle a combustibile.

inflammabile al solo contatto con l'aria, va trattato a basse temperature e stoccato in sicurezza in appositi contenitori a pressione molto alta e per essere utilizzato a scopi energetici necessita di una ulteriore tecnologia, le celle a combustibile (o *fuel cells*) che operando una riconversione chimica producono energia emettendo sostanzialmente solo acqua.

Proprio a partire da questa stretta interrelazione tra differenti tecnologie si definisce l'idrogeno non come una possibile forma di energia, bensì come una "formula energetica e tecnologica" che dà l'idea della stretta relazione che intercorre tra i vari addendi di una somma che comunque è diversa, per proprietà fisiche, chimiche, economiche e sociali, dal prodotto finale.

Le caratteristiche, sia tecniche sia economico/sociali prima descritte, in termini di sicurezza ma anche di costi, rendono la "formula tecnologica idrogeno" passibile di "feroci critiche", fonte di scetticismo e diffidenza, ma anche di teorie al limite dell'utopia che rendono ancora più accesa la controversia.

Una delle questioni in campo, infatti, è se considerare la forma d'energia più elementare e diffusa nell'universo una risorsa condivisa di "proprietà" collettiva oppure una merce soggetta alle leggi del profitto e del mercato.

Scriva Rifkin (2002; 274):

"[...]Con il progressivo abbattimento del costo di produzione di energia dall'idrogeno, come sta già accadendo, il suo carattere di bene pubblico si accentua, dal momento che, a differenza dei combustibili fossili, è uniformemente disperso nell'ambiente in quantità illimitate[...]".

Ovviamente, se l'idrogeno fosse una risorsa immediatamente disponibile senza alcun costo, la risposta sarebbe semplice; ma l'idrogeno pur essendo l'elemento più diffuso in assoluto non esiste in natura in una forma immediatamente disponibile e perciò sfruttabile, deve essere estratto da qualche altra fonte, come un combustibile fossile, una biomassa, un batterio o l'acqua utilizzando un altro vettore (l'elettricità), ed utilizzato attraverso una ulteriore tecnologia, le celle a combustibile, per generare ancora una volta elettricità. Proprio per questa ragione è solo la creatività dell'uomo, reificata nella tecnologia, che può estrarlo dal suo ambiente e sfruttarlo per generare

energia. Il processo di estrazione, a prescindere se esso avvenga per elettrolisi, attraverso lo *steam reforming* del gas, attraverso l'attività anaerobica di un'alga etc..., richiede un investimento ingente, sia in termini di tempo che di lavoro e capitale, e altrettanto accade per il suo stoccaggio e successivo utilizzo.

Il modo in cui si organizzerà e strutturerà la "generazione distribuita"¹⁵³ sarà la pietra miliare della cosiddetta "economia all'idrogeno" (Rifkin, 2002).

Purtroppo questa è la proiezione, se pur auspicabile, di un futuro non troppo vicino, ma questo non vuol dire che l'idrogeno non possa, comunque, svolgere, almeno nelle primissime fasi della transizione, la funzione di "ibrido sociale/commerciale", ossia assumere la forma di merce, ma nello stesso tempo aprirsi alla condivisione attraverso la cooperazione tra il pubblico ed il privato.

L'idrogeno (H₂) può rappresentare una grande potenzialità come integratore degli altri vettori energetici attualmente in uso, anche e soprattutto perché può essere prodotto senza effetti in termini di inquinamento atmosferico. Il rischio che però spesso si corre quando si affronta questo tema, è quello di guardare la produzione energetica da fonti rinnovabili¹⁵⁴ e la produzione di idrogeno in un'ottica di alterità (o...o) piuttosto che di complementarità (e....e), e dunque come possibili antagonisti.

Il discorso dell'idrogeno come vettore energetico appare ed è assolutamente più complicato, se da un lato è parzialmente ammissibile la critica secondo la quale produrre idrogeno a fini energetici è più costoso rispetto all'utilizzare le fonti rinnovabili per produrre energia elettrica, a costi relativamente più bassi, è assolutamente vero che non è possibile conservare nel tempo l'energia elettrica, se non utilizzando delle batterie, quindi il surplus energetico non può essere utilizzato in seguito, ma deve essere scaricato direttamente in rete. Utilizzando, invece, le fonti

¹⁵³ Con la generazione distribuita, nella visione di Rifkin, ogni famiglia, impresa, quartiere o comunità, diventerà un potenziale produttore di energia e preso come un dato che le celle a combustibile sono geograficamente distribuite laddove idrogeno ed elettricità vengono prodotti e consumati, in parte, con il surplus di idrogeno venduto come combustibile e di elettricità immessa nella rete elettrica, la capacità di aggregare in associazioni una cospicua quantità di utenti/produttori sarà di fondamentale importanza per lo sviluppo di una visione più democratica dell'energia.

¹⁵⁴ Anche in virtù della relativa scarsa "stabilizzazione" delle tecnologie sottese allo sfruttamento delle FER.

energetiche rinnovabili per produrre idrogeno a fronte di un costo, indubbiamente, superiore al momento, si ha il vantaggio di poter conservare il vettore comprimendolo in bombole ed utilizzandolo in seguito anche come "combustibile" attraverso delle *fuel cells*.

Le celle a combustibile e fonti sicure di approvvigionamento di idrogeno sono ben al di là da venire in termini di sviluppo di massa (anche se c'è da dire che qualche passo in avanti si sta facendo). D'altro canto anche per le fonti di energia rinnovabili il quadro è a dir poco scoraggiante. Per quanto riguarda l'energia totale generata da tutte le celle a combustibile in funzione nel mondo (circa 2000 megawatt) non riesce neanche a raggiungere la produzione energetica di due centrali a carbone. Le celle a combustibile applicate al settore dei trasporti, poi, sono ancora più costose di qualsiasi motore a trazione tradizionale (benzina o diesel che sia).

Breve storia dell'idrogeno

È nel primo trentennio del XX secolo che l'interesse per l'idrogeno cresce sempre di più, soprattutto in Germania, Inghilterra e Canada; basti pensare che la prima fornitura di celle elettrolitiche fu fatta già nel 1920 ad opera della canadese *Electrolyser Corporation Ltd*, azienda leader per la produzione di idrogeno mediante elettrolisi già all'inizio del '900.

Nel 1923 John Burden Sanderson Halden durante una lezione all'università di Cambridge sostenne che l'idrogeno, prodotto dall'energia eolica mediante elettrolisi dell'acqua, liquefatto e compresso in bombole, sarebbe diventato il combustibile del futuro:

"L'idrogeno liquido – afferma Halden – in termini di peso è il modo più efficiente che si conosca per lo stoccaggio di energia, dato che fornisce a parità di volume tre volte tanto il calore del petrolio. D'altra parte, è però molto leggero e in termini di volume ha solo un terzo dell'efficienza del petrolio. Ma questo non sarebbe comunque un fattore negativo per il suo uso in aeronautica, dove il peso è più importante del volume. [...] ad una distanza appropriata (qui si riferisce agli impianti eolici delocalizzati che dovrebbero fornire l'energia) ci saranno grandi centrali elettriche in cui durante le giornate ventose l'elettricità in eccesso sarà usata per la

scomposizione elettrolitica dell'acqua in idrogeno ed ossigeno. Questi gas saranno liquefatti e conservati in serbatoi probabilmente interrati [...] ed utilizzati nelle giornate senza vento per produrre altra energia elettrica mediante l'utilizzo di motori a scoppio che metteranno in funzione delle dinamo " (Halden¹⁵⁵, citato in Hoffmann 2002, 53).

Le idee erano "rivoluzionarie" ed il dibattito all'interno della comunità scientifica ed imprenditoriale fu accesissimo. Questo fervore rimase in auge in quasi tutto l'occidente fino alla fine della Seconda Guerra Mondiale.

La ricerca sul potenziale energetico dell'idrogeno fu, per esempio, particolarmente viva in Germania durante il totalitarismo nazista interessato ad un'economia autosufficiente e a ridurre la dipendenza tedesca dai combustibili fluidi importati sia per uso aeronautico che per il trasporto militare e civile¹⁵⁶, ma anche negli Stati Uniti, in Inghilterra ed in Australia; finita la guerra, però, con la vittoria degli Alleati ed il ritorno a carburanti a basso costo ed abbondanti, i progressi nel settore dell'idrogeno furono trascurati fino ad essere abbandonati completamente.

Fu attorno agli anni '50 che l'interesse per l'idrogeno come vettore energetico si rinnovò grazie agli studi di uno scienziato inglese, Francis T. Bacon, che sviluppò una cella a combustibile idrogeno-aria avrebbe trovato particolare significato per il programma aerospaziale americano.

La crisi petrolifera del 1973 rafforzò nell'opinione scientifica americana, ma non solo americana, l'idea di una possibile transizione energetica, tanto che nello stesso anno si tenne a Miami la prima Conferenza Internazionale sull'Idrogeno che aveva per oggetto il nascere di un'Associazione Internazionale per l'Energia ad Idrogeno (*International Association for Hydrogen Energy*)¹⁵⁷.

Nel 1975, in seguito alla pubblicazione di un elettrochimico australiano (John Bockris) nella quale affermava che un'economia all'idrogeno avrebbe avuto un

¹⁵⁵ J.B.S. Halden, *Daedalus or Science and the Future*, Dutton, 1925

¹⁵⁶ A metà degli anni trenta del novecento Erren, ingegnere capostipite di una delle maggiori aziende impegnate in progetti di motori parzialmente alimentati ad idrogeno (si ricorda il motore o modello a carburanti multipli di Erren) e Weil, ingegnere direttore tecnico di Erren negli anni trenta, proposero al governo nazista la trasformazione di buona parte dei motori a combustione interna militari nel modello di carburanti multipli di Erren, che permetteva, utilizzando l'idrogeno come additivo, di ottenere dei veicoli ibridi a doppia combustione. Per un maggiore approfondimento si rimanda a Hoffmann (2002) pp. 49-79.

¹⁵⁷ Nonostante gli entusiasmi ed un folto seguito per i cosiddetti "romantici dell'idrogeno", almeno in prima fase in buona parte del globo, dall'Europa agli USA, dal Giappone alla Russia, ma già nella prima metà degli anni '80 i proseliti della cosiddetta "economia all'idrogeno" rimasero in pochi e sparpagliati in paesi e continenti diversi con difficoltà di comunicazione grandissime.

grande significato sia in termini economici che ambientali¹⁵⁸, cominciò a prendere piede l'idea di un'economia basata sull'idrogeno derivato dal solare. Il 1987 fu l'anno nero per il vettore idrogeno.

In ogni modo la ricerca e lo sviluppo sulle potenzialità dell'idrogeno hanno continuato il loro cammino, certo con lentezza, ma tutto sommato dei progressi si registravano; basti ricordare ad esempio che nel 1990 presso *Solar-Wasserstoff-Bayern*, un centro di ricerca e di sperimentazione, in Germania meridionale, diventa operativo il primo impianto sperimentale mondiale per la produzione di idrogeno da energia solare; e che tutte le case automobilistiche in fasi diverse (dalla DaimlerChrysler alla Toyota, dalla Mercedes alla Ford) hanno comunque tentato alla fine degli anni '90 di presentare prototipi di automobili con celle combustibili alimentate ad idrogeno a basso consumo e non inquinanti¹⁵⁹.

Oggi con lo spettro dell'esaurimento delle riserve di petrolio, le proiezioni non troppo esaltanti sulle riserve di gas naturale e carbone, ma soprattutto per problemi di inquinamento, vivibilità dei centri urbani, il mutamento climatico in corso dovuto all'aumento esponenziale di gas serra nell'atmosfera e le crisi geopolitiche che attraversano il XXI secolo dovute anche alla forte dipendenza dei paesi occidentali dal petrolio arabo (a partire dall'attacco terroristico dell'11 Settembre 2001), si è riaperto il dibattito (controversia) sulla necessità di una transizione energetica basata anche sull'utilizzo del vettore idrogeno come potenziale sostituto dei combustibili liquidi; il problema reale rimane essenzialmente, però, da quale fonte primaria partire per la sua produzione/estrazione e quale ottica di cambiamento ad esso si relaziona.

¹⁵⁸ La General Motors di cui Bockris in quegli anni era consulente fece all'epoca molti esperimenti sull'idrogeno, senza però attribuirgli grande importanza. Negli anni '70 uno scienziato italiano, Cesare Marchetti, che già aveva lavorato all'ENI e che all'epoca era a capo della Divisione materiali del centro di ricerca per l'energia atomica per la Comunità Europea ad Ispra (Varese), espose pubblicamente il suo interesse per l'idrogeno come combustibile durante una lezione alla Conell University, prospettando l'utilizzo dell'energia nucleare al fine della sua produzione (Hoffmann, 2002).

¹⁵⁹ Ad esempio la monovolume NECAR II della *Daimler Chrysler* presentata nel 1996, così come nasce come auto ad idrogeno la Classe A della Mercedes.

4.5 La catena di approvvigionamento dell'idrogeno: produzione, distribuzione, consumo e perplessità

Anche per l'eventuale utilizzo del vettore energetico idrogeno, e della formula tecnologica ad esso correlata, fondamentale è l'approccio al cambiamento che si intende perseguire. Il dibattito in merito all'utilizzo dell'idrogeno, infatti, ha finora perseguito l'approccio tipico della visione centralizzata (approccio di cambiamento soft): grandi centrali idroelettriche (per esempio in Canada o in Islanda) o grandi centrali termiche solari (impiantate magari in grandi spazi come il deserto del Sahara) per produrre idrogeno da trasportare in altri luoghi. Un'attenzione piuttosto scarsa è data alla produzione diretta dell'idrogeno (sempre tramite elettrolisi dell'acqua) in impianti di piccola taglia che utilizzino FER (non tradizionali) o all'estrazione dell'idrogeno dalla biomassa.

Come abbiamo detto l'idrogeno ha la caratteristica base della flessibilità, sia a monte che a valle del processo di produzione energetica, proprio per questo però appare particolarmente sensibile al sentiero che si intende perseguire per la transizione; ogni *step* della filiera di produzione, infatti, man mano che si ingrandisce la scala lo rende, nonostante il forzato presupposto di produrlo dall'acqua, più o meno economicamente, ambientalmente e socialmente sostenibile.

La catena di alimentazione per la produzione centralizzata del vettore comincia, di fatto, con la generazione di elettricità che alimenta, attraverso cavi ad alta tensione, gli impianti elettrolitici dove l'idrogeno viene prima separato dall'ossigeno e poi eventualmente liquefatto per il trasporto; l'idrogeno liquido così ottenuto viene conservato in siti di stoccaggio ed in seguito trasportato a destinazione, per essere nuovamente stoccato per facilitarne la distribuzione nelle centrali elettriche, alle stazioni di rifornimento ecc. con la conversione finale dell'idrogeno in elettricità, ad opera delle celle a combustibile (che per inciso invertono il processo elettrolitico), la catena di produzione/stoccaggio ha 11 anelli circa (Scheer, 1999)¹⁶⁰; catena¹⁶¹ che si accorcia notevolmente con la produzione localizzata perché l'elettrolisi, la liquefazione e lo

¹⁶⁰ Per una lettura più approfondita e comparata delle diverse catene di produzione/stoccaggio di produzione elettrica si veda H. Scheer (1999) che individua per le fonti fossili 8 anelli della catena, 7 per il carbone e 10 per il nucleare, contro 1-2 del fotovoltaico ed 1-3 dell'eolico (a seconda se l'utilizzo è diretto o l'energia viene trasmessa in rete).

¹⁶¹ "Più corta è la catena, ovvero minore è il numero delle fasi di lavorazione, è maggiore sarà la possibilità di ridurre (drasticamente) i costi di generazione elettrica" (Scheer, 1999; 65).

stoccaggio avvengono direttamente in loco (gli anelli diventano se si utilizza il fotovoltaico 4 o 5) potendo anche unire le fasi di generazione e di elettrolisi che renderebbe inutile la fase del trasporto (che richiede di per sé una infrastruttura piuttosto complessa).

C'è, inoltre, da ricordare che essendo un gas molto instabile¹⁶² deve essere necessariamente usato in condizioni di estrema sicurezza, onde evitare problemi di pressione e di infiammabilità.

La combinazione idrogeno/*fuel cell*, basandosi su una tecnologia assai versatile e modulare, si propone come l'ideale complemento a una strategia di diversificazione delle fonti energetiche primarie. Nonostante le diverse valenze positive evidenziate, tuttavia, queste soluzioni tecnologiche denotano ancora molteplici problematiche a livello di filiera industriale. L'introduzione di una tecnologia così pervasiva (secondo diversi studiosi le *fuel cells* possiedono le caratteristiche tipiche delle *disruptive innovation*), infatti, richiede uno sforzo collaborativo da parte di tutti i soggetti coinvolti nel processo: dai produttori di componenti ai *system integrator*, fino agli utilizzatori finali, passando per i *policy maker* e i *venture capitalist*.

“Formula tecnologica idrogeno”, dunque; somma di tecnologie che nel complesso può rappresentare mutamento economico, sociale, anche ambientale da molti punti di vista, ma che è anche suscettibile all'immobilismo in determinate condizioni: una scelta, una decisione, un rischio.

L'incerta strada che si apre di fronte agli scenari energetici possibili spinge a sperimentare, a provare nuove tecnologie, a perfezionarne di vecchie, ma tutto a partire da decisioni chiare e da cardini interpretativi condivisi.

L'analisi che segue compara alla luce delle analisi costruzioniste di Bijker (con le quali leggiamo i processi di inclusione od esclusione all'interno dei gruppi sociali pertinenti, ma anche l'immagine stessa della tecnologia e degli attanti non umani coinvolti) e dell'Actor Network di Latour e Callon, tre modi di sperimentare un possibile scenario

¹⁶² Il gas prende fuoco, in spazi chiusi, al contatto con una fonte di energia di soli 20 micro Joules (MJ) (per la combustione del metano richiede un'energia di circa dodici volte superiore), la fiamma ascensionale e praticamente invisibile alla luce diurna, ma brucia ad una velocità superiore rispetto alla combustione di metano e benzina ed irradia una quantità di calore scarsamente percepibile a distanza. L'infiammabilità e il basso quantitativo di energia necessaria ad attivare il processo di combustione sono di rimando compensate da una forte tendenza alla dispersione in caso di fuoriuscite, dovuta essenzialmente alla spinta idrostatica e all'alto tasso di diffusione (nel caso di una fuoriuscita di benzina e metano allo stato liquido c'è un aumento della superficie interessata al fattore di pericolosità) (Hoffmann, 2002; 297-298).

energetico, ottiche differenti, ma anche diversi modi di pensare (e costruire) una tecnologia creando intorno ad essa un processo di traslazione¹⁶³, nell'accezione di Latour e Callon, ad opera del sistema tecnico scientifico e del sistema politico eventualmente coinvolto.

¹⁶³ Con le fasi ad essa annesse: problematizzazione, interessamento, arruolamento (ma anche tradimento) e mobilitazione.

“I grandi dilemmi sono spesso nascosti e neutralizzati dalla veste tecnica delle procedure decisionali: così molti problemi che affliggono la vita di ciascuno di noi, il destino della specie e la qualità dell’evoluzione possibile sono sottratti al dibattito ed al controllo da parte della società. La democrazia in una società complessa si misura in base alla capacità di portare in superficie questi dilemmi, renderli visibili e pubblici e definire intorno ad essi nuovi diritti”

(Melucci, A, 2000: 87).

Ciò che è necessario a questo punto non è un’analisi sempre più raffinata di una visione difettosa, ma una nuova visione. Questo non vuol dire che tutto ciò che è stato costruito sulla base della vecchia sia necessariamente da buttare via, ma quando si altera la visione preanalitica è probabile che ne conseguano cambiamenti anche fondamentali. Il mutamento di visione, consiste nel rappresentare la macroeconomia come un sottosistema aperto di un ecosistema naturale non illimitato (l’ambiente), anziché come un flusso circolare isolato, di valore e scambio astratti, non vincolato da equilibri di massa, entropia ed esauribilità delle risorse

(Daly, 1996).

Capitolo Quinto: *Un processo in embrione, l’embrione di un processo*

Nel capitolo precedente abbiamo visto, tra le altre cose, l’importanza della visione di cambiamento nelle strategie energetiche. I *case studies* analizzati rappresentano degli esempi specifici di come viene affrontato il problema dell’approvvigionamento energetico e delle possibili strade da percorrere. Italia, Danimarca ed Islanda rappresentano tre differenti modi di vedere, gestire e rendere disponibile una determinata tecnologia, un diverso modo di leggere il problema dell’approvvigionamento energetico, momenti differenti di un processo di transizione energetica, che molti ritengono inevitabile, che passa anche attraverso la costruzione di un immaginario energetico/tecnologico forte basato su fonti a bassissimo impatto ambientale ed alternativo a quello dominante. La medesima tecnologia idrogeno viene vista e “vissuta” in maniera del tutto differente all’interno dei casi analizzati; così come profondamente differente appare essere la strategia d’azione (che non in tutti i casi sfocia in reali azioni di *policy* energetica) degli attori coinvolti nel processo di traduzione e di comunicazione della tecnologia.

Partendo dal modello analitico di Bijker ed in particolare dai concetti di flessibilità interpretativa e di gruppi sociali pertinenti, abbiamo identificato i diversi

progetti come “momenti” di un medesimo processo in embrione¹⁶⁴ (da un lato di costruzione della tecnologia e dell’immagine di essa, e dall’altro di un modo diverso di pensare all’approvvigionamento energetico e di una possibile transizione ad un regime energetico “altro”) definendo, anche a partire dalle strategie di comunicazione della tecnologia portate avanti dalle coalizioni agenti, il progetto PEAC.net di Soveria Mannelli come lo “**Zigote Tecnologico**” (fase della retorica), il **momento “primo”** nella costruzione dell’immaginario tecnologico riferito “alla formula tecnologica idrogeno”: il momento della tecnologia evocata, o ancora evocata, intrisa di una forte componente retorica, lo stadio in cui il discorso politico tenta di costruire ex novo l’immaginario tecnologico facendo dell’innovazione tecnologica il suo vessillo; il caso di H₂pia in Danimarca e del progetto islandese rappresentano due stadi “geneticamente” più avanzati, tenendo presente che partono da presupposti socio-economici molto diversi.

Identifichiamo H₂pia come la “**Blastula tecnologica**” (o stadio di dimostrazione secondaria) ponendo particolare attenzione al tentativo di reinterpretare l’ambiente urbano a partire dall’energia, dalla sua disponibilità in forma altra; è il momento in cui la transizione è ancora *in fieri* e contempla soltanto una piccola parte dell’ambiente urbano che andrebbe a realizzare una concreta utopia da “imitare”, un’*icona* da prendere in esempio (centrale appare in questo caso la dimensione della strategia di comunicazione della tecnologia), ma è forte della relativa stabilità all’interno del contesto nazionale dell’energia eolica.

Identifichiamo il progetto islandese come la “**Gastrula Tecnologica**”(o stadio di dimostrazione primaria) che rappresenta uno “stadio evolutivo” superiore, grazie anche al fatto che l’Islanda ha già attraversato due transizioni energetiche¹⁶⁵ e l’utilizzo “domestico” delle fonti energetiche rinnovabili ha ormai raggiunto una dimensione significativa; il progetto (ECTOS) mira, infatti, alla completa

¹⁶⁴ Definisco con il termine “processo in embrione” la tendenza, pressoché globale, ad assicurarsi l’approvvigionamento energetico, dettato dall’insicurezza sia in termini di scarsità delle fonti energetiche di origine fossili sia in termini di instabilità dovuta alla determinazione geografica dei giacimenti esistenti. Nel nostro caso la tecnologia chiave è rappresentata da quella che è stata definita “la formula tecnologica idrogeno”.

¹⁶⁵ Una riferita all’utilizzo massiccio dell’idroelettrico agli inizi del XX secolo e l’altro che riguarda l’utilizzo su larga scala della geotermia nel periodo post bellico, che insieme coprono il 99% del fabbisogno di energia elettrica dell’isola.

indipendenza dalle fonti di origine fossile liberando, attraverso il vettore idrogeno, l'ultima "colonia" del petrolio sull'isola, il settore dei trasporti e della pesca.

Questa metafora di origine "biologica" (che può apparire quasi la classificazione di un modello lineare) verrà man mano esplicitata nell'analisi e nella comparazione dei casi; appare fondamentale, però, rilevare che l'intenzione non è quella di leggere il processo come un modello di sviluppo lineare, nonostante la terminologia utilizzata¹⁶⁶, quanto piuttosto si intende definire come la medesima tecnologia (che rappresenta, o potrebbe rappresentare, l'*input* del processo di transizione verso tecnologie energetiche alternative alle fonti fossili da un lato ed al petrolio soltanto dall'altro) possa essere letta in determinate condizioni in maniera assolutamente differente e dare risultati completamente diversi anche a partire dal dibattito, dalla problematizzazione della tecnologia, o meglio delle tecnologie sottese ai progetti, e dalla strategia d'azione portata avanti dai promotori.

Attraverso una sintetica analisi delle *policies* energetico/ambientali nazionali (e dunque del ruolo strategico che gioca il sistema delle politiche pubbliche) prenderemo lo spunto per analizzare la coalizione agente operante nei casi di studio ed il processo di traduzione (traslazione) della tecnologia nel programma d'azione.

¹⁶⁶ I termini utilizzati per definire le categorie vengono estrapolati dalla biologia cellulare a partire dagli stadi di sviluppo dell'embrione (Zigote, Morula, Blastula e Gastrula o Embriocita). L'embrione durante la fase di sviluppo attraversa differenti stadi (ed altrettanti ostacoli dovuti alla moltiplicazione delle cellule): il più semplice (lo zigote) è il "momento primo" ossia la fase in cui l'ovulo viene fecondato, ma anche la fase in cui l'incertezza sul successo del processo è maggiore; la morula è il momento successivo alla segmentazione dello zigote che attraverso la "mitosi cellulare" (ossia la moltiplicazione delle cellule) permette il passaggio da due cellule a quattro e da quattro a sedici, questa è la fase in cui più facilmente possono presentarsi delle anomalie in grado di interrompere il processo (solo nel 15-20% dei casi le morule passeranno allo stadio successivo); la blastula (da sedici cellule si passa a trentadue e così via) è lo stadio immediatamente precedente alla gastrulazione e dunque alla formazione dell'embrione che andrà a svilupparsi (la gastrula, appunto). Tutto il processo, che a prima vista potrebbe apparire semplice e lineare, è in realtà irto di ostacoli; ogni stadio, infatti, presenta forti probabilità di problemi ed anomalie in grado di interrompere l'intero processo che non necessariamente giunge con successo alla fine. I tre casi rappresentano, nella nostra interpretazione, i diversi stadi di un medesimo processo di transizione energetica in embrione. La similitudine nasce, infatti, dall'esigenza di leggere le differenze riscontrate durante la fase di ricerca nell'interpretazione della medesima tecnologia, del modo in cui viene definita e problematizzata (flessibilità interpretativa), dal modo in cui viene comunicata all'esterno (problematizzazione), dall'apertura o dalla chiusura del medesimo processo ad altri attori (arruolamento e mobilitazione).

L'analisi di ogni caso è stata portata avanti in ciascuna realtà nazionale in oggetto attraverso delle interviste semi-strutturate¹⁶⁷ agli attori coinvolti direttamente (ed a vari livelli) nel progetto scelto come caso di studio ed attraverso l'analisi dei documenti messi dagli stessi a disposizione¹⁶⁸.

5.1 Politiche pubbliche energetico/ambientali nazionali (Italia, Islanda e Danimarca)

Prima di cominciare con l'analisi dei casi appare di fondamentale importanza definire il profilo energetico delle nazioni di riferimento: Italia, Danimarca ed Islanda che pur avendo un denominatore comune rappresentato dall'appartenenza all'Unione Europea e rispondendo alle medesime direttive, hanno un approccio completamente differente al tema dell'energia e delle politiche ad essa sottese. La situazione energetica dei tre paesi è caratterizzata da profonde differenze in termini di utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili, mentre l'Italia dopo la seconda guerra mondiale ed il boom economico ha optato per un relativo abbandono dell'idroelettrico a favore delle fonti fossili¹⁶⁹ (incoraggiata anche dal basso prezzo del petrolio), l'Islanda e la Danimarca hanno scelto la via di un mix energetico che comprendesse anche una discreta quota di rinnovabili (idroelettrico e geotermia per l'Islanda e l'energia eolica in Danimarca). La differenza fondamentale sta nel fatto che mentre l'Islanda, grazie ai suoi immensi bacini idrici ed alla geotermia ha raggiunto l'autosufficienza per il settore della produzione elettrica (99% circa del

¹⁶⁷ Circa 15 per ciascun caso di studio senza tener conto dei colloqui informali durante la fase di ricognizione.

¹⁶⁸ Per una descrizione più dettagliata si rimanda al Capitolo Terzo: Metodologia, strumenti di rilevazione ed ipotesi della ricerca, pp 78-100.

¹⁶⁹ Le politiche energetiche nazionali sono cresciute, infatti, non soltanto intorno al modello petrolifero, ma anche e soprattutto smantellando il sistema idroelettrico che rappresentava e rappresenta attualmente una ricchezza in termini di produzione energetica (c'è tutta la fase del passaggio dalla produzione energetica attraverso l'idroelettrico al petrolio con l'entrata dell'ENI da una parte e dell'industria automobilistica dall'altra). La quota di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili in Italia nel 2002 era pari 14,6% del rapporto tra totale prodotto e consumo interno lordo nazionale (TWh).(dati ENEA) *"l'80,6% della produzione è generata da impianti idroelettrici (dati 2002) [...], la produzione geotermica copre il 9,5%, il restante 9,9% della produzione di energia da fonti rinnovabili avviene per mezzo di fonti non tradizionali (eolico, fotovoltaico, biomassa e rifiuti). I progressi registrati negli ultimi anni permettono all'energia eolica di coprire una quota di produzione pari al 2,9% del totale e all'energia prodotta mediante combustione dei rifiuti una quota analoga. La produzione elettrica da biogas e da biomassa legnosa copre il restante 4%, la produzione da fotovoltaico si attesta allo 0,03%"* (ENEA, 2003; 20).

fabbisogno nazionale), la Danimarca copre con le installazioni eoliche il 30% circa del proprio fabbisogno, ma il mercato è in continua crescita e decisamente all'avanguardia. Dal nostro punto di vista appare fondamentale porre l'accento sull'importanza di una siffatta situazione; le FER in questi contesti rappresentano, infatti, delle tecnologie fortemente radicate, delle "scatole nere" direbbe Latour, che hanno la doppia finalità di liberare dall'eccessiva dipendenza di una fonte energetica ambientalmente e socialmente insostenibile, ma anche di contribuire a politiche di sviluppo sostenibile e di riduzione di gas serra. Tutte e tre le realtà osservate hanno in comune la forte dipendenza dal petrolio per il settore più critico, il settore dei trasporti, che gioca un ruolo fondamentale nella quantità di gas serra (e non solo) immessi in atmosfera, ma si differenziano nettamente per la produzione di energia nel settore elettrico.

Rispetto agli altri due casi di studio l'**Italia** presenta maggiori possibilità di utilizzo di un mix energetico da fonte rinnovabile più variegato (abbiamo, infatti, non solo la disponibilità di FER di tipo tradizionale – idroelettrico e geotermico – ma anche grandi potenzialità per quello che riguarda le NFER – solare, eolico e biomassa¹⁷⁰), ma la resistenza (politica, mentale, economica ed anche sociale in molti casi), una lunga tradizione monopolistica nella gestione dell'energia elettrica, l'esistenza di *lobbies* con forti interessi in campo energetico e soprattutto l'assenza di un Piano Energetico Nazionale di lungo respiro, non hanno affatto contribuito ad un incremento nel loro utilizzo (basti pensare solo una quota irrisoria del totale della produzione elettrica nazionale è coperto da FER, del quale più della metà derivante da idroelettrico e geotermia)¹⁷¹.

La storia dell'industria petrolifera, e delle decisioni politiche ad essa connesse, si accompagna ad una profonda dipendenza dal petrolio (e dalle altre fonti energetiche di origine fossile) che si proietta man mano dal settore elettrico al settore dei trasporti (in cui la dipendenza è assoluta). La radice di tale dipendenza affonda nelle decisioni politiche in campo energetico dell'immediato dopoguerra ed in

¹⁷⁰ Tanto che Jeremy Rifkin, in uno dei suoi innumerevoli interventi sull'argomento nel 2006, ha definito l'Italia *l'Arabia Saudita delle rinnovabili*.

¹⁷¹ Ma anche e soprattutto all'attualissima insistenza a voler tornare all'opzione nucleare abbandonata in Italia nel 1987 in seguito ad un referendum popolare.

particolare nel 1962, con la nascita dell'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica (ENEL) che accorpa tutte le piccole aziende elettriche private sparse sul territorio nazionale (circa 1500); alla fine della Seconda Guerra Mondiale la EDISON, la SIP, la SME e la SADE avevano creato, infatti, i presupposti per il successivo decollo dell'economia e dell'industria italiana e la nazionalizzazione della produzione elettrica creò da un lato una situazione di effettivo monopolio del settore e dall'altro l'affiancamento dell'energia termoelettrica a quella idroelettrica, anche e soprattutto grazie alla relativa abbondanza dell'offerta di greggio ed al suo costo contenuto, tanto che in poco più di vent'anni la produzione elettrica si decuplica.

Negli anni '70 con la prima grande crisi petrolifera, fortemente legata alla guerra del Kippur, il prezzo del greggio subisce un'impennata e si inizia a parlare con sempre più veemenza della possibilità di utilizzare le potenzialità offerte dall'utilizzo dell'"atomo civile", contemporaneamente l'EDF, in Francia, decide di puntare tutto sul nucleare. Nel Piano Energetico Nazionale del 1975, e successivamente anche in quello del 1981, si prevede la costruzione di centrali nucleari con una produzione di circa 20000 MW; questa via, però, incontra non pochi ostacoli sia in termini legislativi sia in termini finanziari e non riesce neanche a decollare nel 1979 con la seconda crisi petrolifera.

I criteri che rappresentavano la base informativa dell'ipotesi quadro di Piano Energetico Nazionale del 1981¹⁷² erano fondamentalmente sette: - disponibilità di energia calcolata su scenari di crescita consistente del PIL; - organizzazione della produzione e della gestione fortemente concentrate; - previsione di una consistente crescita della domanda di energia nei settori chiave; - crescita della produzione energetica basata sul mix fatto nucleare/fossile; - ricorso quasi nullo alle rinnovabili; - assenza di obiettivi in merito al risparmio energetico; - assenza di Valutazioni di Impatto Ambientale del programma. Il susseguirsi di incidenti legati a centrali nucleari, *Three Miles Island* (1978), prima, e soprattutto *Chernobyl* (1986), poi, fanno crescere un profondo stato di sfiducia sociale nei confronti del nucleare che

¹⁷² Le informazioni, ed i relativi dati, sulle proposte di piano energetico nazionale italiano (1981 e 1988) sono riportate dal libro di Fabrizia Biagi e Alberto Ziparo (1998) "*Pianificazione ambientale e sviluppo insostenibile nel Mezzogiorno*" edito da Alinea, Firenze.

viene definitivamente bandito dall'Italia con il Referendum popolare del 1987¹⁷³ che mette in mora il PEN governativo del 1981.

In questa fase all'Italia non rimane che puntare sulle fonti già in uso, idroelettrico e termoelettrico, in particolare sul carbone a ciclo combinato e su gas naturale ed oli combustibili. Il nuovo piano energetico governativo, presentato nel 1988 in occasione della Conferenza Nazionale per l'Energia, ricalca, infatti, essenzialmente il vecchio PEN sostituendo il ricorso all'atomo civile con fonti energetiche di origine fossile, in particolare il carbone. Il piano puntava alla costruzione di una serie di mega-impianti finalizzati ad un aumento sostanzioso nella produzione energetica basato su una proiezione di fabbisogno energetico pari a 180 Mtep di energia totale e 74 Mtep di elettricità.

La logica informativa del piano si basava in linea di massima su scenari di forte crescita della domanda d'energia, che sarebbe stata coperta da un aumento della produzione di elettricità attraverso l'uso di combustibili di origine fossile (carbone, gas naturale e petrolio), comprendeva una quota irrisoria di politiche per il risparmio energetico ed un uso pressoché irrilevante di fonti energetiche rinnovabili, che seppure sulla carta previste in percentuali bassissime non prevedevano alcun programma *ad hoc*¹⁷⁴.

Accanto alla proposta di piano del Governo nel 1988 furono presentate altre due proposte alternative, una da parte dell'allora Partito Comunista e l'altra da parte del Partito dei Verdi. Appare di particolare interesse porre l'accento sulla "logica informativa" dei tre differenti piani, che per inciso non saranno mai resi operativi.

La proposta del PCI, definita "via di mezzo", era contrassegnata da un approccio essenzialmente simile al piano governativo accompagnato, però, da una relativa attenzione ai problemi ambientali, nei termini di una sostanziale riduzione della produzione e dei consumi previsti (180 Mtep di energia totale e 290 Twh di

¹⁷³ Che, però, "esce dalla porta e rientra dalla finestra" se si tiene conto della profonda e crescente dipendenza della penisola italiana dall'energia prodotta dalle centrali svizzere e francesi, causa principale del *black out* del settembre 2003; ma anche dei grossi investimenti fatti dall'ENEL nella costruzione di centrali nucleari nei paesi dell'ex Unione Sovietica.

¹⁷⁴ Le proiezioni di ricorso al carbone prevedevano, per l'anno 2000, una quantità quattro volte superiore della quota consumata, raggiungendo una copertura pari al 17% del fabbisogno energetico totale e del 28,5% di quello elettrico. Il piano prevedeva, inoltre, una riduzione del ricorso al petrolio fino al 45% del totale, una riduzione dell'1,5% delle importazioni, un aumento del consumo di gas fino al 20% nel 2000, un ritorno all'idroelettrico ed al geotermico fino all'8% del totale, una quota di risparmio pari ad un 2,5% ed un ricorso alle rinnovabili pari al 6,5% (Biagi, Ziparo, 1998: 81).

elettricità) e dei combustibili da impiegare; non cambiava affatto, rispetto al piano governativo, il criterio dell'accentramento dei "poteri" di produzione e gestione e mancava anch'esso di un bilanciamento tra domanda ed offerta energetica ed elettrica nelle diverse parti del paese. Elemento caratterizzante della proposta del Partito Comunista era rappresentato dal "massiccio" utilizzo del gas, con cui si prevedeva di coprire entro il 2000 il 28% del fabbisogno totale ed il 32% di quello elettrico, oltre ad una rivalutazione dell'energia geotermica ed idroelettrica (9% del totale e 17% circa della produzione elettrica). L'uso del carbone era limitato ad impianti di piccola taglia dotati di tecnologie in grado di limitare al minimo le emissioni. Di particolare interesse era il tentativo di promuovere l'uso di energie rinnovabili, non per quel che riguarda le quote previste (3%) quanto per la predisposizione di strumenti attuativi previsti *ad hoc*, incentivi finanziari, sgravi fiscali, agevolazioni creditizie; a ciò va aggiunta, poi, la previsione di politiche di risparmio energetico (20Mtep circa).

La terza proposta portata avanti dal Gruppo Parlamentare Verde era caratterizzata da un approccio più "ambientalmente orientato" (*Environmental Oriented*) e prevedeva di indirizzare gli approvvigionamenti necessari verso l'utilizzo del gas naturale¹⁷⁵, l'energia idro-geoelettrica, un leggero aumento delle importazioni, un rilevante allargamento del ricorso alle rinnovabili (biomassa, solare ed eolico) e l'introduzione di politiche di risparmio energetico. La strategia chiave del progetto, però, era rappresentata dal decentramento produttivo¹⁷⁶ e da un importante bilanciamento tra domanda ed offerta regionale¹⁷⁷ in maniera tale da evitare sprechi e perdite. Il salto dell'approccio "verde" stava essenzialmente nell'abbandono sostanziale di una o più fonti "dominanti", come previsto nei precedenti due piani, a favore di una sorta di "mosaico energetico regionale" in cui il perseguimento principale era l'equilibrio. Le proiezioni del fabbisogno energetico

¹⁷⁵ In seguito a Valutazioni di Impatto Ambientale (VIA).

¹⁷⁶ Il decentramento produttivo e gestionale incide in maniera non indifferente non solo sui costi ma anche e soprattutto sugli impatti ambientali del trasporto dell'energia.

¹⁷⁷ Come sarà successivamente previsto ex L. del 9 gennaio 1991 n 10: "*Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili di energia*", che nell'art. 5 obbliga le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano a redigere di Piani Regionali che prevedano un bilancio energetico regionale o provinciale e "*l'individuazione di risorse finanziarie destinate alla realizzazione di nuovi impianti di produzione di energia*" e nell'art. 11 definisce le norme per il risparmio di energia e l'utilizzazione di fonti rinnovabili di energia e assimilate.

nazionale erano di 160 Mtep, con 38 Mtep di risparmio energetico ed un corrispondente fabbisogno elettrico di 60 Mtep (270 Twh). A quota di petrolio era ridotta al 40% del totale del mix energetico, il gas naturale copriva una quota pari al 31% del totale e del 26% del fabbisogno elettrico; era ridotto drasticamente il contributo del carbone attraverso la riconversione a gas di alcune sezioni produttive, l'energia idro-geotermica saliva al 12,5% del totale ed al 23% dell'elettricità, l'importazione era pari al 3% mentre il ricorso alle rinnovabili aumentava al 6%¹⁷⁸.

Quelle su descritte furono le ultime ipotesi di PEN organicamente definite, ma mai entrate in vigore e solo nel 1991 con la legge n. 10 del 9 gennaio¹⁷⁹ si "traccia" un quadro normativo di attuazione del Piano che obbliga, nell'articolo 5 (Titolo 1), le Regioni ad individuare *"bacini che in relazione alle caratteristiche, alle dimensioni, alle esigenze di utenza, alla disponibilità di fonti rinnovabili di energia, al risparmio energetico realizzabile e alla preesistenza di altri vettori energetici, costituiscono le aree più idonee ai fini della fattibilità degli interventi di uso razionale dell'energia e di utilizzo delle fonti rinnovabili di energia"* e a redigere un proprio piano che comprendesse un bilancio energetico. Vengono, in particolar modo, stabilite indicazioni ed informazioni che dovrebbero essere contenute nei Piani Energetici Regionali (PER) che rappresentano il naturale supporto ai Piani Energetici Comunali (PEC), previsti secondo quanto stabilisce l'art. 5 della citata legge, solo per comuni con popolazione superiore ai 50000 abitanti. Il PEC rappresenta, in linea di principio, un "ponte" tra le cosiddette strategie di pianificazione locale (PRG) e le azioni di sviluppo sostenibile contemplate nelle Agende 21 locali¹⁸⁰.

¹⁷⁸ I dati esposti sono stati presi dal libro di Fabrizia Biagi ed Alberto Ziparo (1998) "Pianificazione ambientale e sviluppo insostenibile nel Mezzogiorno", Alinea, Firenze, a cui si rimanda per approfondimenti.

¹⁷⁹ Gazzetta Ufficiale Supplemento Ordinario n. 13 del 16 gennaio 1991.

¹⁸⁰ E' interessante rilevare come i Piani Energetici (PE) e le Agende 21 locali (A21L) nascono da due logiche opposte: i primi sono strumenti imposti e forse, proprio per questo, recepiti dagli enti come "atti dovuti", i secondi, al contrario, sono processi che partono dal basso sulla base di scelte volontarie promosse dagli stessi enti locali. I PE comunali spesso si riducono a valutazioni abbastanza asettiche con scarsa integrazione intersettoriale e limitata partecipazione. La partecipazione alle scelte, quanto più larga e coinvolgente possibile, è invece la base dei processi di A21L nei quali le azioni e gli indirizzi non nascono da esperti, ma all'interno del Forum al quale partecipano rappresentanze di vario tipo della realtà economica, politica e sociale del territorio interessato. Se l'obiettivo delle amministrazioni è quello di elaborare dei PE efficaci, coerenti con scenari sempre più in evoluzione, energetici ma non solo, allora varrebbe la pena di rivedere la struttura dei piani stessi, che da progetti si dovrebbero trasformare in processi, con una logica analoga a quella dell'A21L. Processi in cui l'attuazione delle scelte energetiche, ed i risultati attesi, sono periodicamente e sistematicamente

Nonostante gli impegni assunti con la comunità internazionale, in seguito alla ratifica del Protocollo di Kyoto nel 2005, infatti, l'Italia, non solo non ha rispettato gli impegni assunti, ma ha di gran lunga aumentato le sue emissioni di gas serra nell'atmosfera; oltre a ciò l'ambizioso obiettivo dell'Unione Europea di raggiungere il 20% di energia prodotta da fonte rinnovabile entro il 2020 viene tragicamente sminuito dal trend negativo di crescita dell'Italia che ha, di fatto, diminuito il peso delle rinnovabili all'interno del suo mix energetico, nonostante le direttive europee da un lato ed il sistema controverso degli incentivi CIP6/92¹⁸¹ e dei Certificati Verdi¹⁸².

All'interno della realtà Italiana, a questo proposito appare fondamentale rilevare l'atteggiamento della Regione Calabria in campo energetico ambientale. La Calabria, come altre regioni italiane, ha iniziato l'iter legislativo di pianificazione energetica regionale, in ottemperanza alle linee di indirizzo UE (COM (95) 682DEF COM(97) 599DEF) ed al quadro normativo nazionale, con l'approvazione del Piano Energetico Ambientale Regionale presentato alla Giunta Regionale dal presidente

verificati attraverso specifici indicatori ed in grado di ridefinire continuamente le azioni a valle di ogni verifica in un quadro di riferimento sempre aggiornato.

¹⁸¹ Il CIP6/92 è il sesto provvedimento adottato dal Comitato Interministeriale Prezzi, nell'aprile del 1992, con cui vengono stabiliti i prezzi incentivati per l'energia elettrica, immessa in rete, prodotta con impianti alimentati da fonti rinnovabili o "assimilate" per gli impianti entrati in funzione dopo il 31 Gennaio del 1991. Per inciso nel provvedimento vengono considerati "impianti alimentati da fonti energetiche assimilate": gli impianti di cogenerazione, quelli che utilizzano calore di risulta, fumi di scarico ed altre forme di energia recuperabile, quegli impianti che utilizzano scarti di lavorazione e/o processi e quelli che usano fonti fossili prodotte da giacimenti minori.

¹⁸² Il funzionamento della procedura di rilascio dei Certificati Verdi sostituisce, con il Decreto Legislativo del 29 Dicembre 2003 n. 387 che recepisce la Direttiva 2001/77/CE, il meccanismo di remunerazione incentivata CIP6 (che, in ogni modo, continua a valere fino al termine di 15 anni dalla concessione per ciò che concerne la parte dei costi evitati), e rappresenta una forma di incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili rilasciata dal GSE per i primi otto anni di attività per gli impianti entrati in servizio (potenziati o riattivati) dopo il primo aprile del 1999 e comunque validi solo e soltanto per l'anno a cui fanno riferimento. Il numero di certificati verdi rilasciati dal gestore dei servizi elettrici ai produttori/importatori di energia elettrica dipende dalla quantità di energia prodotta in un anno di attività e ciascun certificato verde corrisponde ad un determinato numero di KWh erogati in rete, senza alcuna discriminazione tra fonte e fonte (ad esempio solare o fonte assimilata). Lo status di impianto che produce da FER viene riconosciuto da opportuna certificazione (IAFR) rilasciata dal GSE. Il decreto definisce, specificatamente, come fonti rinnovabili: il sole, il vento, il moto ondoso, le maree, le risorse idriche, le risorse geotermiche e la trasformazione in energia elettrica dei prodotti vegetali (biomassa) o dei rifiuti organici ed inorganici (quella "parte" che nella legge 9/10 del 91 viene definita "fonti assimilate"). Il decreto attuativo per le fonti rinnovabili e i certificati verdi, in cui si danno definizioni specifiche, è il Decreto Legislativo 11 Novembre 1999 (pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 292 del 14 Dicembre 1999) "*Direttive per l'attuazione delle norme in materia energia elettrica da fonti rinnovabili, cui ai commi 1, 2 e 3 dell'art 11 del DL 16 Marzo 1999, n.79*" (artt. 4 e 5).

della Quarta Commissione Ambiente, sulla linea del POR Calabria nel dicembre del 2002, valutando come priorità la definizione delle linee guida, di indirizzo e coordinamento per lo svolgimento delle funzioni amministrative attribuite alle Province ex art. 31 comma 2 del D. Lgs n. 12/1998 in attuazione dell'art. 5 della Legge. n. 10/1991. L'articolazione del PEAR in base alla delibera regionale pone come priorità: la definizione del quadro conoscitivo necessario per la redazione delle linee di indirizzo; dispositivi di piano e di indirizzo per la pianificazione e la programmazione degli obiettivi e degli strumenti necessari per l'orientamento degli Enti Locali e di razionalizzazione energetica e di impiego delle fonti rinnovabili; la definizione di un piano finanziario; la creazione di un disciplinare di attuazione, con doppio fine di formulare un programma temporale di attuazione degli impianti e di programmare il monitoraggio dei risultati per la valutazione dell'efficacia e dell'efficienza delle azioni intraprese.

Il comitato ad hoc preposto per la redazione del primo modulo del quadro conoscitivo energetico regionale ha acquisito dall'ENEL una serie di documenti riguardanti: il sistema elettrico; le risorse idroelettriche residue; le potenzialità di implementazione dell'eolico e del fotovoltaico.

Gli obiettivi da raggiungere in ordine d'importanza sono stati essenzialmente: la definizione delle linee di piano; la georeferenziazione dell'energia¹⁸³; l'implementazione di un primo modulo del Sistema Informativo dell'Energia su base regionale.

Particolare attenzione all'interno delle suddette linee guida viene riservata allo sviluppo ed all'incentivazione delle fonti energetiche rinnovabili, all'efficienza energetica in tutti i settori, all'efficiente gestione degli impianti già esistenti, al fine di una maggiore tutela dell'ambiente nel rispetto degli obiettivi di Kyoto; nonché *allo sviluppo del settore dell'energia come possibile sbocco occupazionale e catalizzatore delle potenzialità imprenditoriali endogene ed esogene.*

Con la deliberazione n. 776 del 6 Agosto del 2002, la giunta regionale aveva ritenuto necessario emanare precise direttive in merito alla possibile localizzazione di nuovi impianti per la produzione di energia elettrica¹⁸⁴, per garantire così, nelle

¹⁸³ Ossia il collegamento dei dati energetici con i dati geografici e territoriali.

¹⁸⁴ Ex L. n. 55/2000 dal titolo "Norme urgenti per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale".

intenzioni degli amministratori regionali e locali, oltre che una propria autonomia energetica, la capacità di svolgere una funzione importante in ambito nazionale attraverso l'esportazione di energia elettrica verso regioni del Mezzogiorno maggiormente deficitarie come Campania e Basilicata. In quest'ambito, anche in ottemperanza alle direttive del decreto legge n. 7 del febbraio 2002 (*"Riforma e riordino del settore energetico"*) detto "Decreto Marzano"¹⁸⁵, sono stati presentati al vaglio della Regione diversi progetti per l'insediamento di nuove centrali termoelettriche. Le nuove centrali autorizzate, nel 2004, erano quelle di Simeri Crichi ed Altomonte, mentre era in fase di autorizzazione quella di Pianopoli¹⁸⁶. Tenendo conto che la Calabria è una delle regioni italiane che mostra un tendenziale esubero della produzione di energia elettrica (circa il 26,6% secondo il rapporto di sintesi del Piano Energetico Ambientale Regionale del 2002¹⁸⁷) e che in termini numerici gli impianti di produzione di energia elettrica nel 1999 erano 29 di cui 23 idroelettrici (con una potenza efficiente lorda di circa 716,5 MW nel 2000), dei restanti 6 a produzione termoelettrica due sono di proprietà dell'ENEL e gli altri 4 appartengono ad auto produttori¹⁸⁸, si intuisce che l'installazione di nuove centrali¹⁸⁹ ha la principale finalità di servire le regioni "deficitarie".

Ovviamente l'analisi del sistema energetico regionale consta di diversi fattori, tra i quali rientra senza dubbio la produzione ed il consumo di energia elettrica; fondamentale nel corpo della ricerca, però, è il modo con cui questa energia viene prodotta e quali sono le modalità di consumo a maggiore impatto ambientale. In

¹⁸⁵ Il decreto legislativo 7 febbraio 2002 n. 7, recante *"Misure urgenti per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale"*, (il cosiddetto **"decreto sblocca centrali"**), convertito nella legge n. 55 del 9 aprile 2002, apre la strada alla costruzione di nuove centrali elettriche ad alto impatto ambientale al fine *"di evitare il pericolo di interruzione di fornitura di energia elettrica su tutto il territorio nazionale e di garantire la necessaria copertura del fabbisogno nazionale [...]. La costruzione e l'esercizio degli impianti di energia elettrica di potenza superiore a 300 MW termici, gli interventi di modifica o ripotenziamento, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili all'esercizio degli stessi sono dichiarati opere di pubblica utilità e soggetti ad autorizzazione unica, rilasciata dal Ministero dell'attività produttiva [...]"* (estratto articolo1 L. n.55/2002).

¹⁸⁶ Questo dimostra come, spesso, le affermazioni contenute in questo tipo di strumenti rimangono più sul piano del principio che non sui fatti reali; basti pensare che piuttosto che implementare politiche di risparmio energetico e utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, o almeno tentare di aprire un tavolo di discussione serio su tale argomento, si è preferito affrontare la questione percorrendo la strada probabilmente più "semplice", in termini strutturali, autorizzando la costruzione di nuove, e spesso contestate, centrali elettriche.

¹⁸⁷ http://www.energymanager.net/dmdocuments/PE_Reg_Calabria_Sintesi.pdf

¹⁸⁸ FONTE: Rapporto di sintesi PEAR Calabria, 2002.

¹⁸⁹ Non solo alimentate da fonti fossili ma anche da fonti rinnovabili - basti, ad esempio pensare al proliferare su tutto il territorio regionale di "campi eolici" spesso contestati dalla popolazione locale.

termini complessivi la Regione Calabria è caratterizzata da una dipendenza energetica da fonte primaria non trascurabile, circa il 31,2% del totale fabbisogno totale. La maggior incidenza dal punto di vista dei consumi e dell'impatto ambientale derivato è dovuta al settore dei trasporti e all'uso civile. In questi settori si evidenzia un trend di crescita non indifferente; i consumi del settore dei trasporti sono da attribuire soprattutto ai prodotti petroliferi, particolarmente ai combustibili per autotrazione (benzine e gasolio), insieme a quantità più modeste di altri carburanti quali il G.P.L.¹⁹⁰.

Il tentativo di favorire l'istallazione di parchi eolici nel territorio regionale calabrese¹⁹¹ è fortemente caratterizzato, attualmente, da problemi ed incongruenze dal punto di vista ambientale ma anche decisionale. Se da un lato, infatti, c'è la "tensione" ad incentivare l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili – in particolare l'eolico – dall'altro non può che suscitare problemi l'analoga tendenza all'istallazione di una spropositata¹⁹² quantità di "parchi eolici" sull'intero territorio regionale, a prescindere dalla valutazione del reale fabbisogno energetico locale e del contesto territoriale in cui queste istallazioni vengono inserite – e dunque a prescindere da un'attenta pianificazione territoriale.

L'interesse della **Danimarca** per le fonti energetiche rinnovabili viene da lontano - basti pensare che già nel 1891 si comincia a studiare il modo di usare i mulini a vento per usi energetici, mentre la prima turbina *Gedser* da 200 KW fu istallata nel 1957 - ma si sviluppa in maniera importante a cavallo delle due guerre mondiali, per raggiungere un picco di utilizzo durante la crisi petrolifera degli anni '70, periodo in cui si iniziò a pensare ad un mix energetico che potesse assicurare la stabilità dell'offerta, attraverso l'eventuale uso del nucleare (idea poi accantonata), ricerche di giacimenti petroliferi e di gas naturale nella parte di competenza nazionale del Mare del Nord, ma anche e soprattutto attraverso l'uso delle fonti

¹⁹⁰ FONTE: rapporto di sintesi del PEAR Calabria, 2002.

¹⁹¹ A partire da fatti di cronaca regionale legati ad inchieste giudiziali in merito.

¹⁹² Sono state rilasciate, al 2007, 63 autorizzazioni per l'istallazione di parchi eolici, circa il 12% delle istanze presentate in tutta Italia. Considerato che mediamente un parco eolico è costituito da circa 30 torri da 2 MW ciascuna, la Calabria dovrebbe "virtualmente" produrre circa 3800 MW di energia elettrica da fonte eolica, e dunque superare da sola l'obiettivo fissato per l'intera nazione (le indicazioni del Governo italiano puntano, infatti, ad una potenza installata di 2.500-3.000 MW su tutto il territorio nazionale entro il 2012). www.forumdelreventino.org/forum/index.php?topic=38.0 - 83k

energetiche rinnovabili e politiche di risparmio energetico, di riduzione dei consumi e di efficienza. Il primo Piano Energetico Nazionale adottato nel 1976, poi perfezionato e meglio sviluppato negli anni '80, ebbe il compito di ristrutturare il sistema energetico nazionale e spingere verso una riduzione dei consumi energetici nonostante un'economia in crescita. L'"Energy 2000" del 1990 diede un'ulteriore spinta alle politiche di sviluppo sostenibile del settore energetico¹⁹³. Nel 1992 il sistema di tassazione precedente fu rimpiazzato da un'unica tassa sull'uso di combustibili fossili ed emissioni di CO₂, dalla quale le rinnovabili erano esenti; questo contribuì notevolmente ad incrementarne l'uso oltre che a ridurre le emissioni di gas serra.

Quando il "*Follow up on Energy 2000*"¹⁹⁴ del 1993 mostrò che ciò che si era ottenuto non era ancora sufficiente per raggiungere gli obiettivi di riduzione previsti per il 2005, si decise di estendere il sistema di tassazione a tutti i settori dell'economia¹⁹⁵. L'introduzione delle "*Green Tax Package*", nel 1995, lo estese, infatti, anche al settore commerciale ed al sistema industriale; imponendo una tassa annuale che, basandosi su uno schema regolativo che riguardava i settori più energivori, veniva in seguito riutilizzata sotto forma di incentivi a forme di risparmio energetico e di riduzione delle tasse sul lavoro. Queste agevolazioni fiscali spinsero il settore industriale a guardare di là dal solo risparmio energetico, studiando modi per utilizzare le fonti energetiche rinnovabili, anche grazie al "*Programma di sviluppo delle energie rinnovabili*" che guardava al loro utilizzo principalmente su piccola scala, attraverso forme di generazione distribuita, usando anche progetti dimostrativi e piccole installazioni.

Sulla scia del successo delle "*green taxes*", con l'"Energy 21" del 1996, il governo danese si pone l'obiettivo di raggiungere una riduzione del 20% nelle emissioni di anidride carbonica ed un aumento dell'utilizzo delle FER del 12-14% rispetto ai livelli del 1988. Il raggiungimento dell'obiettivo si basava essenzialmente su tre schemi di regolazione: "*Land based wind order*", "*Offshore wind order*",

¹⁹³ Le politiche energetiche definite dai piani prevedevano inizialmente l'introduzione di tasse sull'uso dei combustibili fossili e soprattutto sull'uso di elettricità nel settore domestico, ciò creò i presupposti per un decremento del consumo di petrolio per i primi anni e nel contempo un incremento nell'uso di fonti energetiche rinnovabili.

¹⁹⁴ Un'analisi governativa sui risultati della politica di tassazione.

¹⁹⁵ Nello stesso anno, 1993, fu introdotto il "*Biomass Agreement*" che proponeva di incrementare l'uso della biomassa per la generazione elettrica e il riscaldamento entro il 2000.

“*Renewable Energy Island Project*”. Il primo si proponeva di incrementare l’utilizzo delle turbine eoliche attraverso modi già descritti; il secondo prevedeva di raggiungere una potenza installata di turbine eoliche *offshore* di 1500 MW nel 2005 (che corrisponde a circa 3.2 TWh annuali), ma già nel 1998 le installazioni complessive erano 1467 MW.; il terzo di dimostrare attraverso un laboratorio sperimentale, l’Isola di Samsø¹⁹⁶, la possibilità di raggiungere un’offerta energetica da rinnovabile del 100% attraverso la “riconversione verde” di un’intera comunità. Accanto agli interventi dell’Energy 21 nel 1997 il Governo danese (attraverso la *Danish Energy Agency*¹⁹⁷) vara la “*Construction Stop for Coal-Fired Power Station*” che include negli interventi di riconversione alla produzione elettrica da fonti energetiche rinnovabili anche quei settori prima operanti con il carbone.

Nel 1998 il lento sviluppo delle rinnovabili (insufficiente rispetto agli obiettivi previsti) ha spinto verso l’utilizzo della biomassa per usi energetici, che ha richiesto la messa in campo di nuove misure e di un incremento delle tasse a supporto del settore energetico; nel 1999 con la riforma del settore energetico (spinta anche dalle direttive europee che impongono un sistema di libero mercato per il settore energetico) si intende raggiungere l’obiettivo di un mercato energetico verde nazionale¹⁹⁸ e si inizia ad utilizzare il meccanismo dei certificati verdi¹⁹⁹.

¹⁹⁶ L’isola di Samsø, 22 villaggi con un totale di 4300 abitanti circa, fu scelta come laboratorio sperimentale dalla *Danish Energy Agency* alla fine del 1997 (anche perché priva di fonti energetiche convenzionali in loco) in applicazione del “*Renewable Energy Island Project*” per dimostrare al grande pubblico la fattibilità economica, tecnica ed organizzativa di una eventuale trasformazione energetica entro il 2008. Il 100% dell’isola oggi si “alimenta” energeticamente attraverso turbine eoliche *offshore*, fonte solare e biomassa. Il processo di cambiamento, dopo le prime resistenze, ha contribuito anche alla trasformazione economica dell’isola attraverso la creazione di cooperative di gestione dell’energia accanto al settore economico tradizionale rappresentato dall’agricoltura. Si sperimenta, inoltre, anche nel settore più critico, quello dei trasporti, seguendo due direzioni principali: i biocarburanti utilizzati direttamente nei motori diesel e, progetto a più lungo termine, auto alimentate ad idrogeno, attraverso l’utilizzo degli *H₂trucks* alimentati ad idrogeno, prodotti dall’azienda h2Logic coinvolta nel progetto H₂pia e utilizzati anche nella città di Herning.

¹⁹⁷ www.ens.dk

¹⁹⁸ La riforma del settore energetico danese in “*Green Market*” ha avuto implicazioni trasversali in tutti i settori interessati, compresa l’utenza. Se da un lato, infatti, le aziende produttrici vengono “premate” attraverso il sistema dei cosiddetti Certificati Verdi (*Green Certificates*) dall’altro c’è l’obbligo da parte del consumatore-utente di assicurare che almeno il 20% del proprio consumo energetico provenga da fonte rinnovabile, per assicurare la stabilità della domanda e stimolare ulteriormente la crescita del settore.

¹⁹⁹ I certificati verdi, in Danimarca, esistono soltanto in forma elettronica in un registro ad hoc predisposto, *Green Certificates Register*, e contengono tutta una serie di informazioni sia sulle tecnologie, e su eventuali problematiche ad esse connesse, che sull’utenza. Un problema da rilevare a questo proposito è che non esiste alcuna distinzione tra le differenti tecnologie, vengono messe tutte sullo stesso piano, il che rappresenta un problema per tecnologie meno stabilizzate rispetto all’eolico.

La cosa più interessante, dal nostro punto di vista, appare essere la tendenza ad utilizzare politiche pubbliche che incentivano in maniera abbastanza sostanziosa l'uso "privato" dell'energia eolica: attraverso forme di agevolazioni fiscali e di detassazione; le famiglie, infatti, sono state incoraggiate a formare cooperative per investire, con i confinanti, nell'impianto di turbine eoliche per la produzione della propria elettricità (*Wind Turbine Cooperatives*)²⁰⁰. Il ruolo delle "cooperative eoliche" non si è limitato esclusivamente alle singole turbine; il *Middlegrunden Offshore Wind Farm*²⁰¹ rappresenta l'esempio "topico" dell'interesse degli investitori privati nell'energia eolica, anche *offshore*. La proprietà dell'impianto appartiene per il 50% alla *Middlegrunden Wind Turbine Co-operative*²⁰² e per il 50% alle compagnie energetiche municipali.

Lo sfruttamento delle energie rinnovabili di tipo tradizionale (idrica e geotermia) in **Islanda** risalgono agli inizi della storia dell'isola fortemente caratterizzata da un territorio aspro²⁰³ e da colonizzazioni che hanno eroso le poche risorse lignee esistenti²⁰⁴ in loco. Da ciò una radicale dipendenza della produzione di energia da fonti energetiche esogene. Lo sfruttamento dell'energia idroelettrica risale essenzialmente ai primi anni del XX secolo; il primo impianto per lo sfruttamento

²⁰⁰ Nel 1996 esistevano circa 2100 cooperative del genere in tutto il paese (fonte: Paul Gipe, 1996, *Community-Owned Wind Development in Germany, Denmark, and Netherlands*, in *Wind Work*).

²⁰¹ Attualmente il più grande campo eolico del mondo, con venti turbine attive, costruito nel 2000.

²⁰² Cooperativa composta da circa 10000 investitori con la finalità di minimizzare il rischio dell'investimento per i singoli, inerente all'impianto del più grande "parco eolico" offshore. (<http://www.middlegrunden.dk/MGUK/wind-cooperative.htm>)

²⁰³ Caratterizzato da un'attività vulcanica potente e da ghiacciai perenni diffusi ed un'area di 54000 Km² coperta da altopiani.

²⁰⁴ I primi insediamenti umani in Islanda risalgono al IX-X secolo. In questo periodo esploratori Vichinghi, dopo aver navigato seguendo la via verso ovest tracciata dal tramonto del Sole, approdarono sulle coste dell'isola. Gli uomini, accompagnati dalle famiglie, avevano ben equipaggiato le navi; il loro scopo era di scoprire le nuove terre narrate nei racconti di tradizione popolare. Il primo insediamento ufficiale compiuto da Ingólfur Arnarson è datato 874 AC. In questo periodo la regione del Nord Atlantico godeva di un clima favorevole, infatti, studi scientifici di campioni di ghiaccio prelevati in Groenlandia hanno permesso di stabilire che le temperature medie erano superiori a quelle attuali di circa 2°C. La "Terra del Sole di mezzanotte" era opulenta di risorse ad eccezione del legname e dei combustibili fossili, non erano presenti, infatti, giacimenti di carbone e limitate erano anche le riserve di torba. I coloni, esaurite le limitate risorse di legname, si trovarono in una situazione energetica d'emergenza sperimentando così, per la prima volta, gli effetti di uno sfruttamento non sostenibile per l'ambiente. Nei secoli seguenti la situazione restò sostanzialmente invariata. La situazione climatica divenne più sfavorevole. La scoperta della Groenlandia ed il successivo approdo di Leif Eiriksson sull'isola di Terranova (1000 d.C. circa), nonostante fossero il primo contatto con il continente americano, non ebbe alcun impatto sull'economia energetica degli islandesi. L'asprezza del territorio la fece diventare, durante la dominazione norvegese prima e danese poi, terra di confino per i prigionieri.

dell'energia idroelettrica, infatti, risale al 1904, quando alcuni imprenditori locali decisero di localizzare nella periferia di Reykjavik una centrale che produceva circa 9 KW di energia. Il primo impianto municipale fu successivo (1921) ed arrivò a produrre 1 MW di potenza elettrica (soltanto questo singolo impianto idroelettrico permise di quadruplicare la quantità di energia prodotta nel paese). Negli anni '50 ci fu un'ulteriore evoluzione: furono costruiti altri due impianti sul fiume *Sog*, nel 1953 un impianto con una potenza di 53 MW e nel 1959 uno con una potenza di 26,4 MW. Questi due impianti furono i primi ad essere costruiti per la domanda di energia industriale ed ad essere di proprietà governativa. Questo processo continuò fino al 1965, anno in cui nacque l'azienda energetica nazionale, la *Landsvirkjung*, di proprietà del governo e della municipalità di Reykjavik. Nel 1969 venne costruito un impianto da 210 MW sul "fiume *Pjòrsà*" che avrebbe dovuto sostenere il fabbisogno dell'area sud del paese e di un impianto di fusione dell'alluminio che avrebbe prodotto 33.000 tonnellate di alluminio all'anno. Lo sfruttamento dell'energia idroelettrica da quel momento fu direttamente proporzionale allo sviluppo industriale. Nel 2005 la *Landsvirkjung* ha prodotto 7143 GWh di elettricità, dei quali 6676 (ossia il 93% circa del totale) attraverso l'idroelettrico di cui circa il 72% (5193 GWh) è utilizzata dalle industrie più energivore (come le industrie dell'alluminio). L'Islanda attualmente si trova nel bel mezzo del più ambizioso e grande progetto di impianto idroelettrico di tutti i tempi: un impianto da 690 MW ed collegato ad impianto industriale per la produzione dell'alluminio sul *Kàrahnjúkar* (*Kàrahnjúkar Hydropower Project*) molto contestato dagli ambientalisti e dunque al centro di un feroce dibattito.

Gli impianti idroelettrici esistenti sono: il *Blöndustöð* con una potenza di 150 MW; il *Búrfellsstöð* con una potenza di 270 MW; il *Hrauneyjafosstöð* da 210 MW; il *Laxárstöðvar* da 28 MW, il *Sigöldustöð* da 150 MW; il *Sogsstöðvar* da 89 MW; il *Sultartangastöð* da 120 MW e il *Vatnsfellssöð* da 90 MW. L'Islanda è stato il primo paese "moderno" al mondo a basare il proprio sviluppo economico sulle fonti rinnovabili di energia senza utilizzare a pieno il proprio potenziale energetico, basti pensare, infatti, che una stima del 2002 sostiene che solo il 17% del potenziale idroelettrico è utilizzato²⁰⁵. Il *Landsvirkjun*²⁰⁶ (Compagnia Nazionale dell'Energia)

²⁰⁵ **FONTE:** Helga Bardadottir (2004), *Energy in Iceland*, in Godjon O., Reykjavik.

amministra l'utilizzo dell'energia idroelettrica, che in massima parte viene sfruttata nel settore dell'industria pesante come acciaierie e fonderie. In questo si concretizza il "paradosso" islandese, infatti, se da un lato l'industria siderurgica non utilizza per il proprio approvvigionamento energetico le tradizionali centrali a combustibile fossile, dall'altro necessita di carbone durante il processo produttivo, comportando una forte dipendenza dall'importazione e l'immissione di gas serra nell'atmosfera e di inquinanti nell'ambiente.

Nel periodo del secondo dopoguerra ci fu una nuova rivoluzione energetica attraverso lo sfruttamento dell'energia geotermica; il primo utilizzo per il riscaldamento domestico dell'energia geotermica, però, è imputato ad un contadino che utilizzò dei tubi per trasportare il calore dal sito alla sua abitazione (1907). Il primo condotto costruito a Reykjavik nel 1930 fu utilizzato per riscaldare due scuole, 60 case e l'ospedale. Era costituito da una condotta di 3 km che collegava la città con un geysir alla sua periferia. Nel 1943 la prima "*District Heating Company*" cominciò lo sfruttamento "commerciale" dell'energia geotermica; un condotto di 18 km attraversava la città di Reykjavik riscaldando 2850 case. Più del 90% delle case islandesi è riscaldata attraverso la geotermia e dalla stessa deriva oltre il 54% dell'energia primaria utilizzata in Islanda. Essendo una fonte abbastanza duttile permette tutta una serie di utilizzi finali: il 57,4% dell'energia è utilizzata per il riscaldamento, il 15,9% è usata per produrre elettricità, ma viene usata anche per riscaldare le piscine, per le industrie del pesce, per il riscaldamento delle serre ecc.

Il governo islandese (e la relativa esperienza nello sfruttamento dell'energia geotermica) ha giocato un ruolo fondamentale nello sviluppo di questa fonte. Negli anni '40 il Governo islandese istituì la "*State Electricity Authority*"²⁰⁷ per incrementare la ricerca (e le relative conoscenze) sulle risorse geotermiche nazionali, ma anche l'utilizzo delle stesse. L'agenzia ebbe successo e studiò il modo di

²⁰⁶ La Landsvirkjun viene fondata nel 1965 attraverso la cooperazione tra il Comune di Reykjavik e lo Stato (che ne erano i proprietari) con obiettivi in linea con i piani di sfruttamento delle fonti energetiche idriche per soddisfare sia i bisogni delle nascenti industrie dell'alluminio e del ferro (fortemente energivore) sia della domanda del mercato ordinario. Inizialmente il raggio d'azione della nascente azienda era limitato alla parte occidentale e meridionale dell'isola. È nel 1983 con la Legge n. 42 che lo Stato affida alla società il compito di fornire energia elettrica a tutto il Paese; nel medesimo anno il comune di Akureyri, la città più grande del nord del paese, acquista una partecipazione dell'azienda (il 5% delle azioni), che attualmente appartiene per il 50% allo Stato, per il 45% al Comune di Reykjavik e per il 5% al Comune di Akureyri appunto.

²⁰⁷ Che divenne nel 1967 la *National Energy Authority*.

utilizzarla in maniera economica per il riscaldamento di differenti aree all'interno del paese. Ebbe un tale "successo" che il Governo non dovette stimolare la ricerca in questo campo grazie anche alla nascita di diverse compagnie private in questo campo. Gli impianti di energia geotermica in Islanda sono: il *Nesjavellir* con una potenza di 120 MW, il *Reykjanes* (100 MW), il *Hellisheiði* (90 MW), il *Kafla* (60 MW) e lo *Svartsengi* (46,5 MW). *Svartsengi* e *Nesjavellir* producono sia elettricità che acqua calda per il riscaldamento. Il passaggio da un utilizzo massiccio di combustibili fossili per il riscaldamento all'utilizzo massiccio dell'energia geotermica ha permesso al governo islandese di risparmiare circa 8,2 miliardi di dollari dal 1970 al 2000 e circa il 37% di emissioni di anidride carbonica in atmosfera (l'ammontare equivalente dell'utilizzo di petrolio necessario al fabbisogno energetico per il riscaldamento nel suddetto trentennio sarebbe stato di circa 646.000 tonnellate). In questo settore la *Reykjavik Energy* e la *Sudurnes Regional Heating Corporation* hanno dato un notevole contributo attraverso le proprie piccole aziende municipalizzate. Bisogna, inoltre, considerare il forte aumento dell'utilizzo delle fonti geotermiche per la produzione d'energia, in particolare nelle località dove il tradizionale utilizzo di riscaldamento non è considerato ottimale. Tutto questo ha contribuito notevolmente a sensibilizzare i cittadini islandesi, già ben consapevoli della fragilità dell'ecosistema sub-artico del paese, sui temi di sviluppo sostenibile. Il governo ha, quindi, stabilito di fare del progetto di ricerca sullo sfruttamento geotermico ed idroelettrico il primo obiettivo nel paese.

Tali risorse essendo straordinariamente abbondanti non sono state ancora utilizzate appieno²⁰⁸, ciononostante le importazioni di carburanti e oli combustibili sono diminuite drasticamente e con esse è diminuita anche la dipendenza nei confronti dei paesi che li esportavano sull'Isola. Il risparmio derivato sta consentendo uno sviluppo economico senza precedenti; l'aumento della produzione di energia endogena ha avuto, infatti, ricadute consistenti sulla diversificazione dell'economia, fino a non troppo tempo fa, eccessivamente legata al destino della pesca. Lo sviluppo del settore energetico, grazie anche all'aumento degli occupati, ha stimolato un consistente sviluppo regionale oltre che benefici ambientali, nonostante

²⁰⁸ Si stima, infatti, che il potenziale di produzione elettrica possa raggiungere per l'idroelettrico i 30 TWh/a e per la geotermia i 20 TWh/a. **FONTE:** Helga Bardadottir (2004), *Energy in Iceland*, in Godjon O., Reykjavik

la massiccia presenza d'industrie fortemente energivore (in particolare la produzione di alluminio e di ferro silicati).

Lo sviluppo del settore energetico è sostanzialmente avvenuto nel rispetto dei caratteri della natura islandese e della sua conservazione; dovendo rispondere, infatti, prima alla legge sui diritti dell'acqua del 1923²⁰⁹ ed alla *Legge dell'Energia* (N°58/1967 e N°84/1972) strettamente connessa ad essa, dal 1993 ogni specifico piano o progetto per la costruzione di strutture per la produzione di energia, ha dovuto necessariamente conformarsi ad una rigida Valutazione di Impatto Ambientale²¹⁰ (*Act on Environmental Impact Assessment N°63/1993*). Fin dal 1999

²⁰⁹ Questa legge viene ricordata come una delle più importanti nella storia dell'Isola dall'indipendenza ad oggi, perché ha avuto il merito di definire le funzioni dei proprietari e dei responsabili delle centrali elettriche e i diritti di coloro che in qualche modo subivano svantaggi alle proprie proprietà, come danni conseguenti ai lavori di costruzione ed effetti causati dai cambiamenti nella portata dei corsi d'acqua. La legge include inoltre delle clausole che riguardano i progetti per la costruzione di nuove centrali elettriche e sui diritti dei cittadini di presentare obiezioni alla costruzione di queste opere entro una determinata scadenza. Così tutte le opere per la produzione di energia idroelettrica sono state realizzate a partire da questa.

²¹⁰ Rispetto ad altri Settori nei quali la *Legge di Valutazione di Impatto Ambientale* del 1993 ha rivoluzionato il modo di operare nel settore "energetico" i cambiamenti sono stati minimi, poiché la *Legge sui diritti dell'Acqua del '23* imponeva già meccanismi di valutazione degli effetti che le opere avrebbero apportato all'ambiente e aveva già un accurato processo di ricerca e di preparazione dei progetti; tuttavia, con la V.I.A. qualche modifica considerevole si è registrata nel processo decisionale. Dal 1993, tutte le centrali, sia elettriche che geotermiche, con un'alimentazione installata superiore ai 10 Mw, devono essere conformi a queste due leggi e si è stabilito che per realizzare queste strutture, gli sbarramenti dei fiumi non possono né inondare un'area superiore ai 3 km², né cambiare radicalmente la fisionomia dei corsi d'acqua. La *Legge di V.I.A.* del 1993 impone una rigorosa procedura per l'elaborazione, la presentazione e l'approvazione dei progetti e la valutazione degli effetti che la costruzione delle strutture potrebbero avere sugli esseri umani, sulla vegetazione, sugli animali, sui terreni, sull'acqua, sull'aria, sul clima, sul paesaggio, ed anche sull'interazione di questi fattori. Molti articoli di questa legge si occupano della fase successiva alla presentazione, da parte degli sviluppatori, all'*Ente Nazionale per la Pianificazione*, della loro valutazione dell'impatto che le opere avranno sull'ambiente, in particolare espone i tempi e i limiti alla partecipazione pubblica. La legislazione sulla valutazione d'impatto ambientale (VIA) in *Islanda* è stata approvata nel 1993, ma è entrata in vigore nel Giugno del 2000, lo scopo principale di questa nuova legge è accertare che gli impatti ambientali dei progetti non abbiano degli effetti negativi sull'ambiente, sulle risorse naturali e sulla comunità; le verifiche vanno attuate prima dell'inizio delle opere ed attraverso l'introduzione di un specifico *modus operandi*, viene data grande priorità alla revisione pubblica del progetto ed alla cooperazione fra i diversi gruppi di interesse e coloro che si devono occupare dello sviluppo del progetto. Ai cittadini viene garantito l'accesso al materiale dei piani di sviluppo, con l'opportunità di intervenire nel merito delle questioni, consigliando e commentando i progetti proposti e per realizzare l'obiettivo della creazione effettiva di un processo di partecipazione pubblica, ogni progetto deve essere accompagnato da una relazione scritta, che fornisca una descrizione esplicita del piano e dei possibili effetti sull'ambiente e nel caso la relazione inerente il progetto prevedesse eventuali effetti negativi è responsabilità del pianificatore la descrizione delle eventuali misure di attenuazione da adottarsi per ridurre gli impatti negativi. La responsabilità del processo di selezione dei piani fa capo al *Ministero dell'Ambiente* ed all'*Ente per la Pianificazione*, attraverso un processo di esame formale, nel quale i progettisti possono preparare e presentare una propria relazione di V.I.A. per il piano proposto all'*Ente per la Pianificazione*, rendendo notevolmente più veloce tutta la procedura. La *Legge di V.I.A.* del 1993 prevede l'approvazione dei piani di sviluppo, solo se questi soddisfano

lo sfruttamento dell'energia endogena ha permesso all'Islanda di raggiungere un'autosufficienza energetica pari al 70% del fabbisogno energetico totale e del 99,9% del fabbisogno d'energia elettrica.

Questa immensa disponibilità energetica ha spinto sempre di più a ricercare il modo di liberarsi della residua dipendenza dal petrolio attraverso fonti autoctone, da qui (oltre che dallo sviluppo continuo delle celle a combustibile) nasce l'idea di utilizzare l'idrogeno (verde, ossia derivato dall'elettrolisi dell'acqua) come vettore energetico per la trazione di autoveicoli e pescherecci.

Dalla breve descrizione della storia energetica e delle politiche pubbliche nazionali possiamo evidenziare un primo criterio di differenziazione fondamentale per l'analisi dei progetti: il contesto politico e di regolazione in cui essi si inseriscono e le scelte in campo energetico accompagnate da processi di pianificazione e di controllo delle strategie d'azione.

In Islanda e Danimarca, in maniera differente e con obiettivi differenti, lo sfruttamento delle risorse è stato accompagnato sia da un mercato dell'energia multidimensionale, con la presenza di diverse compagnie energetiche municipali²¹¹, sia da un sistema di politiche pubbliche particolarmente attento all'implementazione delle fonti energetiche rinnovabili ed all'impatto sociale, ambientale ed economico che queste avevano sul territorio.

In Italia a fronte di una lunga tradizione monopolista nella produzione dell'energia elettrica²¹² si rileva da un lato l'assenza di un Piano Energetico Nazionale (nonostante le proposte) e di politiche di pianificazione energetica

pienamente le condizioni esplicitate all'interno nelle disposizioni legislative. La legislazione sulla valutazione d'impatto ambientale, in Islanda come in Italia, risponde ad una specifica direttiva CEE del 27 Giugno 1985. L'Islanda, però, al contrario dell'Italia non è un membro dell'Unione Europea, ma ha legami forti con questa, attraverso l'Accordo Europeo di Area Economica (*European Economic Area Agreement*) e il Consiglio Nordico; e si è anche obbligata ad adottare le volontà espresse nelle *Direttive Comunitarie* attraverso le valutazioni sull'impatto ambientale di determinati progetti (come la costruzione di nuove centrali idroelettriche).

²¹¹ Sette in Islanda e diverse compagnie energetiche municipali, che fanno capo alla *Danish Energy Agency*, in Danimarca,.

²¹² L'energia elettrica dal 1962 al 1999 (in seguito all'apertura al libero mercato dell'energia sancito dal Decreto Legislativo n. 79 del 16/03/1999 in applicazione della Direttiva Comunitaria 96/92/CE) è stata gestita in tutta la sua filiera (produzione, trasmissione, dispacciamento, distribuzione e vendita) da un'unica compagnia energetica nazionale, l'ENEL; che rimane, nonostante l'apertura del mercato, l'operatore dominante in quanto proprietaria della rete.

(escludendo la L. n. 10 del 1991) e dall'altro la crescente predominanza dell'energia termoelettrica sulle fonti energetiche rinnovabili.

Questo ci aiuta a comprendere in che modo le tecnologie energetiche sottese alla produzione della “formula tecnologica idrogeno” possano essere considerate, anche a partire dall'atteggiamento sistema politico, delle “scatole nere”.

Nel paragrafo che segue andremo a definire l'iter che ha portato ciascun progetto in analisi a scegliere l'idrogeno come possibile alternativa al petrolio e quali sono i motivi che hanno spinto verso questa scelta, a partire dalla definizione che Callon (1986) e Latour (1998) propongono del processo di traduzione (o traslazione) di una tecnologia.

5.2 Il processo di costruzione della scatola nera retorica, la “problematizzazione”: perché l'idrogeno e come produrlo

Chi comunica²¹³ cosa, a chi e perché?

Sembra uno scioglilingua, ma in realtà sono le domande fondamentali per definire il processo di comunicazione di una tecnologia che ambisca a diventare innovazione. Come abbiamo già esplicitato, tutti i nostri casi di studio vogliono rappresentare “laboratori a cielo aperto” di innovazione a partire dalla produzione di idrogeno dall'elettrolisi dell'acqua, attraverso elettricità prodotta da fonte rinnovabile, in altre parole a partire da un'ottica di cambiamento energetico sotto molti aspetti del tipo “hard”²¹⁴.

Ma come nascono questi progetti, come vengono comunicati, chi li promuove, chi li comunica (o dovrebbe farlo seguendo un eventuale piano d'azione) e perché la scelta dell'idrogeno come alternativa, piuttosto che un'altra eventuale possibilità? Da chi è composta la coalizione agente e qual è la relativa strategia d'azione? E perché ci appare così tanto importante la dimensione della comunicazione in un'ottica di allargamento della coalizione e dunque di partecipazione? Qual è il ruolo degli

²¹³ O problematizza, per utilizzare il concetto di Callon (1986).

²¹⁴ Ovvero di completo abbandono delle fonti di origine fossile a favore dell'utilizzo delle FER associate all'utilizzo di vettori e forme di accumulo.

esperti tecnico/scientifici²¹⁵ all'interno della coalizione agente? Che ruolo gioca il sistema politico? Quanto è aperta all'inclusione di altri attanti la rete? Chi sono (e chi potrebbero essere) questi eventuali attanti? E la tecnologia o meglio le tecnologie (intesi anche come attanti non umani nell'accezione di Latour) che ruolo giocano?

Nell'analisi dell'ANT (in particolare di Latour e Callon) il processo di traduzione di una tecnologia (o traslazione) ha come fine ultimo l'allineamento degli interessi di coalizioni eterogenee anche attraverso un processo di costruzione simbolica dell'artefatto; la *problematizzazione* (e di rimando l'apertura di un processo di comunicazione tra diversi attori/attanti) è la fase iniziale e rappresenta l'azione retorica che crea i presupposti per l'"allineamento degli interessi"; è il momento che punta a fissare delle associazioni eterogenee anche tra simboli e significati finalizzati alla costruzione scatole nere retoriche²¹⁶. Le fasi successive, interessamento, arruolamento e mobilitazione, fondamentali per la stabilizzazione della coalizione agente, non si attivano a prescindere dal successo della prima.

Alla luce di queste considerazioni analizziamo quelli che abbiamo identificato nel processo di cambiamento in embrione come la gastrula, la blastula e lo zigote tecnologici.

5.3 La Gastrula tecnologica – Il progetto islandese ECTOS

Il problema di uno, la risposta di molti nel tempo

Il progetto islandese ECTOS, che mira alla completa sostituzione del petrolio attraverso l'idrogeno entro il 2050, come si è potuto osservare dall'analisi delle politiche energetiche nazionali, è solo l'ultimo passo verso il completo abbandono delle fonti di origine fossile.

²¹⁵ In cui includiamo ovviamente non solo ricercatori e scienziati, ma anche ingegneri, architetti, tecnici ecc.

²¹⁶ Latour, come la maggior parte dei sociologi della scienza, definisce le scatole nere come indispensabili per la chiusura di una controversia scientifica. Proprio perché una gran parte di questo lavoro avviene a livello retorico si può agevolmente parlare di scatole nere retoriche come punto focale della costruzione/creazione di simboli e valori che tendono a dare volto a determinati artefatti tecnologici (creando anche un circuito di accettazione sociale della tecnologia) trasformandoli in vere e proprie innovazioni.

L'esigenza di raggiungere la completa indipendenza energetica ed una profonda consapevolezza sia sui temi ambientali che sulle potenzialità delle fonti autoctone hanno spinto l'Islanda a ricercare il modo di sostituire il petrolio con un "combustibile" che potesse essere prodotto in loco.

"[...] L'indipendenza energetica implica essenzialmente la capacità di non importare nessun tipo di combustibile. Per esempio l'Islanda produce il 72% del proprio fabbisogno energetico totale attraverso l'uso dell'idroelettrico e della geotermia e la sperimentazione sull'idrogeno ha la finalità di raggiungere la totale indipendenza energetica. C'è inoltre da considerare che il questione energetica è fondamentale anche per la gestione dei problemi ambientali e per la sicurezza dell'approvvigionamento[...]" (T. P. Is. 2)

La ricerca e la relativa sperimentazione di altri possibili combustibili ed in seguito di "combustibili altri"²¹⁷ comincia all'indomani della seconda rivoluzione energetica nazionale negli anni '70²¹⁸ che ha portato l'isola ad essere indipendente dalle fonti fossili per la produzione elettrica per il 99,9% del proprio fabbisogno.

La discussione in ambito accademico sul possibile utilizzo dell'idrogeno a fini energetici si apre nel 1978, l'interesse è crescente e nel 1997 il Ministero dell'Energia islandese lancia ufficialmente il progetto "Domestic Fuel Production" che apre la strada ad un progetto di totale indipendenza dell'isola dai combustibili fossili.

"[...] Ho cominciato a lavorare in ambito accademico occupandomi essenzialmente di fonti geotermiche,- riferisce uno dei nostri testimoni privilegiati e più importante fautore dell'utilizzo dell'idrogeno in Islanda - ma questo mi ha permesso di prendere coscienza dell'enorme potenziale energetico di cui disponevamo e che nonostante ciò importavamo un terzo del nostro fabbisogno energetico totale. Da ciò è venuto naturale cominciare a riflettere sul «Perché non possiamo pensare al modo di utilizzare la nostra energia per produrre un qualche tipo di combustibile che sostituisca i combustibili importati?». Scrisi il mio primo articolo in proposito nel 1978 (e le reazioni non furono propriamente favorevoli), ma da allora ho lavorato ininterrottamente all'idea di convertire l'Islanda in un paese dove l'intero consumo

²¹⁷ Utilizziamo il concetto di "combustibile altro" riferendoci all'idrogeno perché è importante sottolineare, ancora una volta, che l'idrogeno non è un combustibile, ma un vettore energetico, o *Energy Carrier*, ossia un trasportatore di energia che per essere prodotto/estratto necessita di una fonte primaria.

²¹⁸ E qui ci riferiamo allo sfruttamento della geotermia.

energetico provenisse da fonti locali. Avevo sperato potesse avvenire nell'arco di 40 anni[...]" (T. P. Is. 1)

"[...] Tutto è cominciato nel 1978, anno in cui ho iniziato a discutere la mia idea in ambito accademico. Poi nel 1990, quando venni invitato ad un congresso ad Amburgo, ottenni un grande interesse. Nel 1997, il Ministro dell'energia lancia il progetto per la produzione locale di energia (Domestic Fuel Production project) e nel 1998 la Daimler Chrysler, convocato l'ambasciatore islandese, mostra interesse e domanda la posizione governativa sull'idrogeno[...]" (T. P. Is 1)

Sempre nel 1998 le compagnie energetiche nazionali, in linea con le politiche pubbliche energetiche governative, aprono una cooperazione con l'Università d'Islanda e altri istituti di ricerca tecnologica²¹⁹ fino ad arrivare nel 1999 alla nascita della *Icelandic New Energy* (INE) in joint venture con la Daimler Chrysler, Norsk Hydro e Shell Hydrogen²²⁰, che diventa coordinatore del progetto ECTOS, con la *mission* di testare la possibilità di sostituire i combustibili fossili con l'idrogeno, entro il 2050, facendo così dell'Islanda la prima economia all'idrogeno al mondo.

Già da questa breve descrizione riusciamo ad intravedere diverse implicazioni: prima di tutto appare evidente il ruolo dello scienziato/ricercatore fermamente convinto della propria idea che apre la discussione in ambito accademico, ma che poi esce dal "laboratorio" e diventa "portavoce"²²¹, come direbbe Latour (1987), dapprima di un'idea e di una tecnologia, prova la sua capacità di creare interesse e riesce a crearlo; da qui si apre il processo di traduzione/traslazione. Si vede, inoltre, il ruolo fondamentale del sistema politico nel reclutamento di altri attanti e nel formarsi

²¹⁹ L'IceTec, *Technological Institute of Iceland*, e IKP *University of Stuttgart. Institute for Polymer Science*.

²²⁰ Le prime sperimentazioni sull'idrogeno della Royal Dutch/Shell Group risalgono al 1998, anno in cui istituì un "Hydrogen team" che aveva il compito di esplorare le potenzialità del vettore energetico idrogeno, la nascita della Shell Hydrogen risale all'anno successivo, 1999.

²²¹ "[...] Gli scienziati non dicono nulla di più di quanto è registrato, ma senza il loro commento le iscrizioni direbbero infinitamente di meno! Esiste un termine per definire questa strana situazione, [...] e cioè il termine portavoce. L'autore si comporta come una sorta di avvocato difensore di ciò che è iscritto sulla finestra dello strumento. Il portavoce è qualcuno che parla in vece di altri, che tacciono [...]" (Latour, 1987; 93-94). Ovviamente il portavoce si carica della responsabilità di parlare in vece di tutti gli attanti coinvolti, umani e non umani, ma in generale "per chi non può". "[...] D'altro canto, la forza di un portavoce non è così grande finché egli è per definizione un solo uomo la cui parola potrebbe venire respinta. La forza deriva dalla parola dei rappresentanti quando essi non parlano di sé e per sé, ma quando lo fanno in presenza dei loro rappresentati. Allora, e solo allora, lo scettico si trova simultaneamente di fronte al portavoce ed ai suoi rappresentati. [...]" (Latour, 1987; 95)

dell'alleanza²²² (la Daimler Chrysler che convoca l'ambasciatore islandese), ma anche il livello di apertura della "rete" a nuovi alleati/attanti; infine, appare evidente l'importanza del "tempo" trascorso tra "l'idea" di utilizzare l'idrogeno come opzione energetica (1978) e l'effettiva realizzazione, o meglio progettazione (2000), 22 anni circa. Il tempo, infatti, in questo caso di studio assume una connotazione fondamentale, nel perseguimento del programma d'azione della coalizione agente; il "tempo", per sperimentare e provare, viene esplicitamente identificato, da uno dei nostri interlocutori, come il fattore basilare, ma anche il problema più grande da affrontare, in processo di transizione energetica:

"[...] Abbiamo avuto molti problemi, ma quello fondamentale è che una transizione prende tempo, serve tempo perché un qualsiasi tipo di forma energetica assuma un significato²²³; abbiamo avuto bisogno di tempo per poter effettuare una sperimentazione. Questo però è normale, ci sono voluti 50 anni per passare dall'utilizzo esclusivo della legna al carbone, altri 50 per passare dal carbone al petrolio, altri 50 per passare dal massiccio utilizzo del petrolio all'utilizzo del gas naturale. Ci sono voluti 20 anni per poter parlare d'idrogeno come reale possibilità. Ero solo all'inizio, non solo nel mio paese, ma nel mondo intero.[...] All'inizio abbiamo sperimentato tutta una serie di combustibili che vanno dal metanolo all'ammoniaca; abbiamo provato ad utilizzare, infatti, un motore che funzionava con ammoniaca; con lo sviluppo²²⁴ delle celle a combustibile, però, abbiamo cominciato a focalizzare la nostra attenzione sull'idrogeno che già producevamo come fertilizzante[...]" (T. P. Is. 1)

Il tempo necessario per dare un senso ad una tecnologia (energetica) che squarcia il velo dell'ovvio e che, comunque, all'inizio suscita perplessità, a tutti i livelli. I tempi della ricerca, però, non necessariamente coincidono con i tempi del settore pubblico e del settore privato, il primo perché legato alla contingenza del mandato, ovvero al tempo di un mandato ed alla capacità dei mandatari di studiare programmi d'azione che possano mantenersi tali anche dopo la fine del mandato

²²² Sistema politico che non riveste solo il ruolo di "erogatore di finanziamenti" dunque, ma gioca il ruolo strategico di agente attivo della coalizione, aprendo, con il suo interesse nel progetto, la strada all'allargamento dell'actor network. Non più attore passivo ma, in questa fase, attante.

²²³ "It takes time to sense every kind of energy type" dice letteralmente il nostro referente.

²²⁴ Il nostro referente dice specificatamente "[...] *With the Breakthroughs of fuel cells* [...]", di particolare importanza è l'uso del termine "*Breakthroughs*" che può essere interpretato come un momento di rottura, il salto tecnologico fondamentale per poter pensare all'idrogeno come reale opzione energetica.

stesso; il secondo (il settore privato) perché profondamente legato alla contingenza del profitto, che generalmente si valuta nel breve periodo, quasi mai nel lungo. Proprio qui entra la capacità di riuscire ad aprire una controversia e problematizzare una tecnologia che spiana la strada alla realizzazione di un processo di costruzione di un'immagine della tecnologia, prima, e di una coalizione agente poi.

In questo caso di studio la stretta collaborazione tra settore pubblico e settore privato²²⁵ ha permesso da un lato di sfruttare una componente di *know how* “esogeno”, in particolare riguardo all'industria automobilistica che è assente sull'isola, e dall'altro di entrare nel circuito dei progetti promossi dall'Unione Europea²²⁶.

Il progetto ECTOS, infatti, nasce in parallelo con il progetto CUTE della Comunità Europee e beneficia dell'ottenimento di tre autobus urbani²²⁷, alimentati ad idrogeno e celle a combustibile, da inserire nella rete del trasporto pubblico locale della capitale Reykjavik (il 4% del totale).

“[...] La collaborazione/cooperazione con la Commissione Europea ha portato benefici significativi sia per il progetto che per i responsabili stessi del progetto, facendo affiorare nuovi talenti ma anche diverse visioni, aldilà degli intoppi burocratici a volte affrontati[...]” (T. P. Is 3)

Il progetto nasce ufficialmente il 31 Marzo del 2001 e si chiude il 30 Agosto del 2005; durante questi quattro anni e mezzo, circa, due sono stati dedicati alla preparazione del progetto e della relativa ricerca sugli impatti socio ambientali (*no-technical aspects in the program*) in contemporanea con la costruzione di una stazione

²²⁵ Con grande orgoglio i nostri interlocutori islandesi hanno teso a sottolineare l'importanza di partecipare, da parte di sei aziende islandesi: Reykjanes Geothermal Power Plant; Reykjavik Municipal, Power Company, una società di produzione di fertilizzanti; University of Iceland; Iceland Research Institute; New Business Venture Fund; a queste si unì in seguito la Landsvirkjun, al finanziamento del progetto per il 51% del totale.

²²⁶ Il progetto ECTOS (*Ecological City TranspOrt System*) affianca, infatti, altri due progetti: il progetto CUTE (*Clean Urban Trasport for Europe*) ed il progetto STE (*Sustainable Transport Energy*). Il CUTE coinvolge 27 autobus urbani alimentati ad idrogeno in nove città europee (tre per ogni città): Amsterdam, Barcellona, Madrid, Londra, Amburgo, Lussemburgo, Porto, Stoccolma e Stuttgart); il progetto STE coinvolge la città di Perth in Australia. Tutti e tre i progetti hanno la finalità di testare su strada la fattibilità di un futuro utilizzo dell'idrogeno per i trasporti producendo idrogeno localmente attraverso diverse forme di produzione (tra cui rientra anche lo *steam reforming* del gas naturale). l'intero progetto ha avuto un costo di circa 7 milioni di euro, 2,85 milioni di euro sono stati erogati dall'Unione Europea, i restanti 4,15 milioni di euro sono stati investiti per il 50% dai partner stranieri e per il 50% dalle compagnie energetiche locali.

²²⁷ Del tipo Fuel Cell CITARO della Mercedes Benz.

di rifornimento di idrogeno verde²²⁸ prodotto in loco attraverso l'elettrolisi dell'acqua, inaugurata nell'aprile del 2003, dopo otto settimane dall'inizio dei lavori di costruzione²²⁹.

L'installazione della stazione di rifornimento di idrogeno per l'autotrazione ha rappresentato un momento fondamentale per la messa in campo del progetto, sia per dimostrare la fattibilità della produzione in loco del vettore, sia per dare un segno evidente e visibile (proprio per questo si è scelto un luogo al centro della città) della possibile e graduale integrazione delle infrastrutture all'interno della società locale. Tutto l'iter, però, non è stato scevro da problemi di natura tecnica, nei termini di poco adeguate forme di trasmissione tra il distributore ed i veicoli (che comunque rappresentavano un rischio), che si sono presentati immediatamente dopo l'arrivo degli autobus.

“A questo punto fu deciso che la Norsk Hydro avrebbe dovuto ridisegnare le colonne di rifornimento e che il mantenimento della stazione di servizio dell'idrogeno dovesse assumere (rispetto alla Shell che ne era concessionaria), essendo un esperimento pilota dell'Unione Europea, priorità rispetto alla struttura principale, che comunque necessitava di un certo livello di manutenzione”.(T. P. Is. 2)

Nell'agosto del 2004 un incidente nelle tubature che collegano la stazione, dovuto alla pressione, interrompe per diversi mesi sia il funzionamento della stazione di servizio sia l'operatività degli autobus e si forma una commissione di inchiesta che oltre a stabilire le cause dell'incidente fornisce tutte le informazioni necessarie ad evitarne altri.

“[...] Avere dei problemi simili a questo non è mai una cosa positiva, ma dobbiamo dire che ci ha permesso di imparare una lezione importante, soprattutto in termini tecnologici, da passare non solo ai nostri partner europei (in particolare alla stazione di Amburgo), ma di creare un know-how fondamentale per eventuali future stazioni di servizio di idrogeno, al fine di ridurre al minimo i rischi[...].” (T. P. Is. 2)

²²⁸ “[...]Ora non ci viene più chiesto di credere a un esperimento letto su *Nature* (o *Green Cross Optimist* nel nostro caso), ma di credere ai nostri occhi [...]” (Latour, 1987; 86)

²²⁹ C'è da sottolineare che la stazione di servizio è stata inserita all'interno di una stazione di servizio tradizionale, dopo un'attenta indagine sull'accettabilità da parte di coloro che vivevano nelle vicinanze.

La decisione di utilizzare per l'inizio della sperimentazione autobus piuttosto che veicoli privati è stata dettata da tre esigenze fondamentali all'interno del progetto: la prima è l'alta visibilità del mezzo pubblico all'interno del circuito urbano (ricordiamo che i tre autobus alimentati ad idrogeno rappresentano il 4% dell'intera rete); segue la necessità di sperimentare l'economicità e soprattutto la durata di un pieno rispetto ad altri combustibili e “[...] Cosa meglio di un serbatoio di autobus può farlo - sostiene uno dei nostri interlocutori[...]” (T. P. Is. 1); infine, dalla necessità di trovare un'azienda automobilistica estera in grado di fornire un numero sufficiente di autovetture da sperimentare in loco.

“[...] Gli autobus sono arrivati nel settembre del 2003, non senza problemi dovuti alla traversata dell'oceano Atlantico che avrebbe potuto intaccare i loro delicati equipaggiamenti, fortunatamente è andato tutto bene, tanto che abbiamo potuto metterli su strada immediatamente dopo il loro arrivo[...]” (T. P. Is. 2).

Ciò che maggiormente preoccupava i ricercatori dell'INE era la “delicatezza” degli equipaggiamenti tecnologici degli autobus, che non solo dovevano affrontare una traversata dell'oceano (e dunque alti livelli di salinità che avrebbero potuto intaccarli), ma anche e “l'incognita freddo” ossia la capacità delle tecnologie presenti sui bus di affrontare i freddi inverni islandesi²³⁰.

“[...] La riuscita dell'operazione che riguarda gli autobus era fondamentale per le finalità del progetto, proprio per questo ha rappresentato il momento più rischioso, soprattutto per il fatto che essendo le tecnologie nuove non sapevamo quanto il clima e la locazione geografica potesse influire sul loro funzionamento[...]” (T. P. Is. 3).

Altri piccoli problemi tecnici che si sono man mano presentati sono stati affrontati anche grazie alla collaborazione della Daimler Chrysler.

A questo punto riusciamo ad identificare altri attanti di fondamentale importanza per la riuscita del programma d'azione (il progetto): avevamo parlato

²³⁰ A questo proposito ci appare opportuno sottolineare che l'Islanda è un'isola posta ad est della Groenlandia immediatamente a sud del Circolo Polare Artico, che dista dall'isola circa 3 Km.

dello scienziato ricercatore, delle multinazionali interessate al progetto, del governo nazionale, della commissione europea (tutti “attanti” umani); ora entrano in gioco gli “attanti non umani”: la tecnologia, rappresentata non solo dalla formula tecnologica idrogeno, ma anche dai bus sperimentati e dalla stazione di rifornimento operativa in loco, il contesto ambientale profondamente importante nella percezione delle complicazioni inerenti al progetto, il clima ecc. (che per inciso vengono identificati solo come “*problemi tecnici*”, e vengono affrontati man mano che si presentano in coerenza con il programma d’azione e seguendo uno schema di ruoli ben preciso); individuiamo, inoltre, il ruolo attribuito a ciascun attante per il perseguimento del programma d’azione²³¹.

Abbiamo visto chi ha promosso cosa, quali sono i ruoli definiti dalla nostra coalizione agente, ora andiamo ad indagare perché la scelta dell’idrogeno e qual è il programma d’azione che il progetto si prefigge.

Idrogeno: l’indipendenza prima di tutto, dal locale al globale e viceversa

Sono diversi i motivi che hanno spinto l’Islanda ad optare per l’idrogeno prodotto da fonte rinnovabile: la volontà di liberarsi definitivamente dalla profonda dipendenza da una fonte energetica poco sicura (economicamente, politicamente e quantitativamente²³²) ed inquinante, il petrolio; la volontà di raggiungere l’Indipendenza energetica profondamente sentita; ma anche la consapevolezza di poter raggiungere la meta attraverso fonti endogene (idroelettrico e geotermico).

Il paventato raggiungimento del picco petrolifero e la crescente necessità di approvvigionamento energetico mondiale (in particolare da parte dei paesi in via di sviluppo, come ad esempio India e Cina), ha dato una forte spinta verso la ricerca di un’opzione energetica altra:

²³¹ Le competenze agite dalle diverse componenti della rete di attori, in particolare il ruolo giocato dalla Daymler Chrysler e dalla Shell, appare fondamentale nel momento in cui si affrontano i problemi legati alla “cruda materialità” della tecnologia.

²³² Più volte, infatti, durante i colloqui è stata citata la teoria di Hubbert e quindi il raggiungimento del cosiddetto picco di estrazione del petrolio.

“[...] Il grande interesse sull'idrogeno in generale, e in Islanda in particolare, è dovuto prevalentemente alle notizie sul consumo energetico mondiale. Ci sono chiari indicatori che mostrano che il mondo sta andando incontro ad una grave crisi energetica, forse non troppo lontana. Al momento circa l'80% dell'energia mondiale proviene da fonti di origine fossile, più della metà dal petrolio. Ha mai sentito parlare del Picco di Hubbert²³³? [...]” (T. P. Is. 4).

“[...] La crescita della domanda mondiale di energia è impressionante anno dopo anno, basti pensare, per esempio, alla domanda di energia ed alle politiche energetiche cinesi.[...]” (T. P. Is. 1).

Come abbiamo più volte ribadito, l'idrogeno, che abbiamo preferito definire “formula tecnologica”, è un vettore energetico, ossia un trasportatore di energia, che pur essendo l'elemento chimico più diffuso nell'universo non si trova mai “da solo” e per poter essere utilizzato deve prima essere separato dalle molecole con cui è connesso attraverso la scissione di legami chimici. La scissione per poter avvenire necessita di una grande quantità di energia a monte²³⁴, che se fosse prodotta da tradizionali centrali termoelettriche, alimentate cioè a combustibile fossile, renderebbero l'operazione assolutamente poco economica rispetto all'utilizzo immediato dell'energia elettrica prodotta (basti pensare che l'80% del costo dell'idrogeno è imputabile al costo dell'elettricità); nel caso islandese si parla di produzione di idrogeno attraverso elettrolisi dell'acqua a partire dall'elettricità prodotta dalle centrali idroelettriche e geotermiche locali e dalla capacità elettrica residua non ancora sfruttata²³⁵.

“[...] L'umanità fin dal suo apparire sulla terra ha utilizzato fonti energetiche rinnovabili, è solo nel XVII secolo che queste fonti energetiche vengono completamente sostituite con le fonti di origine fossili (carbone prima, petrolio e gas naturale, poi) che vengono utilizzate su larga scala. I problemi ambientali e il graduale esaurirsi di queste fonti, però, (e qui cita una serie di colleghi) spingerà

²³³ Abbiamo approfondito le teorie di Mr King Hubbert nell'allegato n.1 a cui si rimanda, ma il nostro referente fa particolare riferimento alla teoria di Kenneth S. Deffeyes che, utilizzando il metodo del geologo americano, ha previsto il raggiungimento del picco mondiale della produzione petrolifera a cavallo tra il 2005 ed il 2006, in particolare il 16 dicembre del 2005 (per una lettura più approfondita si rimanda alla pagina web: <http://www.princeton.edu/hubbert/current-events-06-02.html>).

²³⁴ Per una descrizione più approfondita dei modi con cui è possibile ottenere “idrogeno” si rimanda all'appendice.

²³⁵ Il potenziale energetico utilizzabile, da fonte geotermica ed idroelettrica, stimato è di circa 50 TWh/y tra potenziale idroelettrico e potenziale geotermico (fonte: Helga Bardadottir (2004), *Energy in Iceland*, in Godjon O., Reykjavik), 55 TWh/y secondo alcuni dei nostri referenti.

necessariamente ad un ritorno alle fonti energetiche rinnovabili; questo intendo con la definizione di «Second Solar Age»²³⁶. Sono certo che presto le tecnologie che utilizzano l'irradiazione diretta del sole diventeranno economicamente competitive, ma l'Islanda non ha bisogno di aspettare grazie all'abbondanza di energia proveniente dalle fonti idriche e geotermiche [...]" (T. P. Is. 1);

"[...] Siamo d'accordo che l'energia elettrica può essere direttamente utilizzata, ma quello di cui abbiamo bisogno è un mezzo di accumulazione dell'energia, un modo per conservare questa energia, soprattutto per i trasporti. L'Idrogeno è il candidato numero uno: è facile da produrre ed è assolutamente pulito e sostenibile...[...]" (T. P. Is. 3);

"[...] C'è da considerare che, in Islanda, i costi dell'elettricità sono abbastanza contenuti [...]" (T. P. Is 2).

Il problema fondamentale del vettore idrogeno è rappresentato dalla scarsa possibilità di essere utilizzato²³⁷ direttamente nel settore dei trasporti, ma necessita di un'ulteriore tecnologia rappresentata dalle celle a combustibile²³⁸ (o *Fuel Cells*), che nel nostro caso rappresentano un "attante non umano" di cruciale importanza nel programma d'azione portato avanti.

Il processo chimico che avviene all'interno dei motori con celle a combustibile è esattamente il processo inverso all'elettrolisi (vedi appendice), con produzione di energia elettrica e vapore acqueo purissimo come residuo di scarto ("*only pure water*") dicevano i miei interlocutori, stressando sull'importanza degli effetti ambientali positivi derivati dall'uso).

"[...] Quando abbiamo cominciato i costi di produzione dell'idrogeno erano pari al doppio o al triplo del costo della benzina, ora il crescente aumento del costo del petrolio sta compensando; questa, però, rappresenta solo una parte della storia: dobbiamo, infatti, considerare l'efficienza energetica delle celle a combustibile che è pari al triplo

²³⁶ Qui il nostro interlocutore fa riferimento ad un suo articolo, sul caso islandese, pubblicato su "Green Cross Optimist", rivista di buone pratiche di sviluppo sostenibile fondata dall'ex presidente russo Michail Gorbachev.

²³⁷ Dobbiamo sottolineare che l'idrogeno viene ampiamente utilizzato anche per usi industriali e chimici, in particolare viene, da lungo tempo, utilizzato in Islanda per la produzione di fertilizzanti.

²³⁸ La cella a combustibile, di cui si dà una descrizione più dettagliata in appendice, è composta da una sequenza di membrane polimeriche particolarmente delicate. Nelle versioni tradizionali la rottura, o anche il lieve danneggiamento, di una singola membrana imponeva la sostituzione dell'intera cella. Lo sviluppo di questa tecnologia ha permesso, non solo in Islanda, di poter tenere in seria considerazione l'idrogeno come opzione energetica.

dell'efficienza di un motore tradizionale; i nostri autobus hanno un'efficienza pari al 60% del combustibile utilizzato, livello che appare ancora più importante se comparato all'efficienza degli autobus a trazione tradizionale (benzina e diesel), pari al 20%. [...] Questo essenzialmente perché i motori tradizionali devono prima bruciare il combustibile per poi produrre energia, le celle a combustibile, invece, trasformano direttamente l'idrogeno in elettricità. In teoria, potrebbero raggiungere un'efficienza del 100%, ma già il 60% è un'aspettativa più che ragionevole [.....]" (T. P. Is. 1)

"[...] Durante la sperimentazione quadriennale del progetto ECTOS la stazione di servizio ha erogato per i bus 17342 kilogrammi di idrogeno, che comparato all'utilizzo del diesel per gli altri autobus che circolano per Reykjavik, ha permesso un risparmio di circa 50 tonnellate di diesel[...]" (T. P. Is. 3)

"[...] Penso che l'idrogeno possa giocare un ruolo fondamentale nella gestione dell'inquinamento urbano, anche se dobbiamo sottolineare l'importanza delle fonti energetiche disponibili in loco[...]" (T. P. Is. 5).

Da questo punto di vista appare evidente un'altra finalità intrinseca al progetto ECTOS, la salvaguardia dell'ambiente. L'idrogeno prodotto da fonte rinnovabile non produce emissioni di gas serra nell'atmosfera (caratteristica fondamentale delle FER), così come non produce emissioni anche se utilizzato nel settore dei trasporti.

"[...] L'idrogeno viene prodotto direttamente sul luogo di utilizzo, attraverso l'elettricità, e questo significa che non ci sono forme di trasporto e quindi nessun tipo di impatto ambientale[...]" (T. P. Is. 1)

L'ambiente viene inconsapevolmente identificato come un attante non umano importante, il suo interesse a mantenersi integro si allinea fundamentalmente con l'interesse sociale ed istituzionale alla sua salvaguardia; nel contempo, rappresenta una strategia comunicativa pregnante per la definizione della strategia d'azione della coalizione agente. L'utilizzo su larga scala della formula tecnologica idrogeno, a prescindere dunque dalla fase sperimentale rappresentata dal progetto ECTOS, andrebbe a ridurre ulteriormente le emissioni totali dell'isola, che, nonostante la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, "paga" lo scotto di un'economia basata sull'industria pesante (siderurgica e di produzione di alluminio), fortemente energivore ed ambientalmente impattanti.

L'Islanda è obbligata, in virtù degli accordi di Kyoto che ha ratificato, a mantenere costante la propria quota di emissioni e la trasformazione del settore dei trasporti prevista dal progetto andrebbe a comportare un taglio netto delle emissioni di circa il 40-45% rispetto ai livelli attuali, permettendo all'isola di acquisire crediti di emissioni e dunque di entrare di diritto nel circuito dell'"Emission Trading" (ossia il mercato dei crediti di emissione) previsto dal Protocollo.

Nessuno dei nostri interlocutori ha, in effetti, posto il problema, che però appare di fondamentale importanza nella gestione economica di un paese che ha ratificato il Protocollo di Kyoto e che si è già attivato per porre in essere la transizione verso un regime energetico locale, indipendente ed ambientalmente sostenibile.

Tutti i nostri interlocutori, sia direttamente sia indirettamente coinvolti nel progetto, conoscono in maniera abbastanza precisa potenzialità e limiti del vettore energetico idrogeno e, soprattutto, tutti pongono particolare accento sull'importanza di raggiungere l'indipendenza energetica, ossia:

"[...] L'indipendenza energetica in termini di capacità di un paese di soddisfare il suo intero fabbisogno energetico a partire da fonti locali senza preoccuparsi di eventuali crisi a livello mondiale" (T. P. Is. 1);

"[...] Essere completamente indipendenti ci permetterà di non importare l'energia di cui abbiamo bisogno[...]" (T. P. Is. 3);

"[...] Produrre la propria energia significa essere in grado di gestire i problemi ambientali dovuti alla combustione delle fonti fossili, ma anche assicurare l'approvvigionamento energetico futuro[...]" (T. P. Is. 3);

"[...] Sono certo che noi siamo in grado di produrre idrogeno, in maniera economicamente ed ambientalmente sostenibile, non sono altrettanto sicuro di quello che potranno fare i paesi in via di sviluppo (come ad esempio India e Cina), questo significa essere indipendenti dal punto di vista energetico, essere in grado di produrre energia a prescindere da quello che avviene nel resto del mondo; noi possiamo aprire la strada, ma poi si vedrà, tutto dipende anche dall'atteggiamento dei Governi [...]" (T. P. Is. 2).

A questo punto appare evidente l'allineamento degli interessi e che ormai attori ed artefatti tecnologici sono diventati "attanti"²³⁹ di una coalizione agente (*Actor Network*); il perseguimento del programma d'azione viene portato avanti senza sosta e già nella prima metà del 2008 non solo sono state rese disponibili le prime quaranta auto private alimentate ad idrogeno verde²⁴⁰ (fase cinque), ma viene inaugurato il primo peschereccio "pilota" con celle a combustibile (fase sei).

Attraverso l'analisi diventa più evidente il motivo per cui definiamo il progetto islandese "gastrula tecnologica o stadio di dimostrazione primaria": il processo di costruzione dell'immaginario tecnologico del vettore idrogeno ha raggiunto un livello avanzato, anche grazie al tempo investito affinché questo potesse avvenire, anche la controversia su quale mezzo energetico utilizzare per raggiungere l'obiettivo della completa indipendenza energetica è stata chiusa e la scelta dell'idrogeno appare definitiva; bisogna, inoltre, considerare che all'interno del caso islandese non si parla più di semplice "comunicazione della tecnologia"²⁴¹ (idrogeno) e del relativo piano d'azione, ma di "piano divulgazione"²⁴² sia degli aspetti tecnici riguardanti il progetto che degli aspetti non tecnici (in particolare l'impatto sociale e l'impatto ambientale della tecnologia in analisi).

Un "passo avanti" ci viene da dire, un passo lungo trent'anni di lavoro e dieci di progetto, un passo che proietta l'isola verso il 2050, anno in cui si pone l'obiettivo di diventare non solo energeticamente indipendente, ma anche la prima produttrice mondiale di idrogeno commerciale. In molti sostengono²⁴³ che l'Islanda sia un caso assolutamente unico e difficilmente ripetibile; nel nostro caso, però, ci apparso fondamentale operare un'analisi del progetto islandese, per comprendere quale forma possa assumere il processo di costruzione dell'immaginario tecnologico finalizzato ad un cambiamento energetico (anche attraverso la stretta correlazione tra discorso

²³⁹ Che Latour definisce come "[...] qualunque cosa o persona sia rappresentata [...]" (1987; 110).

²⁴⁰ Messe a disposizione di un'industria automobilistica giapponese (la Toyota).

²⁴¹ Quel processo dialettico dialogico che apre la strada alla problematizzazione della tecnologia.

²⁴² Il concetto di "*Dissemination*", letteralmente disseminazione, implica una dimensione che va oltre la pura e semplice comunicazione, il seme che si pianta e che tende a crescere rinforzato anche dagli eventi; un progetto, come quello islandese, si pone come un esempio che indica la strada, una "*best practice*" con volontà di replica.

²⁴³ In particolare ricordo una conversazione con il Prof. Vincenzo Naso di qualche anno fa durante la quale mi sottolineava l'unicità dell'esperienza islandese.

pubblico e discorso scientifico) e capire quale possa essere la relativa strategia d'azione²⁴⁴.

“[...] L'utilizzo dell'idrogeno non è certo una possibilità immediatamente fruibile. Quando abbiamo cominciato il nostro lavoro avevamo in mano solo un documento di intenti del nostro Governo²⁴⁵ che dichiarava la possibilità che l'Islanda diventasse la prima economia all'idrogeno al mondo. Ci siamo posti l'obiettivo di raggiungere il nostro goal in 50 anni ed i primi dieci (2000-2010) rappresenteranno la fase di dimostrazione. Al momento siamo nel bel mezzo della fase dimostrativa[...].” (T. P. Is. 7)

Ovviamente stiamo parlando di un processo ancora completamente *in fieri*, e questo implica una maggiore difficoltà nell'analisi. Le tecnologie di cui abbiamo parlato fin ora sono ben lungi dall'essere stabilizzate (non sono ancora scatole nere, né tantomeno punti di passaggio obbligato), se non in ambito strettamente locale e l'Islanda ne è dimostrazione, così come la controversia scientifica e politica di quale direzione dovrebbe seguire un'ipotesi di cambiamento a livello mondiale è tutt'altro che chiusa.

Andiamo ora ad operare l'analisi di un altro dei nostri casi di studio, il progetto danese H₂pia, la “blastula tecnologica”.

²⁴⁴ Rifkin, padre del termine “economia all'idrogeno” (2002; 222), accenna soltanto al caso islandese, probabilmente anche in virtù del fatto, secondo noi, che l'Islanda non rappresenta certo l'immagine della “generazione distribuita dell'idrogeno” finalizzata alla democratizzazione della produzione energetica, fine ultimo del vettore secondo il succitato autore; ne sottolinea, però, l'importanza in termini di “apertura della controversia” e di problematizzazione della tecnologia direbbero i sociologi della scienza.

²⁴⁵ La dichiarazione di intenti del Governo islandese viene firmata dal Primo Ministro (Davíð Oddson), dal Ministro dell'Ambiente (Guðmundur Bjarnason) ed il Ministro dell'Industria (Finnur Ingólfsson) il 27 Ottobre del 1998. Durante la conferenza di presentazione del progetto islandese lo stesso Ministro dell'Ambiente “sollecitò i partner a collaborare in modo proficuo affermando che «Forse nel prossimo futuro, il risultato del vostro impegno verrà quotidianamente riscontrato nel corso della nostra vita»” (Hoffmann, 2002; 305).



Reykjavik, 27 October 1998

To whom it may concern:

Iceland is endowed with vast resources of renewable energy, both hydro and geothermal, in comparison to its small population. These resources are of great importance to Iceland's society and its economy. Electricity consumption in the country is supplied by these resources and efforts have been made to increase their share in the energy mix, with the result that they have almost completely replaced oil for space heating and in industries and other fields where it is feasible and economically viable. The effectiveness of this energy policy is amply demonstrated by the fact that renewable energy sources account for about 67% of the primary energy consumption in Iceland - a higher share than in any other country.

Further development of the domestic energy resources is on the Icelandic Government's agenda. The aim is to harness these in order to diversify the economy and lay the foundation for higher living standards and prosperity in the future. One of the possibilities under consideration is the production of alternative fuels, such as hydrogen, that could replace oil in the transportation sector, i.e. for cars, airplanes and fishing and transport vessels. In addition to diversifying the economy, such use would contribute significantly to reducing the emission of greenhouse gases.

The Ministry of Industry, on behalf of the Government, has appointed a committee to explore the possibilities of replacing oil by alternative fuels and if viable, to promote the use of such fuels in the country. The committee is also to facilitate cooperation among interested parties for this purpose. The committee is chaired by Mr. Hjalmar Arnason, a member of the legislative assembly. The committee enjoys general support from the Government and the Ministries.

Finnur Ingólfsson,
Minister of Industry

Davíð Oddsson,
Prime Minister

Guðmundur Bjarnason,
Minister for the Environment

Dichiarazione di intenti del Governo islandese Ottobre 2007.

5.4 La Blastula tecnologica – Il progetto danese H₂pia

Il progetto H₂pia parte da presupposti completamente differenti rispetto al progetto islandese ECTOS; H₂pia nasce, infatti, come l'idea di costruire *ex novo* un villaggio urbano, una città nella città, completamente libero dalla dipendenza dalle fonti di origine fossile, in particolare il petrolio, e dalla pesante necessità di gestione degli effetti ambientali della combustione, attraverso un sistema complesso di tecnologie energetiche rinnovabili (in particolare l'eolico, già ampiamente diffuso in Danimarca) finalizzato anche alla produzione di idrogeno verde per lo stoccaggio dell'energia da utilizzarsi anche per il trasporto privato. Libertà, energia pulita e creatività sono le parole chiave che hanno accompagnato la presentazione del progetto (2006) portato avanti dalla collaborazione del centro di ricerca sull'idrogeno (HIRC)²⁴⁶ con un *team* di aziende private danesi²⁴⁷, e che insegue l'obiettivo di dimostrare la fattibilità di un inserimento urbano di tecnologie energetiche innovative²⁴⁸ e di “*costruire, da qualche parte in Danimarca, la città del futuro a partire da una nuova visione dell'energia e dell'architettura*” entro il 2008.

Tra utopia e realtà: la visione H₂pia

H₂pia nasce in fase progettuale, e di presentazione al pubblico, come una comunità urbana, una piccola città nella città, completa, in tutte le sue parti.

“Un posto ideale, in grado, nello stesso tempo, di coniugare la necessità di trovare pace e pulizia con le comodità di una città”. (Brochure H₂pia)

Prevede, essenzialmente, la suddivisione in tre zone, la zona adibita alle centrali per la produzione, lo stoccaggio e la distribuzione centralizzata dell'energia

²⁴⁶ *Hydrogen Innovation Research Center*. Il progetto H₂pia viene presentato in occasione dell'inaugurazione ufficiale delle showrooms del centro di ricerca sito in *Birkcenterpark* ad Herning, di fronte al polo universitario di studi ingegneristici.

²⁴⁷ Layout Plan, Concepts and Graph cs; How Live – Architecture; H₂ Logic – Hydrogen Technology, Concepts & Animations; DR – Communications & Sounds.

²⁴⁸ Ricordiamo che già nel 1997 il governo danese ha partecipato alla sperimentazione di un'analogia esperienza nell'isola di Samsø, all'interno del “*Renewable Energy Island Project*”. Di particolare importanza nella nostra analisi è la presenza, anche in questa occasione, di una delle aziende promotrici del progetto H₂pia, la H₂Logic.

elettrica e dell'idrogeno (*H₂pia public*) posta alla periferia del “villaggio”; il centro (*H₂pia share*) dove, nella visione dei promotori, è prevista la costruzione di negozi, uffici e di tutto quello che riguarda il tempo libero; infine, una zona residenziale che prevede tre tipologie di “abitazioni private”: *Villa Plugged*: il quartiere residenziale pensato come completamente fornito dal sistema elettrico centralizzato della città (*H₂pia public*); *Villa Unplugged* che sarà l'area dedicata alle famiglie, composta da villette a schiera indipendenti, completamente autosufficienti dal punto di vista dell'approvvigionamento energetico; *Villa Hybrid*, infine, che è, appunto, un ibrido tra le prime due, un residence che contempla la possibilità di scelta tra la produzione autonoma e l'allacciamento ad *H₂pia Public* attraverso un sistema di tubazioni che collegano la struttura residenziale con la “centrale” che ha la doppia finalità di dare energia e di riceverla in caso di necessità.

“[...] Si può pensare ad H₂pia in differenti maniere, cambiamento, ribellione, energia, responsabilità, libertà; può essere considerata nello stesso tempo un modo di tener conto della nostra necessità di energia, ma anche forma di ribellione al modo attuale di intendere l'architettura urbana e alla dipendenza da fonti esterne provenienti da paesi instabili, ad un modo di spingere la gente ad assumersi la responsabilità degli effetti ambientali e dei suoi consumi energetici[...]” (T. P. Dk .5).

L'intera area verrà energeticamente alimentata mediante l'utilizzo di turbine eoliche e sistemi fotovoltaici integrati nelle costruzioni; per massimizzare la produzione di energia il surplus energetico derivante dall'intero sistema, sia a livello centralizzato, nella *H₂pia Public*, sia a livello autonomo, in particolare in *Villa Unplugged* e *Villa Hybrid*, verrà impiegato per la produzione di idrogeno elettrolitico.

“[...] Abbiamo pensato alla produzione elettrica da fonti energetiche rinnovabili, in particolare eolico e solare (anche se qui in Danimarca non è la fonte più efficiente), per la scissione dell'acqua nei suoi elementi costitutivi, idrogeno ed ossigeno, attraverso l'elettrolisi[...]” (T. P. Dk 2)

“[...] L'energia che deriva dalle rinnovabili, in particolare sole e vento, verrà utilizzata per scindere l'acqua in idrogeno ed ossigeno, l'ossigeno

sarà rilasciato nell'atmosfera mentre l'idrogeno verrà stoccato e conservato per un utilizzo energetico successivo[...]" (T. P. Dk 4)

Tutto il progetto, poi, si basa sull'uso di automobili private alimentate ad idrogeno perfettamente in simbiosi con le "case", che sono pensate anche per permettere il rifornimento delle automobili. La scelta dell'introduzione diretta di automobili private (piuttosto che di autobus dimostrativi come nel caso islandese) ci viene spiegata come volontà di rispettare in tutte le forme possibili la libertà delle persone.

"[...] Abbiamo essenzialmente pensato all'introduzione delle automobili, piuttosto che forme di trasporto pubblico, pensando alle esigenze delle persone. La grande maggioranza della gente vuole una propria auto; la mobilità è fondamentale nella vita delle persone ed implica libertà e quindi la necessità di non dover essere legati ad orari [...]" (T. P. Dk 3)

"[...] Ritengo che scegliere forme di trasporto privato o di trasporto pubblico alimentate ad idrogeno sia essenzialmente la stessa cosa, la nostra scelta dipende dalla finalità del progetto. H2pia nasce come icona di libertà, ma anche di responsabilità nella produzione e nel consumo[...]" (T. P. Dk 2)

"[...] Vedo molti vantaggi nella possibilità di utilizzare automobili ad idrogeno, soprattutto se parliamo di produzione decentrata dell'energia[...]" (T. P. Dk 1)

Da questa breve descrizione possiamo già definire e sottolineare alcune differenze sostanziali con il progetto islandese: la prima è rappresentata dalla percezione del tempo necessario a portare avanti il progetto, 2 anni nel caso danese (non tenendo conto dei rinvii successivi) contro i 50 previsti per il caso islandese, il tempo non viene considerato come un elemento fondamentale, anzi non rientra neanche nel novero dei problemi da affrontare²⁴⁹; inoltre, mentre nel caso islandese si vuole produrre idrogeno verde a partire da FER di tipo tradizionale (idroelettrico e geotermia) senza implicazioni sostanziali in termini di gestione dell'energia (e dunque con un'ottica di cambiamento meno radicale che identifichiamo come del

²⁴⁹ Almeno non è sviluppato come tale relativamente al progetto h2pia nonostante la consapevolezza esplicitata da molti che "ci vorranno molti anni perché l'ipotesi idrogeno come nuova visione energetica diventi fattibile" (T. P. Dk 5).

“*tipo large*”²⁵⁰), il progetto danese H₂pia parte insegue l’idea di creare un laboratorio di cambiamento energetico fortemente radicale attraverso la generazione distribuita di elettricità e di idrogeno verde da NFER²⁵¹ da produrre e consumare in loco.

Queste prime differenziazioni hanno delle implicazioni fondamentali nella fase di problematizzazione dei progetti e delle relative tecnologie. Il progetto danese, infatti, apre la strada ad una problematizzazione non solo della “formula tecnologica idrogeno”²⁵², ma anche e soprattutto di un modo diverso di intendere la tecnologia medesima, in termini di libertà, di creatività, a partire da una nuova visione dell’architettura urbana.

Un cambiamento radicale che implica anche fundamentalmente un’assunzione di responsabilità da parte dell’utente che diventa produttore della propria energia.

“[...] Mi piace l’idea che gli utenti diventino anche produttori della propria energia, ma questo implica chiedere alla gente di assumersi la responsabilità della produzione e del consumo dell’energia. Rappresenta un cambiamento radicale; questo tipo di responsabilità può e deve spingere verso un uso più razionale dell’energia, non si può consumare più di quanto si produce [...]” (T. P. Dk 1)

La suddivisione in zone del progetto rispecchia secondo i nostri intervistati la necessità di tenere conto della complessità del contesto sociale ed economico in cui il progetto viene proiettato, ma anche la volontà di offrire massima libertà di scelta ai potenziali avventori di H₂pia. Mentre, infatti, *Villa Unplugged* è stata pensata per famiglie già formate, profondamente ambientaliste e convinte della necessità di un cambiamento di rotta rispetto all’attuale sistema energetico, anche la posizione geografica rispetto al centro cittadino (in periferia) rispecchia la volontà di vivere, da parte del potenziale abitante, in stretto contatto con la natura; *Villa Plugged* è pensata per coloro che nonostante l’attenzione alle tematiche ambientali non desiderano preoccuparsi di produrre la propria energia, è un centro residenziale completamente

²⁵⁰ Ovvero come una sottocategoria dell’ottica di cambiamento hard.

²⁵¹ Nuove fonti energetiche rinnovabili, in particolare eolico e fotovoltaico.

²⁵² Tecnologia non ancora stabilizzata ed al centro di una controversia che in questo caso, però, muta in un addente fondamentale: la fonte energetica primaria, non più idroelettrico e geotermico come nel caso islandese, ma sole e vento e dunque tecnologie eoliche e fotovoltaiche, tecnologie differentemente “stabili” nel contesto a cui ci riferiamo.

dipendente da H2pia public nelle immediate vicinanze del centro; *Villa Hybrid*, infine, contempla entrambe le tipologie di approvvigionamento energetico, centralizzato e decentralizzato, e la possibilità continua di una scelta, ma ha anche una funzione di “integrazione energetica” per la centrale nel momento del bisogno.

Libertà, attenzione all’ambiente e innovazione rappresentano la chiave di volta, per i promotori del progetto, alla creazione di uno spazio urbano, o infra urbano, in grado di dimostrare con la sua unicità la fattibilità di quella da molti definita “utopia ad idrogeno”.

“[...] H2pia rappresenta per noi un’azione concreta nella direzione di dimostrare la concretezza dell’opzione idrogeno; è l’idea di una città nella città, di un’intera città alimentata da un combustibile pulito derivato da fonti energetiche pulite (clean fuel from clean energy)[...]” (T.P. Dk 6).

“[...] H2pia è un’idea di grande effetto, un esempio, una costruzione anche a livello simbolico [...]” (T. P. Dk 2)

“[...] Rappresenta la nostra visione di cambiamento[...]” (T. P. Dk 1)

La filosofia di fondo del progetto si basa oltre che sulla preoccupazione per la crisi ambientale ed energetica in corso, anche su tre altri assi:

- liberarsi dalla soffocante dipendenza dal petrolio;
- implementare l’uso delle fonti energetiche rinnovabili, in particolare sole e vento, applicate per la produzione di idrogeno come vettore energetico;
- creare un circuito di creatività ed innovazione favorendo la cooperazione tra il settore pubblico ed il settore privato, in particolare aziende, università e *policy makers* che abbiano, poi, delle ricadute sul mercato.

Descritto il progetto andiamo ora ad analizzare chi lo promuove, chi lo ha pensato, come vengono comunicati il progetto e la tecnologia (o meglio le

tecnologie) a cui esso si riferisce, perché della scelta dell'idrogeno da fonte rinnovabile e quali sono i problemi che si sono posti davanti alla realizzazione del progetto H₂pia.

La condivisa definizione dell'Icona

La “visione H₂pia” nasce dalla collaborazione di un gruppo di ingegneri, poi inseriti in un centro di ricerca, l'*Hydrogen Innovation Research Center (HIRC)*, con un team di giovani imprenditori locali, ricercatori ed esperti di comunicazione; in particolare, l'idea di un singolo diventa la “visione collettiva”, all'interno di una coalizione agente, di una città che potesse rappresentare l'immagine reale della tecnologia idrogeno.

“Un ambiente abitabile di comunicazione della tecnologia idrogeno” (T. P. Dk 1)

L'interesse nasce dalla passione del nostro referente²⁵³ per la letteratura sulla questione energetica e sulle politiche energetico-ambientali:

“[...] Ho letto molto materiale sull'idrogeno e mi sembra un'opzione concreta e la mia visione di H₂pia rappresenta un'azione reale nella direzione di una società ad idrogeno; è l'idea di una città nella città alimentata ad idrogeno prodotto da fonte rinnovabile. [...] Quando ho esternato questa mia visione ad un gruppo di ricercatori, imprenditori ed aziende innovative²⁵⁴ insieme abbiamo definito l'oggetto ed i dettagli della visione[...].” (T. P. Dk 1)

Una visione, dunque, definita secondo differenti esperienze, capacità e professionalità, votata a creare un'immagine, a tutti i livelli, di quella che viene definita “tecnologia idrogeno” a partire dall'allineamento di interessi eterogenei di una coalizione agente eterogenea; un'immagine da comunicare a partire da diversi codici linguistici man mano studiati per raggiungere soggetti diversi.

²⁵³ Che per inciso non rientra nella definizione canonica di esperto, egli stesso si definisce “uomo di televisione” (TV man).

²⁵⁴ In particolare cita alcuni ricercatori dell'HIRC, la H₂Logic azienda impegnata nello sviluppo delle celle a combustibile e nella produzione degli *H₂Trucks*, la *HowToLive* e la *Metopos* che si occupa di architettura.

“[...] Abbiamo lavorato molto sull’immagine e sui simboli, su diversi canali; ovviamente il primo obiettivo è stato quello di raggiungere l’attenzione politica; la presenza dei politici permette di creare canali di pubblicità immediata del progetto e del prodotto²⁵⁵, ma anche di smuovere la coscienza dei politici affinché la tecnologia entri in agenda. Abbiamo lavorato anche sul livello delle imprese dimostrando con la messa in strada degli H₂trucks che la tecnologia è immediatamente utilizzabile, ma abbiamo lavorato per entrare nell’immaginario delle persone comuni; tutti parlano di cambiamento climatico e di global warming, siamo tutti consapevoli del pericolo. Ovviamente, per ciascun livello abbiamo utilizzato concetti simili ma modi di parlare differenti, con conseguenze differenti [...]” (T. P. Dk. 2).

“[...] Sono un uomo di televisione, produco e sviluppo programmi televisivi e se vuoi fare un buon programma devi avere necessariamente buone opportunità di raggiungere la gente, devi fare cose interessanti, avere una buona immagine e un buon piano d’azione. Abbiamo fatto la stessa cosa in H₂pia, abbiamo costruito un’immagine attraente per le persone reali ed è quando tu, persona reale, la leggi come buona opportunità in prospettiva, noi sappiamo di aver fatto un buon lavoro, che hai creato una buona idea. È così che tentiamo di creare un’immagine della tecnologia. Questo è il mio ruolo in prospettiva [...]” (T. P. Dk 1)

L’importanza che si dà alla simbologia ed alla comunicazione del progetto, sia all’interno che all’esterno, si traduce nella volontà di creare un’immagine chiara e senza sbavature di quella che i promotori definiscono “*Hydrogen Denmark*”, ossia di una rete di utilizzatori e di produttori in grado di dimostrare la fattibilità della transizione (e del relativo cambiamento) e che l’“idrogeno” “*non è appannaggio soltanto degli specialisti*” (T. P. Dk. 1).

“[...] Non siamo soltanto ingegneri nel gruppo, anzi siamo in netta minoranza[...], abbiamo tante volte discusso della nostra visione a partire da ciò che vuole la gente; proprio per questo, a questo punto del progetto, non siamo tanto preoccupati dei dettagli tecnici o di come andremo a costruire fisicamente la struttura, questo verrà poi, ci interessano molto di più lavorare sulle implicazioni, a tutti i livelli, che accompagnano il progetto[...].” (T. P. Dk 6)

²⁵⁵ In particolare il nostro referente, *Senior Researcher* alla *Business School* di Copenaghen, si riferisce al momento in cui il Ministro dei trasporti, durante una sua visita ufficiale ad Herning, ha guidato un H₂truck.

Già qui è possibile definire un'altra differenza sostanziale tra il caso danese e quello islandese; mentre in Islanda, infatti, la coalizione agente è formata da ricercatori ed aziende già fortemente impegnate, ed economicamente interessate, in campo energetico, la coalizione agente danese è formata da una rete di attori molto più eterogenea, diverse professionalità che allineano i loro interessi intorno ad una tecnologia chiave. La visione della tecnologia diventa sistemica; un sistema, però, aperto ad ogni possibile interazione. Altro dato di non trascurabile importanza è che il progetto H₂pia, o come dicono i nostri referenti la “*visione H₂pia*”, rappresenta fondamentalmente, almeno allo stato attuale, l'inizio del “processo di costruzione dell'immaginario tecnologico”²⁵⁶ che ha aperto la strada alla fase di problematizzazione del processo di traduzione della tecnologia (Callon, Latour). Questo rappresenta una differenza basilare rispetto al caso islandese, e parte integrante della nostra definizione di “blastula tecnologica”; mentre il progetto islandese, infatti, ha già ampiamente attraversato tutte le fasi del processo di traduzione della tecnologia ed ha raggiunto, dunque, la fase di mobilitazione attraverso la dimostrazione pratica della tecnologia e delle infrastrutture ad essa connesse, il progetto danese è solo a metà strada della fase *allargata*²⁵⁷ di problematizzazione e di interessamento.

Appare fondamentale, infatti, la volontà di diffondere la visione H₂pia creando i presupposti per una definizione pratica delle tecnologie energetiche in essa contenute e dell'ottica di cambiamento ad esse sottese.

“[...]H₂pia rappresenta una nuova forma energetica e c'è bisogno di creare interesse fra la gente, bisogna introdurli in un contesto completamente nuovo [...] Partecipare significa essenzialmente entrare

²⁵⁶ La flessibilità interpretativa dei gruppi sociali pertinenti dell'analisi di Bijker, ossia la costruzione di un'immagine della tecnologia a partire dai significati attribuiti da un gruppo sociale che sono costitutivi dell'artefatto stesso (Bijker, 1998; 55)

²⁵⁷ Appare fondamentale sottolineare a cosa facciamo riferimento quando parliamo di fase di problematizzazione e di interessamento “allargate”: possiamo, infatti, individuare all'interno di questo caso di studio due differenti livelli del processo di traduzione/traslazione della tecnologia; il primo livello riguarda gli attori che vengono man mano coinvolti nella “visione individuale”, con le relative fasi di interessamento, arruolamento e mobilitazione, a partire da una strategia d'azione ben definita, affinché la “visione individuale” diventi “visione collettiva” della tecnologia e del cambiamento ad essa connesso; il secondo livello si riferisce ad un processo di traduzione/traslazione “allargato”, mossa dalla volontà di coinvolgere nella “visione” un numero sempre maggiore di attori e gruppi sociali, per il quale siamo all'incirca alla fase di interessamento.

nel cambiamento, cominciare a pensare all'energia in maniera diversa[...]" (T. P. Dk 1)

Il progetto H₂pia viene presentato al pubblico nel marzo del 2006 presso la sede dell'HIRC, definito anche *Innovatorium o Hydrogen Demonstratorium*, che nato come centro di ricerca nell'agosto del 2004 al fine di studiare il modo di creare i presupposti per uno sviluppo commerciale della tecnologia idrogeno e dal 2006, con l'inaugurazione di diverse sale espositive, anche con la finalità pedagogica di "educare" alla tecnologia e dimostrare in modo concreto come si ricava l'idrogeno elettrolitico e come viene utilizzato nelle celle a combustibile²⁵⁸.

"[...] Attraverso il Dimostratorio cerchiamo di sottolineare in maniera semplice il modo in cui la società potrebbe vedersi se petrolio e gas venissero sostituiti con idrogeno prodotto da fonte rinnovabile. Abbiamo a disposizione un piccolo cinema circolare, con tre schermi, in cui abbiamo proiettato il film di presentazione di H₂pia, possiamo mostrare il funzionamento delle fuel cells, abbiamo un mini-impianto elettrolitico e degli impianti energetici d'emergenza dotati di celle a combustibile. La cosa che però ha maggiormente suscitato la curiosità dei nostri visitatori è stata la proiezione dei film²⁵⁹ [...]" (T. P. Dk 8)

"[...] Insieme alla Copenhagen Business School abbiamo creato un ambiente adatto alla ricerca tecnologica ed alla comunicazione esterna della tecnologia, che permettesse a chiunque di approcciarsi alla produzione di idrogeno dall'acqua[...]" (T. P. Dk 5)

Bisogna inoltre sottolineare che all'interno di un discorso di comunicazione della fattibilità della proposta idrogeno gioca un ruolo fondamentale la presenza della H₂Logic, attore/attante fondamentale nella definizione della visione H₂pia, ma anche impresa danese fortemente impegnata nella produzione di celle a combustibile e di veicoli alimentati ad idrogeno. La H₂Logic, infatti, ha già introdotto sul mercato dei piccoli "furgoncini" da lavoro (*H₂truck*) forniti da celle a combustibile, già utilizzati

²⁵⁸ Abbiamo avuto modo di vedere da vicino, durante la nostra permanenza all'HIRC, il processo dell'elettrolisi dell'acqua, con un referente che spiegava passo per passo le fasi del processo, sia durante la produzione/estrazione dell'idrogeno che nell'utilizzazione attraverso celle a combustibile.

²⁵⁹ Il nostro referente fa riferimento ai diversi film/documentario che vengono proiettati all'interno del cinema e che tendono ad aprire un confronto tra l'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili (uno in particolare parla delle installazioni eoliche offshore danesi) e l'utilizzo delle fonti di origine fossile.

nelle zone a traffico limitato di Herning per la cura dei giardini²⁶⁰ ottenendo per i propri progetti diversi riconoscimenti sia a livello nazionale che internazionale.

“[...] I nostri sindaci sono molto attenti nei confronti dell'idrogeno, specialmente se prodotto da fonte rinnovabile; il 30% del fabbisogno elettrico danese deriva dall'eolico e l'idrogeno può rappresentare il modo di conservare questa energia. Proprio per questo alcuni hanno deciso di fare qualcosa di concreto. Il sindaco di Herning, per esempio, qualche anno fa ha convocato alcuni giovani imprenditori locali chiedendo loro se fosse possibile pensare a delle macchine da lavoro alimentate ad idrogeno da impiegare in città. Da questa richiesta, un anno dopo, sono nati gli H₂trucks, mezzi molto semplici, che vengono impiegati per la manutenzione del verde pubblico e per la gestione dell'illuminazione pubblica nelle zone pedonali. La richiesta era semplice ma da qui si è aperta una strategia di comunicazione della tecnologia davvero grande. L'immagine del ministro dei trasporti che guidava uno di questi furgoncini è stata trasmessa su tutte le tv locali danesi e questo ha creato curiosità e meraviglia. Questo ha rappresentato un'immagine simbolica forte e penso che H₂pia, nonostante sia un progetto molto più ambizioso, possa dare un'immagine ancora più forte di un singolo furgoncino perché mette in discussione un intero sistema energetico [...]” (T. P. Dk 3)

Il progetto H₂pia rappresenta l'immagine maggiormente strutturata, anche a livello architettonico, di un processo di definizione della tecnologia idrogeno in tutta la sua complessità senza, però, dilungarsi sugli aspetti strettamente tecnici²⁶¹, rimandati ad un momento successivo. L'apertura di una controversia su un modello di cambiamento possibile attraverso la definizione di una tecnologia chiave.

Un progetto ambizioso che ripensa a partire dalla questione energetica, e mette nel contempo in discussione, l'intero sistema di architettura urbana, ma che proprio per la sua “grandiosità” incontra non pochi problemi soprattutto all'interno di quei sistemi che rappresentano degli attori fondamentali nella realizzazione dei progetti, in particolare il mondo accademico/scientifico ed il sistema politico. I problemi fondamentali individuati dai nostri referenti a proposito del progetto islandese erano “problemi di natura tecnica e tecnologica”²⁶²; la percezione dei problemi nel caso danese, invece, è soprattutto di natura non-tecnica che potremmo definire “problemi

²⁶⁰ Gli H₂trucks sono gli stessi furgoncini alimentati ad idrogeno utilizzati nella sperimentazione del “Renewable Island Project” sull'isola di Samsø.

²⁶¹ Come di fatto accadeva per il caso islandese.

²⁶² Anche se c'è da dire che all'inizio il “promotore” del progetto islandese non poche volte si è trovato di fronte allo scetticismo.

di visione”; al di là dell’interesse dimostrato in merito al progetto, soprattutto a livello internazionale, infatti, molti lamentano lo scetticismo, soprattutto in ambito accademico, riguardo alla proposta di cambiamento rappresentata dalla “visione H₂pia”.

“[...]Siamo ancora in una fase progettuale e non abbiamo ancora affrontato problemi di natura tecnica, siamo di fronte ad una visione verso cui andare[...]” (T. P. Dk 4);

“[...] Abbiamo incontrato grande interesse, ma anche forti dosi di scetticismo quando ci siamo rapportati a livelli più alti[...]” (T. P. Dk 1);

“[...] La difficoltà più grande che stiamo incontrando è quella di riuscire a convincere l’intelligenza danese della bontà di pensare in grande; è stato relativamente più semplice ottenere interesse a livello internazionale; in Danimarca nell’approccio con politici e intelligenza abbiamo incontrato maggiore scetticismo, non ti credono, è troppo grande, e noi combattiamo con questo meccanismo e continueremo a farlo perché vogliamo pensare in grande, anche perché l’esperienza dimostrativa portata avanti dall’HIRC ci dà la prova del grande interesse sul tema [...]” (T. P. Dk 3)

Altro problema profondamente sentito è rappresentato dalla necessità di trovare nuovi “*Cooperation Partners*”, non solo nell’ambito del sistema politico che viene visto come un supporto fondamentale sia per la gestione dei costi inerenti alla tecnologia sia come appoggio programmatico per il successo della “visione”, ma anche in ambito imprenditoriale (e quindi del sistema economico).

“[...] La pressione politica gioca un ruolo fondamentale per smuovere le cose; sono necessarie politiche energetiche specifiche, non è sufficiente il solo interesse economico (business interest); queste tecnologie sono ancora troppo costose, è un mercato marginale, si deve aprire in qualche modo la strada per un mercato sicuro che offra delle possibilità. È la volontà politica che crea le basi per una trasformazione, penso che la reazione del sistema politico su progetti come H₂pia crei popolarità [...]” (T. P. Dk 2);

“[...]Il team continua a lavorare sul progetto anche perché abbiamo bisogno di trovare Cooperation partners che ci permettano di trasformare l’immagine in realtà[...] La difficoltà maggiore è rappresentata dai costi ed il ruolo del Governo è essenzialmente quello

di un supporto, economico e fiscale, che ci permetta di continuare a lavorare[...]" (T.P. Dk 1);

" [...] Un esempio sull'importanza della cooperazione è in Danimarca rappresentato dai wind mills che nonostante rappresenti una tecnologia molto semplice ha richiesto e richiede tutta una serie di conoscenze e sperimentazioni, ma anche di un profondo appoggio politico che ha permesso di cominciare e che nel contempo ha stimolato l'innovazione ed il mercato [...]" (T. P. Dk 7);

"[...] Nel progetto H₂pia sono coinvolte molte aziende private e l'idea originaria era quella di creare una rete di aziende private che cooperano e si supportano al fine di creare conoscenze ed esperienze spendibili sul mercato; per esempio la H₂Logic lavora nel campo dello sviluppo delle fuel cells applicate ai trasporti ed ha giocato un ruolo fondamentale nello sviluppo del progetto[...]" (T. P. Dk 3).

Dalle interviste su citate possiamo rilevare l'importanza di aprire al coinvolgimento di altri attori, di coinvolgere altri interessi, di aprire la strada alla cooperazione tra diversi sistemi, scientifico, economico/impresoriale e politico.

"[...] Un progetto come h₂pia crea un indotto importante in termini di soldi, lavoro, servizi[...] Allo stato attuale abbiamo aperto una cooperazione importante con la città di Herning, proprio qui è sito l'HIRC, e qui verrà costruita la prima Hydrogen House, H₂pia Icon[...]" (T. P. Dk 1).

Come abbiamo detto il progetto iniziale di H₂pia prevedeva di incominciare la costruzione del villaggio urbano, "da qualche parte in Danimarca", all'inizio del 2008; i problemi e le "resistenze", soprattutto in termini di finanziamento, al progetto hanno spinto a pensare ad un modo di dimostrare concretamente la fattibilità della visione attraverso la costruzione di una *Hydrogen House*, un edificio pensato sull'esempio di Villa Hybrid alimentato da fonti rinnovabili e predisposto alla produzione di idrogeno elettrolitico, chiamata "*H₂pia Icon*", che servirà appunto per dimostrare la fattibilità del progetto iniziale.

"[...] Speriamo di cominciare la costruzione dell'edificio dimostrativo, H₂pia Icon, nel 2008, soprattutto per dimostrare che H₂pia è un progetto fattibile[...]" (T. P. Dk 1);

“[...] H2pia Icon rappresenta fundamentalmente la base della nostra strategia di comunicazione, pensata sulla base di Villa Hybrid è composta da più tecnologie che lavorano per dimostrare la fattibilità del progetto H2pia[...]” (T. P. Dk 3);

“[...] L’Hydrogen House, che verrà costruita in collaborazione con l’università, è stata pensata per ospitare i VIP che visitano Herning; Se il Ministro dei Trasporti visiterà di nuovo Herning sarà sicuramente ospitato in H2pia Icon; è tutto studiato per creare una Icona, un simbolo di H2pia. Lo step successivo sarà quello di generare direttamente una sorta di piccolo sistema cittadino sull’esempio di H2pia, in cui saranno presenti anche auto, con sistemi di generazione basati su diverse tecnologie, tra cui i CHP, finalizzati alla produzione di energia da utilizzare anche per la produzione di idrogeno elettrolitico.[...]” (T. P. Dk 3)

Il coinvolgimento della cittadinanza è rimandato alla conclusione del progetto pilota con la speranza di creare una “icona” da guardare come possibile spazio di azione per convincere della fattibilità e dell’urgenza di un cambiamento di “rotta” verso energie altre rispetto alle fonti fossili.

Dall’analisi fin ora portata avanti abbiamo potuto individuare le diverse fasi che ci hanno spinto a definire la coalizione agente e la relativa strategia d’azione (per lo più a livello di comunicazione della tecnologia), il quadro di riferimento è rappresentato da una molteplicità di attori al posto di un sistema gestito da pochi potentissimi soggetti, un sistema basato sulla produzione locale e a piccola scala al posto delle monumentali infrastrutture che ancor oggi si vogliono far apparire impossibili da sostituire (soprattutto in Italia), ora andiamo ad indagare i ragioni della scelta della “formula tecnologica idrogeno”.

Il profumo della libertà

I motivi che hanno “spinto” la coalizione agente danese a scegliere l’idrogeno, quale tecnologia chiave della “visione”, se da un lato appaiono molto simili a quelli adottati nel caso islandese, sono profondamente diversi nella rappresentazione che gli attori danno. Il concetto di indipendenza, che rappresentava il cardine interpretativo della tecnologia nell’interpretazione che ne davano i nostri interlocutori islandesi,

viene sostituito nel caso danese da un concetto con sfumature differenti e che implica sotto molti aspetti l'ottica di cambiamento sottesa al progetto: il concetto di libertà. Libertà rispetto agli squilibri geopolitici causati dalla concentrazione massiccia delle riserve in determinate aree geografiche, ma anche dalla crescente forbice che si sta creando tra la domanda e l'offerta di combustibili fossili che fa tendere al rialzo i costi; libertà di scelta; libertà di utilizzo nel rispetto dell'ambiente; libertà intesa come sicurezza e flessibilità; libertà in termini di *empowerment* democratico.

“[...] Nel mondo è sempre maggiore la consapevolezza della necessità di un cambiamento in campo energetico, nell'immediato futuro; l'aumento continuo del costo del petrolio non è un problema transitorio, è anche l'effetto di una domanda crescente correlata con una profonda instabilità delle aree del mondo in cui sono concentrate la maggior parte delle riserve; allo stesso tempo dobbiamo tenere in seria considerazione il problema del cambiamento climatico in parte causato dall'uso dei combustibili fossili; e dobbiamo tener presente che per un paese è fondamentale la sicurezza dell'approvvigionamento, soprattutto tenendo conto che le grandi centrali potrebbero essere facile bersaglio del terrorismo internazionale. [...] Questo significa che è davvero importante iniziare a pensare di convertire il sistema energetico in un sistema ambientalmente sostenibile (pollute less), meno vulnerabile e più flessibile sotto molti punti di vista. È ovvio che questo richiede tempo, molto tempo, ma noi abbiamo cominciato a pensarci. La tecnologia idrogeno può giocare un ruolo fondamentale in una fase di transizione, anche perché esso stesso è flessibile, infatti, si può produrre anche dal gas naturale, ma può anche creare i presupposti per un maggiore utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili, noi ci muoviamo affinché sia prodotto esclusivamente da fonte rinnovabile.[...]” (T. P. Dk 7)

“[...] Per noi l'idrogeno non è solo una forma energetica pulita, ma è anche l'immagine della libertà rispetto a molte cose: rappresenta la possibilità di potenziamento della democrazia (empower), un modo di diminuire la dipendenza dell'occidente dal petrolio. [...]” (T. P. Dk 4);

“[...] Vediamo nell'opzione idrogeno e nell'energia verde una grande opportunità di libertà, sia per avere un ambiente più pulito che per cominciare a pensare all'energia in termini di responsabilità individuali. Mi rendo conto che è un percorso difficile e che saranno necessari molti anni perché l'ipotesi diventi fattibile, ma l'idea di H2pia si poggia su queste basi, rappresenta il modo di combinare la tecnologia idrogeno con altre tecnologie ambientalmente sostenibili; vogliamo partecipare alla costruzione di una nuova struttura energetica a partire da un modo nuovo di concepire un habitat.[...]” (T. P. Dk 1);

La caratteristica intrinseca al vettore idrogeno di fungere da *medium* per la conservazione dell'elettricità prodotta da fonte rinnovabile ha, nel caso danese come in quello islandese, una connotazione rilevante nella rappresentazione che gli attori ne danno. Così come grande importanza assumono i problemi inerenti alla combustione di qualsiasi tipo di combustibile derivato da fonte fossile.

“[...] L'idrogeno ci serve essenzialmente per “conservare” l'energia e poterla utilizzare quando il vento non soffia ed il sole non splende[...] Sono molti i motivi che ci spingono a pensare che l'idrogeno sia socialmente accettabile ed ambientalmente sostenibile, ma questo dipende anche da contesto di riferimento; mi rendo conto, allo stesso tempo, che è un processo veramente costoso, assolutamente costoso, e per questo è necessario un supporto. C'è da dire, però, che il prezzo delle celle a combustibile continua a scendere e che probabilmente tra qualche anno diventeranno competitive sul mercato.[...]” (T. P. Dk 1);

“[...] Ci vogliamo muovere nella direzione del rispetto dell'ambiente, ma anche della sicurezza dell'energia e nella direzione di politiche pubbliche che diano maggiori possibilità di scelta.[...]” (T. P. Dk 5);

“[...] Non dobbiamo dimenticare che la Danimarca è molto sensibile alle rinnovabili, se parliamo in modo che ci possa capire. Molta gente è stanca di dipendere dal petrolio del Medio Oriente e dal gas russo ed è preoccupata per la crisi ambientale in corso, proprio per questo abbiamo pensato ad una “città” che usa solo energia pulita prodotta da fonti rinnovabili[...]” (T. P. Dk. 4)

“[...] Quando abbiamo definito l'immagine di H2pia volevamo creare una dimostrazione pratica delle potenzialità della tecnologia idrogeno, ma anche testare la possibilità di introdurlo nel sistema energetico. È una tecnologia che può risolvere dei problemi, ha degli effetti positivi sull'ambiente, ma permette anche di accrescere la cultura energetica.[...] L'idrogeno è un topic interessante da studiare, ma una valutazione reale dipende dal sistema. Ovviamente non è una tecnologia economica ed ha bisogno di un grande supporto per diventare una scelta possibile.[...]” (T. P. Dk 2)

Dalle interviste si evince un altro aspetto cruciale che riguarda la “formula tecnologica idrogeno”, “*non è una tecnologia economica*”, i costi di produzione sono alti, così come lo sono i costi per lo stoccaggio e la messa in sicurezza, la stessa sperimentazione richiede cospicui investimenti; da qui il riconoscimento della necessità di un supposto da parte del sistema politico, ma anche e soprattutto del *policy maker*, così

com'è accaduto per la diffusione della tecnologia eolica²⁶³. Un aspetto che non viene trascurato da nessuno dei nostri interlocutori è l'effetto positivo che tecnologie “*pollute less*”, in cui rientra di diritto l'idrogeno verde, potrebbero avere sull'ambiente: “[...] *L'idrogeno prodotto da fonti rinnovabili è un'opzione completamente orientata all'ambiente[...]*” diceva uno dei nostri interlocutori, aggiungendo – che l'idrogeno può rappresentare “[...] *Clean Fuel from Clean Energy [...]*”. L'aspetto centrale di tutto il discorso che sta dietro al progetto H₂pia, a differenza di quello che accade nel caso islandese, è la possibilità di creare i presupposti per un sistema di gestione decentrata dell'energia, in cui l'energia prodotta *in loco* sia consumata direttamente da coloro i quali la producono, l'utente insomma diventa nel contempo produttore ed utente responsabile della propria energia.

“[...] Il punto fondamentale del nostro discorso è la produzione decentralizzata dell'idrogeno, ha un senso produrre idrogeno se si pensa di produrlo localmente. Una gestione centralizzata richiederebbe la costruzione di nuove infrastrutture, di nuove pipeline, che renderebbe ancora più costoso il processo[...]” (T. P. Dk 3)

Il progetto H₂pia, insomma, rappresenta un punto di rottura rispetto al regime energetico dominante; è una visione che mette in discussione non solo l'uso di combustibili di origine fossile (controversia già ampiamente aperta a livello globale) ma anche la visione dominante di gestione dell'energia a partire da una specifica tecnologia. Ciononostante definiamo il progetto H₂pia “Blastula tecnologica” che nella nostra interpretazione incarna la definizione stessa di “*in fieri*” “[...] *in H₂pia tutto può essere e tutto è possibilità[...]*” diceva uno dei nostri interlocutori; il nome stesso H₂pia, che nasce dall'acronimo tra la molecola dell'idrogeno (H₂) ed il concetto di “utopia”²⁶⁴, rappresenta - “[...] *un sogno futuro che può diventare realtà, il sogno di quello che vorremmo fosse il nostro futuro[...]*” (T. P. Dk 3).

Rispetto al progetto islandese, già ampiamente definito e sperimentato, l'aspetto prevalente della strategia d'azione della coalizione agente danese appare

²⁶³ Ricordiamo, per esempio, l'introduzione in Danimarca delle *Green Taxes* che incentivavano la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

²⁶⁴ Concetto che fa riferimento ad un progetto apparentemente irrealizzabile che si fonda su dei principi considerati universalmente giusti; un progetto che non fonda la sua preferenza sulla probabilità di realizzazione, ma che segue un ideale che ritiene giusto.

essere la strategia di comunicazione forte della tecnologia che permetta la costruzione dell'immagine della tecnologia stessa piuttosto che la sua connotazione materiale²⁶⁵, nonostante si dia un ruolo di importanza fondamentale sia all'attività del Dimostratorio che alla messa su strada degli H₂trucks. Questo implica essenzialmente che la visione di cambiamento²⁶⁶ e la rappresentazione della tecnologia assumono, allo stato attuale²⁶⁷, una dimensione prevalente rispetto alla sperimentazione vera e propria che è, comunque, prevista con la costruzione della *Hydrogen House*²⁶⁸.

C'è inoltre da sottolineare l'estrema apertura, delineata come necessità, della coalizione agente alla cooperazione, cooperazione che però non mette in discussione la visione comune²⁶⁹ della tecnologia e la relativa ottica di cambiamento.

L'icona dell'Utopia rappresenta la visione negoziata di una coalizione agente eterogenea che intende, attraverso una strategia comunicativa forte, spingere verso un cambiamento sia energetico sia democratico.

Nel paragrafo successivo andiamo ad analizzare il terzo caso di studio oggetto della ricerca, il progetto PEAC.net: lo zigote tecnologico.

²⁶⁵ Vogliamo sottolineare che rispetto al caso islandese, in cui la coalizione agente ha raggiunto una connotazione forte ed ha chiuso il processo di traduzione della tecnologia, la coalizione agente danese presenta una connotazione relativamente più debole ed il processo di traduzione della tecnologia ci appare essere a cavallo tra la fase di interessamento e quella di arruolamento, ma ancora lontana dalla fase di mobilitazione.

²⁶⁶ Che nello specifico definiamo “visione di cambiamento hard”, che mette cioè in discussione l'intero modello di sviluppo energetico.

²⁶⁷ Ci riferiamo al periodo di permanenza in loco, maggio 2007.

²⁶⁸ C'è, però, da sottolineare che anche la costruzione della *Hydrogen House* rientra all'interno della strategia di comunicazione della tecnologia portata avanti dalla coalizione agente.

²⁶⁹ Una visione che è stata definita all'interno della rete di attori di riferimento attraverso la cooperazione di diverse “capabilities”.

5.5 Lo Zigote tecnologico: Peac.net e idrogeno, lo stadio della retorica

Il progetto di Soveria Mannelli nasce con l'intento di raggiungere l'autosufficienza energetica della Comunità a cui fa capo attraverso l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili applicate anche per la produzione di idrogeno. Come per il caso danese, anche il caso italiano vede, almeno nelle sue linee programmatiche, nelle tecnologie ad esso sottese la possibilità di rompere con uno schema energetico fortemente legato alle fonti fossili, attraverso un'ottica di cambiamento hard e dunque di generazione distribuita dell'energia. Al contrario del caso danese, però, nasce da un'iniziativa tra pubblico (amministrazione locale) e privato (uno studio di progettazione), in maniera analoga al caso islandese. Si discosta nettamente dagli altri due casi, invece, perché fin dal suo incipit prevede forme di partecipazione allargata dei cittadini residenti nella comunità.

Il progetto, però, nasce rispetto agli altri due in un contesto nazionale in cui le tecnologie energetiche sottese alla produzione dell'idrogeno (le FER) sono tutt'altro che stabilizzate ed la controversia su quale strada intraprendere per superare la dipendenza dalle fonti fossili è ampiamente dibattuta²⁷⁰.

Che cos'è PEAC.Net

Il progetto di autonomizzazione energetica di Soveria Mannelli (CZ) viene ufficialmente presentato ai cittadini il 13 Agosto del 2003, durante la tradizionale manifestazione "Essere a Soveria", in quell'occasione denominata "Soveria ad Idrogeno". Durante l'incontro/conferenza stampa, svoltosi nella sala consiliare del municipio, si collegò un computer portatile ad una cella a combustibile alimentata ad idrogeno (stoccato in bombola), da cui furono inviate, da parte dell'allora sindaco, delle e-mail alle più alte cariche dello Stato. L'"esperienza/dimostrazione" tenutasi nella sala consiliare ebbe lo scopo di definire e presentare alla cittadinanza ed alla stampa, "*in maniera immediatamente visibile*" (T. P. It. 2), il funzionamento della

²⁷⁰ L'interesse del Governo Nazionale al momento sembra vertere sull'opzione nucleare (L 133/08, Capo III, art. 7, comma 1, sottocomma D) oltre che sulla promozione delle fonti energetiche rinnovabili e sul risparmio energetico.

tecnologia e le potenzialità del vettore idrogeno²⁷¹ che si intendeva utilizzare all'interno di un progetto di autonomizzazione energetica adottato dalla Giunta Comunale il 16 Luglio del 2003 (delibera n. 126), a cui sarebbe seguito l'adozione di un Piano Energetico Ambientale Comunale²⁷² propedeutico alla definizione del progetto²⁷³.

Il progetto deliberato dalla Giunta prevedeva il raggiungimento dell'autonomia energetica del territorio comunale nell'arco di dieci anni attraverso lo sfruttamento di fonti rinnovabili e non inquinanti, in tre fasi: Pubblica Amministrazione, Ospedale e Scuole; Industria ed impresa privata; Famiglie ed abitazioni private.

Il primo *step* individuato all'interno della delibera avrebbe dovuto essere l'"autonomia energetica" del Palazzo Comunale²⁷⁴ attraverso un "*sistema complesso*" composto da più tecnologie che lavorano in parallelo per ottimizzare i

²⁷¹ Da questa breve descrizione riusciamo ad individuare una differenza sostanziale rispetto ai due casi analizzati in precedenza, la modalità di presentazione del progetto; in entrambi i casi esteri una conferenza stampa ha esplicitato non solo la tecnologia che voleva mettere in campo, ma anche e soprattutto l'analisi del progetto nelle sue specificazioni tecniche. La conferenza stampa di presentazione del progetto ECTOS si è tenuta a Reykjavik, il 17 Febbraio 1999, in quell'occasione tutti i soggetti coinvolti hanno definito le linee guida del progetto a partire dal loro ruolo all'interno di quella che abbiamo identificato come coalizione agente. Il progetto danese viene presentato attraverso una proiezione in 3D in occasione dell'inaugurazione delle *showrooms* dimostrative dell'HIRC nel marzo del 2006. Bisogna specificare che all'interno del caso danese si dà una grande importanza alla comunicazione "pratica" della tecnologia, attraverso le attività (anche di produzione *just in time* dell'idrogeno da elettrolisi, che comunque nonostante l'immediatezza dà l'idea della complessità intrinseca della tecnologia) poste in essere all'interno del Dimostratorio. Nel caso italiano, poche sono state le specifiche del progetto che si voleva portare avanti, addirittura l'immagine, mediaticamente spendibile, del laptop collegato ad una cella a combustibile alimentata ad idrogeno (stoccato in bombola) è stata l'unica a restare nell'immaginario sia dei rappresentanti amministrativi sia dei cittadini che hanno partecipato alla presentazione. Il progetto durante la fase di presentazione al pubblico non viene delineato completamente anche per il *niet* imposto all'amministrazione, da parte dei progettisti responsabili, che sostengono che "[...]L'amministrazione si era impegnata a non divulgare nulla di quel progetto fino a che non fosse diventato almeno in parte un qualcosa di concreto, e questo è stato il motivo della nostra reticenza, vorremmo poter lavorare e comunicare fatti concreti[...]" (T. P. It. 1). Questa chiusura nella pubblicizzazione del progetto e del relativo Piano Energetico Ambientale Comunale, non riguarda solo la fase di presentazione al pubblico, ma continua durante tutto il periodo successivo, nonostante l'interesse da parte di molti enti di ricerca (in particolare Arpacal ed Enea) allo studio del progetto sotto diversi punti di vista. Dopo quell'episodio, infatti, che trovò immediato spazio sui media regionali e nazionali non ci fu alcun altro commento, fino al "primo" finanziamento, di 870.000,00 €, da parte della Regione Calabria, nell'Aprile del 2005, come ultimo atto ufficiale della Giunta Regionale uscente.

²⁷² Obbligatorio per legge solo per i comuni con più di 50000 abitanti ex art. 5 comma 5 della Legge n. 10/91.

²⁷³ La delibera della Giunta Municipale n. 126 del 17 Luglio 2003, che vede l'approvazione del progetto di autonomizzazione e la delibera n. 155 del 14 Ottobre 2003 che approva l'adozione del Piano Energetico Ambientale Comunale, propedeutico al progetto medesimo.

²⁷⁴ Palazzo Cimino.

consumi e produrre energia diretta ed indiretta. “E’ prevista, in prima istanza, l’installazione di un sistema fotovoltaico in rete con una microturbina idraulica ed una cella a combustibile alimentata ad idrogeno” si legge nella delibera²⁷⁵.

L’adozione di questo tipo di strategie energetiche ha come scopo principale una migliore gestione delle risorse disponibili e perciò, secondo le intenzioni del gruppo promotore del progetto, dovrebbero investire tanto l’aspetto urbanistico quanto l’aspetto ambientale, e dunque forme di riqualificazione urbana, attraverso una tecnologia basata su fonti rinnovabili ed alternative e non ultimo l’aspetto edilizio attraverso la definizione della cosiddetta architettura bioclimatica²⁷⁶.

La definizione del Piano Energetico Ambientale Comunale (PEAC) avrebbe dovuto pianificare sia gli obiettivi energetici, in termini di riduzione dei consumi energetici (risparmio energetico), sia gli obiettivi ambientali, in termini di riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti, della gestione dei rifiuti solidi urbani ecc..

“[...] La filosofia di fondo che muove il piano - si legge - è quella di privilegiare i comportamenti positivi e “virtuosi”, in modo da diffondere la consapevolezza culturale della necessità di orientare le scelte dei cittadini verso alternative energetiche più sostenibili[...]”.

Il Piano Energetico Ambientale Comunale avrebbe dovuto essere, nel momento stesso della sua definizione, complementare ad altri strumenti di pianificazione territoriale, integrandosi nel Regolamento Edilizio, ed integrandolo a sua volta, e negli altri Piani, come ad esempio quello urbanistico, di mobilità e dei rifiuti, attraverso il coinvolgimento diretto di tutti i cittadini, a vario titolo e secondo le diverse competenze e sensibilità, attraverso l’attuazione delle politiche energetiche locali per mezzo di precise aree tematiche: rapporto tra metodologie di risparmio energetico, sviluppo sostenibile e programmazione urbanistica; risparmio energetico e mobilità sostenibile; fonti rinnovabili e teleriscaldamento; risparmio energetico nell’edilizia pubblica e privata; informazione e risparmio energetico.

²⁷⁵ Verbale della giunta municipale n. 126 del 18/07/2003.

²⁷⁶ Ibidem pag. 4.

Il piano avrebbe, poi, necessariamente dovuto contenere una valutazione dell'effettiva utilizzabilità delle risorse energetiche rinnovabili secondo il potenziale reale e secondo indici di convenienza economica, integrati con indici di merito (potenzialità delle risorse, attuabilità degli interventi, penetrabilità dell'iniziativa).

Il Piano Energetico Ambientale Comunale viene ufficialmente adottato dalla Giunta il 14 Ottobre del 2003 (delibera n.155)²⁷⁷.

*“[...] Il piano – si legge - sostenuto e fatto proprio dalla Presidenza della Giunta della Regione Calabria e con il tutoraggio del Settore Energia [...], apprezzato sia a livello nazionale che internazionale (UE e UN) e proposta come modello nell'ambito della cooperazione decentrata, comprende **innovazione tecnologica**, attraverso la messa in campo di un sistema complesso combinante risorse idrauliche, fotovoltaiche e produzione di celle combustibili alimentate ad idrogeno; **innovazione nel campo della gestione energetica** finalizzata all'autosufficienza e della relazione tra istituzione, impresa e famiglie[...]”.*

Da questo breve stralcio di delibera possiamo notare l'importanza che si dà al concetto di innovazione, in un Comune che della stessa ha fatto il proprio carattere distintivo²⁷⁸.

Durante la fase di determinazione del PEAC²⁷⁹ vengono, in effetti, ridefinite le tecnologie energetiche concretamente utilizzabili in loco; mentre, infatti, durante la

²⁷⁷ Anche in questo caso nel silenzio più assoluto, nonostante la volontà pro forma del coinvolgimento allargato della cittadinanza.

²⁷⁸ Soveria Mannelli è stato definito, da un'indagine del Censis (2004), il “comune più informatizzato d'Italia”; infatti, a seguito di un'iniziativa portata avanti da un consiglio comunale circa il 67% delle famiglie residenti possiede un PC ed un collegamento ad internet. Il primo *step* del processo di innovazione promosso dall'amministrazione è stato il progetto “soveria.it”, progetto finanziato dalla Regione Calabria con fondi europei per un importo di 2 milioni di euro circa, che ha permesso la diffusione delle tecnologie legate all'informatica in tutti gli ambiti. Il secondo polo di attività, ossia il progetto “rete della solidarietà” nasce fortemente legato al primo, onde evitare che qualche categoria sociale rimanesse esclusa dal processo di innovazione portato avanti. Il terzo passo è rappresentato dall'obiettivo di creare le condizioni di lavoro e sostenere le imprese. Infine forti investimenti sono stati impiegati per sostenere la “ristrutturazione urbana”, circa 2 milioni e mezzo di euro, al fine di ampliare tutto il tessuto urbano. C'è da rilevare, però, che spesso, come lo stesso Roma sostiene, questo processo di innovazione “non è un processo avviato dal basso, non si è creata la comunità virtuale dei soveritani come spontanea iniziativa [...], è stata piuttosto l'amministrazione comunale a sollecitare il processo di modernizzazione in atto coinvolgendo le diverse categorie sociali” (Censis, 2004).

²⁷⁹ Da cui prende il nome il progetto.

presentazione del progetto si supposeva di utilizzare anche installazioni eoliche e tecnologie micro-idro²⁸⁰ oltre ad installazioni fotovoltaiche²⁸¹ si decide di utilizzare come fonte principale la fonte solare²⁸² (in particolare il fotovoltaico), mancando – a partire da successivi controlli di fattibilità - le condizioni anemometriche e salti d'acqua sufficienti alla produzione di energia elettrica.

L'ambizione principale del Piano, però, a prescindere dalle specificazioni tecniche, che comunque non ci sono state rese disponibili se non nella forma del preliminare presente nella delibera di approvazione, è rappresentata dalla possibilità di rappresentare un “input” per l'attivazione di politiche di riqualificazione urbana a partire da un modo diverso di pensare l'energia, creando un “circolo virtuoso” “[...] replicabile e spendibile anche per i privati e per i cittadini, per l'industria e per il terziario[...]” (T. P. It 1) a partire dall'esempio della Pubblica Amministrazione.

Durante la fase di definizione puntuale il progetto cambia nome, quello che in fase di presentazione al pubblico era stato pubblicizzato come “Soveria a Idrogeno”²⁸³, diventa, in sede di richiesta di finanziamento alla Regione Calabria, PEAC.Net, partendo dall'unione simbolica tra il Piano Energetico Ambientale Comunale, fisicamente donato all'amministrazione dai progettisti, e la volontà da parte dell'amministrazione di portare avanti delle politiche pubbliche organiche finalizzate all'innovazione tecnologica di cui il progetto pilota Soveria.it è stato il primo passo.

[...] Soveria ad idrogeno era il contesto in cui presentammo il progetto, dopo ciò scegliemmo il nome per l'azione complessiva e per il piano energetico, che è un PEAC, “.net” perché auspicavamo finalmente la nascita della produzione distribuita e di una rete di micro centrali che mettessero in rete l'energia. Era appena stato varato il progetto Soveria.it e quindi scegliemmo questa definizione di PEAC.net che piacque molto (per assonanza). Il simbolismo era importante, soprattutto perché vedendo l'entusiasmo degli amministratori insieme a loro

²⁸⁰ Il micro-idro comprende gli impianti inferiori ai 100 kW di potenza e fino a pochi kW. E' sufficiente avere salti di 7/20 metri con poca o pochissima portata o piccoli salti con buona e costante portata d'acqua, è possibile sfruttare anche la corrente dei corsi d'acqua.

²⁸¹ Durante un colloquio informale tenutosi nell'ufficio del sindaco del comune di riferimento un consigliere di giunta ha tenuto a sottolineare l'importanza di escludere dal mix energetico di riferimento del piano la biomassa, “onde evitare - citiamo a memoria – abusi nell'utilizzo”.

²⁸² Fonte: Amministratore proponente del Piano.

²⁸³ E' presentato sul sito del Comune di Soveria Mannelli (www.soveria.it) come “Soveria ad Energia Pulita”.

*avevamo immaginato che di lì a poco sarebbero stati in grado di realizzare due o tre unità produttive, non solo riferite all'idrogeno ma anche ad altre tecnologie, che avrebbero creato il **mini circuito, quella mini rete, in grado di consentire alla Pubblica Amministrazione di essere autosufficiente nelle sue funzioni più importanti: gli edifici di proprietà comunale, il comune, le scuole, alcuni edifici sparsi sul territorio, nonché un esempio di mobilità che sarebbe stata alimentata dalle altre installazioni presenti sul territorio.** Net era un suffisso che suonava bene, piuttosto che «com» che è un commerciale o «it» che era già stato usato; intanto significa network, che quindi crea rete, e soveria.net sarebbe stato auspicabile perché di lì a poco Soveria se avesse realizzato tutte le iniziative in programma, avrebbe potuto svolgere un ruolo di creatore di rete per gli altri comuni o per gli altri territori interessati a replicare quella esperienza[...]" (T. P. It 1);*

*"[...]Stiamo cercando di portare avanti ogni politica comunale in modo organico; stiamo, quindi, cercando di affrontare l'energia e l'ambiente in modo organico, in modo strutturato anche avvalendoci di professionisti molto bravi che ci hanno aiutati nell'attività al fine di realizzare questo obiettivo[...] **Io ho approvato un piano energetico ambientale comunale, che penso sia il primo in Calabria, che è al vaglio dell'Unione Europea per vedere se si può finanziare[...]"** (T. P. It 2).*

Appare evidente, dalla rappresentazione del nome del progetto che ne danno i proponenti tecnici e non, la volontà di creare una rete che potesse innescare un circuito allargato di partecipazione a partire dall'esempio dell'Amministrazione Comunale di Soveria Mannelli, che avrebbe dovuto assumere il ruolo di *"creatore di rete per gli altri comuni"* a partire da un esempio concreto di "progettualità" energetica.

Idea piuttosto chiara nella rappresentazione dei progettisti, meno nella rappresentazione di uno degli amministratori²⁸⁴ coinvolti sin dalla nascita del piano:

*"[...] Il progetto PEAC.net rientra nell'idea di mettere in rete varie risorse che si vanno a creare a livello energetico; quindi aziende, privati, **per quel poco che entreranno**, e palazzo comunale. Le aziende private che decidono di aderire possono immettere in rete l'energia elettrica prodotta in più ed è praticamente come se Soveria vivesse solo di energia pulita; non è semplice da realizzare ma questa è l'idea[...]" è normale che pochi interventi spot non creano una rete, tanti interventi sì [...]" (intervista t.p. n. 5)*

²⁸⁴ Amministratore comunale.

In questo caso l'idea è quella di mettere in rete le varie “risorse che si vanno a creare a livello energetico” per far sì che un maggior numero di interventi possano creare una rete che faccia vivere Soveria di energia pulita.

Da questi interventi appare chiara la volontà, anche se in maniera differente a seconda della rappresentazione dei diversi attori, di allargare il più possibile la “rete agente”. Volontà che rimane per differenti motivi al momento solo allo stato formale.

Il primo *step* del progetto prevede l'autosufficienza energetica del Palazzo Comunale (Palazzo Cimino) che ci viene descritta come la volontà (da parte degli amministratori e dei proponenti del progetto) di definire un impianto dimostrativo che funzioni da esempio concreto per i cittadini residenti ed in grado di incidere sulla comune “mentalità nel settore dell'energia”.

“[...] L'intervento sul palazzo comunale funzionerà da esempio perché i cittadini comincino a cambiare mentalità nel settore dell'energia[...]”
(T. P. It 5)

*“[...] L'intervento che riguarderà il Comune sfrutterà i pannelli solari per produrre energia in presenza di sole, **contemporaneamente** – dice il nostro referente – si produrrà idrogeno, che verrà accumulato ed in seguito utilizzato. Accanto a questo si ridefinirà il bilancio energetico del palazzo comunale per evitare forme di dispersione. L'impatto sul palazzo comunale sarà totale. Questo affinché diventi un esempio per i cittadini[...]”* (T. P. It 3).

A questo punto possiamo evidenziare alcune similitudini del progetto calabrese con il progetto danese H₂pia. Entrambi, infatti, sono definiti attraverso “un modo diverso” di pensare l'architettura urbana a partire dall'energia; entrambi i progetti sottendono un'ottica di cambiamento radicale, che nel caso italiano si esplicita con la speranza di riuscire da un lato a cambiare il modo di pensare l'approvvigionamento energetico attraverso l'esempio del palazzo comunale, e dall'altro a creare circuiti di cooperazione. Alle similitudini, ovviamente, si accompagnano profonde differenze (che man mano verranno esplicitate), la prima sta nel fatto che, mentre H₂pia viene pensata come un villaggio urbano da costruire ex novo, il PEAC.net riguarda forme

di riqualificazione urbana della comunità; esso, inoltre, prevede fin dal suo incipit il coinvolgimento della cittadinanza, coinvolgimento che verrà man mano ridefinito.

Nel paragrafo che segue andremo a vedere come nasce il progetto, in che contesto, e qual è la differente rappresentazione che del progetto danno gli attori coinvolti.

Alla ricerca dell'“Eutopia” perduta

Il progetto PEAC.net prende le sue mosse dall'idea di due progettisti, un ingegnere ed un architetto, che a partire dai loro interessi di ricerca avevano pensato di creare un contesto infra-urbano a partire dalla visione di un modello di autosufficienza energetica e “non solo”.

“[...] Il progetto nasce come il progetto di ricerca di una città a metà tra Cosenza e Rende (nella zona del Campagnano) iniziato nel 1997 con una tesi di laurea²⁸⁵ [...] in cui cominciammo ad immaginare quelli che potevano essere gli scenari futuri nelle politiche urbane prevedendo quello che stava per accadere [...] ci concentrammo soprattutto sui fabbisogni primari che stavano per esaurirsi, dunque energia, disponibilità di acqua, flussi (di materia, immateriali ecc)[...] Teorizzavamo, in quella sede, il principio dell'autosufficienza energetica e quando parliamo di autosufficienza energetica parliamo anche delle capacità a margine del progetto di recuperare per esempio l'acqua, di produrre politiche sociali diversificate ed innovative; il problema che ci siamo posti non era solo ingegneristico o strettamente impiantistico, era un progetto fatto da un laureando in architettura ed un laureando in ingegneria che si occupavano, o che intendevano occuparsi, di riqualificazione urbana. La progettazione sarebbe stata spendibile anche a Cosenza, c'era tanta attesa da parte dell'allora sindaco [...] su questa ricerca, ma purtroppo venne a mancare qualche mese dopo[...] Da lì conoscemmo il sindaco di Soveria Mannelli [...], un sindaco dinamico sempre alla ricerca di soluzioni originali, che si entusiasmo e ci diede carta bianca. Il progetto si trova a Soveria, non perché Soveria avesse in mente di fare una cosa del genere, ma perché noi abbiamo chiacchierato con loro ed abbiamo donato il progetto a titolo gratuito [...]” (T. P. It. 1).

²⁸⁵ “Dall'“Utopia all'Eutopia” progetto di tesi di laurea affidato all'architetto dal suo relatore della Facoltà di Architettura dell'Università di Reggio Calabria. Pubblicato nella rivista L'Architettura Naturale, numero 16 del 2002.

Da questo lungo stralcio di intervista ad uno dei promotori²⁸⁶ riusciamo ad individuare alcuni elementi essenziali all'interno della nostra analisi votata anche all'individuazione della coalizione agente italiana; prima di tutto appare chiaro il ruolo svolto dai progettisti responsabili che aprono, sotto alcuni punti di vista, la fase della "problematizzazione" all'interno dell'*actor network* "nascente"²⁸⁷ con relativo allineamento di interessi da parte di una realtà comunale che viene definita dai suoi amministratori come "*laboratorio di innovazione*"; un altro dato che ci appare rilevante è che il progetto non nasce contestualizzato all'interno del territorio a cui si riferisce (come invece è stato per gli altri due progetti in analisi), viene piuttosto traslato, fisicamente spostato dal contesto in cui era stato pensato²⁸⁸, a partire da un lato dal "venire a mancare" di un "potenziale attore/attante" e dall'altro lato dall'interesse da parte di un singolo attore²⁸⁹ "*sempre alla ricerca di soluzioni originali*", che legge la possibilità di utilizzare un'idea rivoluzionaria come conseguenza "naturale" di un piano amministrativo strategico ed organico basato sull'innovazione.

L'interesse dell'Amministrazione²⁹⁰ di portare avanti in *maniera organica* tutta una serie di politiche comunali²⁹¹ si "allinea", in definitiva, con l'interesse di due progettisti desiderosi di creare i presupposti per rendere concreto e reale il loro progetto.

A questo punto siamo in grado di definire una parte importante della coalizione agente, progettisti ed amministratore promotore²⁹² presso la giunta comunale.

L'allineamento degli interessi "eterogenei" da parte dei diversi attori/attanti che compongono la coalizione agente si concretizza attraverso l'adozione del Piano Energetico Ambientale Comunale, nell'ottobre del 2003²⁹³.

Dopo la delibera i portavoce della coalizione²⁹⁴ cominciano a mobilitarsi per ottenere un finanziamento che permetta di iniziare con il primo *step* del progetto (gli

²⁸⁶ Che comunque si fa portavoce anche dell'altro esperto proponente.

²⁸⁷ Hanno parlato del progetto all'allora sindaco che "*si entusiasma e diede carta bianca*".

²⁸⁸ *A metà tra Cosenza e Rende, nella zona di Campagnano[...]*. Quindi con caratteristiche fisiche e geografiche differenti, rispetto alle condizioni idrografiche ed anemometriche di Soveria Mannelli.

²⁸⁹ Attraverso la funzione pubblica che riveste.

²⁹⁰ A nome della quale parla il nostro referente, in virtù della carica che ha rivestito e riveste.

²⁹¹ Favorita anche dalla longevità dell'amministrazione, lo stesso Sindaco per vent'anni diventato, in seguito al "ricambio", Presidente della Giunta Comunale.

²⁹² Sindaco del comune pre-silano per vent'anni ed attualmente presidente della giunta comunale.

²⁹³ Come già detto, donato dai progettisti al Comune ed adottato, all'unanimità, dalla Giunta.

interventi sul Palazzo Comunale), attraverso audizioni a tutti i livelli (regionali, nazionali ed europei).

La strategia d'azione degli attanti della coalizione si delimita essenzialmente, anche a seguito dell'esperienza comunale per il progetto Soveria.it, nella ricerca di finanziamenti; ciò comporta un lungo “congelamento” sia del progetto²⁹⁵ che della definizione delle azioni di comunicazione, all'interno ed all'esterno della coalizione, della tecnologia prevista dal progetto stesso.

“[...] Si fa un gran parlare di un'iniziativa episodica fatta per attirare l'attenzione dei media, alla quale non è seguita una reale volontà di portare avanti il progetto, che potrebbe essere valido, e di coinvolgere la popolazione[...]” (T. It. 1).

“[...] E' ovvio che queste tecnologie hanno un costo maggiore, costo che una singola amministrazione comunale, tanto più se di 3500 abitanti, non può sostenere senza un finanziamento pubblico[...]” (T. P. It. 2).

Il progetto, nonostante l'approvazione all'unanimità dell'intera Giunta, rimane di esclusiva competenza della coalizione agente di partenza, fino a che l'interesse da parte di alcuni residenti e l'arrivo del finanziamento da parte della Regione non smuove “le coscienze” della Giunta Comunale in carica²⁹⁶.

*“[...] Sinceramente noi come giunta non avevamo capito bene come funzionava, tanto che alcuni cittadini avevano pensato, dall'esperienza di Soveria.it, «ci fanno i pannelli solari a tutte le famiglie di Soveria». Questo progetto è nato 2 anni fa, fu fatta una piccola iniziativa all'interno di Essere a Soveria, poi in realtà **non essendoci un progetto ben definito non si fece più niente. Il progetto si muoveva in parallelo a come si muovevano in Regione, per sfruttare il finanziamento; è qui che sta il cambiamento continuo. Ora che il finanziamento è stato accordato sarà attivato un discorso informativo più organico indirizzato alla cittadinanza residente[...]” (T. P. It. 3²⁹⁷).***

²⁹⁴ Progettisti e Sindaco, che parla a nome e per conto della Giunta Comunale.

²⁹⁵ Nella sua definizione pratica.

²⁹⁶ Composta da un discreto numero di consiglieri uscenti riconfermati.

²⁹⁷ È importante sottolineare che il nostro referente faceva parte della giunta municipale all'atto di approvazione del progetto.

“[...] Abbiamo avuto diversi incontri all’interno della Giunta²⁹⁸, ma lì l’informazione serve essenzialmente a farti cominciare a pensare. Quello che si era capito, infatti, era che queste tecnologie hanno sicuramente un costo maggiore, ma potevano apportare anche grandi benefici.[...] Sinceramente, però, come amministratore ho preso coscienza del progetto solo da poco. Era sorto in Giunta il problema di capire cosa fosse il progetto, anche per poterlo, poi, spiegare, per questo abbiamo chiesto un incontro con i progettisti[...] L’impressione che ho avuto è che questo progetto potrebbe essere un embrione con sviluppi ancora maggiori rispetto a Soveria.it. Il PEAC può portare a creare una mentalità per cui il bene comune diventa più importante del proprio. E, comunque, per un’amministrazione attraverso l’uso di questi progetti si creano le premesse per ottenere maggiori risorse; questi sono canali che vanno sfruttati[...]” (T. P. It. 4)

Come nei casi precedenti, anche nel caso italiano i costi delle tecnologie (che noi identifichiamo come la “formula tecnologica idrogeno”) e l’importanza di ottenere un finanziamento pubblico vengono sottolineati con forza; però, rispetto agli altri due casi, il ruolo del sistema politico viene identificato *tout court* con il finanziamento e mai esplicitamente in termini di appoggio programmatico e legislativo²⁹⁹.

Il progetto viene finanziato³⁰⁰ dalla Regione Calabria nell’aprile del 2005, come ultimo atto della Giunta Regionale uscente, per un totale di 870.000,00 Euro.

“[...] Il progetto pilota Piano Energetico Ambientale Comunale per il risparmio energetico e l’autoproduzione di energia da fonti rinnovabili ed idrogeno, denominato Peac.net, si configura quale progetto innovativo e pionieristico non solo per gli elevati elementi tecnologici (Best Available Technology) che consentono la razionalizzazione dei

²⁹⁸ Rinvenibili formalmente nei verbali di deliberazione di Giunta e nei verbali del consiglio comunale <http://atti.soveria.it>.

²⁹⁹ Vogliamo ricordare che nel PEAR Calabria del 2002 venivano previste forme di incentivazione per l’utilizzo delle FER, definite, poi, nel POR Calabria nella misura 1.11.

³⁰⁰ Il progetto d’autonomizzazione energetica di Soveria Mannelli era, secondo la delibera regionale di approvazione, compreso nei parametri del POR Calabria 2000/2006, che nella misura 1.11 promuoveva il sostegno alla produzione di energia da fonti rinnovabili e la promozione di interventi per il risparmio energetico sia a livello dei consumi privati che industriali, sia attraverso la razionalizzazione nelle fasi di generazione e distribuzione. All’interno delle tipologie per l’attuazione dell’azione 1.11a erano, inoltre, previste la sensibilizzazione dei cittadini sull’opportunità dell’eventuale impiego e produzione di energia da fonti rinnovabili, la realizzazione di impianti dimostrativi (quali, ad esempio, impianti per la produzione di energia dall’idrogeno dall’acqua o da metano), il coinvolgimento delle imprese private, l’incentivazione alle imprese che propongono interventi per la riduzione di gas serra, la realizzazione di progetti pilota, la promozione del risparmio energetico e dell’uso razionale dell’energia in tutti i suoi usi finali (civile, industriale, trasporti)

consumi e la generazione in situ di energia pulita ma, anche e soprattutto, per le modalità di attuazione e conduzione degli interventi (Information Technology). Si tratta di un progetto pilota per la determinazione di un sistema energetico tendente all'autosufficienza, mediante l'applicazione di misure per il risparmio energetico e l'implementazione di centrali autonome di piccola taglia per la produzione localizzata di energia da fonti rinnovabili e idrogeno verde. Il comune di Soveria Mannelli (CZ) costituisce un sito ideale nel quale sperimentare progetti innovativi, in quanto rappresenta, in Calabria, l'unica realtà ormai ampiamente affermata di presenza di un apparato di e-government fondamentale per la gestione (produzione, contabilizzazione e distribuzione dell'energia) e per la pubblicizzazione e la partecipazione capillare (bando elettronico e gara telematica) a tutti i cluster di Peac.net[...] Il sistema energetico calabrese può trarre dalla realizzazione del progetto notevoli opportunità di sviluppo e, anche, di visibilità nel quadro delle politiche nazionali e comunitarie orientate al sostegno e alla riqualificazione del sistema dell'offerta all'innovazione e del risparmio energetico[...]” (Delibera Consiglio Regionale Calabria, 2005)³⁰¹

Come abbiamo potuto vedere all'interno della delibera di approvazione del finanziamento regionale del progetto giocano un ruolo fondamentale non solo le tecnologie previste dal piano (*Best Available Technology*), ma anche le politiche di sensibilizzazione della popolazione da un lato e la “pregressa” attivazione da parte dell'amministrazione comunale di processi di *e-government*³⁰² da un altro lato, ma soprattutto si tende a sottolineare l'importanza della potenziale attivazione di circuiti di “visibilità nel quadro delle politiche nazionali e comunitarie orientate al sostegno e alla riqualificazione del sistema dell'offerta all'innovazione e del risparmio energetico”.

L'ottenimento del finanziamento, almeno sulla carta, crea interesse all'interno della giunta, ma anche aspettative da parte dei progettisti, che vedono finalmente la possibilità di cominciare a lavorare concretamente sul loro progetto. Da qui tutta una serie di intense attività di definizione e di ridefinizione del progetto da parte della giunta comunale, anche in termini di delibere e di determinazioni, per il perfezionamento del progetto.

³⁰¹ http://www.regione.calabria.it/?module=download&action=download&id_cat=1&id_sottocategoria=1&id=55, file postato il 12/4/2005.

³⁰² Rese possibili, secondo i nostri referenti, dallo sviluppo che aveva assunto nel tempo il progetto Soveria.it. Politiche che secondo alcuni dei nostri interlocutori sono “[...]state attivate più nella forma che nella sostanza [...]” (T. It .7).

Il finanziamento del progetto dell'aprile del 2005, che come abbiamo detto è stato l'ultimo atto della Giunta Regionale uscente, viene impugnato ed annullato per un difetto di forma (“*un cavillo burocratico*” viene definito) dalla nuova Giunta Regionale³⁰³, questo ha implicato sostanzialmente un nuovo momento di *empasse* per la messa in pratica del progetto.

Questo ulteriore stop, unito alla lentezza della definizione dei dettagli burocratici interpretata dagli amministratori come un fatto fisiologico nell'interazione tra governo locale e governo regionale³⁰⁴, viene percepito dai progettisti quasi come un “tradimento” dell'obiettivo comune, che implicava anche delle aspettative precise.

*“[...] Il nostro più grande dispiacere è essere, a distanza di quattro anni, ancora rimbalzati a destra ed a sinistra da un progetto di finanziamento ad un altro e questo mi lascia alquanto perplesso perché denota una **mancanza di coraggio** da parte delle nostre amministrazioni locali nell'intraprendere soluzioni lungimiranti [...] Il piano è lì ed è diventato tutto ciò che noi non avremmo mai voluto diventasse. Doveva essere uno strumento di legge che impegnasse l'amministrazione ad organizzare una serie di politiche di coinvolgimento verso i cittadini e l'amministrazione avrebbe dovuto avere il compito di essere da buon esempio. È uno strumento che si cerca di realizzare tecnicamente attraverso i finanziamenti pubblici. È diventato in definitiva tutto ciò che non doveva diventare. Abbiamo cercato un contesto illuminato e il miglior contesto che abbiamo individuato, forse per nostra responsabilità, è comunque un contesto che non è in grado di recepire veramente l'innovazione[...] Noi siamo stati chiamati alle Nazioni Unite a riferire sul progetto come studio, siamo stati interpellati dalla Comunità Europea, siamo stati a Bruxelles a presentare alcune attività tra le quali anche Soveria Mannelli, però vede alla fine ci chiedono i risultati del progetto e siamo in forte imbarazzo a presentare i risultati [...]È molto più facile perseguire obiettivi minimi, facilmente realizzabili, piuttosto che impegnarsi in programmazioni pluriennali, che rischiano a non riuscire a generare il consenso necessario per amministrare [...] La parte che il comune dovrebbe finanziare con maggiore impegno è proprio quella legata alla comunicazione ed alla diffusione dei risultati, perché un altro aspetto importante sarà quello di creare una mini rete di progetti di*

³⁰³ “E’ stato aperto un contenzioso tra il comune di Soveria e la Regione, per la mancata attuazione del finanziamento, giustificata da un difetto di forma[...]” (T. P. It 1). Si cita a memoria.

³⁰⁴ “[...] In quest'ambito la gestazione lunga è quasi normale....nella gestazione devi considerare anche la lungaggine della burocrazia regionale. Tieni conto anche della lungaggine della burocrazia regionale, che va considerata come variabile dipendente, per Soveria.it, aprendo una parentesi, ci sono voluti 18 mesi solo per l'espletamento del bando di gara[...]” (T. P. It 5)

questa natura che possano essere intanto documentati e documentabili per altre eventuali esperienze[...]" (T. P. It. 1).

Le aspettative di parziale³⁰⁵ raggiungimento dell'obiettivo perseguito nella strategia d'azione della coalizione agente, viene sistematicamente rimandato³⁰⁶ alla definizione di una fase di finanziamento esogeno del progetto che non arriva, nonostante la mobilitazione per allargare l'interesse della classe politica, sia a livello regionale che a livello nazionale³⁰⁷, ma a partire da ciò, e per non pesare sul bilancio comunale³⁰⁸, non si riesce a definire una strategia d'azione alternativa, che appare estremamente difficoltosa.

L'entusiasmo iniziale dovuto al carattere estremamente innovativo della tecnologia ed all'assonanza simbolica con un progetto comunale che aveva ottenuto un discreto successo, si scontra con l'incapacità di creare uno spazio pubblico che implichi il coinvolgimento di un numero maggiore di attori, nonostante i tentativi, come si evince dalle parole del nostro interlocutore.

"[...] Conosco i più importanti attori economici che stanno sul territorio ed anche loro, quando siamo tutti insieme vorrebbero credere nel progetto, vorrebbero anche spendere o collaborare con l'amministrazione comunale, però quando è il momento decisivo fino ad oggi si sono sempre tirati indietro.[...] Sono stati chiamati a farlo, ma hanno risposto picche, sono stati chiamati in consiglio comunale, in assemblea di giunta, in occasioni pubbliche di dibattito e convegni ed alla resa dei conti non hanno contribuito più di tanto a che l'amministrazione si determinasse con maggiore voglia e con maggiore carattere a muoversi verso scelte coraggiose[...]" (T. P. It. 1)

³⁰⁵ Parziale perché come primo *step* del progetto si intende raggiungere l'autonomia del Palazzo Comunale, che dovrà rappresentare da un lato il "laboratorio" in cui sperimentare le tecnologie e dall'altro lato l'*esempio da seguire*.

³⁰⁶ Un *Betrayal* direbbe Callon. L'obiettivo perseguito dai progettisti si identifica nella realizzazione concreta del progetto a prescindere da chi finanzia, l'obiettivo dell'altra parte della rete, l'amministrazione, è raggiungere l'obiettivo senza andare ad "intaccare" le limitate risorse di bilancio comunale attraverso risorse finanziarie esogene.

³⁰⁷ Come abbiamo già detto progettisti e Sindaco si sono attivamente mossi per ottenere l'appoggio ed il supporto finanziario sia a livello del Governo Regionale che a livello del Governo Nazionale, attraverso audizioni presso il Ministero dell'Ambiente; ma nello stesso tempo, però, c'è stata la chiusura totale nei confronti dell'interesse dimostrato da molti Enti di Ricerca Nazionali.

³⁰⁸ Bilancio comunale sempre più gravato, secondo i nostri interlocutori, da tagli da parte dello Stato centrale.

Nel corso dell'analisi abbiamo interloquito con diversi attori economici locali, alcuni dei quali hanno esplicitato interesse sul tema, ma anche scetticismo non tanto sulla fattibilità del progetto, quanto sulle “modalità frettolose” (A. E. L.³⁰⁹ 2) di presentazione del progetto in alcuni casi e sui costi della tecnologia che l'amministrazione comunale ha scelto, costi che non sarebbero comunque sostenibili da imprese di medie dimensioni;

“[...] L'amministrazione, in chiave di sperimentazione, si pone chiaramente come progetto pilota. Il fatto stesso di condurre una sperimentazione così importante a livello locale implica sicuramente un vantaggio di immagine ma, credo, anche un qualche vantaggio economico. C'è da dire che per un'amministrazione pubblica, che per definizione non ha tra i suoi obiettivi principali quello di produrre utili, un progetto come questo può risultare vantaggioso. Non si può, ovviamente, scaricare la sperimentazione su delle imprese, o meglio una grande impresa potrebbe anche farlo, all'ENEL per esempio potrebbe derivare un beneficio d'immagine, ma imprese locali di medie dimensioni difficilmente potrebbero sopportare i costi di queste tecnologie[...] In questo settore, nonostante il problema energetico sia quasi a livelli emergenziali³¹⁰, fare un investimento che si ripaghi da se è praticamente un'utopia, nel senso che si tratta di investimenti grossi che si ripagano dopo tantissimi anni, per cui non tutti sono disponibili[...] Bisognerebbe capire se c'è qualche forma di agevolazione europea che incentivi fonti rinnovabili, fonti meno inquinanti, fonti diverse, che consenta di mettere insieme un po' di aziende per far fronte al problema[...]” (A. E. L. 1).

Il problema dell'approvvigionamento energetico viene percepito a livelli quasi emergenziali, ma non si è disposti ad investire di proprio, o comunque ad impegnarsi in una sperimentazione che implichi un investimento di lungo termine.

La comprensibile attitudine dell'imprenditore privato a ricercare nell'investimento un ritorno nel breve termine³¹¹, si scontra con l'esigenza da parte dei progettisti di veder concretamente realizzato il loro progetto, che leggono nel loro mancato appoggio all'amministrazione un motivo per cui la stessa non “*si determinasse in scelte coraggiose*”.

³⁰⁹ Attore Economico Locale.

³¹⁰ Anche per scelte politiche che hanno più un carattere ideologico che pratico, aggiunge, riferendosi essenzialmente alla scelta italiana di rinunciare al nucleare.

³¹¹ Come abbiamo già sostenuto i tempi dei ricercatori/progettisti non necessariamente rispecchiano i tempi del settore pubblico e del settore privato, i primi perché pressati dal tempo del mandato ed i secondi dalla necessità di rientrare in tempi brevi dall'investimento.

Il ruolo dell'attore economico viene identificato, insomma, non tanto in termini di potenziale attante da includere all'interno della coalizione agente di partenza, così come era per gli altri due casi di studio³¹², quanto piuttosto come supporto per convincere l'amministrazione ad una presa di posizione, soprattutto di tipo economico, rispetto al progetto.

Abbiamo visto fin ora la composizione della coalizione agente ed esplorato la relativa strategia d'azione, con tutti i problemi che questa ha implicato, ora andiamo ad indagare cosa ha spinto i promotori a pensare alle tecnologie energetiche rinnovabili ed all'idrogeno come tecnologia chiave, quale rappresentazione ne ha e soprattutto perché definiamo il caso PEAC.net "lo zigote tecnologico".

Coalizione agente e competenze agite, una problematizzazione infinita

I motivi che hanno spinto la coalizione agente italiana a scegliere come possibile opzione l'idrogeno appaiono completamente diversi, sia nella forma che nella sostanza, rispetto ai due progetti internazionali precedentemente analizzati; sia nel caso islandese che in quello danese la rappresentazione della tecnologia si identificava nel concetto di indipendenza nel primo caso e di libertà nel secondo, così come forte era la consapevolezza della "formula tecnologica idrogeno" nella sua materialità.

Nel caso italiano, come avremo modo di approfondire, manca la dimensione della "consapevolezza", almeno per ciò che riguarda una parte importante della coalizione agente, gli amministratori (a cui viene affidato il ruolo di attivare un flusso di comunicazione della tecnologia all'esterno), che leggono nella formula tecnologica idrogeno prevalentemente la possibilità di "sfruttare un'idea innovativa".

"[...] Le idee di Rifkin mi hanno convinto! [...] Per il comune è importante sperimentare tutta una serie di politiche sull'innovazione che

³¹² Bisogna sottolineare che, al contrario di quanto accadeva in Islanda ed in Danimarca, nella comunità calabrese non ci sono aziende direttamente impegnate in campo energetico.

vanno dall'utilizzo delle tecnologie informatiche, per migliorare le conoscenze ed aumentare la partecipazione dei cittadini, migliorando così i livelli di democrazia, le performance amministrative, quindi l'ambiente che è direttamente collegato con l'energia è un aspetto decisivo della qualità della vita e anche un'amministrazione locale non può prescindere dall'attuare delle politiche in questa direzione e le politiche innovative quali sono, sono quelle di puntare non tanto e non solo sulla salvaguardia dell'ambiente che è una cosa importante e pacifica, ma soprattutto sull'energia chi ha energia ha un valore aggiunto enorme perché non solo fa sì che si sviluppino delle forme di cultura legate alle fonti rinnovabili, quindi il riuso, la sperimentazione, la ricerca, ma ci sono anche riduzioni di costi per le famiglie, per le imprese che diventerebbero più competitive, riduzione di costi per il Comune, che solo per l'energia pubblica spende il 3% del proprio bilancio. Quindi l'idea del comune di diventare, entro dieci anni, autosufficiente attraverso l'uso di fonti energetiche alternative ha questo fine, estremizzando si vorrebbe dare l'energia gratis a tutti, che poi sono le idee di Rifkin; dare l'informazione tramite internet e l'energia di cui ciascuno ha bisogno. Ognuno deve essere produttore delle proprie informazioni, titolare del proprio lavoro, quindi essere in grado di avere l'accesso alle informazioni, e poter lavorare anche da casa, ed avere l'energia, quindi un'ecologia della cultura[...]" (T. P. It. 2).

Già da questo primo lungo stralcio di intervista ci possiamo rendere conto dell'evanescenza dal punto di vista "materiale" che si attribuisce alla tecnologia idrogeno, rappresenta fundamentalmente una "idea convincente"³¹³. Manca la dimensione della tecnologia nella sua materialità e dunque nella sua complessità; dimensione presente, anche se in misura diversa, all'interno delle coalizioni agenti dei progetti internazionali.

L'idrogeno viene interpretato fundamentalmente come la possibilità attraverso cui creare una sorta di "democrazia energetica"³¹⁴, correlata alla possibilità di raggiungere una riduzione di costi fissi importanti per comuni (ma anche imprese e famiglie) sempre più oppressi dall'esigenza di far quadrare il bilancio.

La complessità sottesa alla "formula tecnologica" da cui l'idrogeno deriva non viene presa in minima considerazione e lo stesso appare essere un puro ideale, un mezzo innovativo per raggiungere il risultato sperato.

³¹³ Idea che ci appare essere, sotto molti punti di vista, slegata dalle tecnologie energetiche sottese alla sua produzione/estrazione.

³¹⁴ Secondo la definizione di Jeremy Rifkin, che il nostro interlocutore cita come momento fondamentale nella definizione della scelta da parte dell'Amministrazione.

*“[...] Noi parliamo di un piano energetico che vedeva l'idrogeno, anche perché eravamo in una situazione di primordi, di innovazione, di rivoluzione, quasi come uno “specchietto per le allodole”, anche **per comunicare più velocemente e meglio alcune di queste attività**; in realtà non è che possiamo pensare che l'autosufficienza energetica delle strutture comunali possa vertere completamente sull'idrogeno. Tra l'altro c'è stato sempre un equivoco di fondo, quando si parla di H₂ si parla di un vettore che deve servire a rendere una rete, un sistema, una minirete autosufficiente rispetto ad un backup esterno, ma tutto sommato le fonti per produrre energia da fonte rinnovabile restano quelle che conosciamo. Per esempio un comune come Soveria Mannelli avrebbe dovuto da subito scommettere su quella che noi chiamiamo l'energia virtuale, che è il risparmio energetico, cioè il primissimo dato di consumo, il primo miglioramento si ottiene risparmiando, cioè migliorando la qualità energetica degli edifici, cosa che non si pensa assolutamente. Migliorando la struttura impiantistica delle strutture e delle infrastrutture, in questo caso di proprietà dell'amministrazione comunale, che avrebbe dovuto e dovrebbe dare in generale il buon esempio per poi poter incidere sulla sensibilità e sulla capacità dei cittadini di poter raccogliergli intorno ad una scommessa, ad un progetto, ad un tema. L'idrogeno era il primo progetto ed era strategico utilizzarlo come **innovazione principale**, anche perché non era assolutamente una mistificazione (io ho usato impropriamente il termine “specchietto per le allodole) di quello che volevamo realizzare[...] L'idrogeno ha avuto ed ha ancora bisogno di alcuni decenni per poter diventare una realtà possibile e raggiungibile a tutti i livelli, ma il problema vero non è l'idrogeno, è il fabbisogno energetico, il problema è la società, le regole sulle quali questa società si è strutturata e si sta strutturando o sulle quali si vuole che la società si strutturi[...]” (T. P. It. 1).*

La tecnologia idrogeno rappresenta, per i “tecnici promotori” della coalizione agente italiana, un mezzo strategico attraverso cui mettere in discussione qualcosa, per aprire una controversia, a prescindere dalla connotazione materiale della tecnologia in oggetto e senza considerare la creazione di un'immagine chiara della stessa, interpretando l'idrogeno e la complessità delle tecnologie che contribuiscono a produrlo, come un'idea assolutamente fattibile e condivisibile, come la strada maestra per la possibile diffusione delle tecnologie e delle opzioni energetiche ad esso sottese.

Se una definizione della tecnologia appare evidente³¹⁵ a chi il progetto l'ha materialmente pensato, e che con determinate tecnologie lavora tutti i giorni, un po' meno evidente e consapevole è l'immagine che dell'idrogeno, o meglio della

³¹⁵ E si dà quasi per scontata.

tecnologia idrogeno, hanno coloro i quali si sono materialmente impegnati a mettere in pratica l'obiettivo.

“[...] Vedo una grande potenzialità nelle fonti energetiche rinnovabili. sono tantissime solare, eolico, idrogeno, nucleare[...]E' ovvio che queste tecnologie hanno un costo maggiore, ma bisogna investire in questa direzione per avere un futuro dal punto di vista energetico e non dipendere dalla fonti energetiche tradizionali che vanno a costare sempre di più e ad esaurirsi progressivamente. È un problema di economie di scala” (T. P. It. 2)

*“[...] Il tutto nasce dal numero dei libri che legge ..., e da lì che coglie le nuove tendenze per capire come si muove il mondo.....e naturalmente l'idrogeno come **moda** lo ha colpito, nasce essenzialmente come provocazione.....nasce poi dai contatti con i progettisti, e così si è sviluppato pian piano. La gestazione è stata lunghissima[...]*” (T. P. It. 3);

“[...] L'idrogeno potrebbe essere il futuro, se solo lo volessero i governi. Sembra un po' difficile allo stato attuale. Manca l'interesse, a mio avviso, che queste tecnologie si sviluppino. Fare una sperimentazione molto costosa con la possibilità che in seguito ci siano un numero maggiore di piccoli produttori piuttosto che uno solo disincentiva l'interesse[...] **Tecnicamente non so bene come funzionano ma penso che dovremmo, assolutamente, imboccare la via dello sfruttamento delle fonti energetiche rinnovabili e dell'idrogeno, su scala locale, ma anche su scala mondiale. La mia speranza è che nei prossimi decenni si possa andare sempre di più verso questo tipo di tecnologie, sempre che i tecnici ci garantiscano che non hanno alcun tipo di impatto negativo [...]** *E poi come dice il sindaco - «se non comincia qualcuno non lo farà mai nessuno»” (R. C. L.)³¹⁶*

Se da un lato è comprensibile un'interpretazione (e la relativa rappresentazione) differente della tecnologia a partire dalle differenti *capabilities* all'interno di una coalizione agente eterogenea, dall'altro appare evidente una differenza fondamentale con gli altri casi analizzati, manca una rappresentazione comune della tecnologia. La coalizione agente del caso italiano paga lo scotto di una problematizzazione inconclusa, mentre, infatti, nel caso danese, per esempio abbiamo, una definizione condivisa e negoziata della tecnologia idrogeno³¹⁷ all'interno della rete di attori di riferimento, nel caso italiano la costruzione,

³¹⁶ Responsabile Comunale Locale.

³¹⁷ Come chiave di volta del Cambiamento (anche energetico, economico e sociale) in termini di libertà, ma anche responsabilità individuale e collettiva.

quant'anche retorica, rimane incompiuta e la negoziazione rimane completamente *in fieri* anche all'interno della coalizione agente di partenza; si riconoscono, in linea di principio, le potenzialità delle FER e dell'idrogeno, come possibile risposta a molti problemi, ma manca un profilo, se non strettamente formale, della fase di problematizzazione.

La parola chiave ci appare essere innovazione, innovazione a tutti i costi ed a prescindere dalla materialità, intrinseca ad ogni artefatto tecnologico, e dalle possibili difficoltà che questa stessa materialità implica. Il problema maggiore identificato è la capacità di seguire il “*flusso dei finanziamenti*” da una parte della coalizione e “*la mancanza di coraggio delle amministrazioni*” dall'altra parte. Il processo di traduzione della tecnologia è completamente *in itinere* e non riesce a creare i presupposti, né per una fase concreta di problematizzazione, né tanto meno per un interessamento reale che implichi successive fasi di arruolamento di altri attori/attanti³¹⁸ e di mobilitazione reale; il tutto rimane profondamente evanescente, in una dimensione a cavallo tra l'ideale ed il retorico, così come rimane assolutamente estemporanea “l'esperienza dimostrativa”.

I progettisti delegano agli amministratori la mobilitazione per il raggiungimento dell'obiettivo finale, la “costruzione” di un esempio materiale che possa essere documentato e cominci a definire dei risultati; gli amministratori dal canto per cominciare a pensare di fare qualcosa di concreto attendono la definizione di un finanziamento che concretamente non arriva.

La fase della retorica (parte ma non tutto della problematizzazione) prevarica completamente l'inserimento della tecnologia come attante non umano all'interno della coalizione agente; il discorso pubblico non riesce ad aprire, nonostante un momento di gloria iniziale a livello mediatico che tendeva a mantenere in auge l'immagine di Soveria come “*laboratorio di innovazione*”, il processo di traduzione alle fasi successive, anzi crea i presupposti per una risposta negativa da parte di coloro ai quali si voleva fungere da esempio, i cittadini.

La percezione delle categorie sociali che il piano energetico intendeva includere si esplicita nelle affermazioni che seguono:

³¹⁸ Nonostante il Piano lo preveda esplicitamente.

“[...] Queste politiche, che adesso vengono fatte solo in apparenza, se fatte bene potrebbero far sentire il cittadino partecipe della vita comunale; e quindi fargli sentire il comune e l'amministrazione come qualcosa di proprio[...] queste sono energie decentrate e relativamente a buon mercato. E' un progresso di tutti e non solo di pochi[...]” (T. It. 1).

“Per quanto riguarda l'idrogeno è ovvio che sarebbe auspicabile che in una regione come la nostra si prendesse di petto questo fatto. Ma fin ora è passato più di un anno e non mi sembra che ci sia intenzione di andare avanti” (T. It. 2).

*“Sinceramente non so nulla di questo progetto, e sono un po' scettica in proposito. Non sono stati capaci di portare a Soveria il metano e pretendono **di portare**³¹⁹ l'idrogeno? D'altra parte non potrei mai, come già detto, mettere bocca su questo tema essendo poco informata” (T. It. 4).*

“Potrebbe essere, a mio avviso, un progetto valido. Ma siccome nel nostro comune non si riesce a sbrigare neanche la normale amministrazione, figuriamoci la straordinaria....” (T. It.3).

La relativa sfiducia nella capacità dell'amministrazione di gestione “autonoma” del progetto e la confusione imperante nella definizione stessa delle tecnologie messe in campo spingono, di fatto, allo scetticismo da un lato e alla tensione a non partecipare attivamente allo stesso.

La fase di problematizzazione rappresenta, all'interno di un processo di traduzione di una tecnologia, l'azione retorica che posiziona gli attori in una situazione per cui l'intervento del proponente diventa indispensabile³²⁰, il momento in cui attraverso forme differenti di informazione, prima, e di comunicazione, poi, si tenta di costruire, attraverso un discorso pubblico forte, un'immagine condivisa della tecnologia e creare i presupposti per l'allineamento allargato degli interessi. L'azione retorica portata in essere dalla coalizione agente calabrese non riesce a farlo neanche all'interno della coalizione agente stessa, né tantomeno si riesce a dare una forma all'oggetto che rimane nella dimensione del “quasi”³²¹ nell'attesa di un intervento esterno.

³¹⁹ Dal nostro punto di vista appare di fondamentale importanza, nell'immagine comune riscontrata, l'idea che l'idrogeno possa essere “portato” (come il metano) piuttosto che prodotto in loco.

³²⁰ Creando nel contempo forme di potere implicito ed esplicito all'interno della coalizione agente.

³²¹ Un “attante in movimento” (Latour, 1987) continuo.

Questa dimensione del “quasi” dell’oggetto (della formula tecnologica idrogeno e di tutti i suoi addendi), la dimensione “solo” retorica della comunicazione, la mancanza di un’immagine chiara e socialmente condivisa della tecnologia, sia all’interno che all’esterno della coalizione agente, e il permanere nella fase di problematizzazione della tecnologia, stanno alla base della nostra definizione di Zigote Tecnologico.

“Caron non ti crucciare, vuolsi così colà dove si puote ciò che si vuole e più non dimandare”

(Virgilio a Caronte in “la Divina Commedia” di Dante Alighieri, Inferno)

Considerazioni finali - L'energia della politica, la politica dell'energia

Energia, ambiente, sostenibilità *ergo* scelte politiche da attuarsi in tempi brevissimi se si dà per assodato che la sicurezza dell'approvvigionamento energetico rappresenti uno dei nodi cruciali per lo sviluppo socio-economico di una nazione.

Se viene quasi completamente condivisa l'idea della necessità (ambientale, sociale ed economica) di trovare nuovi sistemi di produzione energetica, assolutamente aperta resta la controversia su quali debbano essere questi sistemi.

La ricerca che si presenta, a partire dall'analisi comparativa di tre casi di studio - in particolare *Ecological City TranspOrt System* (ECTOS) a Reykjavik in Islanda, *H₂pia* ad Herning in Danimarca e *PEAC.net* a Soveria Mannelli in Italia - vuole inserirsi all'interno di questa controversia attraverso la definizione di una specifica tecnologia energetica opzionale, l'idrogeno. Tecnologia che interpretiamo, però, come “formula tecnologica” a partire dalla complessità e dalla varietà delle tecnologie direttamente coinvolte sia nel processo di produzione/estrazione sia nei processi di stoccaggio, prima, e di utilizzo a fini energetici, poi, ma anche e soprattutto dalla sua “duttilità” sia a monte che a valle del processo che può aprire la strada a processi di cambiamento radicale, qualora l'uso fosse finalizzato alla completa autonomia energetica, ma anche a processi di semplice sostituzione di un combustibile con una forma energetica altra che implichi un cambiamento in un singolo settore che non necessariamente implicano l'abbandono dalla dipendenza dal “fossile”. L'ipotesi, confermata nel corso della rilevazione empirica, che ne ha guidato lo sviluppo poneva l'accento sull'importanza del piano della comunicazione della tecnologia come *input* per un allargamento all'inclusione ed alla partecipazione di più soggetti al processo di cambiamento in un campo di regolazione definito a carattere strategico, in cui la negoziazione è quasi sempre unilaterale ed è comunemente affidata ai cosiddetti esperti tecnico-scientifici ed al sistema politico investito del ruolo decisionale; tali decisioni, calate dall'alto, finiscono per sacrificare le esigenze di una concreta

partecipazione democratica e quasi mai c'è il tentativo di creare le basi di un circuito comunicativo che coinvolga almeno tre categorie sociali: esperti - decisori politici - cittadini in maniera da innescare una reale inclusione (e di conseguenza forme di partecipazione attiva) al progetto ed al conseguente processo di mutamento sociale e tecnologico.

A partire dall'alternativa tecnologica ed energetica "idrogeno-verde" e dalla rappresentazione di volta in volta definita dagli attori sociali, ovvero il sistema politico, economico, tecnico-scientifico e sociale, coalizzati in reti eterogenee che lo propongono, abbiamo circoscritto un processo in cui le fasi di problematizzazione e di comunicazione della tecnologia delineano (o eventualmente non lo fanno) l'attivazione di processi di inclusione all'interno della rete (*actor network*), prima, e di partecipazione allargata, poi, in un campo come quello energetico, fortemente resistente all'inclusione.

Durante l'analisi ci siamo resi conto che ciascun caso, in tempi differenti, ha dovuto affrontare problemi simili agli altri soprattutto nella fase di problematizzazione della tecnologia, identificati nello scetticismo di una parte del mondo accademico e scientifico; nelle resistenze del sistema politico e dei portatori d'interesse, come le compagnie petrolifere; nel diverso grado di fiducia dei cittadini in relazione al livello d'informazione; non ultima nella difficoltà a reperire finanziamenti per portare avanti la sperimentazione. Le differenze invece riguardano i diversi tempi di traduzione della tecnologia, da potenziale a sperimentale, ovvero, il passaggio dal discorso alla sua forma materiale, visibile e sperimentabile, come nel caso degli autobus urbani che percorrono quotidianamente la città a Reykjavik, per arrivare al passaggio dai laboratori di ricerca all'architettura urbana che implica necessariamente la costruzione di un discorso pubblico, ovvero la definizione di un'immagine pubblica condivisa che problematizza l'introduzione di una tecnologia per uso cittadino, dalla casa all'automobile. Le sperimentazioni nei tre casi presentano storie differenti: in Islanda il progetto parte ufficialmente nel 1999 a seguito di un discorso aperto fin dal 1978; in Danimarca nel 2006, con una sperimentazione avviata nell'isola di Samsø alla fine degli anni '90; in Italia nel 2003, senza antecedenti riconosciuti nel Mezzogiorno. Profondamente diverso è anche il grado di stabilizzazione delle FER a monte del processo di produzione dell'idrogeno che implica una diversa rappresentazione della tecnologia stessa, ad esempio in

Islanda e Danimarca a partire da una rappresentazione chiara delle tecnologie energetiche alternative, l'idrogeno è visto come *medium*, come modo per conservare l'energia prodotta da fonte rinnovabile, stoccarla ed utilizzarla successivamente; nel caso italiano attraverso una rappresentazione che spesso appare confusa, invece, si sottolineano determinati vantaggi, dal risparmio (energetico ed economico) all'ottenimento finanziamenti mirati e alle finalità ambientali attraverso la produzione di idrogeno senza specificare da quale specifica tecnologia questi vantaggi provengano (se dall'uso massiccio delle rinnovabili a monte o dall'utilizzo dell'idrogeno come "trasportatore" dell'energia prodotta a valle). Anche le modalità di realizzazione dei progetti pilota si differenziano sia per il ruolo dell'esperto tecnico-scientifico sia per il supporto programmatico richiesto al sistema politico e imprenditoriale.

Nel primo caso preso in esame, ovvero il progetto islandese ECTOS (*Gastrula tecnologica*- fase di dimostrazione primaria), l'avvio della fase sperimentale ha come attore fondamentale l'esperto tecnico-scientifico che apre la fase di problematizzazione, si fa promotore del progetto e diventa in seguito il portavoce dell'*actor network*, avvalendosi anche del supporto politico nella fase di "arruolamento" e di inclusione all'interno della rete di attori/attanti esterni, come la Daimler Chrysler - multinazionale produttrice di automobili - e ad altri portatori d'interesse sia a livello nazionale che internazionale, che ricoprono un ruolo di sostegno tecnico ed economico della sperimentazione. La comunicazione sia interna che esterna alla coalizione diventa perfettamente complementare alla tecnologia nella sua "materialità"³²² che diventa di fatto un *punto di passaggio obbligato*; è, infatti, la tecnologia che arriva a comunicare se stessa attraverso il suo inserimento all'interno del contesto urbano – con la messa in funzione della *Hydrogen Fuel Station* e degli autobus alimentati ad idrogeno che percorrono quotidianamente le strade della capitale. In questo caso di studio la rappresentazione della tecnologia viene condivisa ed è rappresentata dalla possibilità di raggiungere la completa **indipendenza**, anche e non solo energetica, che rappresenta la chiave di lettura fondamentale (il cardine interpretativo) dell'artefatto tecnologico. Di non trascurabile importanza, inoltre,

³²² Tecnologia diventata materialmente reale, in potenza e limiti, e dunque come dimostrazione pratica a prescindere dalla differente interpretazione (ed anche rappresentazione) della tecnologia da parte degli attori.

appare essere la volontà non solo di creare i presupposti per la disseminazione dei risultati della sperimentazione ad altri eventuali portatori di interesse³²³, ma anche e soprattutto di verificare le basi per la creazione di un mercato globale di idrogeno verde commerciale che andrebbe a sostituire nel lungo periodo la fonte petrolifera. I problemi di scetticismo e di resistenza affrontati nel corso del tempo diventano, nella fase di sperimentazione pratica, problemi di tipo tecnico da affrontare a seconda del ruolo che ogni singolo attore/attante gioca all'interno della coalizione agente.

La partecipazione allargata al processo decisionale non è contemplata essenzialmente perché la pianificazione energetica è parte integrante dell'agenda politica nazionale, anche se all'interno del progetto sono stati portati avanti processi consultivi dei residenti (*no technical issues*) in determinati momenti progettuali (in particolare per l'istallazione della *hydrogen fuel station*) al fine di evitare resistenze e contestazioni da un lato e di testare l'accettabilità sociale della tecnologia dall'altro. L'ottica di cambiamento energetico (di tipo "*large*"³²⁴) che accompagna il progetto islandese contempla essenzialmente la sostituzione del petrolio (come combustibile dominante nel settore dei trasporti) con una forma energetica prodotta localmente ed ambientalmente sostenibile, l'idrogeno verde appunto, che viene investita di un significato politico forte tradotto in un concetto di indipendenza che va ben oltre l'autosufficienza energetica.

I casi di studio successivi al progetto islandese, che abbiamo definito come passaggi "meno evoluti" in un processo di cambiamento in corso, si fondano su una visione di cambiamento sicuramente radicale (di tipo *hard*) che tende a mettere in discussione non solo il sistema energetico dominante basato sui combustibili fossili, ma anche la centralizzazione della produzione e della gestione a favore di forme di produzione e gestione dell'energia distribuite e locali. Il piano della comunicazione della tecnologia assume una connotazione d'importanza fondamentale al fine di creare da un lato i presupposti per la costruzione del discorso pubblico che a sua volta definisca una coscienza all'esterno del sistema (attraverso la definizione di un'immagine della

³²³ Si passa ad uno stadio successivo della comunicazione attraverso lo spostamento dall'interno, dello Stato Nazione di riferimento, all'esterno attraverso risultati empirici diffusamente replicabili.

³²⁴ Che identifichiamo come una sottocategoria del modello energetico rinnovabile con ottica di cambiamento *hard*, anche in virtù delle fonti energetiche rinnovabili contemplate, radicate e diffuse nel territorio, a vocazione centralizzata (idroelettrico e geotermia).

tecnologia) e dall'altro per includere all'interno della coalizione agente la politica, come uno degli attori fondamentali nella definizione di un piano strategico a lungo respiro³²⁵.

Nel progetto danese H₂pia (*Blastula tecnologica* o fase di dimostrazione secondaria), la problematizzazione parte da un singolo attore che si fa promotore di un'idea, ma il progetto viene definito, favorito e sostenuto dall'intera "rete eterogenea di attori", che rappresenta la coalizione agente; l'esperto tecnico-scientifico assume essenzialmente il ruolo di comunicare all'esterno la tecnologia e l'obiettivo "comune" è rappresentato dalla riproduzione della "visione" condivisa di città e di cambiamento attraverso l'utilizzo della tecnologia idrogeno, che diventa un *punto di passaggio obbligato*. L'immagine della "visione" viene resa immediatamente disponibile attraverso forme di comunicazione multimediali soprattutto come visione di "libertà" - che rappresenta il cardine interpretativo fondamentale nella definizione dell'immagine - e la tecnologia viene resa disponibile nella sua materialità attraverso l'opera della struttura dell'HIRC (*Hydrogen Innovation Research Center*) finalizzata anche, in aree specifiche dedicate, alla dimostrazione in tempo reale della produzione di idrogeno attraverso l'elettrolisi dell'acqua, e la messa su strada di veicoli sperimentali dotati di celle a combustibile ed alimentati ad idrogeno: gli *H₂Trucks*, che si muovono all'interno dell'area pedonale di Herning.

Nonostante i tentativi di rendere immediatamente disponibile l'immagine della tecnologia il progetto incontra le medesime difficoltà incontrate dal promotore del progetto islandese nella primissima fase della problematizzazione (dal 1978 al 1990): scetticismo, resistenza e difficoltà nel reperire finanziamenti per la sperimentazione di una tecnologia estremamente poco economica allo stato attuale, ma anche "resistenze mentali" alla visione del cambiamento che promuove la messa in discussione un sistema fortemente strutturato e radicato puntando sulla possibilità di creare le basi per un sistema di produzione distribuita e gestione decentrata dell'energia, in cui l'utente/consumatore diventa produttore responsabile della propria energia. A partire

³²⁵ Vogliamo in questo contesto utilizzare in maniera consapevole e propositiva la definizione di Politica che si attribuisce al filosofo ateniese Aristotele, come l'arte di gestire risorse scarse per il bene di tutti attraverso la determinazione di uno spazio pubblico al quale tutti i cittadini partecipano (si veda "La Politica" di Aristotele libro IV) distinguendolo dal concetto di politica pubblica.

dalle difficoltà l'obiettivo viene perseguito, attraverso il ridimensionamento del progetto, ossia la costruzione di una singola "casa" ad idrogeno (*H₂pia Icon*) che dimostri materialmente (e comunichi all'esterno) la fattibilità concreta della "*visione H₂pia*" ed invogli nel contempo l'inclusione volontaria di attori economici privati all'interno della rete. Il supporto politico viene visto non solo come fonte di finanziamento e di supporto economico (condizione necessaria), ma anche come determinazione strategica della tensione ad un cambiamento radicale in termini di produzione e gestione diretta dell'energia prodotta e "conservata" nel vettore idrogeno. L'idrogeno-verde diventa una "*scatola nera retorica*" letta in termini di libertà e di responsabilità in cui i problemi strettamente tecnici vengono rimandati ad un momento successivo; così come ad un momento successivo è rimandato il coinvolgimento allargato della cittadinanza, previsto sempre in termini di libera scelta. Il processo di traduzione della tecnologia va ben oltre la problematizzazione e di interessamento cercando di creare i presupposti per una fase concreta di arruolamento all'interno della coalizione agente di partenza di altri attori (in particolare attori economici portatori di interessi).

Il terzo caso di studio, il progetto PEAC.net di Soveria Mannelli (lo *Zigote tecnologico* o stadio della retorica) rappresenta, dal nostro punto di vista, l'oggetto di studio più difficile e controverso. Se da un lato la coalizione agente si presenta come un'associazione eterogenea di attori pubblici e privati che allineano i propri interessi in un progetto di totale autonomizzazione della comunità dalle fonti d'origine fossile, con un'ottica formale di cambiamento energetico di tipo hard, dall'altro questo allineamento sconta la non attivazione di una fase di problematizzazione concreta della tecnologia che si intende portare avanti.

Il "processo progettuale" prende le sue mosse dall'incontro tra due giovani progettisti impegnati in programmi di riqualificazione urbana ed un amministratore pubblico locale interessato a portare avanti politiche di innovazione tecnologica all'interno della propria comunità. Questa associazione scaturisce nella presentazione al pubblico di un progetto che implica l'utilizzo delle nuove fonti energetiche rinnovabili anche per la produzione di idrogeno come vettore energetico (e l'inizio di un processo di produzione e gestione locale sostenibile dell'energia contemplando

fin dal suo incipit un'inclusione reale dei residenti). Fino a questo punto il progetto calabrese appare del tutto simile agli altri due casi di studio oggetto della ricerca, così come simili sono le resistenze, in termini di scetticismo e di incredulità, incontrate; con una differenza sostanziale, queste provengono essenzialmente dall'interno della comunità (cittadini e nuovi consiglieri comunali) piuttosto che dall'esterno (mondo accademico e scientifico) che vi guarda, immediatamente dopo la presentazione, in maniera interessata³²⁶. Anche i ruoli attribuiti all'interno della coalizione agente risultano completamente differenti rispetto ai casi internazionali, l'esperto tecnico-scientifico, che negli altri due casi apriva il processo di comunicazione della tecnologia all'esterno della coalizione agente facendosi portavoce, nel caso italiano demanda completamente questo incarico all'amministrazione locale, che lo risolve nei fatti in un processo informativo, quasi estemporaneo, che non riesce in ogni caso ad aprire una fase di problematizzazione reale all'interno della comunità. La stessa rappresentazione della tecnologia appare controversa e mai completamente condivisa all'interno dell'*actor network*, così come problematica è la decisione di chi includere in fase progettuale e di sperimentazione, se non attraverso dichiarazioni pro forma, che non tengono conto del contesto in cui una specifica tecnologia e le ottiche di cambiamento ad essa sottese si inseriscono, i cittadini.

La tecnologia viene definita essenzialmente un'innovazione³²⁷, "un'idea innovativa da sfruttare" per raggiungere un determinato fine (visibilità, finanziamento) da una parte della coalizione agente, una provocazione per cominciare a discutere di un possibile cambiamento basato sull'autosufficienza energetica dall'altra parte, senza raggiungere essenzialmente una definizione comune da trasmettere all'esterno per attivare un discorso pubblico che implichi anche una concreta partecipazione.

Una strategia di comunicazione retorica³²⁸ della tecnologia che trascende dalla tecnologia nei suoi limiti materiali (la materialità tecnologica)³²⁹ e che per questo rimane nella dimensione del continuo movimento, dell'astrazione e dell'ideale

³²⁶ C'è poi da rilevare che il progetto, rispetto agli altri due, parte in un contesto nazionale in cui, nonostante le dichiarazioni di principio, le tecnologie energetiche alternative sono al centro di una forte controversia e sono tutt'altro che stabilizzate (nell'accezione propria dei teorici della sociologia della scienza), nonostante i numerosi laboratori sperimentali attivati su tutto il territorio nazionale.

³²⁷ In un'accezione estremamente astratta e idealmente positiva.

³²⁸ Che assume in taluni casi la dimensione della propaganda politica.

³²⁹ Molti continuano a definire l'idrogeno come fonte energetica rinnovabile.

trasformazione. La tecnologia non viene per nulla investita di un contenuto politico forte, come accadeva negli altri due casi, anzi rimane sempre nella dimensione della sperimentazione auspicabile per dare ed ottenere visibilità. Di rimando l'inclusione e la partecipazione allargata al progetto viene continuamente ridefinita e negoziata senza la certezza di chi rappresenti concretamente un portatore di interessi e debba dunque mobilitarsi.

Il processo di traduzione della tecnologia rimane, in definitiva, fermo alla fase di problematizzazione e non riesce ad attivare fasi di interessamento, di arruolamento e di mobilitazione (e dunque partecipazione) fattuale per la messa in pratica del progetto.

La scelta di osservare un processo *in fieri* a partire da casi differenti ed eterogenei se da un lato ha comportato grandi difficoltà nell'analisi dall'altro ci ha permesso di guardare al processo (ed a tutte le sue contraddizioni) dall'interno e di identificare similitudini e differenze. Nella definizione stessa di processo in embrione, sviluppato attraverso una metafora biologica, ci ha permesso di individuare la stretta correlazione (normalizzata e normalizzante) tra il sistema tecnico-scientifico ed il sistema politico (identificato nella duplice dimensione di *politics* e di *policy*), esplicitata attraverso quello che abbiamo definito *circuito comunicativo* finalizzato anche alla legittimazione di decisioni politiche (ed anche di non-decisioni che rappresentano una strategia politica precisa) a proposito di un sentiero di mutamento tecnologico che ha un impatto sull'ambiente e sul sistema sociale.

Tutti e tre i nostri casi di studio rappresentano in maniera differente una rottura di paradigma, un salto tecnologico, che mette in discussione (o potrebbe farlo) l'equilibrio di un sistema energetico basato sulle caratteristiche delle fonti fossili³³⁰, proponendo un cambiamento (*hard o al minimo large*) basato sulla conversione diretta locale dell'energia ed incontrando nel contempo resistenze mentali e materiali.

Il piano della comunicazione della tecnologia, fondamentale per la costruzione di un discorso pubblico che definisca una coscienza all'esterno del sistema tecnico-scientifico,

³³⁰ Centralizzazione, concentrazione della gestione dell'energia nelle mani di pochi.

appare essere di fondamentale importanza al fine di includere all'interno della coalizione agente uno degli attori fondamentali nella definizione di un piano strategico a lungo respiro, la Politica, intesa non soltanto come appoggio finanziario (condizione necessaria ma non sufficiente affinché un progetto decolli), ma rappresenta soprattutto l'espressione strategica (in termini di pianificazione territoriale ed energetica) di una tendenza e di una tensione verso determinate scelte che implicano modelli (e tecnologie) di cambiamento non solo energetico (Islanda e Danimarca rappresentano in questi termini un esempio tipico³³¹).

È da questo punto di vista che il titolo scelto per la nostra indagine e la riflessione che l'ha accompagnata si condensano nell'espressione "Energia Politica".

³³¹ Si rimanda per un approfondimento al paragrafo 5.1: "Politiche Pubbliche energetico/ambientali nazionali[...]" del presente lavoro.

"[...] Acqua scomposta nei suoi elementi primitivi – dice Harding – scomposta senza alcun dubbio, dalla corrente elettrica, che sarà in futuro una forza potente e manovrabile, poiché tutte le grandi scoperte, per qualche legge inesplicabile, sembrano prendere forma e completarsi simultaneamente. Sì cari amici, credo che un giorno si utilizzerà l'acqua come carburante, e che l'idrogeno e l'ossigeno che la costituiscono, usati singolarmente o combinati, forniranno una fonte inesauribile di calore e luce, di una intensità di cui il carbone non è capace [...]. Fin tanto che la Terra sarà popolata, essa sarà in grado di fornire ciò di cui hanno bisogno i suoi abitanti e non mancherà luce o calore [...]. Ritengo, quindi, che quando si esauriranno i depositi di carbone ci riscaldremo con l'acqua. L'acqua sarà il carbone del futuro".

(Verne, J., (1996); 236)

Appendice. L'Energy Carrier del futuro: la "formula tecnologica H₂" come possibile risposta

Alla conferenza su "Economia e idrogeno; un ponte verso l'energia sostenibile", tenutasi a Bruxelles il 16 e il 17 Giugno 2003, Spencer Abrahams, Ministro per l'Energia statunitense, e Romano Prodi, presidente della Commissione Europea, hanno annunciato l'inizio di una collaborazione tra Unione Europea e USA nella ricerca per la produzione di idrogeno per fini energetici. Le strade che si intendono percorrere per il raggiungimento del medesimo fine sono, però, opposte; infatti, mentre gli Stati Uniti proveranno a produrre idrogeno a partire da combustibili fossili, e dunque attraverso carbone e metano, l'Europa conta di utilizzare per lo stesso scopo fonti energetiche rinnovabili (sole, vento e biomassa) in modo efficiente ed economico.

Secondo l'economista americano Jeremy Rifkin (2002), l'avvento di un'"economia a idrogeno", insieme al potere informativo e comunicativo di internet, permetterà una democratizzazione del potere e una distribuzione più equa delle risorse disponibili. Storicamente, sostiene Rifkin, tutte le più grandi rivoluzioni si sono accompagnate ad importanti cambiamenti a livello sia politico sia culturale e sono state alimentate da innovazioni nel regime energetico e nei sistemi di comunicazione. Basti pensare, per esempio, all'invenzione della stampa, della macchina a vapore, del motore a scoppio insieme ai sistemi di comunicazione basati sull'elettricità (telegrafo e telefono), che grande spinta hanno dato all'avvento della rivoluzione industriale, al capitalismo, al passaggio dal regime monarchico alle repubbliche basate su una carta costituzionale, all'avvento di quella che potremmo definire la società dei consumi di massa. A partire dal XX secolo, infatti, c'è stato il progressivo, ma vorticoso, passaggio da un'economia basata sulla parsimonia ad una economia del consumo, anche attraverso politiche di marketing basate

sull'induzione di nuovi bisogni al fine di aumentare la produzione di beni. Questo fenomeno ha aumentato sempre di più il gap esistente tra ricchi e poveri. Il potere socio-economico è detenuto da chi dispone di energia, dai proprietari delle risorse necessarie alla produzione dell'energia, che per inciso non sono inesauribili e perciò sempre più costose.

Le fonti energetiche rinnovabili utilizzate per la produzione di idrogeno, secondo la visione di Rifkin, sono alla portata di tutti e perciò una grande opportunità in tal senso, l'accesso all'energia potrebbe permettere a qualunque paese, utilizzando le opportune conoscenze tecnologiche, di disporre del proprio futuro. Una simile rivoluzione implica, però, una consapevolezza enorme ed un forte cambiamento culturale proveniente dal "basso"; infatti, il passaggio dal consumismo senza freni alla parsimonia, all'uso razionale delle risorse e il cambiamento da un atteggiamento prettamente concorrenziale ad una logica solidale non possono essere imposti dall'alto, occorre un cambiamento di rotta dei consumatori. La scelta di produrre idrogeno attraverso fonti rinnovabili rappresenta un passaggio fondamentale per chi vuole raggiungere un cambiamento, limitando l'impatto ambientale e l'impiego di fonti non rinnovabili principali imputate dell'inquinamento. L'idrogeno, però, quale forma energetica duttile può anche essere prodotto a partire dall'utilizzo dei combustibili fossili, non solo utilizzati nelle tradizionali centrali termoelettriche, ma anche attraverso forme di scissione dell'idrogeno in essi contenuti; ciò significherebbe, però, non risolvere affatto il problema dell'esaurimento e della salvaguardia delle risorse e per di più non ci sarebbe alcun miglioramento a livello di impatto ambientale e di emissione di gas climalteranti visto che in ciascuna di queste fonti è presente una grande quantità di molecole di carbonio.

L'idrogeno è, come l'elettricità, un *Energy Carrier* (un vettore energetico), ossia un trasportatore di energia, una forma energetica secondaria che necessita di una fonte primaria per essere prodotto, ma ha una valenza energetica pari a tre volte il potere calorifero dei derivati del petrolio; è una forma energetica pulita da cui si ottiene, come scarto, soltanto vapore acqueo e si può ottenere, principalmente, attraverso due direttrici: termica e biologica (che include la gassificazione delle biomasse, le celle foto elettrochimiche, la termolisi e molti altri impieghi dell'energia solare). Utilizzare fonti rinnovabili per la produzione di grandi quantità d'idrogeno significherebbe da un lato "accumulare" energia primaria rinnovabile e pulita attraverso un vettore "pulito" per poterlo utilizzare più in là nel tempo; e dall'altro lato preservare e sganciare la questione

energetica da fonti fossili con un evidente beneficio anche e soprattutto in termini di impatto ambientale e di limitatezza delle risorse.

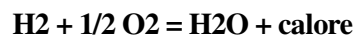
Il problema principale è che se da un lato le potenzialità dell'idrogeno come vettore energetico sono conosciute e già ampiamente sperimentate, produrlo ha dei costi altissimi³³², e soprattutto alcuni ritengono che sia più economico utilizzare l'elettricità prodotta dalle fonti energetiche rinnovabili direttamente o rivendendola alla rete nazionale piuttosto che utilizzarla per la produzione di idrogeno.

Nel paragrafo che segue si illustreranno sinteticamente alcuni modi per ricavare l'idrogeno in particolare l'elettrolisi dell'acqua.

Come si "produce" l'idrogeno.

Uno dei problemi che si affrontano rispetto all'uso dell'idrogeno è la sua "produzione"; (anche se sarebbe più corretto utilizzare il termine "estrazione"); esso, infatti, pur essendo diffusissimo in natura per poter essere utilizzato come forma energetica deve essere ottenuto attraverso la scissione dell'acqua o dagli idrocarburi, a partire da fonti energetiche endogene (sia fossili che rinnovabili); esso, inoltre, si può produrre anche nelle centrali nucleari, in special modo nei reattori di tipo HTGR (reattore a gas ad alta temperatura) o in quelli, progettati da Carlo Rubbia, che utilizzano un sistema ibrido reattore-acceleratore.

L'idrogeno è un *Energy Carrier*, ossia un vettore energetico, come tale esso è in grado di soddisfare diversi requisiti: non solo è potenzialmente inesauribile, in quanto si può ricavare dall'acqua e dal gas naturale, ma è anche non inquinante, perché la sua combustione produce acqua e quantità limitate di ossidi di azoto. È un gas che "brucia" all'interno della cella a combustibile attraverso una reazione chimica semplice: idrogeno più ossigeno uguale acqua e calore (l'unico prodotto della reazione è, dunque, acqua pura).



Pur essendo diffusissimo non si trova in natura mai nella sua forma semplice, ma sempre in un composto (come per esempio l'acqua) i cui legamenti per essere "sciolti" (scissi) hanno bisogno di una scarica elettrica che va a sua volta prodotta da una fonte primaria. La purezza del gas di risulta dal processo elettrolitico non viene sostanzialmente "intaccata" dalla fonte primaria, che per questo può essere di origine fossile, rinnovabile ma anche fissile; può essere distribuito in rete abbastanza agevolmente e compatibilmente

³³² Se non si tiene conto che il prezzo del petrolio tende ad un costante rialzo.

sia con gli usi finali, sia con lo sviluppo delle tecnologie di trasporto e di stoccaggio; può essere impiegato in diverse applicazioni (produzione di energia elettrica centralizzata o distribuita, generazione di calore, trazione) con un impatto locale nullo o estremamente ridotto³³³. Sono indubbi i vantaggi energetici e soprattutto ambientali derivanti da un eventuale utilizzo su larga scala dell'idrogeno nelle "celle a combustibile", o *Fuel Cells*, che permettono la trasformazione diretta dell'energia chimica contenuta nel gas in energia elettrica. A fronte di questi vantaggi, l'idrogeno presenta alcuni problemi che, unitamente al costo di produzione ancora elevato, ne hanno finora impedito l'applicazione: è esplosivo, facilmente infiammabile ed estremamente volatile.

Elettrolisi

L'elettrolisi è il metodo più pulito e semplice per la produzione d'idrogeno, anche se incontra notevoli ostacoli per la quantità limitata d'idrogeno prodotta e per i costi, ancora troppo elevati, dovuti all'impiego d'energia elettrica³³⁴; avviene, infatti, attraverso la scissione dell'acqua nei suoi elementi costituenti, idrogeno ed ossigeno, tramite una scarica elettrica che permette di sciogliere i legami molecolari.

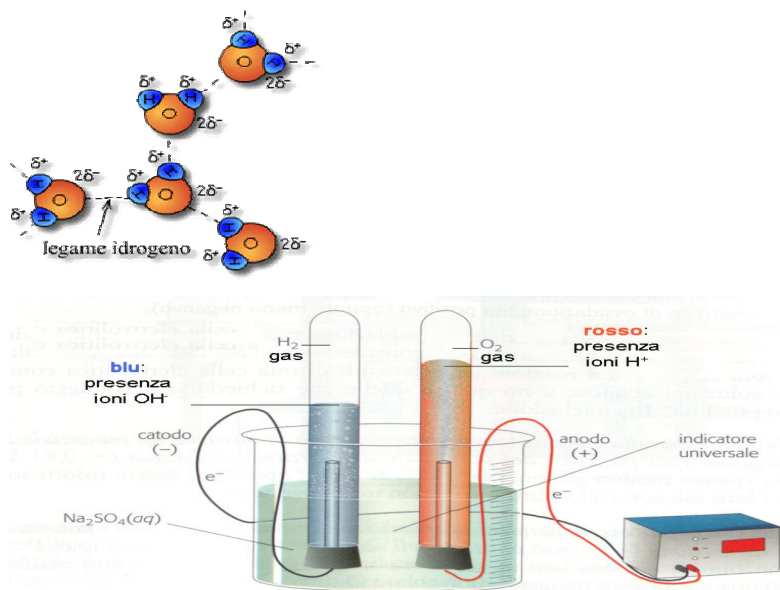


Fig 1 - Elettrolisi dell'acqua: l'acqua viene decomposta nei suoi elementi costituenti, l'idrogeno e l'ossigeno (la presenza del sale Na₂SO₄ disciolto serve ad aumentare la conducibilità della soluzione acquosa). Al polo negativo si avrà la

³³³ ENEA, *Idrogeno Energia del Futuro*, 2003.

³³⁴ Solo il 4% della produzione mondiale d'idrogeno, adesso, avviene per elettrolisi dell'acqua e solo per soddisfare richieste limitate d'idrogeno estremamente puro.

riduzione (catodo) dell'acqua con formazione dell'H₂ gassoso, mentre al polo positivo l'ossidazione (anodo) con formazione dell'O₂ gassoso. Il volume dell'idrogeno risulta il doppio di quello dell'ossigeno.

Due elettrodi vengono immersi in acqua resa più conduttiva dall'aggiunta di un elettrolito; il passaggio dell'elettricità richiama gli atomi di idrogeno verso il catodo (l'elettrodo a carica negativa) e gli atomi di ossigeno verso l'anodo (a carica positiva).

La reazione avviene tra una molecola d'acqua attraversata da una scarica di energia elettrica, così si liberano due molecole di idrogeno (purissimo) e mezza molecola di ossigeno:



La reazione d'elettrolisi è esattamente inversa a quella che avviene nelle celle a combustibile, pertanto l'intera filiera (produzione/consumo) è sostenibile dal punto di vista ambientale a patto che sia disponibile una corrispondente quantità di energia elettrica pulita in grado di alimentare il processo di elettrolitico³³⁵.

Gli impianti elettrolitici esistono in molti paesi. Sono sufficienti un serbatoio, un trasformatore, condotte per aspirare l'idrogeno e l'ossigeno dalla cella elettrolitica e il necessario per asciugare i gas dopo la separazione dall'elettrolito (Hoffman, 2001), ma soltanto il 4% dell'idrogeno prodotto annualmente nel mondo deriva da questo processo, a causa del costo dell'elettricità, che arriva ad essere tre quattro volte superiore rispetto al costo del metano usato nei processi di *reforming* del gas naturale³³⁶. Proprio per questo si è stati portati a credere che il processo elettrolitico fosse inefficiente ed antieconomico. In realtà il problema sta a monte; infatti, è il costo dell'elettricità erogata dalle grandi centrali a renderlo non conveniente.

Steam Reforming

Anche se sono tuttora allo studio metodi alternativi all'energia elettrica ed all'elettrolisi per produrre idrogeno, come ad esempio la fotoconversione, che mira all'uso diretto dell'energia solare senza passare attraverso la produzione separata di elettricità, attraverso due classificazioni principali: il foto-biologico ed il foto-elettrochimico. Attualmente il principale metodo di produzione dell'idrogeno³³⁷ è lo "*steam reforming*",

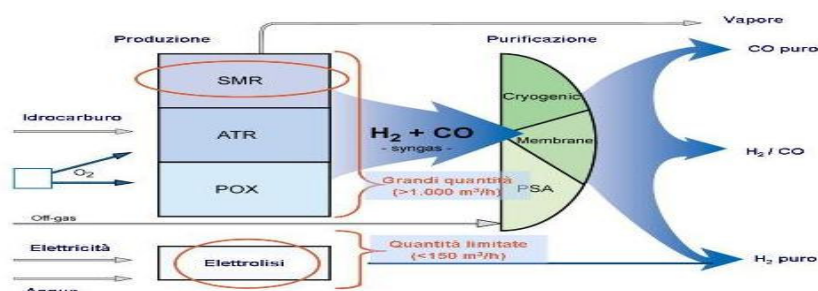
³³⁵ ENEA, *Idrogeno Energia del Futuro*, 2003, pag. 9.

³³⁶ C.E.G. Padro e V. Putsche, *Survey of the Economics of Hydrogen Technologies*, relazione tecnica, Golden (CO), National Renewable Energy Laboratory, Settembre 1999.

³³⁷ Il 60-70% dell'idrogeno mondiale è prodotto attraverso questo procedimento.

che consiste nella reazione, in presenza di un catalizzatore, ad alte temperature (700-800 gradi centigradi) di idrocarburi come il metano con vapore d'acqua³³⁸ (*Steam Methan Reforming*); è il processo più economicamente vantaggioso per produzioni elevate, dell'ordine di centinaia di Nm³/h³³⁹. Nonostante sia un processo altamente commercializzato, porta con se alcuni problemi. Utilizzando gas naturale non si riduce la dipendenza da combustibili fossili e, poiché uno dei sottoprodotti è l'anidride carbonica, lo *steam reforming* contribuisce all'impronta della CO₂ nell'atmosfera³⁴⁰. Un'altra tecnica che permette la produzione dell'idrogeno da combustibile fossile è rappresentata dalla gassificazione del carbone (SMR), che consiste fondamentalmente nella trasformazione di un combustibile solido in una forma energetica allo stato gassoso, da utilizzare per fini commerciali o per l'autotrazione. Questa tecnica di "produzione/estrazione"³⁴¹ è competitiva solo dove il costo del metano è più elevato rispetto al prezzo del carbone (prevalentemente in Cina e in Sud Africa in cui il carbone abbonda ed è poco costoso).

Fig. 3: Esempio schematico dei diversi processi di produzione dell'idrogeno³⁴²



FONTE: www.airliquide.it/.../ciclo_produttivo14001.jpg³⁴³

³³⁸ $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2$ la reazione chimica che si scatena produce monossido di carbonio che fatto reagire con l'acqua (water gas shift) produce anidride carbonica ed ulteriore idrogeno, che viene tecnicamente chiamato (*syngas*): $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$. Il rendimento energetico del processo assicurato si aggira intorno al 50/70%.

³³⁹ *Normal metri cubi orari*, ossia metri cubi a temperatura e pressione ambiente prodotti ogni ora.

³⁴⁰ Va sottolineato, inoltre, che l'idrogeno derivante dal *reforming* del gas naturale va in seguito purificato per evitare perdite di rendimento.

³⁴¹ Le reazioni chimiche finalizzate all'estrazione dell'idrogeno sono: $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$, immettendo altro vapore acqueo con una temperatura di 500 gradi ed un catalizzatore a base di ossidi di ferro si può ottenere altro idrogeno anche dall'ossido di carbonio (CO) derivato dalla prima reazione, $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$.

³⁴² Per ottenere **grandi volumi** di H₂ (>1.000 m³/ora) si utilizzano comunemente reazioni che coinvolgono idrocarburi (ad esempio lo steam reforming o SMR). Tali reazioni avvengono in impianti di notevoli dimensioni, e il flusso di idrogeno prodotto deve normalmente passare attraverso uno step successivo di purificazione, per raggiungere gli elevati valori di purezza richiesti dalle applicazioni industriali. L'elettrolisi invece viene spesso associata per produrre **piccoli volumi** di H₂ (<150-200 m³/ora) in impianti di piccole dimensioni, flessibili ed installabili anche presso lo stabilimento dell'utente

Fototermolisi

Una tecnica per la produzione di idrogeno che sta suscitando molto interesse, nonostante sia ancora in fase di studio, è la fotolisi. Questa tecnica, sviluppata alla *Penn State University*, ad opera del professor Craig A. Grimes, è capace di spezzare le molecole d'acqua nei suoi due componenti, idrogeno e ossigeno, e raccogliere i prodotti separatamente utilizzando composti di titanio e rame, materiali comunemente disponibili e pertanto poco costosi. Grimes e il suo team producono l'idrogeno utilizzando due differenti gruppi di nanotubi (nanotubi di porfirine) all'interno di un diodo fotoelettrochimico e resistente alla foto-corrosione. La luce solare incidente, nei diodi, genera una corrente elettrica di circa 0,25 milliampere per centimetro quadrato, con un'efficienza di conversione dello 0,3%³⁴⁴. Il diodo a giunzione p-n realizzato dalla Penn State è realizzato da nanotubi di diossido di titanio (donatore di elettroni) e di ossido rameoso in miscela con il primo composto (accettore di elettroni). Il titanio è in grado di assorbire la porzione degli ultravioletti tra i 300 e i 400 nm, mentre la miscela rame-titanio funziona su tutto lo spettro della luce visibile. Il loro funzionamento è simile a quello delle foglie: anche se non con la stessa efficienza, infatti, essi convertono l'energia solare in elettricità che successivamente spezza le molecole d'acqua. *“Questi dispositivi sono poco costosi e dal momento possiedono un'elevata fotostabilità sono in grado di durare per anni”* riferisce Grimes. La ricerca sta attualmente lavorando su un processo di elettrodeposizione del nano materiale che renderà l'intero metodo di fabbricazione molto più rapido e con un ulteriore taglio dei costi associati.³⁴⁵ Produrre idrogeno, ovviamente, non è l'unico problema che si è costretti ad affrontare; infatti, una volta prodotto e stoccato bisogna utilizzare il gas, e quindi trasformare la sua energia chimica (ad alta concentrazione) in elettricità e calore. La tecnologia più promettente da questo punto di vista è la cella a combustibile (*o fuel cell*)

Le celle a combustibile

³⁴³ <http://www.airliquide.it/it/prodotti-e-servizi/idrogeno/l-idrogeno-e.html>

³⁴⁴ Una percentuale sicuramente molto bassa ma che, secondo il capo progetto, costituisce solo il primo passo e che può essere facilmente ottimizzata. (FONTE: www.rinnovabili.it).

³⁴⁵ <http://www.rinnovabili.it/fotolisi-la-produzione-dell-idrogeno-diventa-ecologica-701530>.

Una cella a combustibile è tecnicamente un dispositivo elettrochimico che converte direttamente l'energia di un combustibile in elettricità e calore senza passare attraverso cicli termici e, quindi, senza risentire delle limitazioni imposte a questi ultimi dalla termodinamica. In sostanza, funziona in modo analogo ad una batteria, poiché produce energia elettrica attraverso un processo elettrochimico; a differenza della batteria, tuttavia, consuma sostanze provenienti dall'esterno ed è quindi in grado di funzionare senza interruzioni, finché al sistema è fornito combustibile ed ossidante.

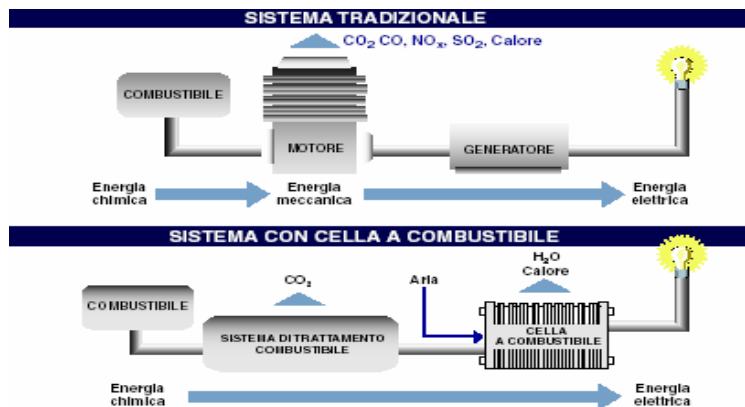


Fig 2: Confronto sistema tradizionale e sistema con cella a combustibile.

I meccanismi di funzionamento principali di una cella a combustibile sono assicurati dalla presenza di due elettrodi, anodo e catodo, dove avvengono le reazioni chimiche che presiedono all'ossidazione controllata del combustibile, da un elettrolita che svolge funzione di trasporto degli ioni dall'anodo al catodo e da sistemi che assicurano l'inserimento dei gas di processo e di prelievo della corrente elettrica. Per fare un esempio più immediato possiamo dire che all'interno di una cella a combustibile l'idrogeno entra e la membrana centrale (se parliamo di una cella a combustibile del tipo PEM, *Proton Exchange Membrane*) trattiene gli elettroni e fa passare i protoni della molecola di idrogeno; gli elettroni vanno ad alimentare la rete elettrica e tornano poi a valle della membrana per ricombinarsi con i protoni e con l'ossigeno contenuto nell'aria formando nella reazione come uno gas di risulta vapore acqueo. Nella reazione, ovviamente, la cella si scalda per cui è necessario un circuito di raffreddamento esterno in grado di produrre acqua che raggiunge anche gli 80 gradi centigradi (per le PEM). Le membrane vengono assemblate nei cosiddetti *stack* fino a raggiungere la potenza nominale desiderata.

Esistono diverse tipologie di celle a combustibile, ciascuna con rendimento e caratteristiche relative agli usi finali della cella a combustibile; in questa sede ci limiteremo ad elencarne alcune rimandando gli approfondimenti a maggiori competenze:

- celle alcaline (AFC);
- celle a membrana polimerica (PEM o PEFC);
- celle ad acido fosforico (PAFC);
- celle ad ossidi solidi (SOFC);
- celle a carbonati fusi (MCFC);
- celle a metanolo diretto (DMFC).

Le principali applicazioni di questa tecnologia sono riconducibili a tre ambiti: soluzioni stazionarie, per la generazione di energia elettrica in forma distribuita; trasporto, come potenziale sostituto del motore a combustione interna; applicazioni portatili, destinate all'utilizzo nell'elettronica di consumo o come alternativa ai generatori di continuità. C'è da rilevare, però, che le celle di combustibile sono per le aziende molto costose³⁴⁶, poiché la loro produzione non ha raggiunto ancora la soglia critica per sfruttare le economie di scala e ridurre così i costi unitari di produzione. In ogni modo, sono molte le aziende di nuova costituzione e anche le multinazionali che stanno entrando nel settore, cercando di spianare la strada per l'avvio di un'economia all'idrogeno. I principali vantaggi delle celle a combustibile sono:

1) **Rendimento:** Innanzitutto i rendimenti elettrici che, a seconda della filiera tecnologica e della configurazione di impianto prescelta, possono variare dal 40% al 65%. Il rendimento di una cella a combustibile non è limitato a quello di un ciclo di Carnot - che è il massimo rendimento ottenibile da un tradizionale motore a combustione - così le celle per autotrazione generano energia elettrica con un rendimento che arriva anche al 60% a potenza ridotta, in contrasto con il 20% dei motori a combustione interna (anche se alcuni motori diesel avanzati hanno raggiunto rendimenti del 30%);

³⁴⁶ La prima cella a combustibile fu realizzata nel 1839 dall'inglese William Grove, che la battezzò "pila voltaica a gas" gli esperimenti per il perfezionamento della tecnologia sono continuati per tutto l'800 ed il '900 (nonostante la difficoltà di reperimento dei materiali idonei), il nome *fuel cell* viene coniato nel 1889 dal Ludwig Mond e Charles Langer che svilupparono il primo meccanismo pratico che impiegava aria e gas ricavati dal carbone. Le prime membrane polimeriche furono sviluppate dalla General Electric nel 1960, ma uno sviluppo più consistente della tecnologia deriva da numerosi contratti di collaborazione con la NASA, interessata alle celle a combustibile per le missioni spaziali.

2) **Basso Impatto ambientale:** Uno dei punti di maggiore interesse è il ridotto impatto ambientale di tali tecnologie dovuto a bassissime emissioni inquinanti anche in assenza di specifici sistemi di controllo degli esausti e di conseguenza ridotte emissioni di anidride carbonica (nulle nel caso che il combustibile primario utilizzato sia l'idrogeno). Le celle a combustibile garantiscono inoltre, elevata affidabilità, minime emissioni acustiche e bassa manutenzione per l'assenza di importanti organi in movimento (ad esclusione dei sistemi di pompaggio e ricircolazione dei gas); questo è già verificato per le tecnologie commerciali (PAFC) per le quali esiste un'ampia casistica di esercizio;

3) **Flessibilità:** Un altro vantaggio è rappresentato dalla flessibilità delle celle rispetto al combustibile, alcune configurazioni possono, infatti, impiegare idrogeno, gas naturale, biogas, gas di discarica, gas da carbone, metanolo o altri combustibili fossili opportunamente trattati. Vi è, inoltre, la possibilità di modulare un'ampia gamma di potenze, il che facilita la realizzazione di diverse tipologie d'impianti capaci di soddisfare le esigenze dell'applicazione e della domanda attuale, con la possibilità adeguamento successivo alla crescita della domanda attraverso investimenti graduati nel tempo. Ciò sarà favorito, inoltre, dalla facilità nell'individuazione dei siti d'installazione, anche in zone densamente abitate e/o con ristretti vincoli ambientali;

4) **Continuità:** Altro fondamentale vantaggio, le celle a combustibile hanno la capacità di offrire alti rendimenti ed un'elevata "power quality" sotto il profilo della continuità, disponibilità, possibilità di regolazione locale della potenza attiva e reattiva, pronta risposta alle variazioni di carico, con difficoltà modeste nella fase di trattamento del combustibile.

Stoccaggio dell'idrogeno

Idrogeno gassoso

L'idrogeno in forma gassosa può essere immagazzinato in appositi contenitori a pressioni molto alte (nell'ordine di 20-25 MPa) attraverso compressori adeguati. Ciò, ovviamente, necessita di ulteriore energia e di costi aggiuntivi, anche perché oltre alla compressione l'idrogeno va mantenuto necessariamente a tali pressioni. Generalmente per contenere il gas vengono utilizzate bombole di grafite/fibra di carbonio ad alta pressione (Hyfiar, 2005; 52), che presentano la caratteristica di essere molto voluminose a fronte di un peso relativamente modesto. In alternativa allo stoccaggio in bombola il gas potrebbe

essere immagazzinato all'aperto oppure in "caverne". I costi di quest'ultimo metodo di stoccaggio variano a seconda che si utilizzino siti già disponibili (miniere saline o pozzi di gas svuotati) o ci sia la necessità di crearne nuovi (pozzi artificiali). La pericolosità è simile a quella del gas metano; l'idrogeno, infatti, al contatto con l'aria crea miscele esplosive facilmente infiammabili, anche se, a differenza del metano, l'idrogeno è più leggero e si disperde prima (riducendo così il rischio di concentrazione critica).

Vantaggi: il sistema di compressione è più semplice ed economico di altri sistemi di stoccaggio.

Svantaggi: c'è una minore densità di energia per unità di volume; aumentando la pressione del sistema di accumulo si migliora la densità energetica con la conseguenza, però, che aumenta anche la pericolosità del serbatoio.

Idrogeno liquido

I processi di liquefazione usano una combinazione di compressori, scambiatori di calore, motori di espansione e valvole a farfalla per ottenere il raffreddamento desiderato. Il processo di raffreddamento più semplice è il ciclo di Linde o il ciclo di espansione Joule-Thompson. L'idrogeno può essere liquefatto per la produzione stazionaria di energia ma anche per il rifornimento di veicoli, ma può anche essere immagazzinato ad una temperatura di -253 gradi centigradi.

Svantaggi: eventuale fuoriuscita dell'idrogeno liquido, notevole dispendio di energia dell'intero processo³⁴⁷, presenta costi operativi elevati.

Idruri metallici

L'idrogeno può essere assorbito da alcuni metalli e dalle loro leghe tramite la formazione di legami chimici deboli reversibili, la molecola dell'idrogeno si dissocia e gli atomi vanno a posizionarsi negli spazi interatomici del reticolo cristallino del metallo. Il caricamento di un idruro è un processo esotermico ed avviene aumentando la pressione del gas. Il processo di rilascio, invece, avviene a bassa pressione dopo un leggero riscaldamento.

³⁴⁷ Circa il 30% dell'energia dell'idrogeno è necessaria per il suo raffreddamento e sono necessarie particolari attrezzature per il mantenimento dello stato liquido, perché l'evaporazione del gas implicherebbe una perdita d'efficienza dell'intero sistema.

Vantaggi: bassa pressione di caricamento; elevata densità energetica, elevato livello di sicurezza.

Svantaggi: elevato peso del dispositivo di accumulo.

Esistono altri metodi per lo stoccaggio dell'idrogeno quali: l'utilizzo di liquidi intermedi (ciclo a cerchio aperto); liquidi intermedi reversibili (cicli a cerchio chiuso); microsfere di vetro; metodi basati sul carbonio (carbonio attivo, nano tubi di carbonio, nano fibre di carbonio). Nessuna tecnologia di accumulo è comunque più conveniente delle altre in assoluto e la scelta dipende dalla particolare applicazione del gas e dalla valutazione delle varie caratteristiche fisiche, tecnologiche, economiche e di sicurezza che le diverse soluzioni sono in grado di fornire.

Trasporto dell'idrogeno

Attualmente nella maggior parte dei casi l'idrogeno viene prodotto ed utilizzato direttamente nel luogo del suo utilizzo finale ma, a seconda se allo stato liquido o gassoso, può essere trasportato in cilindri ad alta pressione, autocisterne e gasdotti.

Allegato n. 1: La curva di Hubbert

La cosiddetta “curva di Hubbert” rappresenta l’andamento della Produzione/Estrazione di una risorsa minerale dal giacimento di riferimento; inizialmente, la curva fu proposta da Hubbert come modello puramente empirico e guarda alla produzione di una risorsa minerale come al risultato logico di come i fattori economici operano, quando si trovano ad avere a che fare con una risorsa fisicamente limitata, come per esempio una risorsa minerale non rinnovabile e non riciclabile. Date queste caratteristiche si osserva graficamente una “curva a campana” ed il picco di questa curva rappresenta il punto di massima produzione: di là dal quale la produzione comincia inesorabilmente a diminuire. Tale teoria non si applica soltanto a qualcosa che accadrà, o potrebbe accadere, nel futuro, ma rappresenta, piuttosto una descrizione di casi storici ben noti. Più di una volta è stato possibile, infatti, osservare sperimentalmente che la produzione di una risorsa esauribile segue una “curva a campana”. Il primo di questi casi, probabilmente è stato la produzione di olio di balena negli Stati Uniti nel diciannovesimo secolo. Hubbert stesso, negli anni '60, aveva previsto il picco degli Stati Uniti per il 1970 (anche se allora fu accusato di essere un folle visionario nonostante le sue previsioni risultarono essenzialmente esatte). In tempi più recenti, un picco è stato osservato per la produzione di petrolio nell’Unione Sovietica nel 1990 e un altro per la produzione di petrolio del mare del Nord nel 1999. Non sempre si osservano picchi netti e curve chiaramente “a campana”. In generale, si può dire che la curva di Hubbert si osserva quando l’estrazione della risorsa avviene in condizioni di libero mercato, anche se si possono osservare delle incongruenze nell’andamento regolare della curva dovuti ad esempio ad interventi governativi, formazione di monopoli, oligopoli o cartelli, oppure guerre e/o disastri naturali. Questo sembrerebbe il caso della produzione da parte dei paesi che aderiscono all’organizzazione dei paesi esportatori di petrolio (OPEC).

Possiamo distinguere diverse fasi del ciclo di Hubbert:

- *La prima fase: espansione rapida.* Inizialmente, la risorsa è abbondante e bastano modesti investimenti per estrarla. In questa fase, la crescita della produzione è esponenziale;

- *La seconda fase: inizio dell’esaurimento.* Le riserve “facili”, ovvero quelle meno costose, sono quelle estratte per prime. Con l’esaurimento delle risorse facili, comincia a essere necessario sfruttare risorse più difficili e questo richiede investimenti sempre più consistenti. La produzione continua a crescere, ma non più esponenzialmente come nella prima fase;

- *La terza fase: il picco e il declino.* A un certo punto, il graduale esaurimento rende talmente elevati gli investimenti necessari che non sono più sostenibili. La produzione raggiunge un massimo (il picco di Hubbert) e poi comincia a declinare;

- *La quarta fase: il declino finale.* In questa fase, normalmente non si fanno più investimenti significativi. La produzione continua, ma il declino procede fino a che non diventa talmente ridotta da cessare completamente. E' possibile simulare queste caratteristiche con vari modelli: empirici, stocastici oppure basati sulla dinamica dei sistemi. In ogni caso si ottengono curve a campana, anche se non necessariamente simmetrici.

La curva globale del petrolio. Quando prendiamo in considerazione la produzione di petrolio dobbiamo per prima cosa chiarire esattamente di cosa si parla. Non sempre gli esperti hanno in mente la stessa cosa ed esistono diversi tipi di risorse fossili dalle quali si possono estrarre combustibili liquidi. In primo luogo esiste il cosiddetto "petrolio convenzionale", ovvero quello che si estrae in forma di liquido poco viscoso dai pozzi. Abbiamo, poi, il "petrolio non convenzionale" che include diversi tipi come il greggio da "acque profonde" e il cosiddetto "olio pesante". Un'ulteriore aggiunta è quella dei gas condensabili. Si può anche prendere in considerazione il petrolio che si può estrarre dalle sabbie bituminose. Se poi consideriamo qualsiasi tipo di combustibile liquido, dovremmo prendere in considerazione anche la possibilità di ottenerlo dal gas naturale o dal carbone mediante vari tipi di trattamenti. Generalmente si prende in considerazione nelle stime sulla quantità delle riserve ancora disponibili solo il petrolio convenzionale, che, comunque, al momento rappresenta di gran lunga la frazione più abbondante della produzione, anche perché l'estrazione del petrolio non convenzionale ha costi troppo elevati; possiamo, in ogni caso, rilevare che sono molte le regioni del mondo hanno già raggiunto e superato il loro "picco petrolifero".

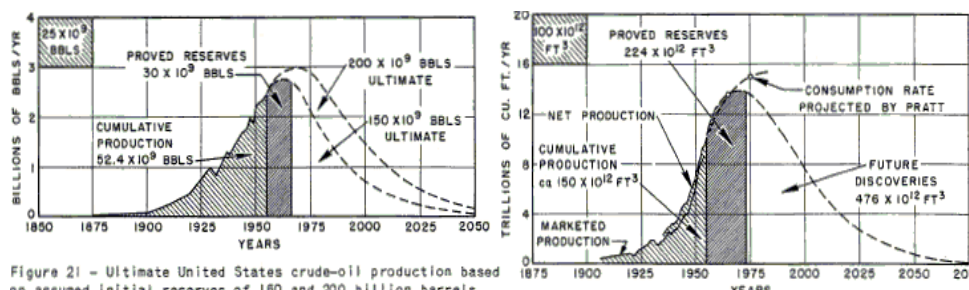


Figure 21 - Ultimate United States crude-oil production based on assumed initial reserves of 150 and 200 billion barrels.

King Hubbert

"Nuclear Energy and the Fossil Fuels" Presented before the Spring Meeting of the Southern District Division of Production, American Petroleum Institute, San Antonio, Texas, March 8, 1956. Publication No. 95. Houston: Shell Development Company, Exploration and Production Research Division, 1956.

<http://www.hubbertypeak.com/hubberty/Bibliography.htm>

Allegato n. 2: Effetti sull'atmosfera della combustione di fonti fossili.

Alla combustione delle fonti fossili si associa sempre l'immissione nell'atmosfera di anidride carbonica (CO₂) e di altro ossidi (N₂O per esempio), questi gas accumulandosi nell'atmosfera contribuiscono ad accentuare il fenomeno del cosiddetto "effetto serra", fenomeno al cui squilibrio si attribuisce l'eccessivo innalzamento della temperatura terrestre ed il conseguente cambiamento climatico. Un atomo di carbonio, per esempio, che è il principale costituente del carbone, reagendo con l'ossigeno presente nell'aria, genera anidride carbonica oltre che energia



Il benzene (C₆H₆) idrocarburo tipico tra i costituenti del petrolio, invece, durante la combustione con l'ossigeno una quantità molto superiore di CO₂:



Il clima e la temperatura della terra dipendono, infatti, dall'equilibrato bilanciamento tra energia solare incidente ed energia riflessa. I gas presenti nell'atmosfera, in particolare lo strato d'ozono, fungono da filtri per le radiazioni solari, che in parte arrivano sulla terra ed in parte si disperdono nei vari strati di cui l'atmosfera terrestre è costituita; una parte delle radiazioni solari che giungono sulla terra, poi, viene riflessa, sottoforma di vapore, dalle cosiddette "superfici riflettenti" (in particolare gli oceani). Proprio la capacità dell'atmosfera di trattenere il calore e l'energia riflessa genera l'effetto serra.

L'atmosfera terrestre è costituita per la maggior parte da azoto ed ossigeno, la quantità di vapore acqueo dipende dalle condizioni climatiche, mentre la concentrazione di anidride carbonica (CO₂) è presente nell'ordine di 360 parti per milione (ppm); gli altri gas sono presenti in concentrazioni ancora più ridotte. La comunità scientifica internazionale è ormai quasi tutta concorde nell'affermare che l'emissione di gas dovuti alla combustione dovuta alle attività produttive, ai trasporti ed agli usi domestici abbia un'influenza, non trascurabile, sulla composizione chimico-fisica dell'atmosfera, provocando così uno squilibrio che tendenzialmente riduce la permeabilità dell'atmosfera all'irraggiamento solare, causando profondi squilibri termici. Il principale responsabile di questo fenomeno è la CO₂, seguita da Metano (CH₄), protossido di azoto (N₂O), esafluoruro di zolfo (SF₆), idrofluorocarburi (HFC_s) e perfluorocarburi (PFC_s). L'effetto dell'aumentata presenza di queste sostanze nell'atmosfera ha causato, nel lungo periodo, un aumento medio delle temperature di circa 0,6°C, aumento tale da indurre cambiamenti climatici avvertibili, tra i quali una riduzione dei ghiacci antartici di circa 3250 Km² (Worldwatch Institute, 2003) con un conseguente

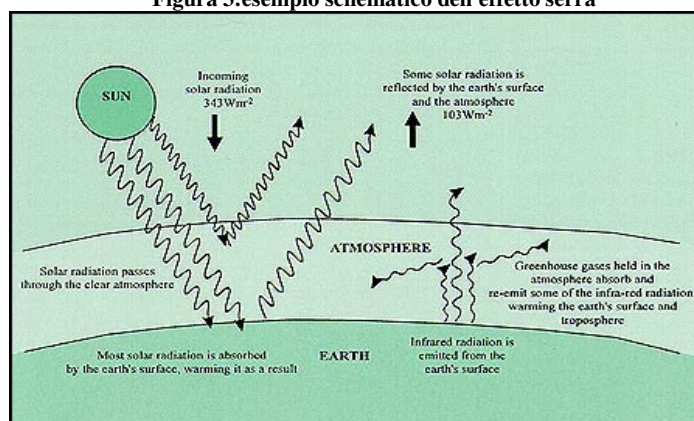
innalzamento del livello del mare. Secondo le stime ogni anno vengono immessi nell'atmosfera, per via dei processi di combustione dovuti all'attività antropica, 20 mld di nuova CO₂, circa la metà viene utilizzata nel processo di fissazione del carbonio (fotosintesi), mentre l'altra metà va ad aggiungersi ai 700 mld dispersi nell'atmosfera incrementando l'effetto serra. Questo porta ad affermare che l'attuale modello di sviluppo, se non si attuano "cambiamenti di rotta", nei prossimi 30-50 anni porterà a concentrazioni di CO₂ pari a 800 ppm con un conseguente aumento della temperatura di 5-6°C con effetti catastrofici sui ghiacciai, sul livello delle acque e sulla "radicalizzazione" degli eventi atmosferici estremi.

Tab.1: Influenza dell'attività umana sull'effetto serra (greenhouse effect)

	CO ₂ (ppmv)	CH ₄ (ppbv)	N ₂ O (ppbv)	CFC-I I (pptv)	HCFC-22 (pptv)	CF ₄ (pptv)
Concentrazione Pre-industriale	~280	~700	~275	zero	zero	zero
Concentrazione nel 1994	358	1720	312**	268**	110	72**
Cambiamenti percentuali	0.4%/y	0.6%/y	0.25%/y	0%/y	5%/y	2%/y
Resistenza	50-200	9-15	120	50	12	50,000

**stime del 1992-1993 Fonte: IPCC 1996

Figura 3: esempio schematico dell'effetto serra



Fonte: IPCC, 1996

Bibliografia

- AA. VV., (2005), *Energia. Rinnovabilità e democrazia*, Punto Rosso Edizioni, Milano.
- AA. VV., (2000), *Energia e Ambiente. Energia nucleare ed energie rinnovabili*, Atti del convegno dei Lincei, Roma, 8 e 9 Marzo 2000.
- AA. VV., (2002), *ECTOS Methodology. An Approach To Socio – Economic & Environmental Studies Accompanying a Demonstration of a Public Transport System Using Fuel Cells and Hydrogen as a fuel and Running a Commercial Hydrogen Fuel Station 2001/2005*. ECTOS Deliverables 1/2, http://www.newenergy.is/newenergy/upload/files/utgefifid_efni/ectos_1&2&3_methodology.pdf
- AA. VV., (2005), *HyfiAr. Studio di una filiera sostenibile dell'idrogeno ad Arezzo*, Regione Toscana.
- AA.VV. (1979), *La rivoluzione scientifico-tecnologica*, Franco Angeli, Milano.
- AA.VV. (2000), *L'energia al futuro. Il sole e le altre fonti rinnovabili: un'alternativa di sviluppo sostenibile per il XXI secolo*, Lausanne, Association pour le developpement des énergies renouvelables.
- Akrich, M., Latour, B., (1992), *A Summary of a Convenient Vocabulary for the Semiotic of Human and Nonhuman Assemblies*, in Bijker W.E., Law J, (edited by), *Shaping Technology/Building Society: studies in sociotechnical change*, The MIT Press, Cambridge Ma, pp 259-264.
- Amendola, G., (2003), *La città postmoderna. Magie e paure della metropoli contemporanea*, Laterza, Bari.
- Arendt, H., (1958), *The Human Condition*, The Chicago University Press, Chicago.
- Árnason, B., (2004), *The Road from a Fossil to a Sustainable Energy Economy: The Strategy in Iceland*, Green Cross Optimist, Spring Number.
- Arnstein, Sherry R., (1969), *A Ladder of Citizen Participation*, Journal of the American Planning Association, 35 n. 4.
- Bachrach, P., Baratz, M.S., (1986), *Le due facce del potere*, Liviana editrice, Padova.
- Bagnasco, A., (1993), *Dall'alto o dal basso?*, in Gallino L. (a cura di), "Disuguaglianze ed equità in Europa", Laterza, Roma-Bari.
- Bardadottir, H., (2004), *Energy in Iceland*, in Godjon O., Reykjavik.
- Bardi, U., (2003), *La fine del petrolio. Combustibili fossili e prospettive energetiche per il ventunesimo secolo*, Editori Riuniti, Roma.
- Bardi, U., Pancani, G., (2006), *Storia petrolifera del bel paese*, Editrice Le Balze, Montepulciano (SI).

- Baumann, Z.**, (1993), *Postmodern Ethics*, Blackwell Publishers, Oxford-Cambridge.
- Beato, F.**, (2003), *Ambiente globale, poteri e fonti energetiche*, Atti del IV Convegno nazionale dei sociologi dell'ambiente, Torino, 19-20 settembre.
- Beato, F.**, (1998), *Rischio e mutamento ambientale globale*. Franco Angeli, Milano.
- Beck, D.**, (2003), *Report on Maintenance Structure and Equipment*, Daimler Chrysler AG, ECTOS Deliverable n. 6.
- Beck, U.**, (1986), *La società del rischio*, Carocci, Roma.
- Beck, U.**, (1999), *Che cos'è la globalizzazione? Rischi e prospettive della società planetaria*, Carocci, Roma.
- Beck, U.**, (2000), *Risk Society Revisited: Theory, Politics and Research Programmes* in Adam B., Beck U., Val Loon J., "Risk Society and Beyond. Critical Issues for Social Theory", London, Sage.
- Beck, U.**, (2001), *La società globale del rischio*, Trieste, Asterios editore.
- Biagi, F., Ziparo, A.**, (1998), *Pianificazione ambientale e sviluppo insostenibile del Mezzogiorno*, Alinea, Firenze.
- Bichi, R.**, (2007), *La conduzione delle interviste nella ricerca sociale*, Carocci, Roma.
- Bijker, W.E.**, (1998), *La bicicletta e le altre innovazioni*, McGraw-Hill, Milano.
- Bijker, W.E., Hughes, T. P., Pinch, T.** (edited by), (1979), *The Social Construction of Technological Systems*, The MIT Press, London.
- Biorcio, R.**, (2003), *Sociologia Politica*, il Mulino, Bologna.
- Bjornsson, Sveinbjorn**, (2006) in Guidjon O., *Geothermal Energy Development and Research in Iceland*, Reykjavik, Helga Bardadottir ed..
- Bobbio, L.**, (2002), *I governi locali nelle democrazie contemporanee*, Laterza, Bari.
- Bobbio, N.**, (1983), *Voce: Società Civile*, in N. Bobbio/ G. Pasquino/ N. Matteucci, "Dizionario di Politica", UTET, Torino.
- Bocca, G.**, *Nostra signora la paura. Dalla politica alla vita quotidiana, i nuovi timori che angosciano gli italiani*, in "La Repubblica" del 27 Settembre 2000.
- Bookchin, M.**, (1993), *Democrazia diretta*, Elèuthera, Milano.
- Bucchi, M.**, (2006), *Scegliere il mondo che vogliamo. Cittadini, politica, tecnoscienza*, Il Mulino, Bologna.
- Caldwell, L. K.**, (1963), *Environment: A New Focus for Public Policy?*, in *Public administration Review*, vol. 23, n. 3, pp 132-139.
- Callon, M., Latour, B.**, (1992), *Don't throw the baby out with the Bath school!*, in Pickering A. (edited by), *Science as Practice and Culture*, University of Chicago Press, Chicago, pp 343-368.

- Callon, M.**, (1986), “*Some Elements of a Sociology of Translation: Domestication of the Scallops and the Fishermen of St. Brieuc Bay*” in Law J., “*Power Action and Belief: A new Sociology of Knowledge?*”, Routledge, London, pp. 196-223.
- Callon, M.**, (1987), *Society in the Making: The Study of Technology as Tool for Sociological Analysis*, in Bijker, Hughes and Pinch (edited by), *The Social Construction of Technological System*, The MIT Press, Cambridge Ma, pp 85-103.
- Carra, L.**, (2003) “*L’informazione del rischio da parte dei media*”, Atti del convegno Euro P.A., “*La comunicazione dei rischi ambientali per la salute*”, rintracciabile sul sito http://www.euro-pa.it/atti_2003/ven/relazioni/carra.htm
- Castells, M.**, (2002), *L’età dell’informazione: economia, società, cultura. Vol. 1: La nascita della società in rete*, Università Bocconi, Milano.
- Catton, W. R., Dunlap, R. E.**, (1978), *Environmental sociology: A new paradigm*, in *The American Sociologist*, vol. 13, pp 41-49.
- Catton, W. R., Dunlap, R. E.**, (1980), *A new ecological paradigm for post-exuberant sociology*, in *American Behavioral Scientist*, vol. 24, n.1, pp 15-47.
- Censis**, (2004), *Soveria per te. Monitorare il processo di innovazione ascoltando i bisogni della cittadinanza*, Cittàcalabriaedizioni, Soveria Mannelli.
- Ceri, P.** (a cura di), (1987), *Ecologia Politica*, Feltrinelli, Milano.
- Chambers, A. Simmons, N. Wackernagel ,M.**, (2000), *Il manuale delle impronte ecologiche*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Cohen, J. L.**, (1987), *Strategia o identità: nuovi paradigmi teorici e movimenti sociali contemporanei*, in AA. VV. “*I Nuovi movimenti sociali*”, rivista *Problemi del socialismo*/12, Franco Angeli editore, Milano.
- Commissione mondiale per l’ambiente e lo sviluppo** (diretta da G. H. Brundtland), (1998), *Il futuro di tutti noi*, Bompiani, Milano.
- Commoner, B.**, (1972), *Il cerchio da chiudere*, Garzanti, Milano.
- Comune di Soveria Mannelli**, (2003), *La città solidale*.
- Corbetta, P.**, (2003), *La ricerca sociale: metodologie e tecniche. III Le tecniche qualitative*, il Mulino, Bologna.
- Crespi, F.**, (1999), *Teoria dell’agire sociale*, il Mulino, Bologna.
- Crozier, M., Friedberg, E.**, (1995), *Organizzazioni e azione collettiva: il nostro contributo all’analisi organizzativa*, in Bacharach S. B., Gagliardi P. e Mundell B. (a cura di), *Il pensiero organizzativo europeo*, Guerini e Associati, Milano, pp. 107-129.
- Daly ,H. E.**, (1981), *Lo stato stazionario*, Sansoni, Firenze.
- Davico, L.**, (2004), *Sviluppo Sostenibile. Le dimensioni sociali*, Carocci, Roma.

- De Marchi, B., Pellizzoni, L., Ungaro, D.**, (2001), *Il rischio ambientale*, il Mulino, Bologna.
- Deliberazione della Giunta Comunale di Soveria Mannelli, N.126 del 18/07/2003, oggetto: “*Piano energetico ambientale comunale di Soveria Mannelli*”;
- Deliberazione della Giunta Comunale di Soveria Mannelli, n.155 del 14/10/2003, oggetto: “*Approvazione preliminare del piano energetico ambientale*”.
- Deliberazione della giunta Comunale di Soveria Mannelli, N.48 del 14/07/2003, oggetto: “*Politiche energetiche comunali*”.
- Donolo, C., Fichera, F.**, (1988), *Le vie dell'innovazione. Forme e limiti della razionalità politica*, Feltrinelli, Milano.
- Dunlap, R. E., Catton, W. R.**, (1993), *Towards an Ecological Sociology: The Development, Current Status, and Probable Future of Environmental Sociology*, in *The Annals of International Institute of Sociology*, 3.
- Dunn, S.**, (2002), *Idrogeno (verso la sostenibilità dei consumi energetici - con un rapporto del WWF internazionale sull'Islanda)*, Edizioni Ambiente, Milano.
- ENEA (2003), *Rapporto energia e ambiente 2003. Le fonti rinnovabili*. Roma.
- Eurispes** (2001), *Rapporto Italia 2001*, Eurispes, Roma.
- Fischer, M., Faltenbacher, M., Schuller, O.**, (2005), *Life Cycle Impact Assessment*, University of Stuttgart, Deliverable n. 16.
- Flichy, P.**, (1996), *L'innovazione tecnologica. Le tecnologie dell'innovazione di fronte alla rivoluzione digitale*, Feltrinelli, Milano
- Fondazione Censis**, (2004), *Soveria per te*, CittàcalabriaEdizioni, Soveria Mannelli.
- Forester, J.**, (1998), *Pianificazione e potere. Pratiche e teorie interattive del progetto urbano*. Dedalo, Bari.
- Friedmann, J.**, (1996), *Empowerment. Verso il potere di tutti*, Qualevita, Aquila.
- Gallino, L.**, (1998), *Critica della ragione tecnologica. Valutazione, governo, responsabilità dei sistemi socio-tecnici*, in Ceri, P. e Borgna, P. (a cura di), *La tecnologia per il 21° secolo. Prospettive di sviluppo e rischi di esclusione*, Einaudi, Torino.
- Georgescu Roegen, N.**, (2003), *Bioeconomia. Verso un'altra economia ecologicamente e socialmente sostenibile*. Bollati Boringhieri, Torino.
- Gershuny, J.**, (1993), *L'innovazione sociale. Tempo produzione e consumi*. Rubbettino, Soveria Mannelli.
- Giddens, A.**, (1987), *Modernità ecologica e trasformazione sociale*, in Ceri, P. (a cura di), “*Ecologia Politica*”, Feltrinelli, Milano.
- Giddens, A.**, (1994), *Le conseguenze della modernità*, il Mulino, Bologna.
- Giddens, A.**, (2000), *Il mondo che cambia. Come la globalizzazione ridisegna la nostra vita*, il Mulino, Bologna.

- Gisfredi, P.**, (2002), *Ambiente e Sviluppo, analisi di una controversia irriducibile*, Franco Angeli, Milano.
- Gobo, G.**, (1993), *Le forme della riflessività. Da costruito epistemologico a practical issue*, in *Studi di Sociologia*, n. 3, pp 299-317.
- Gobo, G.**, (2001), *Descrivere il mondo. Teoria e pratica del mondo etnografico in sociologia*, Carocci, Roma.
- Greco, P.**, (1990), *Vento per l'energia. Prospettive dell'energia eolica in Italia*, Edizioni Dedalo, Roma.
- Greco, P.**, (2002), *Lo sviluppo sostenibile*, Cuen, Napoli.
- Halden, J. B. S.**, (1925), *Daedalus or Science and the Future*, Dutton.
- Harrison, P.**, (1993), *The Third Revolution*. Middlesex, Penguin Books.
- Hirsch, R., L., Bezdek, R., Weldling, R.**, *Peaking of World Oil Production: Impacts, Mitigation and Risk Management*, (Report).
- Hoffmann, P.**, (2002), *L'era dell'idrogeno. Energia più pulita per un pianeta più pulito*, Franco Muzzio, Roma. Edizione Inglese (2001), *Tomorrow's Energy Hydrogen, Fuell Cells, and Prospect for a Cleaner Planet*, The MIT Press, Cambridge (MA).
- Icelandic New Energy Report**, (2003), *Ectos Second Year Report. Demonstration and Evaluation*.
- Icelandic New Energy Report**, (2003), *The Hydrogen Fuelling Station*, ECTOS project Deliverable n. 4.
- Ingasona, H. T., Ingolfssonb, H. P, Jenssona, P.**, (2008), *Optimizing site selection for hydrogen production in Iceland*, INTERNATIONAL JOURNAL OF HYDROGEN ENERGY 33 3632 – 3643, Available at www.sciencedirect.com
- Kuhn, T. S.**, (1999), *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Einaudi, Torino.
- Kühtz, S.**, (2005), *Energia e sviluppo sostenibile. Politiche e tecnologie*, Rubbettino, Soveria Mannelli.
- La Camera, F.** (2005), *Sviluppo Sostenibile. Origini, teoria e pratica*, Editori Riuniti Roma.
- Landes, D. S.**, (1969), *Prometeo liberato. Trasformazioni tecnologiche e sviluppo industriale nell'Europa occidentale dal 1750 ai giorni nostri*, Einaudi, Torino.
- Lanza, A.**, (2002), *Lo sviluppo sostenibile*, il Mulino, Bologna.
- Latouche, S.**, (1995), *La megamacchina. Ragione tecno scientifica, ragione economica e mito del progresso*, Bollati Boringhieri, Torino.
- Latour, B., Woolgar, S.**, (1986), *Laboratory Life. The Construction of Scientific Facts*, Princeton University Press, Princeton NJ.

- Latour, B.**, (1986), *The Power of Association*, in Law J. (edited by), *Power, action and belief: a new sociology of knowledge?*, Routledge, London, pp 264-280.
- Latour, B.**, (1987), *Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers through Society*, Edizione italiana (1998) “*La scienza in azione – Introduzione alla sociologia della scienza*”, Edizioni comunità, Torino.
- Latour, B.**, (1991), *Technology is society made durable*, in Law J. (edited by), *A Sociology of Monster: Essays on Power, Technology and Domination*, London, Routledge, pp 103-131.
- Latour, B.**, (1992), “Where Are the Missing Masses? The Sociology of a Few Mundane Artefacts”, in Bijker W. E. e Law J. (edited by), *Shaping Technology/Building Society. Studies in Sociotechnical Change*, Cambridge MA, MIT Press.
- Latour, B.**, (1995), *Non siamo mai stati moderni*, Eleuthera.
- Latour, B.**, (2000), *Politiche della natura. Per una democrazia delle scienze*, Raffaello Cortina Editore, Milano.
- Leccardi, C.**, (1999) (a cura di), *Limiti della modernità*, Carocci, Roma.
- Le Preti, G., Ciaccio, A.**, (2002), *Dall’Utopia all’Eutopia*, rivista L’Architettura Naturale, n.16.
- Lovelock, J. E.**, (1989), *Gaia. Nuove idee sull’ecologia*, Bollati Boringhieri, Torino.
- Lovelock, J. E.**, (1991), *Le nuove età di Gaia. Una biografia del nostro mondo vivente*, Bollati Boringhieri, Torino.
- Luhmann, N.**, (1986), *Comunicazione ecologica*, Franco Angeli, Milano.
- Luhmann, N.**, (1996), *Sociologia del rischio*, Bruno Mondatori, Milano.
- Lyotard, J.F.**, (1979), *La condizione postmoderna*, Feltrinelli, Milano.
- Maack, M. et al.**, (2004), *Assessment and Evaluation of Socio-Economic Factors*, Deliverable n. 12.
- Maack, M., Skulason, J. B.** (2005), Hydrogen - reality in Iceland, International collaboration is facilitating the launch of full-scale demonstration projects using electrolytic hydrogen as an energy carrier.
- Maack, M., Skulason, J. B.**, (2004), *Implementing the Hydrogen Economy*, appeared in the International Journal of Cleaner Production Volume 14 Issue 1, Nov
- Maack, M.**, (2006), *Total Impact Assessment*, University of Iceland, Deliverable n. 17.
- Maggi, M.**, (2003), *Rischio tecnologico, percezione sociale e processi di comunicazione*, presentato nel " Convegno nazionale dei sociologi dell'ambiente. 19-20 settembre 2003", Torino.
- Martinelli, F.** (a cura di), (1989), *I sociologi e l’ambiente. Teorie, concetti, metodi e ricerche*, Bulzoni, Roma.

- Martinelli, F.**, (1986), *Ruolo del sociologo nella gestione del territorio*, Bulzoni, Roma.
- Marvin, C.**, (1994), *Quando le vecchie tecnologie erano nuove. Elettricità e comunicazione a fine Ottocento*, UTET, Torino.
- Marx, K.**, (1970), *Il capitale. Critica dell'economia politica*, Newton Compton editori, Roma.
- Masullo, A.**, (1998), *Il pianeta di tutti: Vivere ai limiti perché la terra abbia futuro*, EMI, Bologna.
- Mc Neill, W.**, (1981), *La Peste nella Storia. Epidemie, morbi e contagio dall'antichità all'età contemporanea*, Einaudi, Torino.
- Mc Neill, W.**, (2002), *Qualcosa di nuovo sotto il sole*, Einaudi, Torino.
- Meadows, D. L.** et al., (1974), *I limiti dello sviluppo*, Mondadori, Milano.
- Mela, A., Belloni, M. C., Davico, L.**, (1998), *Sociologia dell'ambiente*, Carocci, Roma.
- Melucci, A.**, (1999), *Diventare persone. Nuove frontiere per l'identità e la cittadinanza in una società planetaria*, in Leccardi C. (a cura di), "Limiti della Modernità", Carocci, Roma.
- Melucci, A.**, (1982), *L'invenzione del presente. Movimenti, identità, bisogni individuali*, il Mulino, Bologna.
- Melucci, A.**, (2000), *Diventare persone. Conflitti e nuova cittadinanza nella società planetaria*, Gruppo Abele Edizioni, Torino.
- Melucci, A.**, (a cura di), (1998), *Verso una sociologia riflessiva. Ricerca qualitativa e cultura*, il Mulino, Bologna.
- Nigris, D.**, (2003), *Standard e non standard nella ricerca sociale*, Franco Angeli, Milano.
- Nocenzi, M.**, (2002), *Il rischio e la globalizzazione del rischio*, rivista il Dubbio, numero 2.
- Nocenzi, M.**, (2001), *Società del rischio e prospettive dopomoderne*, rivista il Dubbio, anno II, Numero 1.
- Offe, C.**, (1987), *L'utopia dell'opzione zero*, in Ceri P. (a cura di), "Ecologia Politica", Feltrinelli, Milano.
- Orecchini, F., Naso, V.**, (2003), *La società no oil. Un nuovo sviluppo è possibile ma senza petrolio*, Orme Editori, Roma.
- Osti, G.**, (2007), *The circle of green energy. Relationships and mediations in the field of renewables*, 8th Annual Conference of the European Sociological Association Glasgow, 3rd - 6th September, 2007 RN 12: Environment and Society.
- Paba, G.**, (2002), *Governare la città delle differenze: principi di pianificazione radicale e alternativa*, in "La democrazia possibile", Intra Moenia, Napoli.

- Padro, C. E. G. e Putsche, V.**, (1999), *Survey of the Economics of Hydrogen Technologies*, relazione tecnica, Golden (CO), National Renewable Energy Laboratory, Settembre 1999.
- Pallante, M.**, (2004) *Un futuro senza luce? Come evitare i black out senza costruire nuove centrali*, Editori Riuniti.
- Palumbo, M., Garbarino, E.**, (2006), *Ricerca Sociale: metodo e tecniche*, Franco Angeli, Milano.
- Parini, E. G.**, (2006), *Sapere scientifico e modernità*, Carocci, Roma.
- Pedde, N.**, (2001), *Geopolitica dell'energia*, Carocci, Roma.
- Pellegrino, G.**, *Il cantiere e la bussola. Le reti intranet fra innovazione e routine*, Rubbettino, Soveria Mannelli.
- Pellizzoni L., Osti G.**, (2003), *Sociologia dell'ambiente*. Il Mulino, Bologna.
- Perna, T.**, (2002), *Aspromonte. I parchi nazionali nello sviluppo locale*. Bollati Boringhieri, Torino.
- Pieroni, O.**, (2000), *Tra Scilla e Cariddi*, Rubbettino, Soveria Mannelli
- Pieroni, O.**, (2002), *Fuoco acqua terra e aria*, Carocci, Roma.
- Pieroni, O.**, (2003), *Ambiente, corporeità e società*, atti del IV convegno dei sociologi dell'ambiente, a cura di Belloni C, Ercole E, Guala C, Mela A, Torino, 19-20 settembre 2003
- Prigogine, I., Stengers, I.**, (1993), *La nuova alleanza. Metamorfosi della scienza*, Einaudi, Torino.
- Privitera, W.**, (2004), *Tecnica, Individuo e Società. Cinque lezioni sulla teoria di Ulrich Beck*, Rubbettino, Soveria Mannelli.
- Rifkin, J.**, (2000), *Entropia*, Baldini & Castoldi, Milano.
- Rifkin, J.**, (2002), *Economia all'idrogeno*, Mondadori, Milano.
- Rifkin, J.**, (2003), *Il secolo biotech, il commercio genetico e l'inizio di una nuova era*, Baldini Castaldi Dalai editore.
- Roberts, P.**, (2005), *Dopo il petrolio. Sull'orlo di un mondo pericoloso*, Einaudi, Torino.
- Robertson, R.**, (1999), *Globalizzazione. Teoria sociale e cultura globale*, Asterios.
- Rosemberg, N.**, (1987), *Le vie della tecnologia*, Rosenberg e Sellier, Torino.
- Sachs, I.**, (1993), *Strategie di transizione. Verso il XXI secolo*, EMI, Bologna.
- Sachs, W.**, (1992), *Archeologia dello sviluppo*, Macro Edizioni, Forlì.
- Sachs, W.**, (1997), *Sustainable development*, in Redclift M., Woodgate G. (a cura di), *The International Handbook of Environmental Sociology*, Edward Elgar Publishing.
- Sachs, W.**, (1998), *Dizionario dello sviluppo*, Edizioni Gruppo Abele, Torino.

- Sachs, W.**, (2002), *Ambiente e giustizia sociale. I limiti della globalizzazione*, Editori Riuniti, Roma.
- Scheer, H.**, (2004), *Il solare e l'economia globale. Energia rinnovabile per un futuro sostenibile*. Edizioni Ambiente, Milano;
- Scheer, H.**, (2006), *Autonomia energetica. Ecologia, tecnologia e sociologia delle risorse rinnovabili*. Edizioni Ambiente Milano.
- Sculason, J. B.**, (2002), *ECTOS – Ecological City TranspOrt System – Dissemination Plan*.
- Shindell**, (2008). "An Emission – Based view of climate forcing by Methan and Ozone", Geophysical Research Letters.
- Sigfusson, T., I.**, (2007), *Iceland and Renewable Energy Resources – a Case for the World*, slides presented to Energy and Ecology Business Forum, Moscow.
- Silverman, D.**, (2002), *Come fare ricerca qualitativa*, Carocci, Roma.
- Siniscalco, D.**, (1992), *L'ambiente globale tra interdipendenza e incertezza*, in Musu, I. (a cura di), *Economia e ambiente*, il Mulino, Bologna.
- Sivini, G.**, (1991), *L'innovazione come processo e rapporto sociale*, rapporto finale di ricerca per la ricerca sullo stato dell'arte sull'innovazione socio-istituzionale, Dipartimento di Sociologia e Scienza Politica, Università della Calabria.
- Skúladóttir, B., Þórðarson, H.**, (2003), *ECTOS Environmental Evaluation of Air Quality Midterm report*, deliverable n. 7.
- Suchman, L. A.**, (1987), *Plans and Situated Action: the Problem of Human-Machine Communication*, Cambridge University Press.
- Touraine, A.**, (1975), *La produzione della società*, il Mulino, Bologna.
- Touraine, A.**, (1987), *Le lotte antinucleari*, in Ceri P. (a cura di), *Ecologia Politica*, Feltrinelli, Milano.
- Tozzi, M.**, (2006), "L'Italia a secco", Rizzoli, Milano.
- Trabucchi, R.**, (1998), *Prometeo e la sopravvivenza dell'uomo. Tecniche e prassi per il terzo millennio*, Franco Angeli, Milano.
- Trigilia, C.**, (1992), *Sviluppo senza autonomia. Effetti perversi delle politiche nel Mezzogiorno*, il Mulino, Bologna.
- Ullrich, O.**, (2004), *Tecnologia*, in Sachs W., Tarozzi A. (a cura di) "Dizionario dello sviluppo", EGA, Torino, pp 379-398.
- Ungaro, D.**, (2004), *La democrazia ecologica*, Laterza, Roma-Bari.
- Vercelli, A., Borghesi, S.**, (2007), *La sostenibilità dello sviluppo globale*, Carocci, Roma.
- Verne, J.**, (ed. 1996), *L'isola Misteriosa*, trad. it., Mursia e C., Milano.
- Violi, P., Manetti, G.**, (1979), *L'analisi del discorso*, Espresso Strumenti, Farigliano (CN).

Wackernagel, M. Silverstein, J., (2000), *Big Thing First: focusing on the scale imperative with the ecological footprint*, Ecological Economics.

Wuppertal Institut, (1997), *Futuro sostenibile*, EMI, Bologna.

Zerbi, M. C, Minidio, A. (a cura di), (2003), *Per un ambiente sostenibile. Conoscenza, comunicazione, azione*, Guerini e Associati, Milano.