



Università
Ca' Foscari
Venezia

Corso di Laurea Magistrale
(ordinamento ex D.M. 270/2004)
**in Lingue e istituzioni economiche e
giuridiche dell'Asia e dell'Africa
Mediterranea**

—
Ca' Foscari
Dorsoduro 3246
30123 Venezia

Tesi di Laurea

**Il biogas nel mondo agricolo:
l'esperienza cinese**

Relatore:

Chiar.ma Prof.ssa Valeria Zanier

Correlatore:

Chiar.mo Prof. Renzo Riccardo Cavalieri

Laureanda

Laura Mombelli Serina

819124

Anno Accademico

2012 / 2013

前言

直到十八世纪，西方科学界才正式承认这些冒出的气泡来自有机物的分解：在观察沼泽地冒出的气

泡的时候，亚历山德罗·伏打把该气体取名为“源自沼泽的易燃气体”，即沼气。沼气是多种气体的混合物，主要成分是甲烷，因而其具有可燃性。

在厌氧环境(没有氧气的环境)中以及合适的温度、湿度条件下,有机物质会发酵成沼气。

垃圾产生的沼气可用于生活用气，如:可供做饭和照明之用，亦可以减少化石燃料、薪柴等生物质的消耗。沼气是一种可用于解决农村能源问题的资源。并且，在农村偏远地区，沼气能够缓解由能源需求所造成的环境压力。

此外，生产沼气以后，大部分养分仍保留在发酵肥中,因而沼气渣可以被当做优质、高效、无污染的有机肥料来使用。这种化肥能够提高农作物的质量和数量，同时不会污染和破坏土壤肥力。

东方使用沼气比西方早；在上个世纪,中国建立了世界上最多的沼气池。本论文致力于了解中国通过哪些方式、创新点、特色以及基于怎样的成果建立起这种小规模的家用户用设施，该设施以"China dome digester"闻名于世。

中国"China dome digester"是一家一户使用的，平均容积为8立方的沼气池，是一种埋设在地下的水压式构筑物。这个模型的价格相对较低：其具有一个合理的并易于施工的混凝土结构。

本文第一部分笔者主要分析20世纪中国沼气技术发展过程的历史，特别是其对农村环境的影响情况。19世纪末中国开始了对沼气的试验研发，但是直到二十世纪三十年代末才开始推广了沼气的使用。该时期的沼气仅限于为城市照明，由于沼气价格昂贵，很少有人用得起。由于本世纪初沿海地区的工业增长，沼气在市区被广泛推展和使用。几年后许多战争的爆发影响了资金运转和文化交流，给中国带来了一段经济停滞的时间。中国因此与世隔绝。不顾农村发展的情况，政府的重建策略把所有的国家能源资源集中到企业，忽视了对农业和农村发展的投资。为了降低能源消耗量，尤其是农村的木材消费水平，政府加强了沼气资源的开发，以满足人均能源需求。这是因为户用沼气在农村地区得到了大范围的推广，但是中国政府得不到充分的资金支持。因此，由于忽略技术而降低成本，新建造的沼气池效率不高：结构简陋，常使用当地

材料建设，导致大多数沼气池遭废弃。 只有在一些特别适合沼气生产的地区，沼气池才能实际发挥作用，并进而通过改进措施而达到预期的效果，从而在接下来的几年中，这种池型就变为一种非常重要的参考原型。

本文第二章阐述影响沼气池效率的技术特点，并分析其问题和好处。

那时候对于改善农村环境，中国政府并不会提供额外投资或建设新基础设施而国家对能源资源的连续开采以及人口的增长却使生态系统濒临崩溃。

旱灾、洪水和饥荒是环境压力带来的最明显的后果，它们由土地荒漠化与土壤侵蚀现象所引起。 同时，耕地的集约利用加剧了化肥与农药的过度使用，造成水质和土壤的污染与恶化而降低土壤的肥力。 维护生态平衡的迫切要求让中国在二十世纪八十年代又一次开始研发与推广沼气技术：沼气不仅是一种清洁能源，而且可以带来良好的环境效益，对农村偏远地区的可持续发展具有重要意义。

为了建立一种高效的技术标准体系，中国政府开始实施将地域差异、地质结构和建池技术等考虑在内的研究计划。根据农村环境的特点而因地制宜，出现了适应各地情况的生态农业技术的多种沼气模式。其中，农业所采用的主要模式有两种，即运用最普及的南方“猪—沼—果”模式与北方“四位一体”模式。这些研究的结论是：优化一个可持续且自给自足的农村庭院经济模式要结合动植物的相互依存关系与沼气技术。

从二十世纪九十年代开始，中国政府继续推广着沼气事业，与此同时计划着农村地区的改造项目：项目的目的是在鼓励经济增长的同时，保护生态环境、大力促进农村的“和谐发展”。

改造工程，分为两大部分。第一项以农户为单位：以沼气为纽带，改造厨房、改建厕所和栏圈，用以改善家庭卫生和健康条件。制定的第二项计划涉及整个农村系统：抓紧修复供水系统、改善田地灌溉工程、加强饮用水卫生监督监测工作、改善乡村道路系统、实施打草场围栏、建立新水力发电厂并大规模进行沼气技术的传播。

整治行动集中在整个农村环境，从而形成一种可持续的循环经济体系，即是在物质的循环和再生的基础上发展经济，而且要与资源流动保持平衡。为提高人们的环保意识，这个过程还需要实现一个至关重要的文化变革，以及重组所需的资金。

考虑到京都议定书的目标，即是在应对全球气候变化问题上提供一个进行国际合

作的基本框架，沼气是一种与议定书的目标相一致的可持续能源：沼气将在二氧化碳排放的市场机制里发挥十分有益的作用。

中国制定了国家农村沼气池建设规划：中央政府直接资助沼气池建设，金融支持技术进步并且注意施工操作规程与建设标准和规范。

中国制定了《国家农村沼气建设规划》（以下简称《规划》）：中央政府直接资助沼气池的建设与技术开发，并且注重施工操作规程以及建设标准和规范的建设。同时，政府还负责强化服务、技术推广以及人员培训。

本文第三章总结《规划》的内容。其中声明政府要特别拨款给还处于自给经济下的农村偏远地区，以支援其建设。这些地区最适合于这种类型的能源生产。

根据气候和地理条件的差异、设施建设的费用、系统潜在的收益以及平均收入等因素，授予个体用户的补贴被量化。

规划的目标早已达到，尤其是家用沼气池的数量业已达到四千万座的目标。

本文的最后部分将阐明这项第一次覆盖广大农村千家万户的投资的效果，并尽可能具体地评价其带来的效益。

为了更清楚地说明规划的问题，除了分析一项农村沼气国债项目建设情况的自我评价报告，本文还会显示最近的一项农户问卷调查和采访的内容。

这些研究分析中国的某些特定区域，并对真正可正常运行的构筑物的数量提出质疑。

本文包含了关于可再生能源的立法的情况，尤其是本论文的主题在于，有关专门的立法，支持和提高沼气技术和设施的情况。

在研究工作中，由于对沼气技术基础知识的不足，笔者访问了一家沼气池建设的公司：公司给我提供了更为详细的文件与了解沼气生产技术所需的必要信息。同时，我通过邮件与一些专家教授们建立了联系，这些非常热心的专家教授们在中国农村具体地处理着有关家用沼气的问题。他们都十分热情地寄给我明细材料，并提供了很有价值的建议。

然而在分析中国沼气工程建设的发展现状和作用的时候，笔者还是遇到了一些困难。

首先中国幅员辽阔，地貌复杂，气候复杂多变，而且生物多样性极为丰富。

从而导致沼气技术的实际效率与研究的理论结果常常不一样。此外现有数据只关注国家的某些个别地区。

为了做更为详细的分析，笔者不仅引用了在期刊、杂志上刊登的一些官方数据，而且参考了大学等研究机构发表的非营利性的和公益性的研究成果。

然而，要合理地评价家用沼气设施的真正利益和阻碍，是非常困难的。因为这些设施的使用情况，它们的能效在家庭日常中被消耗。于是，要精确地测量出假定的自然资源消耗的减少状况，是不可能的。无论如何，沼气技术都为提高人们的健康状况与农村的环境作出了巨大的贡献。例如，沼气无疑会减少疾病例如吸血虫病的传播，保护森林并会减少二氧化碳的排放量。但是，无秩序地建设沼气池，这种情况的蔓延，限制了这一系列假说所考虑的情况与真实状况相一致的程度。

Indice

前言.....	2
Introduzione.....	9
1. Il biogas: storia e legislazione	
1.1. Il patrimonio delle risorse energetiche cinesi.....	13
1.2. La struttura e il funzionamento di un impianto a biogas.....	16
1.3. Le vicende storiche del mondo rurale.....	22
1.3.1. La Cina delle campagne e l'Impero.....	22
1.3.2. La crisi del sistema tradizionale e i nuovi scenari: l'introduzione del biogas.....	23
1.3.3. L'era di Mao: “il biogas deve essere reso accessibile a tutti”	26
1.3.4. I primi anni Ottanta: “il biogas è la principale alternativa di fronte alla crisi energetica”	30
1.4. Nuove tecnologie e ristrutturazioni.....	33
1.4.1. “Un serbatoio con tre ristrutturazioni” (yi chi san gai, 一池三改)	33
1.4.2. “Pig-biogas-fruit” (zhu yi zhao yi guo 猪一沼一果)	34
1.4.3. “Four in one” (si wei yiti, 四位一体)	36
1.5. Leggi, piani, sovvenzioni e contributi internazionali.....	40
1.5.1. Realizzare la “prosperous eco-farmyards”	40
1.5.2. Il sistema legislativo a supporto del biogas	46
1.5.3. Forme di tutela internazionale: l'opportunità di Kyoto.....	49

2. Limiti e benefici delle strutture a biogas domestiche	
2.1. Quanto può produrre un impianto?	52
2.2. Riduzione del budget casalingo	58
2.2.1. Sostituire le fonti energetiche tradizionali.....	58
2.2.2. Ridurre il carico di lavoro.....	61
2.3. Migliorare la qualità dell'aria, ridurre le malattie e innalzare gli standard di vita	62
2.3.1. Limitare il livello d'inquinamento degli spazi interni.....	62
2.3.2. Il sistema di trattamento delle acque reflue.....	64
2.3.3. Lo scarto del digestore: una risorsa.....	67
2.4. Contenere i danni ambientali.....	72
2.4.1. La crescita dei consumi energetici rurali.....	72
2.4.2. Le complicità del carbone.....	73
2.4.3. I Gas serra.....	74
2.4.5. Il biogas e l'inquinamento.....	75
2.4.6. Preservare il “polmone verde”	76
2.5. La diffusione del biogas e la cultura ambientale.....	79
3. Il biogas: incentivi e strategie per un'economia sostenibile	
3.1. Il Piano Nazionale per la Costruzione del Biogas nelle Aree Rurali (2006-2010)	83
3.1.1. Percorso storico e normativo.....	83
3.1.2. Nuovi requisiti tecnici e infrastrutture logistiche.....	84
3.1.3. Obiettivi e investimenti.....	87

3.1.4. La distribuzione delle sovvenzioni e le relative normative	88
3.1.4.1. Selezione delle rispettive macroregioni	88
3.1.4.2. Non tutte le famiglie sono “adatte”	97
3.1.5. Le infrastrutture locali.....	98
3.2. Il Governo Centrale: la politica di investimento e le nuove installazioni.....	99
3.2.1. La distribuzione degli investimenti.....	102
3.2.2. La reale applicazione del sistema.....	103
3.2.2.1. Sondaggio: conoscenze e sistemi di attuazione del Piano.....	104
3.3. Case Study I: le piccole installazioni nella provincia dello Heilongjiang.....	106
3.3.1. Dati ufficiali da autocertificazioni.....	106
3.3.2. Report: il 90% degli impianti sono solo “buche maleodoranti”	108
3.4. Case Study II: lo sviluppo del biogas domestico nello Yunnan	110
3.4.1. Yunnan, uno dei protagonisti del processo di diffusione della tecnologia.....	110
3.4.2. La crisi delle infrastrutture.....	112
3.5. Una tecnologia pensata solo per le “economie da cortile”.....	112
 Conclusione	 114
 Bibliografia	 118
 Indice delle tabelle, dei grafici e delle immagini.....	 128
 Ringraziamenti.....	 133

Introduzione

Bisogna risalire al XVIII secolo perché la scienza occidentale riconosca ufficialmente l'esalazione di gas prodotta dalla decomposizione della materia organica: Alessandro Volta, osservando il fenomeno, la definisce «*aria infiammabile nativa delle paludi*»¹, aria che noi, oggi, chiamiamo biogas, un miscela composta principalmente da metano.

L'Oriente ha conoscenze più antiche relative allo sfruttamento di questo gas infiammabile e, nel corso dell'ultimo secolo, la Cina ha realizzato il maggior numero di impianti a biogas nel mondo².

Questo lavoro vuole capire in che modo e con quali risultati la Cina sia riuscita a trarre vantaggio da questa risorsa naturale, realizzando delle piccole strutture adatte alla dimensione domestica che oggi conosciamo come *China dome digester*, digestore a cupola cinese.

Nella prima parte del testo ripercorro l'evoluzione della tecnologia del biogas in parallelo alle vicende storiche più significative del XX secolo, con una particolare attenzione alle loro dirette conseguenze sugli equilibri del sistema rurale.

Inizialmente, il biogas viene prodotto da un digestore che presenta un costo proibitivo, destinato all'illuminazione degli ambienti urbani. Le prime costruzioni risalgono alla fine dell'Ottocento, ma sono realizzate in scala industriale solo dai primi anni Trenta. Vengono pensate per quella popolazione delle zone costiere che gode di un maggior reddito, dovuto alla crescita industriale che ha caratterizzato l'inizio del secolo.

I numerosi conflitti degli anni successivi avranno pesanti ripercussioni su tutto il sistema economico e culturale, lasciando la Cina in un periodo di profonda depressione e di grande isolamento dal mondo esterno.

L'ambiziosa strategia politica di ricostruzione destina ogni risorsa energetica quasi esclusivamente al settore industriale trascurando ogni altro tipo di investimento, in particolare tutti gli aspetti che avrebbero dovuto sostenere e sviluppare il sistema agricolo.

Nel tentativo di ridurre i consumi energetici, soprattutto la quantità di legname destinata alla popolazione rurale, si valorizza il biogas come una piccola alternativa in grado di integrare la richiesta pro capite. Questa è la principale motivazione che porta a ripristinare le strutture che producono biogas, senza tuttavia destinare allo scopo un finanziamento adeguato.

I nuovi impianti non raggiungono l'efficienza di quelli precedenti, sono strutture molto semplici,

¹Alessandro VOLTA, *Lettere del signor Alessandro Volta, patrizio comasco e decurione, sull'aria infiammabile nativa delle paludi*, Menaggio (CO), Arti Grafiche Sampietro sas, 2002 (I ed. 1777), p. 27.

²FENG Yongzhong et al., "Household Biogas Development in Rural China: On Policy Support and Other Macro Sustainable Condition", *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16, (2012), p. 5619.

rudimentali e costruite direttamente dai contadini con materiali disponibili localmente, realizzando standard qualitativi tanto bassi da comprometterne spesso l'attività. Solo in alcune zone particolarmente favorevoli alla produzione del gas sono state comunque perfezionate delle strutture effettivamente funzionanti, prototipi che diventeranno un importante modello di riferimento negli anni successivi.

All'interno del secondo capitolo illustro le caratteristiche tecniche che determinano l'efficienza degli impianti, prendendo in esame tutte le problematiche e i reali benefici.

Nessun altro tipo di investimento o infrastruttura interesserà le realtà agricole. Il continuo sfruttamento delle risorse naturali e l'incremento demografico porteranno presto questo sistema al collasso.

Siccità, inondazioni e carestie sono la più evidente manifestazione di un'eccessiva pressione ambientale, provocata dall'avanzare della desertificazione e dell'erosione del suolo. Nello stesso tempo, lo sfruttamento intensivo delle aree coltivabili sarà sostenuto da una grande diffusione di fertilizzanti chimici e pesticidi, aumentando ulteriormente l'inquinamento dei terreni e delle falde acquifere.

L'esigenza di salvaguardare l'ecosistema sarà la nuova leva che spinge la Cina dei primi anni ottanta a sviluppare e investire in modo più mirato nella tecnologia: il biogas non rappresenta più solo un'integrazione energetica, ma i molteplici benefici ambientali associati agli impianti lo rendono parte di un vero e proprio sistema sostenibile.

Vengono avviati piani di ricerca che stabiliscono gli standard tecnici necessari a una corretta meccanica delle strutture e considerano le problematiche geografiche delle diverse aree. Viene studiato e programmato il naturale approvvigionamento degli impianti, progettando dei modelli pilota in grado di lavorare costantemente.

Il risultato è l'organizzazione di una piccola economia da cortile sostenibile e, nello stesso tempo, autosufficiente, che relaziona l'interdipendenza tra il mondo animale, il sistema colturale e la tecnologia del biogas.

Nel corso degli anni Novanta, per consentire alle realtà agricole uno sviluppo "armonioso", che favorisca la crescita economica senza aggravare la condizione ambientale, viene pianificata un'opera di ristrutturazione fondata sull'applicazione dei modelli del biogas.

Il risanamento coinvolge l'intero processo agricolo, realizzando la "economia circolare", un meccanismo finalizzato a regolare e bilanciare il flusso di risorse che passano dall'ecosistema al sistema socioeconomico e rigenerare i materiali di scarto necessari ad avviare nuovamente l'intero processo.

Questa operazione non può prescindere da un importante cambiamento culturale, che

contribuisca alla crescita di una sensibilità ambientale, e dalla disponibilità economica necessaria alla ristrutturazione.

Alla luce degli obiettivi fissati all'interno del Protocollo di Kyoto, diretti ad avviare un processo di cooperazione internazionale per contenere il cambiamento climatico, il biogas diventa una risorsa energetica sostenibile conforme alle direttive contenute nel documento e, di conseguenza, in grado di giocare un ruolo vantaggioso nel mercato delle emissioni.

Il Governo elabora un grande Piano dedicato a questa risorsa, dove diventa partecipe dell'investimento e contribuisce all'ulteriore progresso tecnico, garantendo una serie di certificazioni che salvaguardino l'efficienza delle strutture e, nello stesso tempo, si fa carico di tutte la rete amministrativa e dei servizi indispensabili all'attuazione del programma.

I contenuti del Piano vengono riassunti nel terzo capitolo, all'interno del quale sono interessanti le valutazioni che indirizzano chiaramente i contributi a una realtà economica di sussistenza e ancora localizzata nelle numerose aree depresse del paese, le sole che si adattano a questo tipo di produzione energetica.

Il numero di installazioni previsto nel Piano è stato raggiunto: la parte finale del mio lavoro cerca di fare chiarezza sulla reale efficacia dell'investimento che, per la prima volta, coinvolge una considerevole parte del villaggio, condizione che permette di analizzare concretamente i benefici.

Per avvicinarmi a una valutazione oggettiva, oltre alle autovalutazioni ufficiali, riporto il contenuto un recente sondaggio e un'intervista che illustrano serie problematiche relative agli impianti di alcune aree specifiche, avanzando dubbi sul reale numero di strutture funzionanti.

All'interno del lavoro, ho riportato una parte della normativa cinese che coinvolge l'argomento della tesi, la legislazione dedicata che ha sostenuto e valorizzato la tecnologia e gli impianti.

Nel corso delle ricerche, a causa delle scarse conoscenze iniziali riguardo alla materia affrontata, ho visitato una realtà aziendale della provincia di Brescia che si occupa della realizzazione di strutture a biogas, che mi ha fornito una documentazione più dettagliata e tutte le informazioni necessarie alla comprensione della tecnica di produzione del gas.

Nel frattempo, ho stabilito una corrispondenza via e-mail con esperti e professori che si occupano nello specifico delle questioni legate al tema del biogas domestico nella Cina rurale³

³In particolare, durante tutto il periodo di reperimento dei materiali e di stesura della tesi sono stata aiutata dal ricercatore presso la China Academy of Science Jorrit Gosens, mentre ho ricevuto una parte dei materiali utilizzati da parte del prof. Libin Wu, responsabile della sezione degli affari esteri del Biogas Institute of Ministry of Agriculture (BIOMA), di Ling Chen, referente dell'Istituto di protezione ambientale e dell'energia dell'Accademia di Ingegneria Agraria di Pechino e studioso presso l'istituto di ricerca del Ministero dell'Agricoltura (MOA), dell'ing. Yingying Huang, docente dell'istituto per l'ingegneria sanitaria, la qualità

che, con grande disponibilità ed entusiasmo, mi hanno fornito preziosi *input*, consigli e una parte dei materiali utilizzati nel corso di questo progetto.

Una grande difficoltà è data sicuramente dall'estensione del territorio cinese, che comporta una diversissima realtà geografica e, di conseguenza, riporta esperienze spesso contrastanti, considerando che i dati a disposizione sono relativi solo ad alcune zone del paese.

Inoltre, si è resa necessaria una comparazione di fonti diversificate, che aggiungono ai dati governativi la documentazione riportata all'interno di riviste specializzate, report di agenzie no profit e lavori pubblicati da ricercatori universitari.

Resta comunque molto difficile pronunciarsi in merito a queste costruzioni, perché l'espressione della loro efficienza, ovvero della produzione energetica, viene consumata all'interno del nucleo familiare ed è impossibile quantificare con precisione l'ipotetica riduzione dei consumi di risorse naturali. Allo stesso modo, si può parlare di un sicuro contributo al miglioramento della condizione sanitaria della popolazione e degli allevamenti, ma la diffusione non sistematica delle installazioni limita le considerazioni a delle ipotesi.

(segue nota) dell'acqua e i rifiuti solidi dell'Università di Stoccarda, di Yu Chen, professore presso la facoltà di scienze naturali e ingegneria alimentare della Yibin University, nella provincia del Sichuan, e di Yongzhong Feng, docente presso l'Università di Scienze Agricole e Forestali nello Shaanxi.

I

Il biogas: storia e legislazione

1.1. Il patrimonio delle risorse energetiche cinesi

Un requisito fondamentale per risolvere il problema della povertà nelle aree rurali è sicuramente l'accesso a risorse energetiche e tecnologie efficienti in grado di supportare una crescita socioeconomica e promuovere un modello di sviluppo sostenibile¹.

Le caratteristiche del territorio e l'elevata densità demografica della Cina hanno storicamente ostacolato il raggiungimento di questi obiettivi; infatti, il paese conta il 22% della popolazione mondiale, ma utilizza solo il 7% della Terra e delle sue risorse. Nello specifico, il paese possiede, rispetto alla media globale pro capite, il 30% in meno di terreni coltivabili, meno della metà dei pascoli e rispettivamente circa il 15% e 17% di copertura boschiva e di aree incontaminate².

In compenso, la tradizione agricola è sempre stata una realtà importante e produttiva: in Cina, nel 2007, il 69% dei cittadini risiede ancora nelle aree rurali³.

La carenza di risorse energetiche è stato un fattore storicamente determinante: la Cina dispone dell'11% delle riserve mondiali di carbone, del 2,3% di quelle di petrolio e dello 0,8% di gas naturale. Inoltre, la localizzazione quasi esclusiva delle fonti primarie nelle regioni del nord, dove sono presenti l'80% delle miniere di carbone e il 90% delle riserve petrolifere, comporta importanti costi aggiuntivi e difficoltà logistiche⁴.

L'economia cinese è costretta quindi a sfruttare eccessivamente l'energia generata dalle biomasse⁵. Nelle aree rurali, solo per soddisfare le necessità energetiche domestiche, vengono bruciati carbone per il 14% e biomasse per il 77%. Le biomasse sono composte per il 29% da legname. Nello stesso tempo, vengono impiegate in piccola parte anche altre risorse commerciali, G.P.L. (gas di petrolio

¹Questo è un traguardo ancora lontano per una grandissima fascia della popolazione mondiale: infatti, nel 2010, 1 miliardo e mezzo di persone non hanno ancora accesso diretto alla rete elettrica e, nella maggior parte dei casi, dipendono da lampade a cherosene per illuminare gli ambienti domestici; nello stesso anno, 2,6 miliardi di persone utilizzano ancora il carbone e la biomassa tradizionale per cucinare. Mae-Wan HO, "Eradicating rural poverty with renewable energies" *ISIS report* (24/11/10)
<http://www.i-sis.org.uk/eradicatingRuralPovertyRenewableEnergies.php>

²Kenneth LIEBERTHAL, *Governing China. From Revolution through reform*, New York, Norton & Company, 2nd ed., 2004, pp. 275-276.

³CHEN Yu et al. "Household Biogas in Rural China: a Study of Opportunity and Constraints", *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14, 2010, p. 547.

⁴Barry NAUGHTON, *The Chinese Economy: Transitions and Growth*, Cambridge MA, The Mit Press, 2007, cap. 1.1 "The Geographical Settings" p. 29.

⁵La definizione generale di "biomassa" comprende: legname, residui colturali, acque reflue di scarti industriali e residenziali, rifiuti organici, deiezioni zootecniche e umane.
Nourredine BERRAH et. al., *Sustainable Energy in China: the Closing Window of opportunity*, Washington DC, World Bank, 2007, Appendix B "Biomass Energy Use in China" p. 187.

liquefatto), ma solo per il 2%, e si appoggiano per il 5% alla rete elettrica. Questo sfruttamento delle aree boschive è motivato sicuramente anche dalla scarsa disponibilità economica dei contadini stessi⁶.

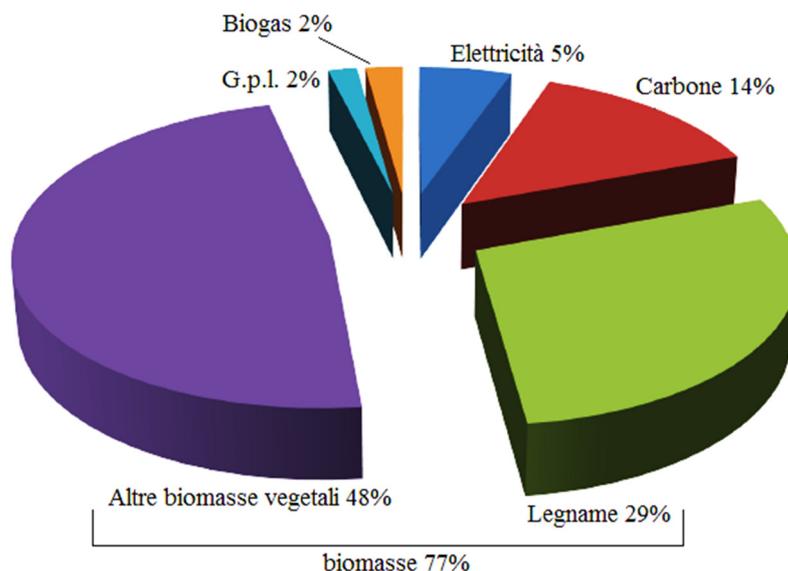


Grafico 1.1

Componenti del consumo energetico della Cina rurale per le utenze quotidiane (2007)

Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in CHEN Yu et al. "Household Biogas in Rural China: a Study of Opportunity and Constraints" *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14, 2010, p. 547.

Inoltre, queste risorse hanno un basso livello di efficienza energetica e vengono utilizzate con tecnologie non sempre adeguate sia dalle industrie sia all'interno delle realtà familiari, producendo un basso rendimento e significative emissioni di anidride carbonica (CO₂) nell'ambiente⁷.

È anche da considerare che gli avvenimenti storici fino ai primi anni 80 hanno spinto la Cina a una completa chiusura delle relazioni con il resto del mondo, che non gli ha consentito di pianificare un migliore sistema di approvvigionamento delle materie prime e razionalizzare un programma energetico nazionale⁸.

Alla luce di queste problematiche, la Cina è tra i paesi che, per primi, vedono nella produzione di biogas una diversa opportunità energetica, realizzabile anche nelle vaste aree depresse non raggiunte dalla rete di infrastrutture.

La tecnologia del biogas nasce come una risorsa aggiunta; consente di riciclare scarti vegetali e deiezioni zootecniche, rifiuti che normalmente non vengono utilizzati e costituiscono un gravoso

⁶KOU Jianping 寇建平, "Woguo 2007 nian nongcun kezaisheng nengyuan fazhan xianzhuang yu qushi, 我国2007年农村可再生能源发展现状与趋势 (Development status and trend of rural renewable energy in China)", *Kezaisheng Nengyuan 可再生能源 (Renewable Energy Resources)* 26 (3), 2008年6月, p. 2.

In base a stime dell'anno 2007, il consumo pro capite di carbone è pari a 960 kg, di cui il 56% (539 kg) è utilizzato solo per soddisfare i bisogni quotidiani. CHEN, "Household Biogas in Rural China...", *op. cit.*, p. 547.

⁷Regina GREGORY, *China-Biogas*, 2010, <http://www.ecotippingpoints.org/our-stories/indepth/china-biogas.html>

⁸NAUGHTON, *The Chinese...*, *op. cit.*, cap. 3 "The Socialist Era, 1949-1978: Big Push Industrialisation and Policy Instability", pp. 55-56.

problema per gli equilibri ambientali e le condizioni di salute della popolazione.

Il sistema metabolizza la materia organica producendo gas metano e, in un secondo momento, un fertilizzante naturale come ritorno positivo per l'ambiente⁹.

Il biogas è anche un modello sostenibile; infatti, il sistema rispecchia in ogni sua parte il principio delle “Tre R”, riduzione, riciclo e riutilizzo, proponendosi di abbassare il consumo di legname, disporre razionalmente dei prodotti di scarto e concimare i terreni agricoli¹⁰.

Questa tecnologia viene promossa all'interno dell'ambiente domestico rurale come nuovo sistema per cucinare e illuminare, evitando la combustione di biomasse tradizionali comunemente bruciate senza provvedere a un'adeguata ventilazione degli spazi¹¹.

⁹LI Kangmin, “Biogas China”, *ISIS report*, 02/10/06, <http://www.i-sis.org.uk/BiogasChina.php>.

¹⁰Alessandro GOBBICCHI, *La Cina e la questione ambientale*, Milano, FrancoAngeli, 2012, cap. 2.1. “L'economia circolare”, p. 56.

¹¹Jorrit GOSENS et al., “Sustainability effects of Household-Scale Biogas in Rural China”, *Energy Policy* 54, 2013, pp. 277. integrato con: CHEN Ling et al., “The Progress and Prospects of Rural Biogas Production in China”, *Energy Policy* 51, december 2012, pp. 59.

1.2. La struttura e il funzionamento di un impianto a biogas

Il biogas è una miscela di gas combustibili formata indicativamente per il 50-70% da metano (CH₄) e per il 30-40% da anidride carbonica (CO₂)¹².

Il composto ha un potere calorifico¹³ pari a circa 6 chilowattora (kWh) per unità di m³, una potenza pari a quasi mezzo litro di gasolio o di GPL, nonostante questo parametro tenda tuttavia a variare in base al livello di efficienza degli strumenti usati per la combustione; è da considerare, per esempio, che una stufa a biogas convenzionale può sfruttare fino al 50-60% della resa energetica complessiva¹⁴.

Il biogas viene ricavato dalla fermentazione di rifiuti agricoli e liquami: questo processo deve avvenire in assenza di ossigeno e all'interno di contenitori chiusi ermeticamente (impermeabili all'aria e all'acqua)¹⁵.

Lo stadio di demolizione della sostanza organica che porta alla formazione del biogas è chiamato “processo di digestione anaerobica”¹⁶.

La Cina ha cercato di sfruttare questa tecnica per oltre un secolo, costruendo un impianto estremamente semplice ed economico, a cui le famiglie rurali potessero avere accesso considerando anche le limitate disponibilità finanziarie.

Realizzato per la prima volta nella regione del Jiangsu nel 1936¹⁷ e rilanciato in più occasioni dalla fine degli anni 60 fino a oggi, il “*China dome digester*” (digestore a “cupola” cinese), o “*fixed dome digester*” (digestore a “cupola” fissa) è una struttura costruita principalmente con materiali disponibili sul territorio, cemento e mattoni¹⁸.

¹²Il biogas è composto principalmente da CH₄ e CO₂, ma può contenere anche una piccola percentuale di idrogeno, H₂, per il 5-10% del totale, nitrogeno, N₂, per l'1-2%, lo 0,3% di vapore acqueo, H₂O e tracce di acido solfidrico, H₂S. Jan LAM et al., *Domestic Biogas Compact Course: Technology and Mass-Dissemination Experiences from Asia*, Postgraduate Programme Renewable Energy, 26-28 aprile 2011, University of Oldenburg, version 2010, http://www.unioldenburg.de/fileadmin/user_upload/physikppre/download/Biogas/Biogas2011/Biogas_Course_Oldenburg_ReaderVers_2010_ohneTN.pdf, p. 6.

La composizione del biogas varia in base alla materia prima immessa nel digestore: la concentrazione di metano sarà più alta se verranno utilizzati principalmente deiezioni animali, acque reflue e scarti organici di macellazione; diversamente, i quantitativi di anidride carbonica aumenteranno in base alla percentuale di erba, paglia e altri residui colturali. LI, “Biogas..”, op. cit.

¹³Definizione di “potere calorifico”: «*la quantità di calore espressa in grandi calorie (o in piccole calorie) che si sviluppa dalla combustione completa di un chilogrammo (o, rispettivamente, di un grammo) di combustibile. Il potere calorifico è l'elemento che meglio di ogni altro caratterizza il valore di un combustibile*». Tommaso COLLODI, “*Calorifico, Potere*” in *Treccani.it, l'Enciclopedia Italiana, 1930*, [http://www.treccani.it/enciclopedia/potere-calorifico_\(Enciclopedia-Italiana\)/](http://www.treccani.it/enciclopedia/potere-calorifico_(Enciclopedia-Italiana)/), (10/06/2013)

¹⁴ LAM, *Domestic Biogas Compact Course..*, op. cit. p. 6.

¹⁵LI, “Biogas..” op.cit.

¹⁶Per “digestione” si intende: «*Trattamento di decomposizione che si fa subire a sostanze naturali a opera di reattivi chimici, del calore e della pressione*», <http://www.treccani.it/enciclopedia/digestione/>. Se la decomposizione è in condizioni “anaerobiche”, si specifica un processo che avviene in assenza di ossigeno nelle cellule. <http://www.treccani.it/vocabolario/anaerobico/>.

¹⁷Uri MARCHAIM, *Biogas processes for sustainable development*, FAO, 1992,

<http://www.fao.org/docrep/T0541E/T0541E00.HTM>, cap. 7 “Anaerobic processes, plant design and control”.

¹⁸CHEN Ruchen, “The Development of Biogas Utilisation in China”, *Biomass* 1, 1981, p. 40. E' necessario precisare

Il “China dome digester” (fig. 1.4.) è un serbatoio sotterraneo con una capacità di 8-10 m³, composto da un unico blocco privo di parti mobili: comprende una camera con pareti impermeabili ai gas, un tubo di entrata, uno di uscita e un terzo condotto per raccogliere e incanalare il biogas prodotto. Contiene anche un secondo serbatoio collegato alla prima camera per l'estrazione del residuo organico. Per agevolare la pulizia dell'impianto, sulla sommità della cupola è stata installata una botola sigillata ermeticamente.

La parte superiore e inferiore del digestore presentano una forma emisferica¹⁹.



Figura 1.1.

Scavo preliminare per la costruzione del digestore (1980)

Fonte: FLORITA Botts, *Back-Yard Biogas in China*, in [drylandfarming.com](http://www.drylandfarming.com), <http://www.drylandfarming.org/FB/Biogas4.html>, 1980, (19/08/2013).

(segue nota) che questo non fu l'unico tipo di impianto costruito in Cina, ma senza dubbio il più diffuso e funzionale. Negli ultimi trent'anni sono stati proposti alcuni tentativi di miglione, di difficile applicazione a causa di una scarsa disponibilità di materiali reperibili nell'ambiente rurale: un esempio è il “*floating cover type digester*” (digestore con copertura galleggiante), un modello dotato di una cupola flessibile sulla superficie. Il costo di questa nuova componente è risultato proibitivo e non è stato in grado di competere con il digestore a cupola fissa, ancora oggi il modello più diffuso in tutto il paese.

CHEN, “the development..”, *op. cit.*, p. 41. Integrato con: Mario ROSATO, *Biogas domestico e digestori: le origini della tecnologia*, in “architettura ecosostenibile: soluzioni architettoniche per la riduzione dei consumi energetici”, 14 maggio 2012, <http://www.architetturaecosostenibile.it/architettura/criteri-progettuali/biogas-domestico-digestori-tecnologia-723.html>, (30/05/2013).

¹⁹MARCHAIM, *Biogas processes..*, *op.cit.*, cap. 7 “Anaerobic processes, plant design and control”.



Figura 1.2.

Realizzazione della struttura in mattoni (1980)
Fonte: FLORITA Botts, *Back-Yard Biogas in China*, op. cit.



Figura 1.3.

Forma “a cupola”, tipica del modello cinese (1980)
Fonte: FLORITA Botts, *Back-Yard Biogas in China*, op. cit.

L'impianto viene alimentato quotidianamente con un composto ottenuto da biomasse animali, vegetali e da acque reflue; i quantitativi delle singole parti introdotte e la percentuale di acqua nella miscela sono determinanti perché i microorganismi che partecipano al processo di decomposizione dei vari elementi lavorino in modo corretto e, di conseguenza, si produca un combustibile di buona qualità. La disponibilità delle materie prime deve quindi essere pianificata e, considerando che la quantità di acqua nella miscela corrisponde al 90% del totale del composto, un requisito fondamentale per un corretto funzionamento della struttura è disporre di un efficiente sistema di approvvigionamento idrico²⁰.

Il processo di “digestione” di questo composto produce biogas.

Il gas formatosi durante la fermentazione viene immagazzinato sotto la cupola e, aumentando la pressione, comprime i liquami presenti al suo interno, riducendo lo spazio nella camera. La pressione idraulica permette ai residui organici depositati sul fondo di essere convogliati attraverso il tubo d'uscita verso il serbatoio di evacuazione, riuscendo così a mantenere equilibrato il livello del liquame nella camera principale²¹. Questo processo viene agevolato dalla forma emisferica dell'impianto, che consente una migliore distribuzione della pressione, facilita lo scorrimento delle sostanze e limita il manifestarsi di eventuali danni e avarie²².

Il serbatoio di evacuazione è dotato di un coperchio removibile, dal quale viene raccolto il “digestato”, un sottoprodotto residuo del processo di digestione anaerobica privo di agenti patogeni e ricco di sostanze nutritive per il terreno: questo composto viene riutilizzato come fertilizzante e mangime per gli allevamenti, contribuendo ad aumentare la fertilità del suolo e a migliorare la produzione agricola²³.

²⁰Ariane van BUREN (a cura di), *A Chinese Biogas Manual: Popularising Technology in the Countryside*, London UK, Intermediate Technology Publications, Ltd, 1979 (traduzione dalla lingua cinese da parte di Michael Crook), p. 23.

²¹MARCHAIM, *Biogas processes...*, op.cit., cap. 7 “Anaerobic processes, plant design and control”.

²²*Ibidem*.

²³LAM, *Domestic Biogas Compact Course...*, op. cit. p. 6.
GREGORY, *China...*, op.cit., pp.12-13.

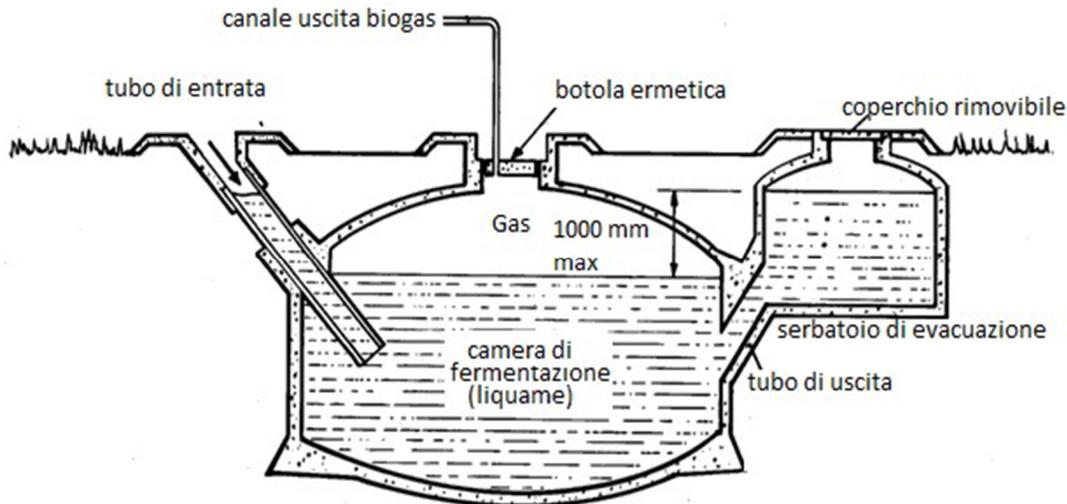


Figura 1.4.

China dome digester

Fonte: FRAENKEL P.L., "FAO Irrigation and Drainage Papers, United Kingdom", Intermediate Technology Power Limited Reading, 1986, cap. 4.10 Biomass and coal (the non petroleum fuels), <http://www.fao.org/docrep/010/ah810e/AH810E13.htm>, (traduzione propria).

Un dato che condiziona significativamente il funzionamento dell'impianto è la temperatura ambientale e del suolo. La fermentazione del liquame avviene tra 8-25° C, ma la condizione termica necessaria alla produzione di biogas viene soddisfatta solo oltre i 10°C. Inoltre, l'innalzamento della temperatura aumenta progressivamente il rendimento della struttura e gli impianti che hanno dato i migliori risultati lavorano mediamente al di sopra dei 20°C²⁴.

Un secondo fattore che influenza indirettamente un corretto processo di fermentazione anaerobica è la frequenza e l'intensità delle precipitazioni: il substrato delle aree geografiche tendenzialmente aride può non contenere quantitativi idrici sufficienti per produrre una miscela adeguata alla produzione di biogas, aumentando nello stesso tempo le probabilità di avarie e ostruzioni dell'impianto; la scarsità di precipitazioni compromette anche la produttività agricola, riduce il mangime per gli allevamenti e, di conseguenza, le materie prime indispensabili per la generazione di gas metano.

Diversamente, le regioni eccessivamente piovose possono incontrare problemi nel corso dell'installazione e durante il funzionamento dell'impianto, a causa di alte percentuali di concentrazione di acque sotterranee nel sottosuolo²⁵.

In condizioni normali, un impianto familiare di 10 m³ utilizzato mediamente da 5/6 persone riesce a

²⁴CHEN, Yu et al., "An assessment of the availability of household biogas resources in rural China", *International Journal of Energy and Environment (IJEE)* 1, 2010, p. 784.

²⁵United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP), *Recent Development in Biogas Technology for Poverty Reduction and Sustainable Development*, Beijing 2007, <http://www.un-csam.org/publication/F-Biogas.PDF>, p. 17.

produrre mediamente 1,5 m³ di metano ogni giorno²⁶. Il volume del gas è direttamente proporzionale alla quantità di materia organica disponibile nel piccolo sistema agricolo e dalla dimensione del digestore; non è possibile quindi aumentare la fornitura di gas giornaliera e, di conseguenza, le potenziali migliorie possono mirare solo a rendere questa produzione più costante possibile durante l'arco di tutto l'anno.

All'interno del nucleo familiare, un metro cubo di biogas può essere impiegato per cucinare due, tre pasti o illuminare con una lampadina da 60 watt per 6/7 ore. In alternativa, è possibile alimentare un motore da un cavallo di potenza per due ore (corrisponde approssimativamente a 0,6-0,7 kg di petrolio), oppure generare 1,25 chilowatt (kw) di elettricità²⁷.

²⁶GREGORY, *China...*, op. cit. pp. 2;8.

²⁷van BUREN (a cura di), *A Chinese Biogas Manual...*, op.cit. p.21.

1.3. Le vicende storiche del mondo rurale

1.3.1. La Cina delle campagne e l'Impero

La Cina ha un'antichissima tradizione rurale:²⁸ nel corso di millenni, generazioni di contadini hanno sviluppato complesse competenze che hanno reso possibile il sostentamento e la rapida crescita economica del 22% della popolazione mondiale con solo il 7% delle risorse naturali presenti sulla Terra²⁹. Infatti, nonostante l'area totale del paese sia di poco inferiore alla superficie del continente europeo, solo un quindicesimo della Cina è costituito da terreni coltivabili³⁰.

La morfologia del paese ha portato un'altissima concentrazione di forza lavoro in aree limitate e ha richiesto una grande capacità di adattamento al territorio. Il popolo cinese, attraverso la costruzione di opere idrauliche, terrazzamenti, bonifiche e lo sviluppo di complesse tecniche agricole, ha generato un sistema efficiente, integrato da piccole microimprese familiari specializzate nel settore manifatturiero, alimentare e metallurgico: queste attività artigianali, strettamente integrate nel mondo rurale, erano una parte importante di questo sistema; i prodotti erano di notevole qualità ed erano molto apprezzati anche dai paesi esteri³¹.

Questo modello economico ha portato a un aumento demografico annuo dello 0,4% e, dal XV agli inizi del XIX secolo, la popolazione è cresciuta cinque volte tanto. Nel 1820, in Cina vive il 36% della popolazione mondiale e produce un terzo del totale del Prodotto Interno Lordo (PIL) internazionale³².

Tuttavia, in parallelo a questa costante opera di crescita, il livello di competenze culturali e conoscenze tecnologiche è entrato progressivamente in una lunga fase di stagnazione. L'aumento demografico ha continuato a gravare sulle risorse ambientali: verso la fine del XVIII secolo era stata sfruttata quasi tutta la terra coltivabile del paese e, nello stesso tempo, le istituzioni non impegnavano i surplus agricoli in investimenti volti a migliorare i metodi di produzione o innalzare il grado di istruzione che avrebbe potuto contribuire al progresso, rendendo gli equilibri molto fragili.³³

Nel corso dell'Ottocento, l'introduzione dell'oppio nel paese come moneta di scambio nelle transazioni commerciali da parte dei mercanti del Regno Unito, i vani tentativi da parte dell'autorità

²⁸Fonti storiche attestano la presenza di piantagioni di riso e delle prime attività di allevamento risalenti a più di 7000 anni fa. XUJUN Ye et al. "The Ecological Agriculture Movement in Modern China", *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 92, 2002, p. 261.

²⁹LIEBERTHAL, *Governing China...*, op. cit., pp. 275-276.

³⁰__, *Agricoltura; struttura dell'economia agricola*, in "Ambasciata d'Italia a Pechino"
http://www.ambpechino.esteri.it/Ambasciata_Pechino/Menu/I_rapporti_bilaterali/Cooperazione_economica/Scheda_Paese/Agro-alimentare/L, (30/05/2013).

³¹ NAUGHTON, *The Chinese...*, op. cit., cap. 2 "The Chinese Economy Before 1949", pp. 34-37.

³² Ibidem.

³³*Ivi*, pp. 38-39. Per un approfondimento storico: LIEBERTHAL, *Governing China...*, op. cit., pp. 17-18.

centrale di limitarne la diffusione e le successive dichiarazioni di guerra da parte delle potenze straniere spinte dai forti interessi economici in gioco (1839-1895), hanno ulteriormente aggravato la debolezza strutturale del paese.

La diffusione della droga ha provocato notevoli danni economici e sociali, portando al deteriorarsi delle infrastrutture rurali, all'abbandono dei lavori di manutenzione del sistema di irrigazione nazionale e a una crescente penuria delle riserve di cibo conservate nei magazzini pubblici.

Il governo imperiale non è stato in grado di fronteggiare l'ingerenza straniera: le ripetute sconfitte costringono la Cina alla cessione forzata di aree privilegiate e a rinunciare al controllo di interi settori economici³⁴.

La disgregazione sociale del paese viene quindi aggravata dalla diffusione delle attività commerciali straniere³⁵ e dai debiti contratti per riuscire a pagare le indennità di guerra, fattori che portano la bilancia economica della Cina sempre più in passivo.

Il potere centrale non ha avuto la capacità di elaborare misure efficaci per uscire dallo stato di arretratezza e creare le basi per avviare la modernizzazione del paese: la necessità di un cambiamento radicale e di nuove istituzioni che supportino una trasformazione delle forze politiche e sociali porta al collasso dell'impero Qing (1911) e alla proclamazione della Repubblica Cinese (Zhonghua Minguo, 中华民国) il primo gennaio del 1912.

Il tentativo di costituire un governo repubblicano si rivelò a sua volta un fallimento: la debolezza della struttura amministrativa dello Stato centrale e le lotte intestine per il potere dei Signori della Guerra aggravano ulteriormente le condizioni dell'economia e della popolazione.

Di conseguenza, dal 1820 al 1913, la densità demografica cinese passa dal 36% al 25% della popolazione mondiale e il suo PIL diminuisce da un valore prodotto precedentemente pari a circa il 33% del PIL internazionale a solo il 9%³⁶.

1.3.2. La crisi del sistema tradizionale e i nuovi scenari: l'introduzione del biogas

In questa situazione estremamente difficile, ci sono alcune condizioni che permettono l'avvio di una ripresa economica.

Si verifica una rivalutazione delle riserve d'argento nazionali, dovuta al blocco dell'approvvigionamento delle miniere messicane provocato dalla rivoluzione zapatista; questa nuova

³⁴Paolo SANTANGELO, Mario SABATTINI, *Storia della Cina*, Bari, Laterza, 2005, pp. 596-610.

³⁵In seguito all'ultima sconfitta subita per mano del Giappone e la successiva firma del trattato di Shimonoseki (1895), le potenze straniere hanno la possibilità di fondare imprese all'interno dei territori sotto il loro controllo. Vengono costituite allora le prime imprese industriali. Fabrizio EVA, *Cina e Giappone. Due modelli per il futuro dell'Asia*, Torino, UTET Libreria, 2000.

³⁶NAUGHTON, *The Chinese...*, op. cit. pp. 42-43.

liquidità permette nuovi investimenti³⁷.

Gli insediamenti stranieri, prevalentemente collocati nelle aree costiere nei pressi di Shanghai e Tianjin, nonostante gli accordi vantaggiosi consentano lo sfruttamento privilegiato del territorio, permettano comunque un generale sviluppo delle comunicazioni, delle infrastrutture e una crescita sia delle competenze sia del livello culturale, concretizzandosi in una rapida espansione delle industrie nazionali.

Nel breve periodo, i cinesi diventano i principali attori di questo processo: alla fine degli anni trenta, circa il 78% del valore della produzione nel settore secondario proviene da aziende di proprietà cinese³⁸.

Questo sviluppo economico cerca un sistema politico che ne consenta una stabilità futura, concretizzandosi in un nuovo governo nazionalista, il *Guomindang*, con capitale presso la città di Nanchino (1927).

Il Governo promuove un periodo di relativo benessere e di riforme amministrative che, tuttavia, si limitano a coinvolgere principalmente le aree industrializzate.

Nonostante l'agricoltura resti ancora il pilastro principale dell'economia, la maggior parte delle province della Cina rimane estremamente arretrata: nel territorio sono ancora molto influenti le autorità locali e persiste un endemico sistema di corruzione e abusi di potere, il lascito della fase di decadenza del vecchio impero; inoltre, una profonda disuguaglianza sociale permetteva all'11% della popolazione di controllare il 49,9% della terra, mentre il rimanente 89% si spartiva l'altra metà³⁹.

L'ambiente che vede nascere l'idea di sfruttare industrialmente la tecnologia del biogas è la zona costiera del Sud, il principale teatro di questo nuovo dinamismo economico.

I primi esperimenti mirati alla costruzione di semplici vasche di fermentazione in grado di produrre gas dalla decomposizione di scarti organici iniziarono già alla fine del XIX secolo⁴⁰ nelle zone costiere a sud della Cina⁴¹. Queste ricerche vennero approfondite ed elaborate nei primi anni venti da parte del taiwanese Luo Guorui (Luo Guorui, 罗国瑞): intenzionato a ridurre l'utilizzo di dannose lampade a cherosene tra la popolazione, realizzò il primo impianto a pressione idraulica a Shantou,

³⁷EVA, *Cina e Giappone...*, op.cit. p.47.

³⁸NAUGHTON, *The Chinese...*, op. cit. p.44.

³⁹EVA, *Cina e Giappone...*, op. cit., pp. 51-52.

⁴⁰Le prime testimonianze sull'utilizzo di questa tecnologia sono molto più remote: sembra infatti che la Cina vantasse un'esperienza millenaria nel trasporto del biogas, servendosi di tubi in canna di bambù. Nel X secolo a.C. la civiltà assira utilizzava questa tecnologia per riscaldare i bagni. Altre fonti attestano l'impiego di questa tecnica anche alla cultura persiana del XVI secolo.

In occidente, Van Helmont, nel XVII secolo e, nel 1776, Alessandro Volta, definirono il biogas un gas combustibile composto da metano e derivato dalla fermentazione degli scarti organici. Sulla base di questi studi, nel 1800 vennero progettati i primi digestori anaerobici. Una delle prime installazioni fu costruita nel 1856 in un lebbrosario a Bombay, India. Pierre LABEYRIE, "Biogas", in Jean Claude SABONNADIÈRE (a cura di), *Renewable Energies Technologies*, ISTE, London UK, Wiley and Sons, 2010, p. 399.

⁴¹GREGORY, *China...*, op. cit. p. 5.

città nella provincia del Guangdong. Il modello è il primo prototipo del “China dome digester”, in grado di fornire energia per l'illuminazione a la cottura dei cibi a una famiglia di sei componenti⁴². Nel 1929, Luo Guorui fonda nella città la prima azienda produttrice di lampade alimentate con il sistema del biogas (*Shantoushi Guorui wasi qideng gongsi*, 汕头市国瑞瓦斯汽灯公司).

Intenzionato a diffondere questa struttura nel paese, nel 1931 sposta la sua attività presso Shanghai, epicentro della circolazione delle nuove tecnologie; ottiene il brevetto per il suo nuovo impianto e costituisce la “Guo Rui Natural Light Co.” (*Zhonghua Guorui wasi zonghang*, 中华国瑞瓦斯总行).

Nel 1935 Luo Guorui pubblica il testo *China Guo Rui Gas Stove Practical Teaching Manual* (*Zhonghua Guorui tianran wasi ku shixi jiangyi* 中华国瑞天然瓦斯库实习讲义), la prima monografia riguardante le tecniche di produzione “artificiale” del gas e i dettagli sulla struttura dell'impianto.

Questa prima fase di sviluppo e diffusione della tecnologia si concentrò principalmente nei pressi delle aree urbane delle regioni costiere nella parte sud-orientale della Cina, per poi estendersi verso le zone centro-occidentali attraverso un canale di comunicazione creatosi lungo il corso del fiume Yangtze. In parallelo, l'impresa cresce ulteriormente aprendo una rete di filiali sul territorio.

I primi impianti a biogas erano efficienti, tecnicamente avanzati e costruiti con materiali prevalentemente d'importazione. Il loro costo era proibitivo e li rendeva accessibili solo alla popolazione con un reddito medio-alto, residente nelle zone industrializzate o appartenente alle famiglie rurali più influenti, che, nella maggior parte dei casi, riscuotevano quote elevate dai terreni concessi in affitto⁴³.

Questo progresso viene interrotto dall'invasione del Giappone nel 1937 che, occupando le città di Nanchino e Shanghai, confisca e trasforma il fiorente settore industriale, riorganizzandolo in un sistema produttivo a supporto dei loro obiettivi militari. La produzione di armamenti cresce in modo esponenziale, a discapito dell'economia cinese⁴⁴.

Nello stesso tempo, la “Guo Rui Natural Light Co.” fu costretta a chiudere⁴⁵.

La guerra lascia la Cina in condizioni gravissime, mettendo in seria discussione l'autorità del *Guomindang* stesso e aprendo la strada al partito comunista: il primo ottobre del 1949 viene proclamata la Repubblica Popolare Cinese (RPC), con a capo la figura di Mao Tse-Tung (*Mao Zedong*,

⁴²QIU Daxiong et al., “Diffusion and Innovation in the Chinese Biogas Program”, *World Development* 18, 1990, p. 555.

⁴³WANG Yichao, WANG Xin, 王义超, 王新, “Jianguo qianhou zhongguo tuiguang liyong zhaoqi jishu de butong tedian 建国前后中国推广利用沼气技术的不同特点 (Comparazione delle caratteristiche di diffusione della tecnologia del biogas in Cina prima e dopo la fondazione della Repubblica Popolare Cinese), in *Nongye Keji Guanli* 农业科技管理 vol. 30 No. 2, 2011 年4月, 32-34 页.

⁴⁴NAUGHTON, *The Chinese...* op.cit. pp. 48-49.

⁴⁵WANG, “Jianguo qianhou...” op.cit., 32页.

毛泽东)⁴⁶.

1.3.3. L'era di Mao: “il biogas deve essere reso accessibile a tutti”

Il consenso ottenuto dal Partito Comunista è supportato da un profondo risentimento verso la presenza straniera, che ha lasciato la Cina in un momento di grave crisi economica e un forte stato d'inflazione. In parallelo, la ricerca di una nuova identità nazionale porta il paese a un completo isolamento dal mondo esterno.

Il nuovo piano economico di questo periodo è completamente mirato allo sviluppo del settore industriale, a discapito di ogni altro investimento⁴⁷.

Nonostante venga ridistribuita la proprietà della terra tra i contadini, non viene promossa alcuna forma di progresso tecnologico all'interno delle aree rurali e, nello stesso tempo, il prodotto agricolo viene in gran parte monopolizzato dallo stato, comprimendo ulteriormente i consumi.

Le risorse idriche, naturali ed energetiche vengono interamente destinate al potenziamento della produzione metallurgica e chimica, realizzando imponenti opere di controllo dell'acqua, disboscamenti, miniere e infrastrutture industriali.

Dal 1953 al 1978, il paese quintuplica la produzione pro capite di carbone, aumenta la produzione di acciaio di undici volte e la rete elettrica cresce sedici volte tanto⁴⁸.

Questo modello di crescita sottrae spazi e materie prime necessarie al mondo rurale e, di conseguenza, realizza standard di vita molto bassi, scarsa disponibilità di generi alimentari, provocando forti pressioni anche sull'equilibrio ambientale⁴⁹.

Nel corso degli anni, sono stati elaborati diversi piani agricoli e normative ambientali nel tentativo di migliorare la condizione rurale, strategie rivelatesi fallimentari e successivamente abbandonate⁵⁰.

⁴⁶NAUGHTON, *The Chinese...*, op. cit. pp. 47-49.

⁴⁷Il PRC promosse il “Big Push Strategy”, una strategia di ispirazione socialista che mirava a un rapido sviluppo del settore secondario attraverso un sistema di compressione dei consumi. A cavallo tra il 1952 e il 1978 la produzione industriale crebbe rispetto al totale del PIL dal 18% al 44% e, nello stesso periodo il prodotto agricolo diminuì dal 51% al 28%, *Ivi*, p. 56.

⁴⁸*Ivi*, pp. 329-330.

⁴⁹*Ivi*, pp. 55-65.

⁵⁰Negli anni 50 vennero emanate le prime normative (anche se in forma molto limitata) sulla tutela ambientale: nel 1956 “regole per la protezione delle risorse minerarie”, “regole sulla sicurezza nelle fabbriche” (comprende misure specifiche in caso di utilizzo di gas, polveri e altri materiali dannosi) e venne introdotta una politica riguardo all'utilizzo di rifiuti industriali. Nel 1957 il Consiglio di Stato pubblica un programma sull'acqua e la protezione del suolo, mentre, nel 1962 una direttiva diretta alla protezione della natura e l'uso razionale delle risorse. Alla metà degli anni 60 il Consiglio di Stato elabora un'ultima direttiva sulla disposizione e il riciclo di rifiuti gassosi, acque di scarico e scarti industriali. Questi provvedimenti volti alla salvaguardia dell'ambiente vennero messi da parte per lasciare spazio ad ambiziosi obiettivi economici. Michael PALMER, “Environmental Regulation in the People's Republic of China: The Face of Domestic Law”, *The China Quarterly*, No 156 Special Issue: China's Environment, december 1998, pp.789-790.

Nel 1958, un ufficiale del governo centrale, visionando degli impianti a biogas installati negli anni trenta nelle regioni dello Hubei e Anhui, viene a conoscenza della possibilità di produrre metano per usi domestici, come l'illuminazione degli ambienti e la cottura dei cibi, senza consumare legna e carbone. Propone quindi di introdurre questo sistema nelle aree agricole come alternativa all'uso dei combustibili tradizionali destinati principalmente al settore industriale, trovando ampi consensi tra i vertici del partito.⁵¹

Nell'aprile del 1958, il presidente Mao dichiara:

«沼氣又能点灯，又能做饭，又能作肥料，要大力发展，要好好推广».

«Il biogas può essere utilizzato per illuminare, cucinare e per produrre del fertilizzante; deve essere reso accessibile a tutti»⁵².



Figura 1.5.

Il Presidente Mao visiona una stufa a biogas a Wuhan, nell'aprile del 1958.

Fonte: GREGORY Regina, *China – Biogas*, 2010,

<http://www.ecotippingpoints.org/our-stories/indepth/china-biogas.html>, p.6.

Viene pianificata una diffusione degli impianti su larga scala, ma le fonti sulla reale distribuzione della tecnologia sono discordanti: la prima registra la presenza di poche strutture nelle province a sud, una seconda circa centomila sistemi in tutto il paese e una terza alcuni milioni di impianti costruiti in

⁵¹QIU, “Diffusion and Innovation”, *op. cit.*, p. 556.

⁵²Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali)*, 2006-2010 年, <http://www.sdpc.gov.cn/fzgh/ghwb/115zxgh/P020070928506204083553.pdf>, 0 页. Integrato con: WANG, “Jianguo qianhou.”, *op.cit.*, 33 页.

un solo anno sul territorio⁵³.

Questa operazione viene messa in opera con limitate risorse finanziarie, producendo quindi strutture di scarsa qualità tecnologica e a bassa efficienza, spesso costruite con materiali di ripiego: viene utilizzata calce al posto di cemento armato e canne di bambù sostituiscono tubi in ferro e gomma; inoltre, non sempre le strutture sono ermetiche, requisito essenziale per un funzionamento corretto e duraturo.

Questi impianti rudimentali, per avere una resa energetica soddisfacente richiedono almeno un'adatta conoscenza tecnica e un'opera di manutenzione costante. Vengono organizzati dei corsi di formazione mirati all'approfondimento della materia, senza però riuscire a diffondersi in modo sufficiente e adeguato su tutto il territorio. La scarsa preparazione degli utenti scoraggia e compromette il corretto utilizzo di questa tecnologia, spingendo la popolazione anche ad abbandonare le strutture in tempi brevi perché non funzionali⁵⁴.

La continua riduzione delle risorse destinate al settore agricolo porta a un suo progressivo indebolimento, rendendolo più vulnerabile a calamità naturali, fino alla grande carestia del 1960, dove muoiono 25-30 milioni di persone.

Il governo è costretto a contenere gli investimenti destinati all'industria pesante. Importa generi alimentari, incrementa il settore chimico affinché produca fertilizzanti e decide di ristrutturare il sistema delle comuni.

La pianificazione viene localizzata in un'estesa zona depressa dell'entroterra, principalmente dedicata all'agricoltura e densamente popolata, che si estende dalla regione dello Yunnan, attraversa il Sichuan e prosegue fino al Gansu. L'obiettivo è realizzare una nuova, completa e autosufficiente area industriale strategica, meno esposta alle pressioni delle forze americane e sovietiche: il Terzo Fronte⁵⁵. La tecnologia del biogas viene nuovamente incentivata all'interno di questa specifica zona d'interesse e inserita come parte del progetto di rinnovamento delle comuni popolari.

Il grande cambiamento è il funzionamento della struttura a biogas: viene gestita in maniera centrale dalla comune, costruendo un unico digestore di grandi dimensioni o coordinando la gestione di un insieme di piccoli sistemi familiari. La comune raccoglie e ridistribuisce la materia prima tra la popolazione, garantisce la manutenzione dell'impianto, recupera e distribuisce il fertilizzante prodotto, ottimizzando così i costi e i tempi di gestione⁵⁶.

Storicamente, il Sichuan è la regione che utilizza il sistema del biogas in modo più efficace, favorita

⁵³Il primo dato da GREGORY, *China...*, op. cit., p. 5, il secondo WANG, "Jianguo qianhou.." *op.cit.*, 33 页 e il terzo QIU, "Diffusion and Innovation", *op. cit.*, p. 556.

⁵⁴WANG, "Jianguo qianhou.." *op.cit.*, 33 页.

⁵⁵NAUGHTON, *The Chinese...*, op. cit. pp. 69-74.

⁵⁶CHEN, "The Development of..", *op.cit.*, pp. 43-44.

anche da condizioni ambientali vantaggiose: infatti, nel 1968, alcuni contadini perfezionano la struttura del digestore, realizzando un efficace sistema di chiusura ermetica indispensabile al corretto funzionamento del fermentatore, riuscendo comunque a contenere i costi dei materiali⁵⁷.

Il governo prende a modello il sistema e promuove una campagna di supporto, concedendo sussidi e prestiti agevolati tramite la Banca Agricola (Zhongguo Nongye Yinhang, 中国农业银行) con tassi dell'1,8% per l'acquisto di materiale ed eventuali opere di manutenzione.

Per capire quanto sia rilevante l'impegno dello stato in questa operazione, è interessante sapere che un impianto destinato a una famiglia di cinque componenti (8 m³) ha un costo dei materiali pari a 30\$, a cui si aggiunge un mese di lavoro effettuato dalla squadra di produzione e dal nucleo familiare; nello stesso periodo, il valore di una bicicletta corrisponde a 100\$⁵⁸.

In particolare, sempre nel Sichuan, la consapevolezza dell'importanza una gestione soddisfacente dell'impianto, motiva l'organizzazione di training tecnici della durata di un mese per formare personale specializzato che sappia utilizzare l'impianto in modo adeguato e diffonda le informazioni anche nelle prefetture limitrofe.

Nel 1976 viene pubblicato un manuale tecnico⁵⁹ che illustra in maniera esaustiva tutto questo sistema. Vengono organizzate conferenze mirate a diffondere la tecnologia in tutto il paese.

Si stima che il numero dei digestori nel Sichuan nel 1975 superi i 400mila impianti e 5 milioni di strutture nel 1979; a livello nazionale, tra il 1973 e il 1978 vengono costruiti fino a 7 milioni di digestori, di cui 30mila sono impianti di larga scala, costruiti per le comuni, le distillerie, altre industrie con rifiuti organici, il trattamento dei rifiuti cittadini, scuole e ospedali⁶⁰.

Dati reali sulla produzione effettiva di questo periodo non sono chiari, ma sicuramente lontani dal soddisfacente apporto energetico propagandato; inoltre, ancora la bassa qualità dei materiali provoca un rapido degrado delle strutture. Una stima riporta che, già alla fine degli anni settanta, solo un milione di impianti (circa il 15%) sono ancora funzionanti⁶¹.

Il processo di smantellamento delle strutture verrà ulteriormente accelerato dai profondi cambiamenti socioeconomici messi in atto dopo la morte di Mao (1976). Nel 1986 vennero costruiti 350mila nuovi impianti e, parallelamente, ne vennero dismessi circa 400mila: alla fine dello stesso anno, i dati ufficiali contano la presenza di solo 4 milioni e 530mila strutture su tutto il territorio⁶².

⁵⁷GREGORY, *China...*, op.cit. p. 6.

⁵⁸CHEN, "The Development of..", *op. cit.*, pp. 43-46

⁵⁹Il testo è consultabile anche tradotto in lingua inglese: BUREN, Ariane van (a cura di), *A Chinese Biogas Manual: Popularising Technology in the Countryside*, London UK, Intermediate Technology Publications, Ltd, 1979 (traduzione dalla lingua cinese da parte di Michael Crook).

⁶⁰GREGORY, *China...*, op.cit. p. 6-7.

⁶¹QIU, "Diffusion and Innovation", *op. cit.*, p. 557.

⁶²Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua*, op.cit. 9页.

1.3.4. I primi anni Ottanta: “il biogas è la principale alternativa di fronte alla crisi energetica”

Il modello perseguito da parte del governo maoista non ha saputo dare stabilità e benessere alla Cina: nell'ultimo ventennio del XX secolo, la nuova autorità governativa mira a una completa riorganizzazione del sistema, portando profondi cambiamenti politici ed economici nel tentativo di innalzare gli standard di vita della popolazione.

Il miglioramento della gravosa condizione agricola è il primo degli obiettivi della riforma.

In primo luogo viene pianificato il graduale smantellamento delle comuni popolari, un processo che porterà al ripristino del precedente sistema, fondato sull'economia familiare. Infatti, nei primi anni 80, con il piano *Household Responsibility System* (sistema di responsabilità familiare), la famiglia stipula un contratto con lo Stato per ottenere la gestione dei terreni; in cambio, l'ente governativo riceve solo una parte della produzione agricola.

Questo è un grande cambiamento nella società cinese: i contadini restano proprietari del surplus coltivato, che può contribuire a migliorare il tenore di vita stesso della popolazione o essere investito in tecnologie adeguate a uno sviluppo futuro.

Inoltre, il piano di riforme prevede un minore controllo da parte dello Stato sui sistemi di produzione agricola, favorendo così la diversificazione delle colture, selezionate anche considerando le caratteristiche del territorio.

Il sistema viene applicato rapidamente in tutto il paese: nel 1983 il 98% delle famiglie ha già stipulato questo tipo di contratto agricolo.

Questo nuovo assetto del sistema produce un immediato aumento dei prezzi, liberi dal monopolio di stato, ma anche un parallelo incremento della produzione nelle campagne; infatti, tra il 1983 e il 1987 il reddito medio pro capite cresce del 70%⁶³.

La comune ha profondamente modificato l'organizzazione sociale dell'ambiente agricolo, accentrando le attività amministrative, sanitarie, scolastiche e domestiche, a discapito di un'autonomia familiare che ora deve essere ripristinata. Le cucine tradizionali sono state completamente smantellate, fino a fondere pentole e casseruole per riutilizzare la materia prima: diventa quindi necessario ricostruire la piccola azienda rurale e tutti gli aspetti della vita domestica⁶⁴.

Questi grossi cambiamenti sociali coinvolgono anche gli impianti a biogas messi a punto nel decennio precedente. L'organizzazione della comune ne aveva migliorato l'efficienza e risolto alcuni problemi gestionali, come l'approvvigionamento di biomasse e la manutenzione; tuttavia, la fine di questo

⁶³Luigi TOMBA, *Storia della Repubblica Popolare Cinese*, Bruno Mondadori, 2002, pp. 173-174.

⁶⁴EVA, *Cina e Giappone...*, op. cit. pp.86-87.

sistema porta inevitabilmente all'abbandono dei grandi digestori, già compromessi dalla bassa qualità dei materiali e dal rapido degrado.

Il governo, a fronte di queste grandi carenze strutturali, elabora delle politiche di sviluppo rurale mirate alla rivalutazione del biogas, dichiarando che questa è la principale alternativa di fronte alla crisi energetica (1980)⁶⁵. Diversamente dalle forme di diffusione precedenti, dirette unicamente al raggiungimento dell'autosufficienza domestica, si promuove il biogas anche come sistema sostenibile, capace di migliorare le condizioni sanitarie della popolazione e alleviare le pressioni sull'equilibrio ambientale. La consapevolezza delle scarse tecnologie impiegate fino a ora, porta a studiare un piano di ricerca e investimento per rendere l'apporto energetico del biogas più significativo⁶⁶.

Vengono create una serie di strutture amministrative e uffici dedicati all'accesso e alla diffusione degli impianti estesi in maniera capillare sul territorio, dagli enti ministeriali fino alle contee. Queste istituzioni si propongono di organizzare corsi di training, fornire i materiali adatti, estendere prestiti bancari, sponsorizzare la ricerca e di distribuire la documentazione tecnica⁶⁷.

All'interno del Piano Nazionale, viene stanziata una parte delle risorse di cemento per supportare i lavori di costruzione degli impianti⁶⁸. Inoltre, viene concessa una quota di terreno aggiuntiva a famiglie che realizzano queste strutture: per esempio, nella regione del Sichuan, vengono assegnati 40 m² di terra per ogni componente della famiglia. Se si sceglie di installare un digestore vengono aggiunti altri 120 m² di spazi agricoli⁶⁹.

Vengono creati dei centri di studio e ricerca tecnica per realizzare modelli colturali che aiutino la gestione naturale dell'impianto, adatti alle diverse realtà geografiche, con migliori standard di design

⁶⁵GREGORY, *China...*, op. cit. p.7.

⁶⁶LI, "Biogas.." op. cit.

Nel luglio del 1980 Deng Xiao Ping dichiara: « 发展沼气很好, 是个方向, 可以因地制宜解决农村能源问题, 沼气发展要有一个规划, 要有明确奋斗目标和方向. 要抓科研, 沼气池也要搞 '三化', 即标准化、系列化、通用化, 不这样不好管理, 也保证不了质量 ». « È importante diffondere la tecnologia del biogas; da una parte, adattandosi alle condizioni locali, è in grado di risolvere il problema energetico rurale, dall'altra, lo sviluppo di questa tecnologia deve essere pianificato, avere chiari obiettivi e orientamenti specifici. Il biogas deve essere supportato da un lavoro di ricerca e inserito all'interno delle "sanhua", standardizzazione, produzione in serie e utilizzo diffuso; senza queste componenti, non può essere gestito correttamente e garantito qualitativamente. » (traduzione propria). Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua, op.cit. 1页.

⁶⁷Viene istituito lo "State Leading Group on Biogas" (Commissione Statale per il Biogas), composto dalle rappresentanze dei diversi ministeri, il quale delegava le operazioni quotidiane allo "State Office of Biogas Utilisation and Popolarisation" (Ufficio Statale sull'Utilizzo e la Diffusione del Biogas). Altri "Biogas Leading Group" (Commissioni per il Biogas) vennero stabiliti nelle provincie, nelle municipalità e nelle regioni autonome, all'interno delle città e delle contee. Nel 2010 la rete amministrativa della tecnologia conta circa 3640 dipartimenti e agenzie distribuite dalle reti locali al governo centrale.

⁶⁸Analizzando un caso nell'area del Guangxi, il costo del cemento è pari a circa il 30% del totale della spesa, una percentuale non del tutto indifferente. ZHANG Mi, Financing of Domestic Biogas Plants in China, Bangkok, Thailand, The International Workshop on Financing of Domestic Biogas Plants, 22-23 october 2008, <http://ebooks6.com/download.php?id=22019>, p.10.

⁶⁹Ibidem.

e materiali più duraturi.

Si elabora un indice di supporto che tenga conto delle condizioni climatiche, della carenza di legname, della disponibilità delle risorse e della condizione economica, a tutela delle regioni che manifestano un maggior bisogno di beneficiare della tecnologia.

Il programma comprende anche varie forme di diffusione e propaganda, come manuali, poster, film e programmi radio⁷⁰.

Parallelamente, questo processo favorisce lo sviluppo di nuove imprese e un mercato di distribuzione e commercio delle componenti degli impianti, come stufe e fornelli alimentati a biogas, insieme a valvole e tubature⁷¹.

Il miglioramento della condizione finanziarie rendono queste tecnologie più accessibili alla popolazione.

Dagli anni 90, nelle zone agricole particolarmente depresse, vengono ancora realizzati impianti a biogas all'interno di sistemi integrati sempre più complessi, che comprendono anche il supporto di energie alternative come quella solare.

⁷⁰GREGORY, *China...*, op. cit, pp.7-8.

⁷¹HU, Qichun, *The promotion of Rural Domestic Biogas Plants in P. R. China*, 2006, p. 4.

1.4. Nuove tecnologie e ristrutturazioni

1.4.1. “Un serbatoio con tre ristrutturazioni” (yi chi san gai, 一池三改)

La Cina, nei primi anni Novanta, ha messo a punto una serie di modelli dedicati all'utilizzo della tecnologia del biogas, rispettosi dell'ambiente e studiati per razionalizzare le piccole nuove imprese agricole, valorizzando un ecosistema che realizzi prodotti qualitativamente elevati e biologici.

Nel 1992, con la campagna “un serbatoio con tre ristrutturazioni” (yi chi san gai, 一池三改)⁷², il Governo incoraggia la popolazione a risanare gli ambienti domestici, collegando direttamente il digestore a tutti gli spazi che ne necessitino l'utilizzo, principalmente i servizi igienici, il porcile e la cucina.

I liquami, diversamente sversati nel terreno, vengono raccolti e incanalati in un sistema che automaticamente li dosa e miscela con gli altri componenti necessari, come acqua e residui vegetali; questa è l'unica parte che deve essere introdotta manualmente dal contadino, riducendo così il carico di lavoro quotidiano e producendo una miscela più corretta.

Di ritorno, il biogas prodotto viene indirizzato direttamente verso la cucina, nella quale sono stati installati stufe e fornelli adatti all'uso del gas⁷³.

Oltre a suggerire questo tipo di struttura igienica, il governo istruisce i contadini affinché impostino le produzioni animali e vegetali in modo da bilanciare naturalmente il compostaggio, creando un sistema economico circolare autosufficiente⁷⁴ che, con il ritorno dei fertilizzanti, migliori le colture, l'allevamento e l'ambiente.

⁷²Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua*, op.cit. 17 页.

⁷³Dieter DEUBLEIN et al., *Biogas From Waste and Renewable Resource: An Introduction*, Weinheim DE, Wiley-VCH Verlag GmbH, 2008, cap. 4 “History and status to date in other countries” pp. 39.

⁷⁴Per “sistema economico circolare” si considera la relazione che si viene a creare tra l'ecosistema e il sistema socioeconomico. Tra le due componenti sussiste un circolo di risorse primarie, parte dell'ecosistema, e un ritorno di materiali di scarto, parte del sistema socioeconomico. Se tra questi due elementi non sussiste una forma di equilibrio, (per esempio, se i materiali di scarto sono superiori alla disponibilità di materia prima o se il numero di rifiuti è troppo alto per essere metabolizzato in tempo) si presentano numerosi rischi ambientali. Il processo che tende a regolarizzare questo flusso è definito “economia circolare”, la quale considera tre componenti fondamentali, riduzione, riciclo e riutilizzo. GOBBICCHI, *La Cina e la questione ..*, op. cit., p. 57.

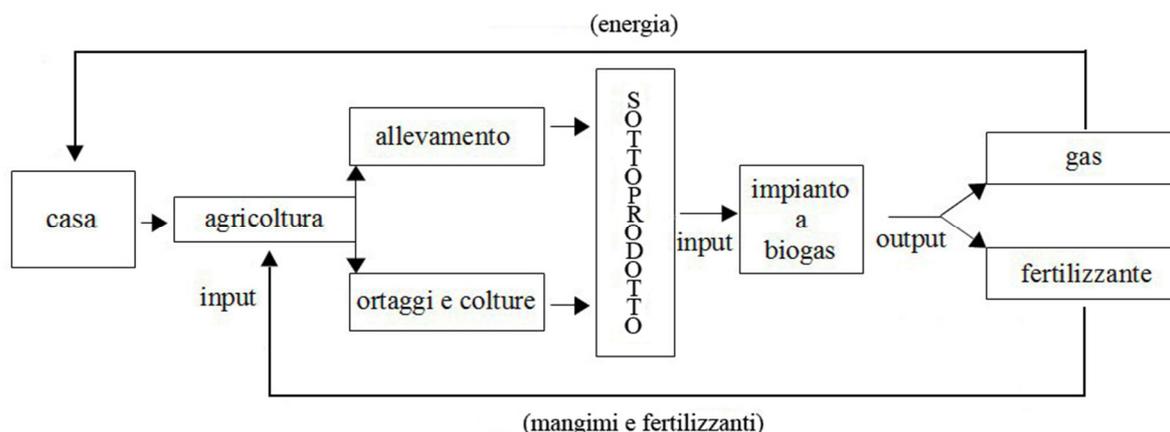


Grafico 1.2.

Il Sistema Economico Circolare del biogas (relazione tra la tecnologia del biogas e le attività agricole in un piccolo sistema economico)

Fonte: elaborazione propria sulla base di LAM, Jan et al., *Domestic Biogas Compact Course: Technology and Mass-Dissemination Experiences from Asia*, Postgraduate Programme Renewable Energy, 26-28 april 2011, University of Oldenburg, version 2010, p.26.

Vengono fornite delle “ricette” che, nel rispetto dell’interdipendenza tra sistema animale e vegetale, suggeriscono un abbinamento tra il tipo di produzione animale e la coltivazione più adatta alla posizione geografica⁷⁵.

1.4.2. “Pig-biogas-fruit” (zhu yi zhao yi guo, 猪一沼一果)

Il modello più consolidato nel sud della Cina, conosciuto come “pig-biogas-fruit” (zhu yi zhao yi guo 猪一沼一果), “suini-biogas-frutta”, o “three in one”, “tre in uno”, associa l’allevamento suino alla coltura della frutta, risorse ampiamente diffuse nelle zone meridionali; in base alle caratteristiche delle aree agricole, la frutta può essere anche sostituita dalla canna da zucchero, il tabacco o la verdura, così come al posto di allevamenti di suini possono essere realizzati laghetti per le colture acquatiche⁷⁶. Esiste uno studio messo a punto nel 1994 effettuato a Meixian, a est del Guangdong, un’area in cui la temperatura media annuale è pari a 21,2°C e le coltivazioni di pomelo e l’allevamento suino sono due risorse estremamente diffuse⁷⁷.

⁷⁵WANG Mengjie, *Biogas Technology and Ecological Environment Development in Rural Areas of China*, 2002, http://www.ecosanres.org/pdf_files/Nanning_PDFs/Eng/Wang%20Mengjie%2012_C19.pdf. Approfondito con Yishui TIAN, Dongfeng SONG et al., *One Digester plus Three Renovations: Biogas Plants for Rural China*, United Nations Development Programme, september 2011, <http://www.snap-undp.org/elibrary/Publications/Case5-DPBURC.pdf>, p.5.

⁷⁶WU Wenliang, *the Chinese Ecological Agriculture: Development Strategies, Typical Models and Technology*, <http://www.scj.go.jp/en/sca/pdf/5thas1wu.pdf>. Accenna anche all’esistenza di “ricette nel sud della Cina con il nome di “pig-biogas-rice” o “pig- biogas- vegetable”. Questo modello viene chiamato “Three in One” nell’articolo di CHEN Yu, “Household Biogas in Rural China..”, *op. cit.* p. 456.

⁷⁷Nel 1994, le colture di pomelo e l’allevamento suino producono rispettivamente più del 27,3% e 16,5% del valore

Viene considerato un nucleo di sette famiglie rurali: tutte sono composte da quattro o cinque membri e provengono da un'area con caratteristiche geografiche comuni: cinque di queste dispongono di un impianto a biogas secondo il modello “pig-biogas-fruit”, mentre le altre due utilizzano ancora risorse come carbone e biomasse per cucinare.

I risultati del sondaggio confermano i benefici diretti di questo modello: in primo luogo, la costruzione di una struttura che permetta di convogliare i liquami all'interno del fermentatore senza disperderli direttamente nel terreno riduce il numero dei patogeni e contribuisce quindi al miglioramento delle condizioni igieniche, soprattutto in queste zone meridionali, dove il clima e le coltivazioni di frutta, ricche di sostanze zuccherine, accentuano l'incidenza di difteriti, enterocoliti e febbri tropicali. Un altro aspetto da valutare è che un'abitazione dotata di impianto a biogas deve sostenere una spesa annuale per fertilizzanti e pesticidi chimici pari a 0,5-2,2 RMB per pianta, una somma di gran lunga inferiore alla spesa di circa 13,5-15 RMB a carico delle famiglie che non hanno investito in questa tecnologia.

Il ritorno economico è ulteriormente evidente se si considera che il prezzo dell'impianto è pari a 800 RMB e il carbone risparmiato da una famiglia in un anno ha un valore di 803 RMB⁷⁸. Valutando che queste strutture hanno una durata di circa quindici anni, i costi possono quindi essere compensati nel breve periodo⁷⁹.

Questo spaccato storico illustra tuttavia una situazione molto favorevole, per via delle condizioni climatiche e la quantità di alberi da frutto disponibili; è da tener presente che non tutti gli impianti di questo tipo raggiungono tali standard di efficienza.

(segue nota) della produzione agricola. È un dato indicativo per comprendere il ruolo fondamentale di questi beni nella zona. Inoltre è da considerare il fatto che fino al 1993, un anno prima del sondaggio, l'allevamento suino non era un business vantaggioso; i maiali venivano allevati solo per avere del fertilizzante organico destinato ai frutteti. Nel 1993 le autorità locali approvarono un aumento dei prezzi della carne suina: una famiglia poteva guadagnare circa 80-100 RMB su un solo maiale. Questo fu un grande stimolo per l'allargamento degli allevamenti e, di conseguenza, un incentivo per la costruzione di un impianto a biogas.

⁷⁸Il costo del carbone nel 1994 era 0,30 RMB/kg. Se consideriamo che questo digestore ha una durata di quindici anni il risparmio è pari a 12,045 RMB, di gran lunga superiore alla portata dell'investimento iniziale.

⁷⁹CHEN Rongjun, “Livestock-biogas-fruit systems in South China”, *Ecological Engineering* 8, 1997, pp. 19-29.

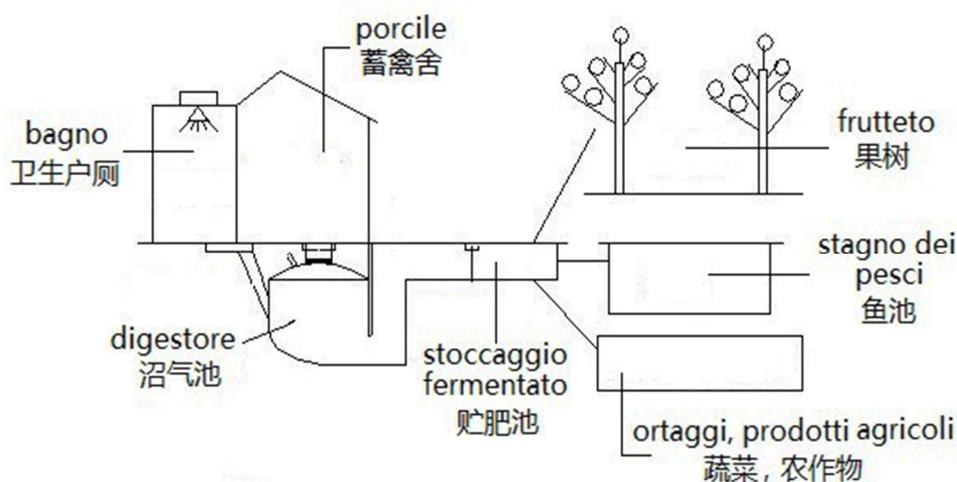


Figura 1.6.

Il modello del sud, “Pig-Biogas-Fruit”

Fonte: Biogas Engineering Research Center of Yunnan Province 云南省沼气工程技术研究中心, (centro di ricerca ingegneristica del biogas nella provincia dello Yunnan), 27 aprile 2011, http://en.ynbiogas.com/products_detail/&productId=5c250ae8-5948-4440-a7a4-37431fe86ec6&comp_stats=comp-FrontProducts_list01-1302052580400.html, (traduzione propria).

1.4.3. “Four in one” (si wei yiti, 四位一体)

Prendiamo ora in esame uno dei modelli applicati nelle regioni del nord, dove il clima riduce la disponibilità di beni agricoli e le basse temperature limitano il funzionamento degli impianti fino a soli cinque mesi all'anno.

Nelle zone rurali del Liaoning, una provincia nordorientale della Cina, venne messa a punto, nel 1995, una delle prime strutture in grado di funzionare in modo efficiente anche senza godere di condizioni ambientali ideali. Nonostante questo nuovo impianto presenti dei costi più elevati rispetto alle soluzioni proposte nelle aree meridionali, ebbe comunque una rapida diffusione all'interno delle zone di interesse: infatti, vennero stimate circa centomila strutture funzionanti solo nel Liaoning nell'anno 2001.

Questo modello viene chiamato “four in one” (si wei yiti, 四位一体), letteralmente “quattro in uno”, perché si aggiunge un nuovo elemento rispetto a quelli applicati precedentemente: la serra.

In queste zone, privilegiando le aree soleggiate, erano già state costruite delle serre, ma senza ottenere risultati del tutto soddisfacenti. Di conseguenza, viene proposto di integrare questa struttura per facilitare il riscaldamento degli spazi, collocando il porcile al suo interno e il digestore nel sottosuolo. I servizi igienici domestici vengono spostati nei pressi della struttura, affinché tutti i liquami

convogliano direttamente dentro al serbatoio. Il progetto viene applicato a serre di dimensioni variabili, pari approssimativamente a 330-650 m² e viene studiato per sostenere un nucleo familiare di quattro o cinque componenti.

Questo sistema è in grado di innalzare di 2-3 gradi la temperatura della struttura, prolungando le coltivazioni anche nei mesi più freddi. Nello stesso tempo, l'ossigeno prodotto dalle colture all'interno della serra viene costantemente convertito in CO₂ grazie alla respirazione dei suini e alla combustione delle lampade a gas utilizzate per illuminare gli spazi: questo processo favorisce la fotosintesi dei vegetali, contribuendo a una maggiore produzione dei beni agricoli. Inoltre, una temperatura più gradevole nel porcile è senza dubbio positiva per la crescita dei maiali che, nello stesso tempo, necessitano anche di minori quantitativi di foraggio.

Il biogas viene utilizzato anche per l'illuminazione della serra e, infine, la produzione di fertilizzante chiude il sistema circolare.

La maggiore disponibilità e qualità di beni agricoli ne abbassa i costi, rendendoli più competitivi sul mercato e contribuendo allo sviluppo delle aree rurali del nord.

Esiste uno studio condotto nel periodo 2001-2002 nel distretto di Laiwu, provincia dello Shandong, che analizza benefici e costi di questo modello.

La zona analizzata ha una temperatura media annua pari a 13,5°C, che scende tra novembre e febbraio a 3-4,5°C, ostacolando una produzione continuativa di moltissimi prodotti agricoli.

Il sondaggio considera un campione di venti modelli di impianto con le medesime caratteristiche, gestiti da altrettante famiglie, tutte nello stesso sito.

Le strutture della serra sono a galleria, delle dimensioni di 8 mt x 60 mt (480 m²), coperte da uno strato di polietilene e dedicate alla coltivazione di pomodori o cetrioli per 450 m² di superficie.

Il porcile è di 12 m², dove vengono allevati 5-7 maiali, nutriti tutti nello stesso modo per cercare di non compromettere i risultati dello studio.

La dimensione del digestore è di 10 m³.

L'investimento complessivo è pari a 20mila RMB, di cui 12mila RMB vengono utilizzati per la costruzione della serra, del porcile, del digestore e della camera di management, a cui si aggiunge l'importo di 8mila RMB per l'acquisto di semi, bestiame, la retribuzione degli operai e altri costi di produzione.

Una serie di spese annue vengono ridimensionate grazie all'utilizzo della struttura stessa; si stima un risparmio di 100 RMB di carbone, 150 RMB per l'elettricità, 400 RMB per l'acquisto di fertilizzanti e pesticidi e infine 700 RMB di foraggio, per un totale complessivo di 1350 RMB.

La somma dei beni realizzati dalla piccola azienda familiare ha un valore di 21mila RMB, da cui devono essere sottratti 10mila e 100 RMB di costi di gestione e manutenzione.

Di conseguenza, le entrate nette annue sono pari a 10mila e 900 RMB, 4mila RMB più alte rispetto a una struttura analoga senza il supporto del biogas e con un porcile aperto; il sistema quindi è vantaggioso e abbatte i costi di investimento in soli 5 anni.

Sempre da questo modello si ricavano ulteriori informazioni: dalla produzione di 14 000 kg di scarti vengono prodotti annualmente 10 000 kg di concime, il cui utilizzo migliora progressivamente la qualità terreno, aumentandone la fertilità e riducendo l'uso di pesticidi, da cui traggono beneficio non solo i prodotti coltivati, ma anche gli equilibri dell'ecosistema stesso⁸⁰.

Inoltre, secondo dati più generali, il modello “quaternario” del biogas, ha ridotto il problema delle infezioni del 29-33% e ha abbassato la percentuale di enteriti in maiali, polli e anatre rispettivamente del 72%, 52% e 82% rispetto a realtà agricole che non dispongono di questo sistema⁸¹.

Questo modello ecologico è stato in grado di risolvere il problema delle basse temperature, incrementando la produzione agricola e il reddito medio della popolazione rurale delle aree climatiche meno favorevoli, migliorando parallelamente anche le condizioni dell'ambiente circostante. Tuttavia, la diffusione di questa tecnologia è tuttora fortemente rallentata dai costi elevati della struttura; infatti, l'investimento per la ristrutturazione degli spazi è decisamente più alto di quello sostenuto nelle zone meridionali del paese, dove il biogas è già un sistema storicamente conosciuto e ben distribuito. Inoltre, diversamente dalle zone nel Sud, è più difficoltoso disporre di un sufficiente quantitativo di biomasse e l'installazione delle serre richiede una porzione consistente di terreno disponibile⁸².

⁸⁰QI Xinshan et al., “Advantages of the integrated pig-biogas-vegetable greenhouse system in North China”, *Ecological Engineering* 24, 2005, pp. 177-185.

⁸¹WANG, *Biogas Technology and Ecological..*, op. cit.

⁸²Come è già stato specificato, le serre possono hanno delle dimensioni pari a circa 330-650 m². Solo lo spazio di terreno risulta essere una componente proibitiva per un solo nucleo familiare. ZHOU Zhongren, et. al., “Study on sustainable development of rural household energy in northern China”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 12, 2008, p. 2235.

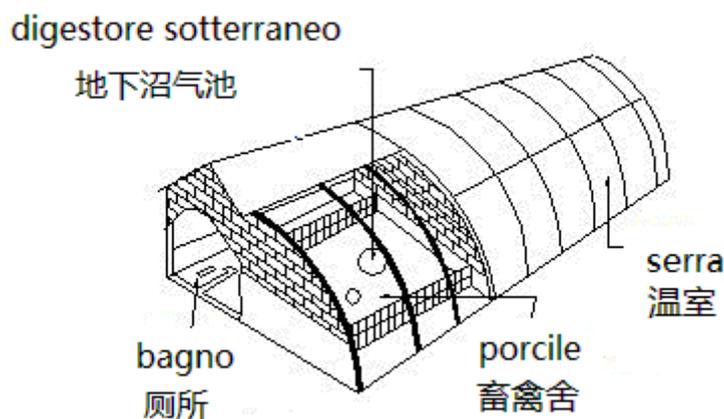


Figura 1.7.

Il modello del Nord, “Four in One”

Fonte: Biogas Engineering Research Center of Yunnan Province, 云南省沼气工程技术研究中心, (centro di ricerca ingegneristica del biogas nella provincia dello Yunnan), 27 aprile 2011, http://en.ynbiogas.com/products_detail/&productId=8e9f11fb-7b0e-4e1d-bb2c-89828c724a61.html, (traduzione propria).

Le istituzioni per la ricerca agricola hanno portato negli anni continue migliorie legate a questi modelli, cercando di risolvere i problemi connessi alle diverse realtà territoriali. Per esempio, nelle regioni del nordovest, dove la disponibilità idrica è inferiore, si organizza la raccolta dell'acqua piovana e un migliore sistema di irrigazione, più attento al consumo dell'acqua⁸³.

⁸³CHEN, “Household Biogas in Rural China..” *op.cit.*, p. 547. il sistema viene chiamato “cinque supporti” (Wu peitao 五配套) e comprende (1) fienili alimentati a energia solare (2) un sistema di irrigazione “water-saving” (3) il digestore a biogas (4) servizi igienici (5) serbatoi per contenere l'acqua piovana.

1.5. Leggi, piani, sovvenzioni e contributi internazionali

1.5.1. Realizzare la “Prosperous Eco-Farmyards”

Le opere di ristrutturazione promosse nei primi anni Ottanta hanno portato a un evidente miglioramento del sistema agricolo; tuttavia, una maggiore richiesta di beni e servizi da parte della popolazione, compresa la domanda energetica, manifesta ancora carenze che richiedono l'intervento di un piano di riforme più sostanziali.

Dal 2000 il Ministero dell'Agricoltura (Ministry of Agriculture, MOA) formula un piano rurale per promuovere la “prosperous eco-farmyards”, un progetto che ha come fine ultimo il raggiungimento di migliori condizioni socioeconomiche e, nello stesso tempo, vuole ribadire l'importanza di ridurre la pressione sulla stabilità ambientale. È un traguardo che raccoglie le esperienze maturate negli anni precedenti e valorizza i modelli ecologici collaudati, trasformandoli in veri e propri sistemi di economia sostenibile.

Questi modelli sono l'espressione di un complesso lavoro che comprende non solo il perfezionamento delle strutture impiantistiche a biogas, ma ristruttura e migliora l'intero sistema agricolo in modo razionale e consapevole⁸⁴.

Il Governo mette in campo strategie a lungo termine a beneficio di questo sistema e decide di inserirlo all'interno di un progetto più ampio, mirato alla ricostruzione della maggior parte delle infrastrutture rurali e a un solido quadro giuridico e normativo⁸⁵.

Nel 2003, a sostegno di questo programma, con il piano “sei piccoli progetti” (liu xiao gongcheng, 六小工程), si ristruttura il sistema idrico, per migliorare l'irrigazione dei campi e facilitare l'approvvigionamento di acqua potabile, si migliorano le condizioni del sistema stradale, si realizzano recinzioni di aree destinate al pascolo, si costruiscono nuove centrali idroelettriche e si diffonde su larga scala la tecnologia del biogas⁸⁶.

Viene pubblicato dal MOA, nello stesso anno, il “Piano nazionale per la costruzione del biogas nelle

⁸⁴GOSENS, “Sustainability effects of Household-Scale Biogas..”, *op. cit.* p. 275.

⁸⁵Le politiche governative non sono più limitate a un progetto di costruzione con lo slogan “un digestore per ogni famiglia” (“One Household, One Digester”) promosso nel 1975 e votato a una diffusione estensiva degli impianti. FENG Yongzhong et al., “Household Biogas Development in Rural China: On Policy Support and Other Macro Sustainable Condition”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16, (2012), p. 5619.

⁸⁶XIE Dengke 谢登科, *Shuping: Baohu tígao liángshí shēngchǎn nénglì dàlì tuījìn “liu xiao gongcheng”*, 述评: 保护提高粮食生产能力大力推进“六小工程” (commento: tutelare l'aumento delle capacità produttive del sistema agricolo, promuovendo attivamente i sei piccoli progetti), in “Xinhua Wang 新华网”, 2003年11月2日, http://news.xinhuanet.com/newscenter/2003-11/02/content_1155194.htm, (15/05/2013).

aree rurali” (Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe gui Hua, 全国农村沼气工程建设规划), che illustra gli obiettivi da realizzare nel periodo compreso tra il 2003 e il 2010, destinando al progetto un considerevole contributo finanziario.

Inizialmente, il governo si propone di raggiungere 50 milioni di unità produttive di biogas entro il 2010, ma rivede realisticamente l'obiettivo nel marzo del 2007, abbassando il numero a 40 milioni di impianti, effettivamente realizzati.

In previsione, nel 2007, il Piano conta di raggiungere, nel 2020, 80 milioni di impianti funzionanti⁸⁷. Si stabiliscono una serie di requisiti sempre più esigenti, come la certificazione nazionale data da una qualifica professionale del personale specializzato nel settore del biogas, che annovera all'interno del dipartimento cinquantamila persone.

Nascono delle agenzie di formazione per diffondere la tecnologia, soprattutto nell'ambiente domestico e all'interno delle contee⁸⁸.

Inoltre, per facilitare l'accesso a questa tecnologia in tutte le regioni agricole del paese, viene studiato un piano di sussidi per realizzare la struttura e, nello stesso tempo, ristrutturare gli ambienti domestici (bagno, cucina e stalle)⁸⁹.

La quota concessa alle singole famiglie viene quantificata da una serie di caratteristiche che tengono conto delle condizioni climatiche e geografiche delle diverse regioni, dei costi di realizzazione della struttura, delle potenzialità di resa dell'impianto e infine del reddito medio.

Le sovvenzioni vengono distribuite come illustrato nella tabella seguente; è interessante notare anche quanto la quota dei contributi stanziati dal governo sia progressivamente aumentata nel tempo.

⁸⁷GOSENS, “Sustainability effects of Household-Scale Biogas..”, *op. cit.* p. 275. per maggiori informazioni sui contenuti del “Piano nazionale per la costruzione del biogas nelle aree rurali” è possibile consultare la pagina <http://www.sdpc.gov.cn/fzgh/ghwb/115zxgh/P020070928506204083553.pdf> (lingua cinese).

⁸⁸Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe gui Hua*, *op.cit.* 13 页.

⁸⁹Per ulteriori informazioni, si consulti la campagna “un serbatoio con tre ristrutturazioni” (yi chi san gai, 一池三改) descritta all'interno del Piano Nazionale per la costruzione del Biogas nelle Aree Rurali.

distribuzione regionale	sovvenzioni (RMB)		
	Prima del 2009	2009-2010	Dal 2011 in poi
Province del Nord	1200	1500	2000
Province a Sud Est	1000	1200	1600
Xinjiang del Sud, Gansu, Sichuan, Qinghai e Yunnan	1000/1200	1200/1500	3000
Tibet	2200	2200	3500
Altro	800	1000	1300

Tabella 1.1.

Contributi dal fondo nazionale destinati una famiglia per un impianto domestico.

Fonte: GOSENS Jorrit et al., "Sustainability effects of Household-Scale Biogas in Rural China", *Energy Policy* 54, 2013, p. 275, (traduzione propria).

Per godere del sussidio, la struttura deve essere costruita rispettando le regole del piano, comprendendo tutta l'opera di ristrutturazione degli ambienti. Il costo complessivo è pari a circa 3000-3500 RMB: fino al 2009, lo Stato ha sovvenzionato mediamente 800-1200 RMB, circa un terzo di tutta la struttura⁹⁰.

L'esempio della tabella 1.2. illustra le spese e i contributi di un impianto realizzato nella contea di Changshun, nella provincia di Guizhou (nella zona sudoccidentale della Cina), nell'anno 2005. I dati vengono forniti direttamente dall'Ufficio dell'Energia rurale presso Guizhou.

⁹⁰Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua*, op.cit. 15 页.

Sezioni del progetto	Materiali/Forza lavoro	Costi (RMB)	Costi a carico dell'utente (RMB)	Sussidi governativi (RMB)	
<u>impianto a biogas(8m³)</u>	cemento	250		756	
	trasporto	80			
	attrezzature del biogas	256			
	costo della muratura	170			
			130		
	pompa per malta	70			
	materiali sigillanti	14			
	ferro, mattoni e sabbia	218			
	manodopera	350	782		
	totale	1538			
<u>ristrutturazione cucina</u>	costo di muratura	15		15	
	materiali di costruzione	147	147		
	totale	162			
<u>ristrutturazione bagni</u>	costo di muratura	15		15	
	materiali di costruzione	250	250		
	totale	265			
<u>ristrutturazione stalla</u>	costo di muratura	500			
	materiali di costruzione	855	1355		
	ferro e cemento	214		214	
	totale	1569			
Totale complessivo		3534	2534	1000	

Tabella 1.2.

Esempio costi e contributi di un impianto nella provincia del Guizhou (2005)
Fonte: HU Qichun, *The promotion of Rural Domestic Biogas Plants in P. R. China*, 2006, p. 5.
(traduzione propria).

I fondi di finanziamento vengono erogati congiuntamente dal MOA e dalla Commissione Nazionale per la Riforma e lo Sviluppo (National Development and Reform Commission, NDRC); vengono approvati ogni anno da parte del Ministero della Finanza (Ministry of Finance, MOF), che si impegna a distribuirli all'interno di province, regioni e contee⁹¹.

Negli anni tra il 2001 e il 2005, sono stati assegnati in totale approssimativamente 3 miliardi e mezzo di RMB, di cui 3 miliardi e 450 milioni solo per la costruzione di impianti destinati all'uso domestico. Questo fondo ha sovvenzionato l'installazione di circa tre milioni e mezzo di strutture, anche se è da considerare il fatto che solo in questo arco di tempo il numero totale di impianti realizzati in Cina è pari a 11 milioni.

Durante il quinquennio successivo, la quota di finanziamenti è notevolmente aumentata: proponendosi di offrire un sostegno a 13 milioni e 200mila famiglie, il governo ha stanziato una somma di 12 miliardi e 500 milioni. Non è chiaro in che modo le recenti modifiche ai livelli di sovvenzione, che negli ultimi anni risultano quasi raddoppiate rispetto ai contributi concessi fino al 2009⁹², incidano sul totale del fondo o sul numero di famiglie sostenute⁹³.

Il MOA, sempre nell'anno 2003, integrando i contenuti del Piano Nazionale, promuove un progetto pilota parallelo, che raccoglie i criteri di selezione per la distribuzione delle quote di incentivi, denominato “regolamento per i progetti di biogas rurale supportati dal fondo nazionale” (Nongcun zhaoqi jianshe guozhai xiangmu guanli banfa, 农村沼气建设国债项目管理办法).

Si propone di concedere il supporto del fondo di finanziamento in base a una serie di precisi requisiti, che non interessano solo l'unità familiare; infatti, considerando che il fine ultimo è l'ammodernamento di tutto il sistema rurale, gli standard prefissati contenuti nel regolamento interessano la riorganizzazione dell'intero villaggio. È necessario che almeno l'80% degli abitanti sia disposto ad affrontare i lavori di installazione dell'impianto, che ciascuna famiglia possieda un minimo di tre maiali, indispensabili per un sufficiente apporto di materia prima e che il 70% di questa fascia disponga di considerevoli aree coltivate. Inoltre, ciascuna realtà rurale deve essere supportata da un team di venti tecnici specializzati, con una certificazione nazionale che si estenda alla contea specifica di riferimento. Vengono anche conteggiate eventuali forme di sovvenzione e agevolazioni concesse da parte delle amministrazioni locali⁹⁴.

⁹¹ZHANG, *Financing of Domestic...*, op. cit. p.11.

⁹²È possibile vedere l'aumento delle sovvenzioni tra la fine del 2009, il periodo 2009-2010 e dal 2011 consultando la tabella 1.2.

⁹³GOSENS, “Sustainability effects of Household-Scale Biogas..”, *op. cit.* p. 275.

⁹⁴*Ibidem*. Per maggiori informazioni sui riguardo ai contenuti del progetto, consultare:
http://www.china.com.cn/policy/txt/2003-10/08/content_5417438.htm.

Infatti, oltre al programma di sussidio nazionale, esistono altre fonti di finanziamento in forme più contenute, a livello provinciale e municipale.

I sussidi vengono erogati con modalità e requisiti simili ai criteri stabiliti dal Governo Centrale e la quota stanziata può variare approssimativamente da 200 a 400 RMB per ogni famiglia⁹⁵.

Infine, sono state promosse delle altre forme di agevolazione anche per quella fascia della popolazione che non ha le caratteristiche adatte per essere inclusa nel programma di supporto governativo: le famiglie che scelgono di sostenere autonomamente la spesa dell'impianto hanno diritto a ricevere un prestito bancario, solitamente concesso dalla Banca dell'Agricoltura, con tassi di interesse pari al 2-3% annuo.

Tuttavia, è da tenere presente che il costo di ristrutturazione complessiva è proibitivo per la maggior parte della popolazione rurale: le famiglie che possono acquistare tutta la struttura senza alcun tipo di sostegno devono essere benestanti e disporre di una florida produzione agricola per avere sufficiente materia prima⁹⁶.

Consapevoli dei benefici sociosanitari arrecati all'intera comunità, i legislatori promuoveranno ulteriormente nuove agenzie sul territorio, cercando di diffondere questa consapevolezza ambientale tra la popolazione per motivarla nell'investimento.

Il governo, ampliando e completando il progetto messo a punto dal MOA, supporta e valorizza questo modello di risanamento strutturale. Il rinnovamento comprende un lavoro di ristrutturazione delle infrastrutture e dei servizi sanitari e vuole migliorare anche le competenze agricole della popolazione; l'obiettivo finale è la realizzazione di un sistema autosufficiente sia all'interno del nucleo familiare, sia del territorio stesso: un modello di economia circolare.

Nell'Undicesimo Piano Quinquennale (2006-2010) il progetto diventa parte integrante di un disegno più ampio, che coinvolge l'intera identità nazionale; il Governo parla della “costruzione di un nuovo villaggio socialista”, con l'intento di realizzare una “società armoniosa” che coordini lo sviluppo urbano a quello delle campagne.

Il programma è molto vasto e comprende tutte le infrastrutture, focalizzandosi anche sulla volontà di completare la rete energetica rurale, aumentando l'accesso sia alla rete elettrica sia al metano, promuovendo in parallelo risorse alternative come quella solare o eolica⁹⁷.

⁹⁵ZHANG, *Financing of Domestic...*, op. cit. p.12.

⁹⁶*Ibidem*.

⁹⁷La Nuova Campagna Socialista è un progetto diretto al raggiungimento di un modello di produzione avanzata, un sistema di gestione amministrativa più efficiente e un miglioramento del tenore di vita della popolazione attraverso la ristrutturazione degli ambienti rurali, un risanamento delle strutture igieniche e un maggiore accesso alla cultura. All'interno del Piano si fa riferimento anche al problema energetico delle zone agricole: si manifesta la volontà di espandere l'utilizzo di carburanti puliti, tra cui il metano, e di completare l'intera rete energetica rurale. Uno dei metodi efficaci per il raggiungimento di questi obiettivi è la creazione di un meccanismo di incentivi che incoraggi la popolazione a partecipare attivamente alla ristrutturazione delle campagne. China Daily, “Your guide to New

1.5.2. Il sistema legislativo a supporto del biogas

Il modello di crescita della Cina ha concentrato gli investimenti e le risorse nel rapido processo di urbanizzazione e sviluppo economico, trascurando le questioni legate alla salvaguardia ambientale e il problema energetico.

Infatti, nonostante tra il 1980 e il 2000 il PIL nazionale sia quadruplicato e il consumo energetico solo raddoppiato, è da considerare il fatto che il grandissimo impiego di carbone nella quota energetica è aumentato ulteriormente da 603 milioni a 1 miliardo e 300 milioni di ton⁹⁸.

Inoltre, dal 1993, il paese ha esaurito le riserve nazionali di petrolio, importandone regolarmente massicce quantità.

Nonostante questa crescita così sostenuta, il sistema produttivo non ottimizza tecnologie che consentano di contenere la continua domanda di risorse: il rapporto positivo tra il tasso di crescita del PIL e il consumo di materie prime si interrompe all'inizio del nuovo millennio. Nel 2002 si verifica un aumento del tasso di energia per ciascuna unità di PIL prodotta, realizzando un livello di efficienza quattro volte inferiore a quello degli Stati Uniti, ma soprattutto, undici volte più basso di quello del Giappone.

Il paese continua a sfruttare principalmente l'energia prodotta dai combustibili fossili: nel 2004, il 91% del consumo della Cina è costituito per il 22% da petrolio e per il 69% da carbone. La restante parte viene coperta per il 5% da centrali idroelettriche, per il 3% dal gas naturale e per l'1% dall'energia nucleare⁹⁹.

La consapevolezza dell'aggravarsi di questo problema e del conseguente stato di degrado ambientale, ha portato nel tempo a realizzare una seria politica energetica ed ecologica, che valorizzi le risorse alternative in funzione di una sostenibilità a lungo termine¹⁰⁰.

Prendiamo in esame principalmente quelle normative che si rivolgono in modo specifico al sistema rurale e alla produzione di biogas¹⁰¹.

Viene pubblicata nell'anno 1986, la *Circolare per favorire lo sviluppo delle energie rurali*, il primo documento in cui vengono promosse le bioenergie.

(segue nota) *Socialist Countryside*”, People's Daily Online, 8 marzo 2006, http://english.people.com.cn/200603/08/eng20060308_248839.html.

⁹⁸Dato che si riferisce unicamente all'arco di tempo tra il 1980 e il 1995.

⁹⁹GOBBICCHI, *La Cina e la questione ambientale*, op. cit. pp. 52-56. Integrato con NAUGHTON, *The Chinese...*, op. cit. pp. 334-336.

¹⁰⁰GOBBICCHI, *La Cina e la questione ambientale*, op. cit. pp. 56-57.

¹⁰¹La selezione della materia legislativa riguardante la tecnologia del biogas è stata fatta utilizzando i seguenti documenti: Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua*, op.cit. e LI, *Background Paper: Chinese Renewable..* op. cit.

Nel 1993, la Legge Agricola prende in esame la preservazione dell'ambiente e ricerca processi che contribuiscano alla crescita qualitativa e al miglioramento dell'economia rurale. In seguito a una serie di modifiche nel 2002, all'interno della sezione dedicata alle *Risorse Agricole e alla Protezione dell'Ambiente Rurale* si aggiunge alla necessità di un utilizzo razionale delle risorse, la volontà di diffondere le “tecnologie pulite”, compreso l'uso del biogas, per tutelare l'ecosistema e ottenere prodotti biologici (articolo 57)¹⁰².

Viene integrata nel 2007 la legge emanata nell'anno 1997, *Legge di Conservazione dell'Energia* (zhonghua renmin gongheguo jieyue nengyuan fa, 中华人民共和国节约能源法): nel tentativo di contenere i consumi, sottolinea l'importanza di effettuare studi e ricerche anche nelle aree rurali, che portino alla costruzione di abitazioni a basso consumo e all'utilizzo di strumenti e attrezzature più efficienti e meno inquinanti; nello specifico, si promuove nuovamente la diffusione del biogas e di tutte le energie rinnovabili (vedi art. 59)¹⁰³.

¹⁰² «第八章 农业资源与农业环境保护第五十七条 发展农业和农村经济必须合理利用和保护土地、水、森林、草原、野生动植物等自然资源,合理开发和利用水能、沼气、太阳能、风能等可再生能源和清洁能源,发展生态农业,保护和改善生态环境。县级以上人民政府应当制定农业资源区划或者农业资源合理利用和保护的区划,建立农业资源监测制度。» «Sezione 8, Le risorse agricole e la protezione dell'ambiente rurale. Articolo 57, Per lo sviluppo dell'agricoltura e dell'economia rurale, è necessario fare attenzione a un utilizzo razionale e alla salvaguardia delle risorse naturali, quali terra, acqua, foreste, pascoli, fauna e flora selvatica e nello stesso tempo, è opportuno focalizzarsi su uno sviluppo e un utilizzo concreto di fonti energetiche pulite e rinnovabili, tra cui l'energia idroelettrica, il biogas, l'energia solare ed eolica, per diffondere le coltivazioni biologiche e per proteggere e migliorare l'ambiente. Il Governo popolare, dalle contee ai livelli superiori dovrebbe gestire le risorse agricole distrettuali e i distretti che proteggono e utilizzano razionalmente tali risorse, infine stabilire un sistema di monitoraggio delle risorse stesse.» (traduzione propria) XINHUA wang 新华网, zhonghua renmin gongheguo nongye fa 中华人民共和国农业法 (Legge sull'Agricoltura della RPC), in Xinhua wang, zhengfu zaixian pindao 新华网,政府在线频道, 2002年12月28日, http://news.xinhuanet.com/zhengfu/2002-12/30/content_674382.htm, (19/06/2013).

¹⁰³ «第五十九条 县级以上各级人民政府应当按照因地制宜、多能互补、综合利用、讲求效益的原则,加强农业和农村节能工作,增加对农业和农村节能技术、节能产品推广应用的资金投入。农业、科技等有关主管部门应当支持、推广在农业生产、农产品加工储运等方面应用节能技术和节能产品,鼓励更新和淘汰高耗能的农业机械和渔业船舶。国家鼓励、支持在农村大力发展沼气,推广生物质能、太阳能和风能等可再生能源利用技术,按照科学规划、有序开发的原则发展小型水力发电,推广节能型的农村住宅和炉灶等,鼓励利用非耕地种植能源植物,大力发展薪炭林等能源林。» «Articolo 59: Il Governo popolare dalle contee ai livelli superiori, in base al principio secondo il quale è “necessario fare ciò che è appropriato in conformità alle condizioni locali”, combinare l'impiego di molteplici forme energetiche, fare un uso razionale dell'energia prestando attenzione ai risultati, stimolare la conservazione energetica nel settore agricolo e nelle aree rurali e accrescere il capitale necessario per diffondere l'impiego di tecnologie e prodotti a risparmio energetico in ambito agricolo e rurale. Gli uffici competenti nel settore agricolo, scientifico, tecnologico etc. devono supportare e diffondere l'utilizzo di tecnologie e strumenti a risparmio energetico all'interno della produzione agricola e nella lavorazione, nello stoccaggio, nel trasporto etc. dei prodotti rurali e incoraggiare la sostituzione e l'eliminazione di macchinari agricoli e pescherecci che consumano eccessive quantità di energia. Lo stato incoraggia e supporta le aree rurali nel loro impegno per la diffusione del metano, nella volontà di ampliare l'impiego di tecnologie che consentano l'utilizzo di risorse rinnovabili, quali l'energia da biomasse, solare ed eolica e in virtù della pianificazione scientifica e dello sfruttamento razionale, di sviluppare centrali idriche su piccola scala, di diffondere strutture abitative a risparmio energetico, stufe e fornelli con un alto livello di efficienza; lo stato favorisce la crescita di colture bioenergetiche sfruttando terreni non arabili e l'estensivo sviluppo di foreste per carburanti e di altre aree verdi usate per scopi energetici.» (traduzione propria). XINHUA she 新华社, zhonghua renmin gongheguo jieyue nengyuan fa, 中华人民共和国节约能源法 (Legge di Conservazione dell'Energia), in “zhonghua renmin gongheguo zhongyang renmin

Per risanare le aree verdi, da sempre una fondamentale risorsa per l'approvvigionamento di legname nell'economia rurale, viene pubblicato il *Decreto per il Rimboschimento dei Terreni Agricoli* (in vigore dal gennaio del 2003) che, all'interno dell'articolo 59, sostiene l'utilizzo delle energie rinnovabili, tra cui il biogas¹⁰⁴.

Molto importante è il piano realizzato nel 2007 da parte della Commissione Nazionale per la Riforma e lo Sviluppo¹⁰⁵ dedicato ancora alle energie rinnovabili, dove si ripete che il trattamento delle biomasse è considerato un valido strumento per la ristrutturazione degli ambienti agricoli.

Viene promulgata il 28 febbraio del 2005 la *Legge sull'Energia Rinnovabile* (*zhonghua renmin gongheguo kezhaisheng nengyuan fa*, 中华人民共和国可再生能源法), entra in vigore nel 2006 e viene emanata successivamente nell'anno 2009. L'obiettivo è portare la percentuale delle risorse alternative utilizzate, come l'energia idroelettrica, solare, eolica, geotermica e l'energia che deriva dalla trasformazione delle biomasse, dal 3% al 10% della produzione complessiva entro l'anno 2020¹⁰⁶. La quota è già stata raggiunta nel 2009, quando la Cina ha realizzato il 9,9% del fabbisogno energetico dalle risorse alternative¹⁰⁷.

In particolare, l'articolo 18 ne incoraggia il sovvenzionamento, ritenendole uno strumento indispensabile per lo sviluppo delle regioni rurali depresse, non raggiunte da un'adeguata rete di infrastrutture¹⁰⁸.

(segue nota) zhengfu, 中华人民共和国中央人民政府” 2007年10月28日, http://www.gov.cn/flfg/2007-10/28/content_788493.htm, (05/06/2013).

¹⁰⁴«第五十二条 地方各级人民政府应当根据实际情况加强沼气、小水电、太阳能、风能等农村能源建设, 解决退耕还林者对能源的需求» «Articolo 52, Le amministrazioni locali su tutti i livelli, in base alle condizioni specifiche, devono accrescere la diffusione del biogas, di energia idroelettrica su piccola scala, di energia solare, eolica e altre tecnologie energetiche rurali per risolvere il problema della deforestazione delle aree agricole provocato dalla domanda energetica.» (traduzione propria). XINHUA wang 新华网, Guiwuyuan banbu “tuigeng huan lin tiaoli” xia yue 20 ri qi shishi 国务院颁布《退耕还林条例》 下月20日起实施国务院颁布《退耕还林条例》 下月20日起实施 (il Consiglio di Stato della RPC ha promulgato l'entrata in vigore del “regolamento per la riforestazione delle aree agricole” il giorno 20 del prossimo mese), in Xinhua wang, zhengfu zaixian pindao 新华网, 政府在线频道, 2002年12月6日, http://news.xinhuanet.com/zhengfu/2002-12/25/content_669840.htm, (19/06/2013).

¹⁰⁵La Commissione nazionale per la riforma e lo sviluppo coordina le attività riguardanti la conservazione e il risparmio energetico, il problema dei cambiamenti climatici, lo sviluppo ecologico e la protezione ambientale. Al suo interno è stata costituita l'Amministrazione nazionale per l'energia (National Energy Administration, NEA), responsabile della creazione di piani per la diffusione delle tecnologie energetiche, della gestione di tutti i settori delle risorse, combustibili fossili, fonti nucleari e rinnovabili, coordinare i progetti di sviluppo energetico e promuovere il loro investimento. TIAN, *One Digester plus Three Renovations..* op.cit. p.2.

¹⁰⁶Simona GRANO, “Ambiente e risorse energetiche”, in Magda ABBIATI (a cura di), *Propizio è intraprendere imprese. Aspetti economici e socioculturali del mercato cinese*, Venezia, Cafoscarina, 2006, p. 141.

¹⁰⁷JIANG, Xinyuan et al., “A Review of the Biogas Industry in China”, *Energy Policy* 39, (2011), p. 6073.
«第十八条 国家鼓励和支持农村地区的可再生能源开发利用。县级以上地方人民政府管理能源工作的部门会同有关部门, 根据当地经济社会发展、生态保护和卫生综合治理需要等实际情况, 制定农村地区可再生能源发展规划, 因地制宜地推广应用沼气等生物质资源转化、户用太阳能、小型风能、小型水能等技术。县级以上人民政府应当对农村地区的可再生能源利用项目提供财政支持» «Articolo 18, lo stato incoraggia e supporta la diffusione di energie rinnovabili nelle aree rurali. A partire dalle contee, gli uffici amministrativi che si occupano del settore delle energie rinnovabili, in ragione dello sviluppo economico e sociale locale e, nella necessità di migliorare le condizioni di igiene pubblica e protezione ambientale, lavorano congiuntamente ad altri uffici

1.5.3. Forme di tutela internazionale: l'opportunità di Kyoto

Il programma legislativo e i successivi piani di attuazione sono principalmente finalizzati a stabilire delle misure mirate a fronteggiare il problema del cambiamento climatico e, di conseguenza, a garantire una sicurezza di approvvigionamento idrico, alimentare ed energetico.

Secondo una prospettiva internazionale, la questione ambientale della Cina è un fenomeno che influenza la stabilità dell'ecosistema globale e, per questo motivo, vengono fatte numerose pressioni da parte delle potenze straniere affinché il paese elabori delle politiche ambientali efficaci.

Nonostante la Cina abbia approvato il Protocollo di Kyoto (1997) nell'anno 2002¹⁰⁹, il paese, analogamente alla situazione di altre nazioni a basso reddito, non è stato vincolato a al raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle esalazioni inquinanti entro la fine del 2012. Infatti, la diminuzione delle emissioni è un dovere che interessa principalmente i paesi industrializzati, tenuti a rispondere di grandi responsabilità storiche di fronte alle attuali condizioni ambientali; diversamente, il Protocollo prevede che le nazioni in via di sviluppo debbano dare la priorità alla crescita socioeconomica del paese¹¹⁰.

Per favorire il raggiungimento degli obiettivi richiesti e aumentare la cooperazione su scala internazionale e la diffusione di tecnologie eco-compatibili, è stato permesso ai paesi che hanno aderito al Protocollo di sovvenzionare progetti di sviluppo sostenibile nelle aree a basso reddito. In cambio, il paese finanziatore guadagna una serie di *crediti di emissione* (Certified Emission Reduction, CER), quantificati in base al numero di esalazioni ridotte dal progetto realizzato nelle nazioni

(segue nota) *competenti nella stesura di progetti di sviluppo di energie rinnovabili all'interno delle zone rurali, al fine di promuovere un uso estensivo delle tecnologie di trasformazione dell'energia derivante da biomasse tra cui biogas, impianti fotovoltaici dimensionati al bisogno familiare e piccoli impianti di tipo eolico e idraulico. Il governo popolare dalle contee a livelli superiori, si farà carico della copertura finanziaria necessaria alla realizzazione di progetti di sviluppo di aree rurali che prevedano l'utilizzo di risorse energetiche rinnovabili.*» (traduzione propria). XINHUA she 新华社, *Quanguo renmin daibiao dahui changwu weiyuanhui guanyu xiugai "zhonghua renmin gongheguo kezhaisheng nengyuanfa" de jue ding*, 全国人民代表大会常务委员会关于修改《中华人民共和国可再生能源法》的决定, (decisione di revisione della Legge sull'energia rinnovabile"da parte del Comitato permanente dell'Assemblea nazionale del popolo), in "zhonghua renmin gongheguo zhongyang" renmin zhengfu 中华人民共和国中央人民政府", 2009年12月26日, http://www.gov.cn/flfg/2009-12/26/content_1497462.htm, (05/06/2013).

¹⁰⁹Il Protocollo di Kyoto è stato redatto nell'anno 1997 ed è entrato in vigore nel 2005: è un accordo prevede una riduzione delle emissioni di gas serra quantificate nel 1990 del 5% durante il periodo tra il 2008 e il 2012. I 37 paesi firmatari sono tenuti ad adottare dei provvedimenti a livello nazionale o tramite tre diversi meccanismi alternativi: il mercato delle emissioni (le industrie possono acquistare dal governo il diritto di emissione di agenti inquinanti oltre la soglia stabilita; le quote vengono messe in vendita da aziende che non superano i limiti prefissati e cedono a terzi la percentuale in eccesso. È compito del governo regolare la compravendita), i meccanismi di sviluppo pulito (vedi testo) e l'applicazione combinata (possibilità di investire direttamente su territori dei paesi in via di sviluppo).

¹¹⁰GOBBICCHI, *La Cina e la questione...* op. cit. cap. 2.4. "La politica del cambiamento climatico" pp. 73-76. GRANO, "Ambiente e risorse energetiche", in Magda ABBIATI (a cura di), *Propizio è intraprendere imprese...*, op.cit., pp. 142-143.

straniere¹¹¹.

Questo programma è stato inserito nell'accordo con il nome di *Meccanismo di Sviluppo Pulito* (Clean Development Mechanism, CDM)¹¹².

Lo sforzo della Cina diretto allo studio e alla ricerca di un apparato legislativo che tuteli il sistema ambientale è stato in parte motivato dalla volontà di attrarre e stimolare questo modello di investimento; infatti, all'interno dello stesso *Programma Nazionale sul Cambiamento Climatico* (2007), viene evidenziata l'importanza del supporto finanziario e della fornitura di tecnologie da parte degli stati stranieri per la realizzazione di un piano di sviluppo sostenibile¹¹³.

Nel novembre del 2009 sono stati complessivamente registrati su scala mondiale più di 1800 progetti e alcune migliaia sono ancora in fase di valutazione: di questi, il 35% (652 progetti) sono stati realizzati solo su territori cinesi.

Questo prospetto include in piccola parte anche investimenti diretti alla diffusione della tecnologia del biogas; in Cina sono stati registrati 14 progetti mirati alla realizzazione di queste strutture, di cui solo tre interessano la costruzione di impianti domestici all'interno delle aree agricole¹¹⁴.

Il primo progetto è stato promosso all'interno della prefettura di Enshi nello Hubei, una regione principalmente agricola, selezionata grazie alle caratteristiche geografiche adatte a una buona resa degli impianti, lo stato di ristrettezza economica della popolazione e la gravosa dipendenza energetica dalla combustione del carbone.

La bozza del piano, presentata nel settembre 2007 e validata nel 2008 dello stesso mese, venne registrata con il nome di *Progetto-Biogas per l'Agricoltura Biologica nello Hubei, fase I* (Hubei Eco-Farming Biogas Project Phase I), con una durata dell'investimento pari a dieci anni¹¹⁵.

Il documento prevede l'installazione di 33mila impianti¹¹⁶, comprensivi della ristrutturazione degli

¹¹¹Si calcola un CER per ogni tonnellata di biossido di carbonio che non viene rilasciato nell'atmosfera. In seguito a una stima approssimativa iniziale, il progetto viene progressivamente monitorato affinché produca i risultati prefissati. Institute for Energy Research (IER), *Kyoto's Clean Development Mechanism: Is It Producing Results? For Whom?*, in "Institute for Energy and Research", 24 marzo 2010, <http://www.instituteforenergyresearch.org/2010/03/24/kyotos-clean-development-mechanism-is-it-producing-results-for-whom/>, (12/05/2013).

¹¹² GOBBICCHI, *La Cina e la questione...*, op. cit. cap. 2.4. "La politica del cambiamento climatico" p. 75.

¹¹³Il piano contiene gli obiettivi da raggiungere per ridurre l'esalazione dei gas serra, concentrandosi sullo sviluppo dell'industria energetica e delle tecnologie di produzione, trasformazione e distribuzione dell'energia. Prevede di stabilire forme di incentivi e normative dirette a un risparmio dei consumi energetici. *Ivi*, cap. 2.4. "La politica del cambiamento climatico" p. 77.

¹¹⁴I principali finanziamenti CDM in Cina sono stati concentrati all'interno del settore dell'energia idrica ed eolica, che insieme, contano circa il 50% del totale degli investimenti (652 progetti). Institute for Energy Research (IER), *Kyoto's Clean Development Mechanism...*, op.cit. People's Daily Online, "China's largest biogas CDM project runs smoothly", November 2009, <http://english.people.com.cn/90001/90776/90881/6809282.html>, 16/06/2013.

¹¹⁵ Questa iniziativa è stata supportata congiuntamente e in diverse forme da parte di Olanda, Giappone, Belgio, Canada, Danimarca, Italia, Lussemburgo, Norvegia, Svezia e Svizzera.

¹¹⁶I digestori hanno dimensioni che variano da 8 a 15 m³, in base al numero di capi di bestiame presenti in ogni fattoria. Il criterio di selezione delle famiglie destinate a beneficiare del progetto è proporzionato alla loro disponibilità

ambienti domestici e delle stalle; il finanziamento include la copertura dei costi di costruzione, dei materiali e degli strumenti necessari, occupandosi anche di istruire e formare i tecnici e le famiglie locali.

L'obiettivo finale è ottenere una riduzione del 50% del consumo di carbone e una conseguente riduzione delle emissioni di CO₂ pari a circa 58mila tonnellate annuali¹¹⁷.

(segue nota) economica, privilegiando la fascia più bassa. Un terzo degli impianti è stato costruito nell'anno 2007, mentre la restante parte nel corso del 2008.

¹¹⁷ Per eventuali approfondimenti, consultare: Project Design Document for *Hubei Eco-Farming Biogas Project Phase I*, Version 02, 20 ottobre 2007
http://www.netinform.net/KE/files/pdf/Hubei_Eco_Farming_Biogas_Project_clean.pdf

II

Limiti e benefici delle strutture a biogas domestiche

2.1. Quanto può produrre un impianto?

«农村沼气建设“多快好省”»¹

« Costruire un impianto a biogas nelle aree rurali permette di raggiungere maggiori e più rapidi risultati economici.»

Questo estratto dal “Piano nazionale per la costruzione del biogas nelle aree rurali” (2006-2010) descrive il biogas come una tecnologia semplice, facile da realizzare e subito efficace, ma molte sono le problematiche che influenzano la buona riuscita di questa operazione.

In questo capitolo, la mia intenzione è analizzare le molteplici variabili che pregiudicano il corretto funzionamento delle strutture e tutti gli aspetti socioeconomici legati a questo modello che hanno contribuito a modificare profondamente l'ambiente rurale cinese.

Il principale punto da chiarire è definire la quantità di biogas che può essere realmente prodotta e consumata quotidianamente all'interno di un nucleo familiare. I dati ufficiali stabiliscono una resa giornaliera pari a 1-1,5 metri cubi di biogas², ma questo dato si riferisce a un impianto che lavora in condizioni ottimali. Volendo prendere in esame tutto il territorio cinese, è necessario considerare l'influenza delle diverse variabili che possono pregiudicare il raggiungimento costante di questo standard.

¹ Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua*, op.cit. 11页, (traduzione propria).

² GREGORY, *China...*, op. cit. p. 8.

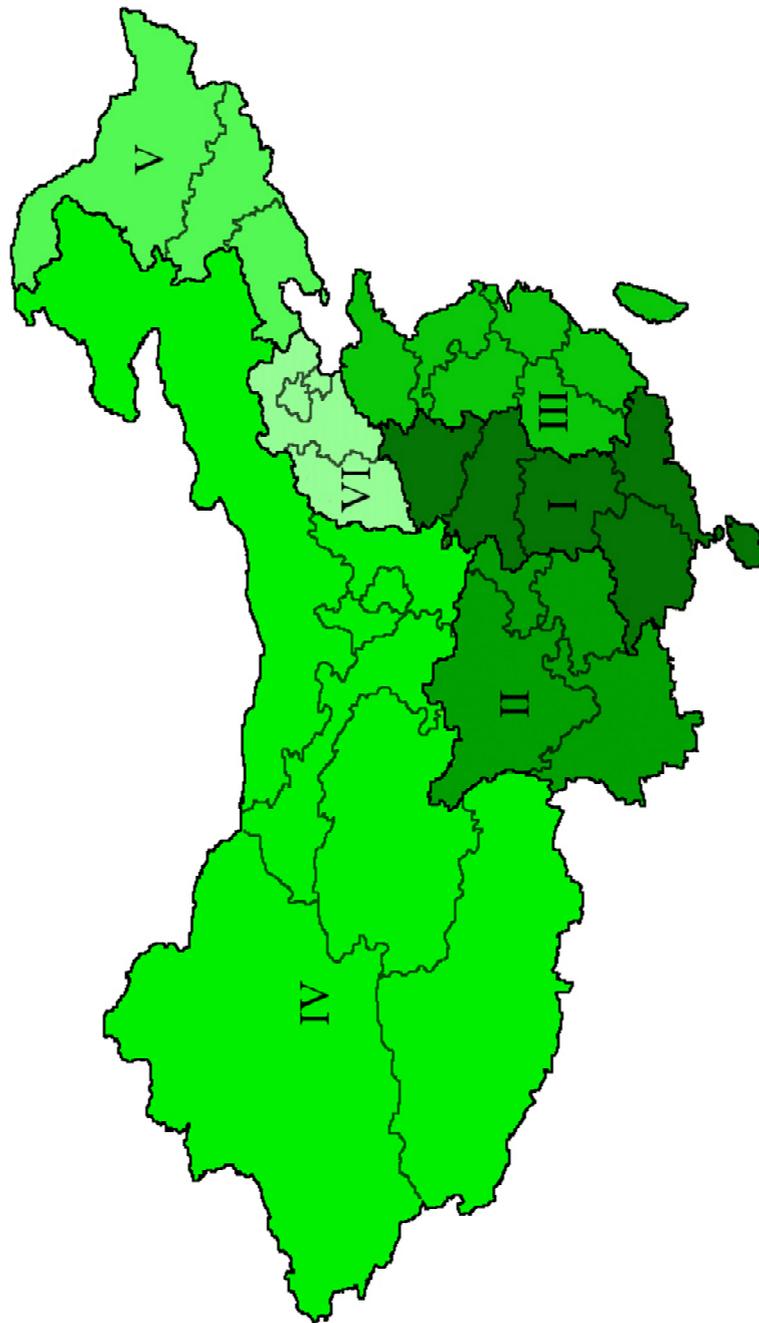


Figura 2.1.

Classificazione delle aree adatte all'installazione di un impianto domestico

Fonte: la distribuzione regionale è stata fatta in base alle informazioni fornite da: CHEN Yu et al., "An assessment of the availability of household biogas resources in rural China", *International Journal of Energy and Environment (IJEE)* 1, 2010, pp. 783-792.

	regioni	mesi con temperature $\geq 10^{\circ}\text{C}$	mesi con temperature $\geq 20^{\circ}\text{C}$	Quantitativi medi di feci animali disidratate (10^4 ton pro capite)	Quantitativi medi di scarti agricoli (10^4 ton pro capite)	reddito medio annuo di un agricoltore (RMB)	note
I	Henan, Hubei, Hunan, Guangdong, Guangxi, Hainan	12	8	0,48	0,62	3213	migliori temperature per un resa efficiente
II	Sichuan, Yunnan, Guizhou, Chongqing	12	5	0,59	0,54	2382	temperature favorevoli
III	Shandong, Jiangsu, Anhui, Zhejiang, Fujian, Jiangxi, Shanghai	12	4	0,32	0,67	4905	temperature favorevoli
IV	Xinjiang, Tibet, Qinghai, Gansu, Shaanxi, Ningxia, Nei Menggu	7	0	0,93	1,03	2320	(1) Possibile utilizzo di impianti con serre (elevata percentuale ore di sole annuali). (2) Costi elevati. (3) problema: basso livello istruzione – difficoltà gestione impianto.
V	Heilongjiang, Jilin, Liaoning	4	0	0,7	2,23	3392	(1) Possibile utilizzo di impianti con serre (elevata percentuale ore di sole annuali) (2) Costi elevati.
VI	Shanxi, Hebei, Tianjin, Beijing	9	3	0,49	0,78	4825	condizioni sfavorevoli

Tabella 2.1.

Legenda: caratteristiche climatiche, ambientali e finanziarie delle aree selezionate nella cartina

Fonte: le informazioni contenute nella tabella sono state raccolte all'interno del documento: CHEN Yu et al., "An assessment of the availability of household biogas resources in rural China", *International Journal of Energy and Environment (IJEE)* 1, 2010, pp. 783-792.

In primo luogo, sappiamo che la capacità del digestore di fornire il gas è influenzata fortemente dalla temperatura dell'aria e del suolo, un fattore che ne riduce la produzione in alcuni mesi dell'anno. Infatti, è opportuno considerare che l'estensione del territorio cinese comprende regioni con condizioni climatiche estremamente diversificate, non sempre adatte a una resa efficiente della tecnologia, che richiede una temperatura ambientale superiore ai 10°C. Di conseguenza, una struttura nel Nord del paese produce biogas per mediamente 5-8 mesi, nel Centro per 7-9 mesi, mentre a Sud per 10-12 mesi continuativi³.

Un secondo fattore che influenza i meccanismi di digestione e produzione è la corretta composizione della miscela necessaria ad alimentare costantemente il fermentatore: è necessario disporre quotidianamente della quantità stabilita⁴ di biomasse vegetali che devono essere regolarmente aggiunte alla miscela.



Figura 2.2.

L'integrazione giornaliera della biomassa (1980)
Fonte: FLORITA Botts, *Back-Yard Biogas in China*, op. cit.

La ristrutturazione delle stalle e dei servizi igienici ha permesso di convogliare e dosare direttamente i liquami con la percentuale di acqua necessaria, mentre i residui colturali devono essere introdotti e misurati manualmente.

Affinché questa operazione vada a buon fine, entrano in gioco le dirette competenze degli

³JIANG, "A Review of the Biogas ..", *op. cit.*, p. 6078.

⁴CHEN, "The Development...", *op. cit.*, p. 41.

utenti, che coinvolgono, oltre alla conoscenza dell'impianto, una pianificazione razionale delle coltivazioni nel corso di tutto l'anno, che renda disponibile un approvvigionamento costante della biomassa vegetale. In alcuni mesi, i raccolti stagionali producono consistenti quantitativi di residui agricoli, superiori alla richiesta del digestore e diventa quindi necessario predisporre di spazi per lo stoccaggio, in previsione di periodi meno favorevoli. Considerando che non sempre è possibile destinare terra coltivabile a questo scopo, spesso i residui vengono bruciati⁵.

Le difficoltà gestionali si sono rivelate alcune delle componenti che hanno contribuito all'inefficienza delle prime strutture costruite fino agli anni settanta e hanno reso necessario studiare, già dalla seconda metà degli anni ottanta, alcuni schemi, o modelli, in grado di produrre naturalmente l'autosufficienza della piccola azienda agricola, aiutandola nella corretta organizzazione dell'impianto. Viene spiegato ai contadini cosa devono coltivare e quanti animali è necessario possedere per ottenere le biomasse sufficienti, integrando tutte le competenze tecniche per la manutenzione. Il livello di conoscenze richiesto è un altro dei fattori che determinano la capacità produttiva dell'impianto e, molto spesso, l'inadeguatezza di questa preparazione provoca il malfunzionamento e il successivo abbandono e degrado delle strutture. In parallelo, la consapevolezza della sostenibilità di questo sistema è indispensabile perché il contadino possa essere motivato a farsi carico di tutte le incombenze necessarie⁶.

Gli impianti a biogas hanno una durata massima di 15-20 anni e riducono significativamente lo standard di efficienza già nei primi anni di attività⁷. La limitata disponibilità economica della popolazione rurale non ha consentito l'introduzione di migliorie tecniche e nuovi materiali che avrebbero incrementato la resa dell'impianto, realizzando sempre strutture semplici, di bassa qualità.

Più le componenti sono scadenti, più sono soggette a un rapido processo di degrado e richiedono una maggiore opera di pulizia e manutenzione. Sulle pareti del digestore, si depositano e mineralizzano dei fanghi, il cui accumulo potrebbe progressivamente bloccare l'intero organismo e costringere a un lungo e sgradevole lavoro di pulizia, un'operazione difficoltosa a causa della collocazione sotterranea dell'impianto e l'assenza di parti mobili al suo interno. Questo problema non si manifesta introducendo degli agitatori all'interno della

⁵LIN Gan et al. "Bioenergy transition in rural China: Policy options and co-benefits", *Energy Policy* 36, 2008 p. 532.

⁶JIANG, "A review of biogas.." *op. cit.*, p. 6078.

⁷QIU., "Diffusion and Innovation..." *op. cit.*, p. 560.

ZHANG Lixiao et al. "Carbon Emission Reduction Potential of a Typical Household Biogas System in Rural China", *Journal of Cleaner Production*, p. 4.

camera di fermentazione; inoltre, il recente sviluppo tecnologico ha migliorato anche la gestione della temperatura, inserendo dei sistemi di riscaldamento o ridisegnando lo scheletro della struttura per ridurre la dispersione del calore; tuttavia, il costo elevato di queste nuove tecnologie ne ha limitato la diffusione, soprattutto tra queste tipologie di piccoli impianti⁸.

Quantificare quindi la reale produzione di biogas è molto difficile, considerando che nel 2005, la Cina conta 18 milioni di impianti a biogas, ma solo il 60% delle strutture funziona in modo ottimale⁹.

⁸CHEN, “the development..”, *op. cit.*, p. 41. Mario ROSATO, *Biogas domestico e digestori: le origini della tecnologia*, in “architettura ecosostenibile: soluzioni architettoniche per la riduzione dei consumi energetici”, 14 maggio 2012, <http://www.architetturaecosostenibile.it/architettura/criteri-progettuali/biogas-domestico-digestori-tecnologia-723.html> , (30/05/2013).

⁹ZHANG, “Carbon Emission Reduction Potential...”, *op. cit.*, p. 5.

2.2. Riduzione del budget casalingo

2.2.1. Sostituire le fonti energetiche tradizionali

La domanda energetica delle aree rurali è stata storicamente contenuta dal ridotto tenore di vita, limitando i livelli di consumo alle necessità primarie: cucinare, illuminare e riscaldarsi, operazioni che venivano effettuate bruciando principalmente biomasse (deiezioni zootecniche, residui colturali, legname) e carbone.

Alla fine del 1979, il consumo energetico pro capite nelle aree agricole è pari a solo il 19% di quello delle aree urbane: il 70% delle famiglie non dispone di carburanti commerciali per cucinare e il 49% della popolazione rurale utilizza unicamente biomasse animali e vegetali, in particolare legname, per circa nove mesi all'anno¹⁰.

Grazie alla progressiva crescita economica e a un maggiore potere d'acquisto, il reddito medio disponibile e i bisogni sono aumentati; di conseguenza, dai primi anni ottanta, la richiesta di energia si è inevitabilmente diversificata e rafforzata.

	1980	1998
Popolazione rurale (milioni)	796	869
Reddito medio pro capite nelle zone agricole (RMB)	191	2162
Consumo energetico complessivo (kgCE ¹¹)	330000	670000
Consumo energetico medio pro capite (kgCE)	420	770

Tabella 2.2.

Sviluppo del sistema economico ed energetico della Cina rurale (1980-1998).

Fonte: ZHENG Luo, "Rural Energy in China", *Earth, System and Environmental Sciences*, 2004, p. 496.

Fornire al territorio nuove risorse sostenibili è diventata una questione di fondamentale importanza per evitare di gravare ulteriormente sugli equilibri ambientali.

La Cina quindi sviluppa l'estensione della rete elettrica, cercando di coprire progressivamente l'intero territorio, rendendo disponibile un'energia pulita, anche se prodotta in parte da centrali alimentate a carbone. Nel 1949, solo il 10% delle famiglie rurali ha accesso alla rete elettrica; questo dato cresce fino a raggiungere il 61% nel 1978, il 97% nel 1997 e il 99% nel 2009¹².

¹⁰ZHENG Luo, "Rural Energy in China", *Earth, System and Environmental Sciences*, 2004, p. 493.

¹¹ KgCE: Kg of Coal Equivalent.

¹²Tomás HEVIA, *The Rural Electrification in China and The Impact of Renewable Energies*, China Europe International Business School, 2009, <http://www.ceibs.edu/bmt/images/20110221/30210.pdf>, pp. 3-7.

Naturalmente, la richiesta di energia elettrica resta sempre condizionata dal basso reddito disponibile: il consumo pro capite nel 2003 in Cina è paragonabile a quello americano degli anni quaranta¹³.

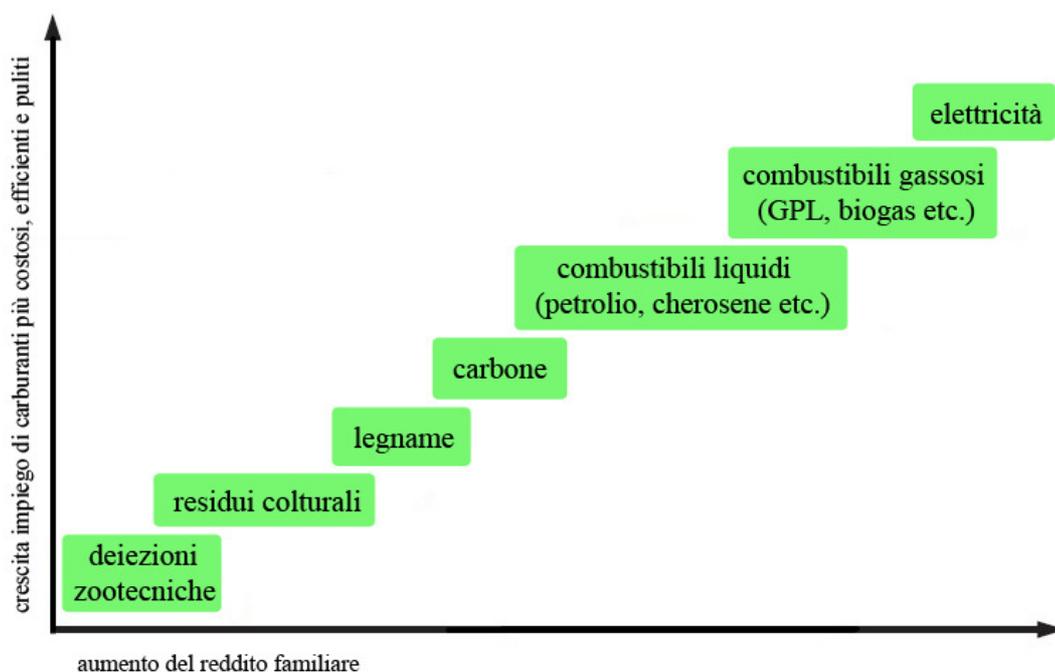


Grafico 2.1.

“Scala gerarchica dell'energia”

Fonte: GOSENS, Jorrit et al., “Sustainability effects of Household-Scale Biogas in Rural China”, *Energy Policy* 54, 2013, p. 274.

Un'alternativa più pulita, utilizzabile in cucina, è rappresentata dal GPL; tuttavia, a causa dei costi elevati, il suo consumo in percentuale rispetto alle altre risorse è minimo.

La ristretta condizione economica è la principale causa dello stato di “povertà energetica” che, ancora oggi, costringe le aree rurali a privilegiare l'uso di grandi quantità di biomasse vegetali, legname e carbone¹⁴.

Il governo cerca di incrementare ulteriormente la diffusione degli impianti a biogas come soluzione realizzabile a basso costo, in grado di limitare l'eccessivo consumo di legna.

(segue nota) Nonostante il restante 1% rappresenti ancora 8 milioni di persone, a livello statistico l'utilizzo di lampade alimentate con il biogas per illuminare gli edifici è estremamente ridotto. Lo confermano due diversi studi: il primo nell'anno 2006 in due villaggi del Gansu e un terzo nella regione del Sichuan. GROENENDAAL, “Microanalysis of benefits of..” p. 4460 e un secondo sondaggio del 2009 sempre nella zona del Gansu, DING Wenguang et. al., “Influence of household biogas digester use on household energy consumption in a semi-arid rural region of northwest China”, *Applied Energy* 97, 2012, p. 20.

¹³NAUGHTON, *The Chinese...*, op. cit. p. 341.

¹⁴*Ivi*, pp. 274-281.

Il quantitativo di biogas prodotto quotidianamente è principalmente in grado di sostituire la percentuale di biomassa necessaria alla cottura dei cibi.



Figura 2.3.

Il biogas in cucina (1980).

Fonte: FLORITA Botts, *Back-Yard Biogas in China*, op. cit.

Nelle regioni del sud, dove non è necessario riscaldare gli ambienti e la quantità prodotta è quasi doppia rispetto alle zone settentrionali¹⁵, il biogas riduce il consumo energetico totale fino all'80%¹⁶, sostituendo completamente quello della biomassa o l'eventuale uso del GPL, da cinque a dodici volte più costoso del biogas¹⁷.

Diversamente, nelle zone con condizioni climatiche meno favorevoli, questa risorsa contribuisce solo in parte a diminuire il consumo di legname e carbone, impiegato in quantità più elevate per riscaldare gli edifici le serre. Secondo uno studio condotto nella regione del Gansu¹⁸ nel 2009, il risparmio energetico pro capite annuale è pari a circa il 10% dei consumi

¹⁵La produzione annua di metano (corrisponde al 50-70% della miscela del biogas) di un impianto è pari a 186 kg nella regione del Guangxi, nella parte meridionale della Cina, mentre nel Gansu, a nord-est del paese, solo 88 kg.
Ivi, p. 282.

¹⁶Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua...*, op. cit. p. 4.

TIAN, *One Digester plus Three Renovations...*, op. cit., p. 8.

DING, "Influence of household..", *op. cit.*, p. 22.

¹⁷GOSENS, "Sustainability effects of...", *op. cit.*, p. 281.

¹⁸Il Gansu è una provincia della parte nordorientale della Cina. Il territorio è prevalentemente montuoso, il clima è semi-arido e le temperature medie annuali sono intorno ai 9,4°C (temperature massime 34,5°C,

complessivi, sottolineando una riduzione di carbone da 53,57 kgce a 19,14 kgce e, dell'impiego di legname da 48,65 kgce a 32,68 kgce¹⁹.

2.2.2. Ridurre il carico di lavoro

Un altro aspetto positivo, oltre al risparmio del carburante, è legato al fatto che il biogas è immediatamente disponibile all'interno della cucina e, di conseguenza, le donne sono sollevate dalla necessità di alimentare costantemente la stufa con le biomasse.

Il tempo necessario per la cottura di un pasto si riduce così di circa trenta minuti e la combustione più pulita del gas, prodotta senza fumo e ceneri, diminuisce le attenzioni da dedicare alla pulizia degli utensili e degli ambienti domestici.

Dal carico di lavoro giornaliero, sempre principalmente svolto da donne e bambini, il biogas riduce l'incombenza di dover raccogliere, trasportare e stoccare il legname o le altre biomasse necessarie nelle cucine tradizionali.

Mediamente, le ricerche e i sondaggi quantificano un risparmio di tempo pari a 1-2 ore al giorno, ovvero settantadue giorni ogni anno²⁰.

Tuttavia, una parte di tempo viene diversamente impiegato nella gestione della struttura: è sempre indispensabile organizzare lo stoccaggio della biomassa da destinare all'apporto giornaliero dell'impianto nei pressi del digestore; inoltre, il serbatoio deve essere costantemente pulito. È opportuno effettuare questa operazione ogni settimana nei mesi estivi mentre, durante la stagione invernale, è sufficiente farlo una volta al mese²¹.

I benefici della diminuzione del carico di lavoro aumentano la disponibilità di tempo da poter investire nell'azienda agricola stessa o in lavori di piccolo artigianato²².

Sicuramente, un ulteriore vantaggio difficile da quantificare in termini economici è la riduzione delle spese mediche, una diretta conseguenza del miglioramento delle condizioni sanitarie del nucleo familiare e degli allevamenti²³.

minime -16,7°C), condizioni non sempre favorevoli alla produzione di biogas.

¹⁹DING, "Influence of household..", *op. cit.*, p. 20.

²⁰GREGORY, *China...*, *op. cit.* p. 12. Il primo dato viene confermato da due studi isolati condotti nella regione dello Shanxi.

²¹DING, "Influence of household..", *op. cit.*, p. 17.

²²GREGORY, *China...*, *op. cit.* p. 12.

²³WANG Xiaohua et al., "The influence of using biogas digesters on family energy consumption and its economic benefit in rural areas. Comparative study between Lianshui and Guichi in China", *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 11, 2007, p. 1024.

2.3. Migliorare la qualità dell'aria, ridurre le malattie e innalzare gli standard di vita

2.3.1. Limitare il livello d'inquinamento degli spazi interni

Il risanamento delle strutture abitative e la parallela costruzione del fermentatore a biogas non hanno portato solo dei miglioramenti al normale svolgimento delle attività quotidiane, ma sono state determinanti per la qualità della casa stessa e dell'ambiente circostante.

Nelle cucine tradizionali dei paesi a basso reddito, la legna e il carbone vengono bruciati per riscaldare gli ambienti e preparare i pasti, accendendo piccoli fuochi all'interno dei locali.



Figura 2.4.

Stufa tradizionale, brucia biomassa senza il supporto di una canna fumaria (1980).

Fonte: FLORITA Botts, *Back-Yard Biogas in China*, op. cit.

La combustione di queste risorse produce alte esalazioni di tossine che danneggiano gravemente lo stato di salute degli abitanti: in particolare, il consumo di carbone provoca una massiccia emissione di sostanze tossiche come mercurio, selenio, antimonio, tallio, fluoro e arsenico.

Queste emissioni velenose vengono in gran parte assimilate dall'organismo attraverso l'ingestione di polveri sottili e di cibi inquinati; infatti, il processo essiccazione di colture agricole come cereali e peperoncino avviene bruciando questi prodotti in forni non ventilati e su fuochi alimentati con bricchette di carbone, contaminandoli gravemente. Uno studio ha rilevato la presenza di arsenico all'interno di un peperoncino fresco pari a 1 parte per milione (ppm, *parts per million*), diversamente da uno essiccato, contenente 500 ppm.

Nel Guizhou, una provincia sudorientale del paese, solo nel 1999 si registrano almeno tremila casi di avvelenamento cronico provocato dall'inquinamento da arsenico e, nello stesso anno, 10 milioni di persone soffrono di problemi causati da fluorosi dentale e scheletrica, una malattia che porta a deformità delle articolazioni e della colonna vertebrale soprattutto nei bambini. L'eccessiva assunzione di pietanze inquinate può anche generare cancro all'esofago e all'apparato digerente²⁴.

Nello stesso tempo, la propagazione di fumi all'interno delle mura domestiche causa gravi malattie del sistema respiratorio, incidendo sul tasso di mortalità prematura e perinatale nel paese, dove si contano mediamente 380mila decessi annuali originati "dall'inquinamento degli spazi interni" (Inner Air Pollution, IAP)²⁵. Questo fenomeno può provocare irritazioni oculari, infezioni respiratorie acute, malattie croniche e cancro polmonari, contribuendo in piccola parte anche all'insorgere di problemi come tubercolosi, asma e catarro. Inoltre, l'avvelenamento da monossido di carbonio produce un deterioramento delle capacità psichiche e mentali, uccidendo migliaia di persone ogni anno²⁶.

I soggetti esposti a maggior rischio sono anziani, donne e bambini, una fascia della popolazione solita trattenersi in casa per periodi più prolungati.

L'introduzione del biogas ha ridotto l'emissione di sostanze tossiche e cancerogene all'interno degli spazi domestici: vengono utilizzate attrezzature adatte per la combustione, da un semplice fornello a stufe sempre più ergonomiche, capaci di aumentare il livello di efficienza del 40% rispetto all'impiego di strumenti tradizionali, riducendo così anche i tempi necessari per la cottura dei cibi²⁷. Tuttavia, nel 1998 solo l'80% delle famiglie rurali hanno a disposizione delle stufe con tecnologie più avanzate, che spesso non possono essere alimentate in modo continuativo; inoltre, in regioni dove, oltre alla cottura dei cibi, si rende necessario anche il riscaldamento dell'ambiente, è indispensabile integrare la produzione di energia con carburanti tradizionali, risolvendo solo parzialmente il problema dell'emissione

²⁴Robert B. FINKELMAN, et al., "Health impacts of domestic coal use in China", *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, Vol. 96, March 1999, pp. 3427-3431.

²⁵GREGORY, *China...*, op.cit. p.14 (la fonte contenuta nel testo è dell'anno 2007).

La WHO ha registrato che il 95% dei decessi provocati da IAP nella regione del pacifico occidentale (dalla Russia al Sud-est asiatico) sono concentrati sul territorio cinese, coprendo nello stesso tempo il 30% delle stime mondiali; tuttavia, se si analizzano le stime su base pro capite, il numero di morti è inferiore rispetto a quelli dell'India e dell'Africa Sub-sahariana (Cina, 1 ogni 2517 persone, India 1 ogni 2190 persone, Africa Sub-sahariana 1 ogni 1649 abitanti). Eric LARSON (a cura di), *Breathing Easier in Rural China: Analysis of Options for Reducing Indoor Air Pollution from Burning Solid Fuels*, documento di discussione preparato per lo Energy Sector Management Assistance Program della World Bank, 2005, <http://people.duke.edu/~cy42/Breathing.pdf>, p.13.

²⁶*Ivi*, p. 12.

²⁷LIN, "Bioenergy transition in rural China: Policy options and co-benefits", *op. cit.*, pp. 532-534. Politiche dirette alla diffusione di stufe più efficienti erano state promosse già nel corso degli anni ottanta.

di fumi tossici²⁸.

2.3.2. Il sistema di trattamento delle acque reflue

Tradizionalmente, il bagno era privo di una rete fognaria, maleodorante e costruito in un apposito locale, spesso un capanno, lontano dalle abitazioni.

La ristrutturazione legata al “modello biogas” ha creato un ambiente attiguo agli spazi domestici dedicato ai servizi igienici; la struttura convoglia direttamente i liquami prodotti all'interno del serbatoio del digestore, contenendo così il propagarsi di odori sgradevoli, migliorando la pulizia e le condizioni igieniche.

La casa viene collegata alla rete idrica; infatti, la disponibilità di acqua è un requisito indispensabile alla miscela del digestore e, nello stesso tempo, una risorsa fondamentale per la vita domestica.

Vengono costruiti anche ambienti dedicati esclusivamente all'allevamento e isolati dalle strutture abitative, dotati dello stesso sistema di raccolta della lettiera con le deiezioni solide o liquide degli animali²⁹.

Si riduce così lo stoccaggio di rifiuti organici, letame e acque reflue negli spazi adiacenti agli edifici e nei pressi delle aree coltivate, diminuendo la proliferazione di topi e insetti. Il processo di decomposizione dei liquami, realizzato all'interno del digestore in condizioni anaerobiche, consente di eliminare il 90% delle sostanze tossiche e permette di contenere le esalazioni di gas nocivi, inevitabilmente prodotte dallo stoccaggio delle biomasse in spazi aperti.

La dispersione dei liquami nei campi agricoli, all'interno di fosse biologiche e direttamente in laghi e fiumi, contribuisce alla contaminazione del terreno e all'inquinamento delle falde acquifere, già gravemente danneggiate dalle grandi quantità di fertilizzanti e pesticidi chimici che si sono depositati nel corso degli anni nel terreno, confluendo inevitabilmente all'interno del sistema idrico³⁰.

Nel 2003, dati del Ministero della Salute attestano che due terzi della popolazione agricola non dispone di acqua corrente e l'utilizzo di acque contaminate è stato associato all'aumento

²⁸LARSON (a cura di), *Breathing Easier in Rural China...*, op. cit., p 20. Integrato con: GOSENS, “Sustainability effects of...”, op. cit., p. 277.

²⁹Paul HENDERSON, “Anaerobic Digestion in Rural China”, pubblicato da *City Farmer, Canada's Office of Urban Agriculture*, 2 marzo 2009, <http://www.cityfarmer.org/biogasPaul.html>, pp.6-8. I contenuti sono stati completati con *Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui*, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua*, op. cit. pp.5-6.

³⁰GREGORY, *China...*, op.cit. pp. 12-14.

del tasso di incidenza di tumori all'apparato intestinale e infezioni come l'epatite e il colera. La World Bank ha stimato che, nello stesso anno, la cura di tumori e diarree provocati dall'inquinamento delle acque, solo all'interno delle aree rurali, ha raggiunto il costo di 8 miliardi di dollari.

Tra il 2000 e il 2008, una stima condotta tra rispettivamente i sette e ventotto principali fiumi e laghi del paese attesta che più della metà dei campioni monitorati vengono classificati al di sotto del livello IV della scala della qualità dell'acqua cinese: è opportuno precisare che il V grado non viene considerato utilizzabile nemmeno per irrigare le zone agricole³¹. Infine, fonti dell'anno 2009 attestano che meno del 10% dell'acqua viene sottoposta a un adeguato processo di depurazione e, di conseguenza, circa 10 milioni di contadini manifestano seri problemi di salute a causa dell'inquinamento dei corsi idrici presenti nelle zone rurali³².

L'introduzione del biogas e di tecnologie più avanzate ha senza dubbio ridotto l'incidenza di tutte queste patologie, nonostante i dati esaminati all'interno dei sondaggi non siano sufficienti per fornire dei risultati definitivi. Infatti, le informazioni sono state raccolte per un periodo non superiore a 12 mesi e, considerando che per avere dei riscontri obiettivi sono necessarie ricerche della durata di circa 10 anni, è stato valutato come influente il giudizio positivo da parte dei campioni di popolazione sottoposta ai questionari.

Uno studio condotto nel 2006 in due villaggi nella regione del Gansu e un terzo nel Sichuan attesta che circa il 97% delle famiglie ha risposto positivamente quando gli è stato domandato se lo stato di salute dei parenti ha manifestato un qualche miglioramento dall'installazione dell'impianto a biogas.

Il restante 3% ha dichiarato di non aver visto dei cambiamenti significativi³³.

Queste dichiarazioni vengono confermate dai risultati di ricerche effettuate nel Sichuan nell'anno precedente, in seguito a un'epidemia di *streptococcus suis*, un'infezione che si diffonde tramite il contatto con scarti e feci di suini infetti. Il Ministero della Sanità cinese ha dichiarato più di 200 casi di contagio tra la popolazione, di cui circa il 25% con esito letale³⁴.

³¹Il *Chinese Standard for Water Quality* comprende sei diversi livelli, numerati da uno a cinque, a cui se ne aggiunge un sesto denominato come "peggiore del quinto grado". Solo nella prima e nella seconda fascia l'acqua viene etichettata come potabile. XINHUA, *More gauges of water pollution*, in "China.org.cn", 18 may 2012, http://www.china.org.cn/environment/2012-05/18/content_25413625.htm, (5/07/2013).

³²KAN Haidong, "Environment and Health in China: Challenges and Opportunities", *Environmental Health Perspective* 117 (12), December 2009, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2799473/>, pp.1-2. Integrato con: SUN Bo et. al. "Agricultural Non-Point Source Pollution in China: Causes and Mitigation Measures", *Ambio*, 41 (4), June 2012, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3393061/>, p.2.

³³GROENENDAAL, "Microanalysis of the benefits..", *op. cit.*, pp. 4462-463.

³⁴Gabriella RONDININI, "Zoonosi emergente da *Streptococcus suis*", *Igiene Alimenti: disinfezione e igiene ambientale*, gennaio/febbraio 2006 p. 10.

L'infezione non si è propagata tra le famiglie che disponevano di impianti a biogas e strutture igieniche efficienti, riducendo il rischio di incidenza della malattia di circa il 10% rispetto al precedente focolaio epidemico³⁵.

Un adeguato sistema di trattamento degli scarti non migliora solo le condizioni di salute familiari, ma risana anche gli allevamenti, evitando la propagazione di batteri e parassiti tra gli animali.

La progressiva espansione e l'intensificazione degli allevamenti ha aggravato la diffusione di fonti di infezione: nel 1968 la Cina produce 5milioni e 200mila suini e 12 milioni e 300mila polli; nel 2005, i suini diventano 508 milioni e i polli 13 miliardi, di cui rispettivamente il 30-40% e il 70-80% vengono ancora allevati nei cortili, mantenendo uno stretto contatto con la popolazione agricola.

Questa è stata ancora la causa principale della propagazione di nuove malattie infettive, come la SARS (*Severe Acute Respiratory Syndrome*), una forma di polmonite atipica: il primo focolaio si manifesta nel novembre del 2002 nella regione del Guangdong; nell'agosto del 2003, l'epilogo della malattia conta 8422 casi in trenta paesi e 916 decessi, di cui 349 morti solo in Cina.

Ancora, all'interno delle piccole comunità rurali nel Sud del paese, è stato isolato un nuovo virus, l'influenza aviaria, diffusa tra volatili degli allevamenti attraverso il contatto con stormi di uccelli migratori e successivamente trasmessa all'uomo. Il morbo diventa pericoloso quando le condizioni precarie delle persone contribuiscono all'avanzare della malattia fino a portare a un possibile decesso³⁶.

L'aggravarsi di queste problematiche rende ancora più significativa la ristrutturazione delle piccole aziende rurali che utilizzano il biogas.

Oltre alla riduzione dei rischi sanitari, il fermentato prodotto dagli impianti è un ottimo mangime per gli allevamenti: la possibilità di integrare la dieta degli animali ha portato a un loro naturale incremento e a una conseguente maggiore disponibilità di generi alimentari di qualità, come latticini, carne e uova, destinando inoltre alla vendita le eventuali eccedenze³⁷.

³⁵Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua...*, op. cit. p. 6; completato con il documento TIAN, *One Digester plus Three Renovations...*, op. cit., p. 10.

³⁶Joan KAUFMAN, "The Current Situation, Infectious Disease Challenges in China", in Charles W. FREEMAN III (a cura di), *China's Capacity to Manage Infectious Diseases, Global Implications*, report del CSIS (Center for Strategic & International Studies) Freeman Chair in China Studies, march 2009, http://csis.org/files/media/csis/pubs/090325_freeman_chinacapacity_web.pdf, pp.9-12.

³⁷LI, "Biogas...", op.cit.

2.3.3. Lo scarto del digestore: una risorsa

Gli impianti a biogas, oltre a essere sistemi estremamente virtuosi che consentono di trattare i rifiuti abbattendone la carica batterica e riducendo l'inquinamento ambientale, producono anche un'ulteriore risorsa fondamentale per l'agricoltura: i residui del fermentato sedimentati all'interno della camera subiscono un processo biologico che trasforma la sostanza organica in un materiale simile al terriccio e ricco di humus, utilizzabile come ottimo concime per i campi.

Al termine della produzione di biogas, i dati indicano che, rispetto al totale dei liquami e dei residui colturali immessi, circa il 97% può essere recuperato e, dopo un periodo di stoccaggio di tre mesi, può essere impiegato come fertilizzante³⁸.

A differenza di un compostaggio tradizionale, realizzato in spazi aperti, la condizione anaerobica del digestore permette di ridurre la dispersione di azoto (N) dal 50-80% a solo il 5-12%, accresce il contenuto di fosforo (F) del 150% e le percentuali di ammoniaca del 120%, una componente fondamentale per l'assorbimento dell'azoto nel terreno³⁹. Questa elevata disponibilità di elementi nutritivi, azoto, fosforo, ma anche potassio (K), è importante per i meccanismi legati al suolo, per arricchire la dieta degli animali e infine è un efficace stimolatore di crescita delle piante: lasciare i semi in ammollo per dodici ore prima della germinazione nei sedimenti liquidi del digestato, piuttosto che nell'acqua, aumenta la loro possibilità di germogliare del 92,5-95%⁴⁰.

Viene calcolato che un digestore di 8 m³ alimentato costantemente nell'arco dell'anno è in grado di realizzare 10-15 ton di fertilizzante ogni 12 mesi, una quantità sufficiente per concimare circa 2-3 mu⁴¹ di terreno⁴².

Il concime organico serve ad aumentare la fertilità del suolo: deve renderlo capace di favorire la crescita delle piante e, soprattutto, di essere sufficientemente produttivo. Nello specifico, migliora la fertilità biologica, tutelando gli organismi viventi presenti nel terreno che, a loro volta, proteggono le radici, fissano l'azoto e producono humus; in secondo luogo, migliora

³⁸Elisabeth HUBA(a cura di), "4 in 1 Biogas Systems: a field study on sanitation aspects & acceptance issues in Chaoyang and Shenyang Municipalities, Liaoning province", progetto condotto da parte di China Node for Sustainable Sanitation (CNSS), Beijing, may 2011, http://www.ecosanres.org/pdf_files/4-in-1_Household_Biogas_Project_Evaluation-20110620.pdf, p. 20.

³⁹GREGORY, *China...*, op. cit., pp. 12-13.

⁴⁰HENDERSON, "Anaerobic Digestion..", *op.cit.*, p. 6.

⁴¹ Il mu (亩) è un'unità di misura che corrisponde a 666,7 m².

⁴²Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua...*, op. cit. p. 7.

la fertilità chimica, ovvero la quantità di sostanze nutritive contenute e, infine, la fertilità fisica. La fertilità fisica è la struttura del terreno stesso, che deve essere adeguato all'abitabilità degli organismi terricoli e allo sviluppo delle radici. Risulta evidente quanto sia importante tutelare l'associazione biologica delle diverse specie animali e vegetali che vivono nello stesso ambiente, perché la salvaguardia della biodiversità permette anche di controllare la presenza di parassiti delle piante e i relativi predatori, migliorando la stabilità del sistema⁴³.



Figura 2.5.

Il prelievo dei sedimenti organici (1980)

Fonte: FLORITA Botts, *Back-Yard Biogas in China*, op. cit.

⁴³Ocildo STIVAL, et. al., *dispensa riassuntiva del corso di orticoltura*, Comunità montana del parco dell'Alto Garda bresciano, Ufficio Agricoltura e Foreste, Gargnano (BS), 2006, <http://www.cm-parcoaltogarda.bs.it/image/xa2070522084356.pdf>, pp. 142-143.



Figura 2.6.

Il concime organico torna alle colture.

Fonte: FLORITA Botts, *Back-Yard Biogas in China*, op. cit.

I campi irrorati con questo composto non solo aumentano la produzione di ortaggi e cereali rispettivamente fino al 30-40% e 15-20% rispetto ai raccolti precedenti, ma riducono anche

le perdite provocate dall'attacco di funghi e insetti⁴⁴.

La qualità di questo ambiente naturale permette la coltivazione di prodotti biologici, una fattore che di conseguenza aumenta il valore commerciale dei fertilizzanti organici fino al 30% rispetto quelli trattati chimicamente⁴⁵.

Di contro, la Cina, nel tentativo di soddisfare il fabbisogno della popolazione e avendo a disposizione limitate aree fertili, si è sempre dovuta preoccupare di innalzare il livello di produzione agricola e ha largamente incentivato l'impiego di fertilizzanti di sintesi chimica, che sembravano la risposta più adeguata al problema alimentare. Cercando di diramarne l'utilizzo, sceglie di favorire la loro diffusione sul mercato.

Oggi, il paese è il principale consumatore e produttore di fertilizzanti di sintesi chimica nel mondo. Nell'anno 2008, il consumo complessivo di questi prodotti ha raggiunto 58 milioni di ton, più di un terzo del consumo globale. L'applicazione di fertilizzanti chimici nel paese, tra il 1991 e il 2008, è cresciuta dal 50,7% al 119,7%, portando a una parallela espansione del terreno coltivabile da 3 milioni e 300mila ettari negli anni ottanta, fino a 28 milioni di ettari registrati nel 2008⁴⁶.

La forzatura delle coltivazioni e delle produzioni zootecniche realizzata con l'uso di sostanze sintetiche produce una semplificazione ambientale, introducendo monoculture temporali e territoriali, riducendo o eliminando corsi d'acqua, siepi, filari e fasce boschive per agevolare l'utilizzo di grandi macchinari, distruggendo gli equilibri della biodiversità. Si manifesta quindi un eccessivo sviluppo di patogeni, si maturano delle resistenze ai pesticidi, si riducono le sostanze organiche e la presenza di humus nel suolo, compromettendo la struttura del terreno e aumentando l'avanzare della desertificazione, che in Cina ha già raggiunto il 35% del territorio complessivo⁴⁷. Oltre a produrre un passivo energetico, questo metodo di coltivazione inquina fortemente il terreno con la diffusione di nitrati.

Diventa quindi indispensabile l'utilizzo di pesticidi (insetticidi, fungicidi, diserbanti e regolatori di crescita delle piante): il paese è il principale consumatore di pesticidi da più di dieci anni, con un'applicazione annua pari a 1 milione e 670mila ton nell'anno 2008. Spesso, queste sostanze vengono somministrate in dosi superiori di 2-3 volte rispetto alle quantità raccomandate e affidandosi a metodi rudimentali, riducendone l'efficacia fino al 70%⁴⁸.

⁴⁴Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua...*, op. cit. p. 7.

⁴⁵GREGORY, *China...*, op. cit., p. 13.

⁴⁶SUN, "Agricultural Non-Point Source Pollution in China..." op. cit. pp. 1-11.

⁴⁷STIVAL, *dispensa riassuntiva...*, op. cit. p. 144. Il dato sulla desertificazione viene dal documento: YE, "The Ecological Agriculture Movement..." , op. cit., p. 264.

⁴⁸SUN, "Agricultural Non-Point Source Pollution in China..." op. cit. pp. 7-8.

Le problematiche legate all'uso eccessivo di queste sostanze si evidenziano già dagli anni novanta, quando il livello di produzione ha cominciato a diminuire significativamente: vengono registrati 136 mu di terreno contaminati. Uno studio condotto dal MOA, nella seconda metà del 2005, verifica il tasso di residui sintetici e pesticidi all'interno di prodotti vegetali in trentasette città: il risultato è 94,2%⁴⁹.

L'eccessivo impiego di sostanze chimiche ha portato al declino delle vendite di prodotti agricoli, della loro competitività sul mercato e ha messo in pericolo la salute della popolazione stessa.

Di conseguenza, si stanno rivalutando i fertilizzanti organici: vengono studiate nuove tecniche di riciclo degli scarti agricoli e, soprattutto, si promuovono corsi per agricoltori, spiegando come e in quali quantità utilizzare sia i prodotti chimici, sia quelli organici. Infatti, è indispensabile che l'agricoltore abbia una conoscenza adeguata delle sostanze che utilizza, perché possa farne un uso corretto e misurato⁵⁰.

L'informazione è fondamentale anche quando il contadino dispone di fertilizzanti organici: non sempre ne comprende il valore specifico, sicuramente superiore a una qualsiasi alternativa di origine sintetica.

Secondo uno studio condotto nel 2009 nella regione del Gansu, nonostante la produzione di questa risorsa biologica possa coprire circa il 50% del fabbisogno della piccola azienda agricola, una ricerca del 2006 nelle aree del Gansu e del Sichuan illustra che i contadini che utilizzano un impianto da più di due anni, spendono più di prima in fertilizzanti e pesticidi chimici. La causa è una scarsa preparazione tecnica: applicano il concime naturale e aggiungono gli stessi quantitativi di prodotti sintetici, non conoscendo o non avendo fiducia nelle potenzialità del fertilizzante organico come sostituto.

Una corretta applicazione del concime prodotto dall'impianto permette di risparmiare ogni anno 30,18 RMB per ciascun mu di terreno coltivato, dimezzando le spese sostenute per l'acquisto di prodotti commerciali (dato dell'anno 2009)⁵¹.

⁴⁹Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua*, op. cit. p. 7.

⁵⁰SUN, "Agricultural Non-Point Source Pollution in China.." op. cit. pp. 10-11.

⁵¹DING, "Influence of household biogas digester use..." op. cit., p. 20. La seconda parte dello studio è stata condotta nell'articolo: GROENENDAAL, "Microanalysis of the benefits of China's..", op. cit., p. 4461.

2.4. Contenere i danni ambientali

2.4.1. La crescita dei consumi energetici rurali

La Cina detiene una serie di primati negativi nel contesto ambientale che, grazie alla sua elevata densità demografica, appaiono forse meno evidenti di quanto lo siano in realtà.

È interessante capire come l'evolversi della richiesta e dei consumi energetici influenzi l'ambiente e in quale misura i danni provocati dall'inquinamento incidano sull'agricoltura stessa.

I grafici illustrano come il consumo energetico della Cina rurale nel 1980 sia per l'80% destinato all'uso domestico e quasi il 70% delle risorse provenga dall'utilizzo di legname e altre biomasse vegetali.

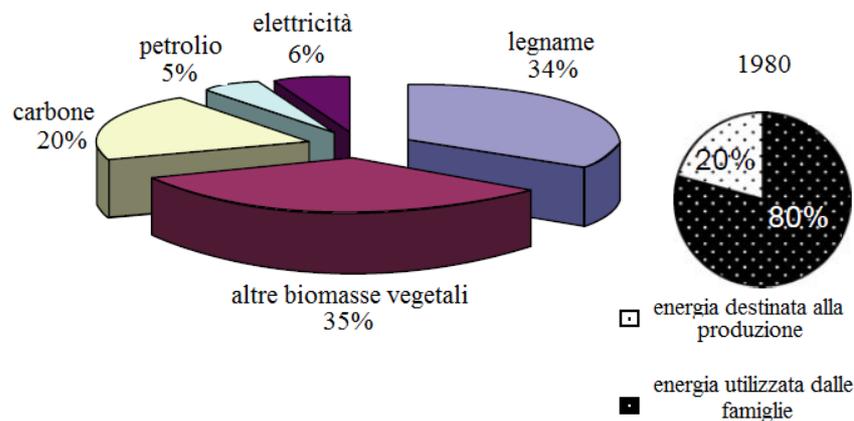


Grafico 2.2.

Consumi energetici della Cina rurale nel 1980

Fonte: ZHENG, Luo, "Rural Energy in China", *Earth, System and Environmental Sciences*, 2004, p. 496, (traduzione propria).

Nel 1998, l'aumento della domanda di energia viene destinata in gran parte alla crescita del settore produttivo, a sostegno del rapido processo di sviluppo economico; infatti, dal 1980 al 1998 il reddito medio pro capite si è moltiplicato di circa 10 volte⁵².

La disponibilità energetica viene in parte soddisfatta dall'espansione della rete elettrica, ma il dato più evidente è un aumento del 25% dell'utilizzo di carbone, un consumo che su scala nazionale raggiunge circa il 68% della produzione complessiva⁵³.

Questo incremento è il risultato di una scelta governativa che, nel tentativo effettivamente

⁵²LUO "Rural Energy...", *op. cit.*, p. 496.

⁵³Valeria ZANIER, *Dal grande esperimento alla società armoniosa: trent'anni di riforme economiche per costruire una nuova Cina*, Milano, FrancoAngeli, 2010, cap. 8 "Sostenibilità dello sviluppo e dinamismo economico", p. 166.

raggiunto di ridurre il consumo di legname e biomasse, favorisce l'impiego di carbone come risorsa commerciale a basso costo.

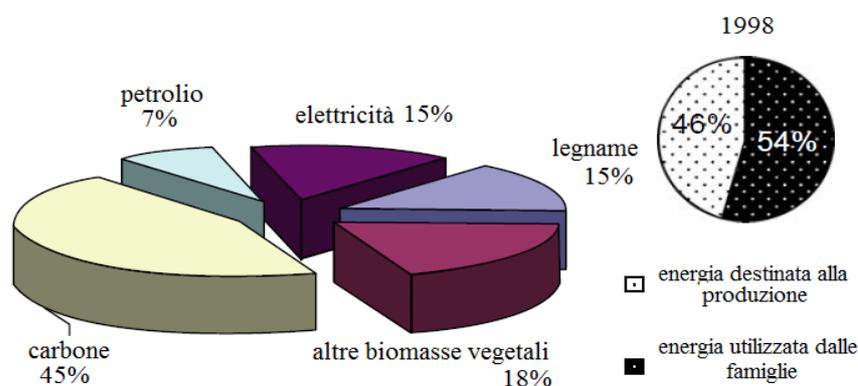


Grafico 2.3.

Consumi energetici della Cina rurale nel 1998.

Fonte: ZHENG, Luo, "Rural Energy in China", *Earth, System and Environmental Sciences*, 2004, p. 496, (traduzione propria).

2.4.2. Le complicità del carbone

I combustibili prevalentemente utilizzati sono proprio le risorse che contribuiscono maggiormente all'aggravarsi dell'inquinamento ambientale cinese.

Dal 2007, la Cina ha raggiunto il primato mondiale delle emissioni di CO₂₅₄.

L'anidride carbonica è un gas che viene prodotto durante la combustione delle biomasse, del carbone e del metano. Questa operazione, quando viene realizzata impiegando carburanti solidi (carbone e legname), presenta delle difficoltà tecniche, che tendono ad aggravarsi quando si utilizzano strumenti con caratteristiche inadeguate.

Diversamente dai carburanti liquidi o gassosi, durante la combustione il materiale compatto non si miscela completamente con l'aria e una parte incombusta di sostanze come monossido di carbonio (CO), diossido di azoto (NO₂) e particolato (PM, *particulate matter*), viene rilasciata come "prodotto di combustione incompleta" (PICs, *Products of Incomplete Combustion*). Infatti, una stufa tradizionale rilascia dal 10 al 38% di PICs nell'atmosfera e deposita alte percentuali di sostanze inquinanti, realizzando bassi standard di efficienza e

⁵⁴International Energy Agency (IEA), *CO₂ emission from fuel combustion, Highlights*, edizione 2012, <http://www.iea.org/co2highlights/co2highlights.pdf>, p.24. È opportuno precisare il fatto che la Cina ha il più alto numero di emissioni di CO₂ mondiali, anche se gli USA detengono il primato di emissioni pro capite.

incrementando quindi il fabbisogno energetico.

I PM depositano particelle di fuliggine e metalli pesanti nell'atmosfera, formando una coltre che oscura il cielo e diminuisce l'irraggiamento solare necessario alla crescita delle piante.

Il carbone, oltre a produrre numerose sostanze tossiche come mercurio, selenio, antimonio, tallio, fluoro e arsenico, è uno dei principali responsabili dell'esalazione di diossido di zolfo (SO₂)⁵⁵; attualmente, la Cina detiene il primato mondiale delle emissioni di SO₂⁵⁶.

Le concentrazioni di questo gas, in miscela con gli ossidi di azoto depositati nell'atmosfera, provocano il fenomeno delle piogge acide; queste precipitazioni interessano più di un terzo del territorio cinese, ritardando la crescita delle foreste, dei raccolti e danneggiando gli equilibri dell'ecosistema acquatico.

Si stima che l'inquinamento complessivo dell'acqua, dell'aria e il problema delle piogge acide provochino la perdita di circa l'8% del PIL nazionale, circa il doppio di quello che la Cina investe nel settore dell'istruzione e della cultura.

Nel paese, il carbone è responsabile del 70% delle esalazioni complessive di CO₂, del 90% delle emissioni di diossido di zolfo, del 67% di quelle di ossidi di azoto e della metà dei particolati sospesi nell'atmosfera⁵⁷.

2.4.3. I gas serra

Un fenomeno che modifica gravemente la stabilità climatica è l'effetto serra, provocato principalmente dall'accumulo di CO₂ e di altri gas clima-alteranti nell'atmosfera, soprattutto metano (CH₄) e protossido di azoto (N₂O), rispettivamente con un potenziale di riscaldamento globale 22 e 296 volte maggiore rispetto alla CO₂⁵⁸.

La concentrazione di CO₂ nell'atmosfera è rimasta pressoché costante fino al XIX secolo, mantenendo il ciclo naturale della trasformazione dell'anidride carbonica in ossigeno in equilibrio; lo sviluppo industriale ha riversato nell'atmosfera un eccesso di CO₂ provocato dai combustibili fossili. Da un valore originario di 280 ppm, si arriva agli attuali 370 ppm, stimando una futura crescita annua di 1,5 ppm. Oggi, il ciclo naturale della biosfera è in grado di assorbire ogni anno solo un quinto della CO₂ contenuta.

⁵⁵ZHANG Junfeng, et. al., "Household Air Pollution from Coal and Biomass Fuels in China: Measurements, Health Impacts, and Interventions", *Environmental, Health, Perspectives* 115 (6), June 2007, pp. 848-849.

⁵⁶ZANIER, *Dal grande esperimento alla società armoniosa...* op. cit. p. 166.

⁵⁷BERRAH, *Sustainable Energy in China...*, op. cit. pp. 67-70.

⁵⁸LI, "Biogas..", op. cit. Integrato con: Pete SMITH, *Cool Farming. Impatti climatici dell'agricoltura e potenziale di mitigazione*, 2008, <http://www.greenpeace.org/italy/Global/italy/report/2008/6/cool-farming.pdf>, p.1.

Lo stesso ciclo consente di metabolizzare, in un periodo di circa 12 anni, il gas metano, grazie a un processo chimico che avviene nell'atmosfera e si conclude con le attività microbiche degli alberi e del terreno.

Il metano è un gas liberato naturalmente dalla decomposizione organica che viene prodotta per il 40% nelle zone paludose del pianeta e, per il restante 60%, dalla coltivazione del riso, dall'allevamento degli animali, dalle biomasse e dai depositi fossili.

La concentrazione in parti per miliardo (ppb, *parts per billion*) è aumentata del 158% dal 1750 al 2000, evidenziando che il quantitativo immesso nell'atmosfera è superiore rispetto alla reale capacità di riassorbimento della biosfera.

Questo gas, quando viene correttamente bruciato, emette, oltre al calore, solo CO₂ e acqua; rappresenta una fonte energetica “pulita” e in grado di limitare l'uso di carbone e di biomasse, indispensabili al ciclo naturale.

Diventa quindi importante recuperarlo e utilizzarlo⁵⁹.

2.4.4. Il biogas e l'inquinamento

Il biogas è composto per il 50-70% da metano e per il 30-40% da anidride carbonica. È corretto quindi definirlo una risorsa “pulita” e vantaggiosa per l'ambiente⁶⁰.

Inoltre, il processo di decomposizione anaerobica realizzato negli impianti a biogas evita la dispersione di metano nell'ambiente, a differenza delle operazioni di compostaggio tradizionalmente realizzate all'aperto⁶¹.

Prendendo come modello un impianto a biogas domestico delle dimensioni di 8 m³, in grado di produrre gas per 10-12 mesi continuativi, è stato calcolato un potenziale risparmio delle emissioni di CO₂ pari a 1,5-2 ton annuali, un valore realizzato considerando sia la riduzione delle dispersioni di metano prodotte da un corretto stoccaggio dei rifiuti, sia la diminuzione delle emissioni provocate dalla combustione di carburanti solidi. Tuttavia, sappiamo che il ciclo di vita di un impianto corrisponde a circa vent'anni e il suo livello di efficienza diminuisce considerevolmente in tempi brevi: la media annuale di riduzione delle esalazioni calcolata nel lungo periodo si riduce approssimativamente a 1,25 ton.

⁵⁹World Meteorological Organisation (WMO), *Greenhouse Gas Bulletin. The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2009*, November 2010, http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ghg/documents/GHG_bull_6en.pdf, pp. 2-3.

⁶⁰LAM, *Domestic Biogas Compact Course...*, op. cit., p. 6. Per maggiori informazioni sulla composizione del biogas consultare il paragrafo riguardante la struttura degli impianti all'interno del capitolo I, “Il biogas: storia e legislazione”.

⁶¹HENDERSON, “Anaerobic Digestion...”, op. cit., p. 2.

Il biogas che viene prodotto durante questo ventennio disperde l'88,63% di CO₂ in meno rispetto alla combustione della stessa quantità di carbone⁶².

Volendo valutare con maggiore esattezza i reali benefici ambientali di questa tecnologia, è opportuno fare un'analisi che comprende ulteriori fattori aggiuntivi: uno studio condotto nella provincia del Guizhou tra il 2010 e il 2011 ha registrato anche le emissioni di CO₂ prodotte durante l'opera di installazione e smantellamento della struttura, misurando le percentuali di esalazioni provocate dal trasporto e dalle materie prime necessarie per i lavori di costruzione: per compensare solo il danno ambientale provocato da queste operazioni, l'impianto deve essere operativo per almeno due anni; questo non è sempre possibile, a causa dell'impiego di materiali di qualità scadente o di un'inadeguata gestione.

È opportuno considerare che, a fronte di un investimento non solo economico, ma anche ambientale, un utilizzo poco attento e mirato può portare a esiti del tutto opposti rispetto agli obiettivi prefissati⁶³.

Un secondo problema che può compromettere l'ecosistema è la mancata consapevolezza dei danni provocati dalla diretta dispersione nell'atmosfera di biogas incombusto. Gli impianti domestici non possono immagazzinare il gas eventualmente prodotto in esubero e il quantitativo eccedente deve essere bruciato e non semplicemente liberato nell'aria⁶⁴.

2.4.5. Preservare il “polmone verde”

Per preservare l'efficacia del ciclo naturale di riassorbimento dei gas clima-alteranti immessi nell'atmosfera, è indispensabile preservare il patrimonio forestale.

Un solo albero può assimilare e trasformare in ossigeno mediamente 20 kg di CO₂ ogni anno, precisamente da 10 a 50 kg, a seconda del luogo e della tipologia della vegetazione⁶⁵.

Purtroppo, il paese possiede il minor numero di aree boschive pro capite a livello mondiale, classificandosi al secondo posto tra gli importatori mondiali di legname⁶⁶.

⁶²Più generalmente, le ricerche hanno evidenziato che l'utilizzo di un metro cubo di biogas come sostituto del carbone è in grado di ridurre le emissioni di gas serra per 1,88 kg. China Council for International Cooperation on Environment and Development (CCICED), *Rural Development and its Energy, Environment and Climate Change Adaptation*, Policy Research Report 2009, <http://www.cciced.net/enciced/policyresearch/report/201205/P020120529358134723461.pdf>, cap. 7 “Case Studies: how rural China is conserving energy, improving the environment and tackling climate change while addressing rural poverty”, p. 28.

⁶³ZHANG, “Carbon Emission Reduction Potential...”, *op. cit.*, pp. 3-5.

⁶⁴GROENENDAAL, “Microanalysis of the benefits of China's...”, *op. cit.*, p. 4463.

⁶⁵Rinaldo SANTORO, *Brochure di un impianto di Cogenerazione “GenGas” della potenza di 125 kWe alimentato da sottoprodotti di origine biologica*, 2013, http://www.energylifegroup.it/doc/Brochure_GenGas_125-13-02-2013.pdf, p.5.

⁶⁶GOSENS, “Sustainability effects...”, *op. cit.*, p. 277.

Nel 2004, viene registrato un consumo di legna pari a 256 milioni di ton, un quantitativo per il 30% superiore alla soglia sostenibile del paese⁶⁷; solo nella provincia dello Yunnan, nonostante i livelli tollerabili non debbano eccedere i 14 milioni di m³, ogni anno vengono abbattuti mediamente 32 milioni di m³ di alberi (dato del 1999)⁶⁸.

La dipendenza quasi esclusiva da risorse concentrate nelle aree verdi costringe a una raccolta di legname con ritmi più sostenuti rispetto ai tempi necessari per la ricrescita della vegetazione, contribuendo inevitabilmente all'avanzare del processo di deforestazione e, di conseguenza, all'aggravarsi dello stato di erosione del suolo e all'avanzare della desertificazione⁶⁹. Gran parte del terreno eroso si accumula all'interno di fiumi e laghi, compromettendone la portata, bloccandone gli emissari, innalzando il rischio di inondazioni e danneggiando le dighe e le centrali idroelettriche. Per esempio, il fiume Huang He ha aumentato la massa di materiali fangosi trasportati del 25% in soli trent'anni⁷⁰.

Questi fenomeni provocano una maggiore esposizione ai danni causati da calamità naturali e, nello stesso tempo, aumentano notevolmente il rischio di frane, alluvioni, inondazioni e smottamenti del terreno. Disastri ambientali di questo tipo pregiudicano la sicurezza della popolazione rurale e danneggiano la qualità e la quantità dei raccolti già compromessi da una riduzione della fertilità del suolo, provocata in parte dalla raccolta della biomassa legnosa che si deposita sul terreno boschivo e si rivela utilissimo per il suo nutrimento⁷¹.

La consapevolezza della necessità di trovare delle risposte a queste problematiche si è già realizzata a partire dagli anni cinquanta, con la promozione di ripetute campagne per il recupero del patrimonio boschivo: dal 1999 al 2003, l'estensione delle aree verdi è pari al 18,6% della superficie nazionale, in contrasto con una copertura forestale del 8,9% registrata nel 1962. Tuttavia, l'opera di ripristino è di qualità inferiore rispetto alle foreste secolari originarie e viene realizzata utilizzando specie non diversificate e a crescita rapida⁷².

Il “Piano nazionale per la costruzione del biogas nelle aree rurali”, promuove la realizzazione degli impianti a biogas domestici come sistemi sostenibili, capaci di diminuire il consumo della legna. I dati ufficiali riportano che un digestore di 8 m³ nelle regioni a sud, dove il reperimento di combustibili diversi dalla biomassa boschiva è più difficoltoso, può sostituire

⁶⁷BERRAH, *Sustainable Energy in China...*, op. cit. p. 190.

⁶⁸LUO, “Rural Energy...”, op. cit., p. 499.

⁶⁹GOSENS, “Sustainability effects...”, op. cit., p. 277.

⁷⁰GOBBICCHI, *La Cina e la questione...*, op. cit. p. 24.

⁷¹JEFFREY Hays, *Deforestation and Desertification in China*, in “Facts and Details”, 2008 (aggiornato nel marzo 2012), <http://factsanddetails.com/china.php?itemid=389>, (10/07/2013).

⁷²NAUGHTON, *The Chinese...*, op. cit., cap. 20 “Environmental Quality and the Sustainability of Growth”, p. 499.

circa 1,5 ton di legname, preservando approssimativamente 3,5 mu⁷³ di terreno⁷⁴.

Questa stima non può tuttavia essere considerata un parametro efficace per valutare la percentuale di rimboschimento su scala nazionale: sappiamo che la produzione di biogas dipende dalle caratteristiche fisiche e climatiche delle diverse regioni e che le materie prime impiegate a scopo energetico variano in base alla disponibilità economica della popolazione locale. Infatti, diversamente dalle prospettive del Piano Nazionale, un dato del 2005 attesta che il biogas ha sostituito solo 2 milioni e 100mila ton di biomassa boschiva, quando, nello stesso anno, vengono annoverati approssimativamente 18 milioni di impianti a biogas domestici⁷⁵.

⁷³3,5 mu equivalgono a circa 2300 m² di terreno.

⁷⁴Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua...*, op. cit. p. 5. Questa stima viene confermata anche nel testo di LI Kangmin, "Biogas China", op. cit., dove valutano che un impianto di 10 m³ è capace di sostituire circa 2 ton di legname e riforestare tra 2600 e 4000 m² di suolo boschivo.

⁷⁵GREGORY, *China...*, op. cit. p. 12.

2.5. La diffusione del biogas e la cultura ambientale

Un bilancio di tutte le informazioni raccolte ci suggerisce che gli impianti a biogas domestici rurali non hanno avuto una diffusione tale da rendere significativo il loro contributo alla crescente domanda energetica: le strutture esistenti sul territorio nel 2010 sono approssimativamente pari a 40 milioni⁷⁶ e sono in grado di produrre solo il 2% dell'energia nazionale: il livello di consumo della Cina è pari a circa 1 miliardo e 300 milioni di tce⁷⁷ all'anno⁷⁸ e la percentuale del biogas corrisponde a circa 26 milioni di tce annuali⁷⁹.

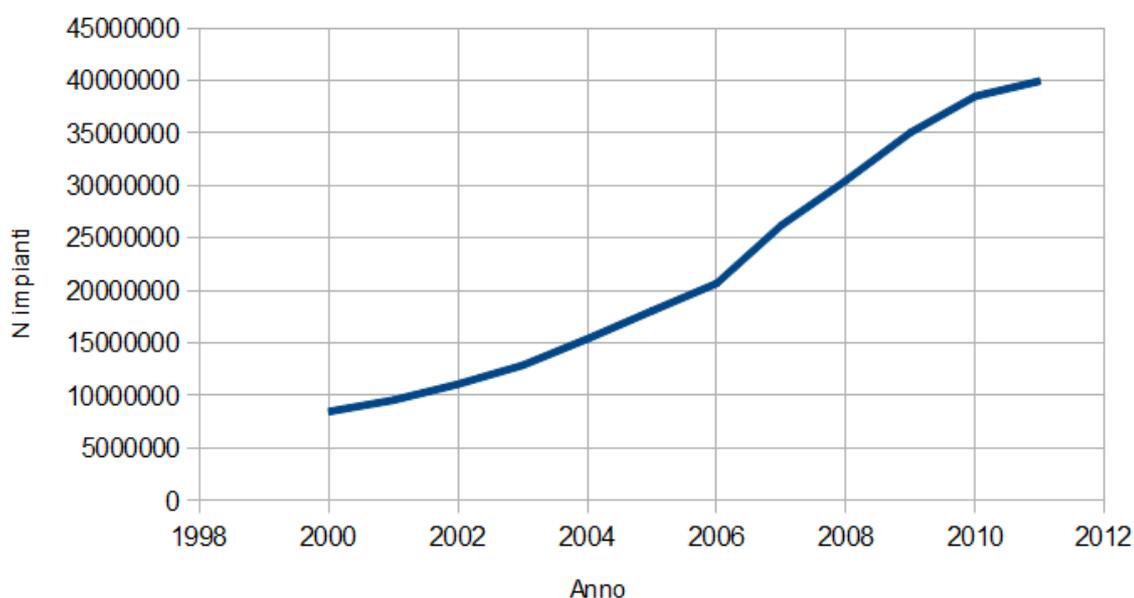


Grafico 2.4.

Diffusione degli impianti a biogas domestici dal 2000 al 2011

Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in: WANG, Xiaojun, 王晓君 et al., *Zhongguo huyong zhaoqi fazhan xianzhuang ji jianyi*, 中国户用沼气发展现状及建议 (*Stato e prospettive dello sviluppo del biogas domestico in Cina*), in Zhongguo zhaoqi wang, 中国沼气网, 2013年4月8日, http://www.biogas.cn/CN/B_TechnologyDetails.aspx?kid=b62bb212-9ee8-4d98-b1ed-ce63492fc207&knme=%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E6%88%B7%E7%94%A8%E6%B2%BC%E6%B0%94%E5%8F%91%E5%B1%95%E7%8E%B0%E7%8A%B6%E5%8F%8A%E5%BB%BA%E8%AE%AE&tid=f1efc7a0-ba16-421c-bff4-ddc7e9c3f0ca&tnme=%E5%AD%A6%E6%9C%AF%E8%AE%BA%E6%96%87, (12/07/2013).

Uno studio del MOA nel 2007 calcola che le famiglie rurali che possiedono le caratteristiche

⁷⁶GOSENS, "Sustainability effects of Household-Scale...", *op. cit.*, p. 274.

⁷⁷tce: tons of coal equivalent

⁷⁸BERRAH, *Sustainable Energy in China...*, *op. cit.*, Executive Summary, p. xxxii.

⁷⁹Considerando la produzione media giornaliera di un singolo impianto di 1,5 m³, si ottengono 547,5 m³ all'anno: il potere calorifico medio del biogas è pari a 6500 chilocalorie/ora (Kcal/h); si ottiene così una produzione annua di 3.558.750 Kcal. Confrontando i dati con il potere calorifico medio del carbone di lignite pari a 5500 Kcal/h, avremo un risparmio di 647 kg di carbone ogni anno.

finanziarie e le condizioni naturali adatte alla realizzazione di un impianto sono 148 milioni, il 59,3% della popolazione agricola; di conseguenza, il numero delle installazioni potrebbe essere molto più importante⁸⁰.

Nonostante il governo abbia stanziato un contributo pari a un terzo dell'investimento necessario, la parte restante della spesa rappresenta ancora una cifra significativa che, per esempio, nella provincia del Guizhou corrisponde al reddito medio pro capite annuo di un contadino⁸¹.

Inoltre, il biogas non produce un'entrata in denaro e non sempre i benefici indiretti sono compresi nel loro valore.

Le famiglie che possiedono e utilizzano il biogas riportano generalmente un giudizio positivo, soprattutto la parte femminile degli intervistati; l'aspetto più apprezzato è la ristrutturazione degli ambienti domestici e, in particolare, il risanamento delle cucine⁸².

Tuttavia, i reali benefici che hanno sicuramente contribuito a un miglioramento delle condizioni di vita sono molto più estesi; comprenderne l'importanza da parte dei contadini permetterebbe di apprezzarne tutti i vantaggi, non limitandosi esclusivamente a quelli finanziari.

È necessario possedere una preparazione culturale relativa alle questioni ambientali che dovrebbero far comprendere al mondo rurale l'importanza di valori come la sostenibilità energetica, l'autosufficienza del villaggio socialista e la virtuosità dell'economia circolare.

Bisognerebbe poter spiegare l'importanza di contenere la concentrazione di CH₄ incrementata dall'uso eccessivo di carburanti fossili o la necessità di abbattere la carica batterica dei liquami per preservare il sistema idrico e ridurre la formazione di patogeni, oppure ancora quanto sia indispensabile tutelare le aree verdi per riassorbire la CO₂ e così via.

Il governo si dimostra particolarmente attivo per diffondere e accrescere questa consapevolezza; la strategia cerca di coinvolgere l'opinione pubblica mediante l'informazione, attraverso i mass media o tramite l'azione educativa svolta fin dai primi anni scolastici. Tuttavia, i risultati ottenuti sono più evidenti tra le giovani generazioni e, in particolare, spiegare questo alla popolazione agricola, che dispone ancora di un reddito

⁸⁰TIAN, *One Digester plus Three Renovations...*, op. cit. p.8; Questo dato viene confermato anche all'interno del Piano Nazionale per la costruzione del Biogas nelle Aree Rurali; i contenuti relativi vengono approfonditi nel capitolo successivo.

⁸¹I due terzi della spesa corrispondono ancora a un investimento pari a circa 2500 RMB, quando il reddito medio pro capite nella regione del Guizhou (una delle più povere del paese) corrisponde a 2200 RMB. HU, *The promotion of Rural Domestic...*, op.cit. p.4.

Per maggiori informazioni sulle forme di sovvenzione degli impianti consultare il capitolo III.

⁸²GROENENDAAL, "Microanalysis of the benefits of China's... ", *op. cit.*, p. 4464.

contenuto e ha come priorità il raggiungimento di migliori standard di vita, è estremamente difficoltoso⁸³.

Questa è proprio la sfida dei prossimi anni: riuscire a «favorire il progresso e la ripresa economica e non soccombere sotto il profilo ambientale»⁸⁴.

È necessario pensare a un “intelligente” sfruttamento delle risorse naturali quali, il sole, il vento, l'acqua, il geotermico e le biomasse, per produrre un'energia sostenibile e programmare un risparmio del sistema, aumentando la tecnologia e l'efficienza di tutte le strutture, in attesa di risposte più efficaci dalla ricerca scientifica, visto il progressivo esaurirsi dei combustibili fossili.

Le biomasse, in particolare, sono rinnovabili e delocalizzate; spesso, sono composte da residui di lavorazioni e dalla parte organica dei rifiuti, scarti che si trasformano in risorsa.

La diffusione dei piccoli impianti evita il problema del trasporto dell'energia: è la “Terza Rivoluzione Industriale”, pensata dall'economista americano Jeremy Rifkin, ovvero diffondere e decentralizzare la produzione energetica utilizzando fonti rinnovabili, per una “democratizzazione dell'energia”, gestita da piccoli produttori e non monopolizzata dalle grandi compagnie⁸⁵.

Questo è un problema esteso a tutta la comunità internazionale, che ha cercato di darsi dei vincoli (Protocollo di Kyoto) per evitare l'aggravarsi del surriscaldamento globale; è importante che la Cina partecipi a questo progetto, soprattutto se si prendono in considerazione i numeri futuri: basti sapere che se il consumo energetico pro capite di un cinese fosse pari a quello di un tedesco o di un giapponese, la domanda della Cina sarebbe già oggi pari alla metà dell'energia utilizzata dall'intero mondo⁸⁶; oppure, le previsioni valutano che per l'anno 2020 il consumo di energia cinese aumenterà fino a 3 miliardi e 300 milioni di tce⁸⁷.

Il sistema del biogas, in quanto energia pulita, non può dunque essere considerato un fallimento: sicuramente, nella dimensione domestica presa in analisi, si sono evidenziati molti problemi, risolvibili con l'introduzione di tecnologie che risultano tuttavia troppo costose per queste tipologie di impianti.

Grandi centrali alimentate a biomasse, che producono energia elettrica e termica, sono già una realtà, grazie alle tecniche avanzate che le hanno rese molto più efficienti del piccolo digestore domestico. La raccolta dei rifiuti prodotti da una comunità permette una migliore

⁸³GOBBICCHI, *La Cina e la questione...*, op. cit., p. 179.

⁸⁴SANTORO, *Brochure di un impianto di Cogenerazione...*, op. cit. p. 7.

⁸⁵*Ibidem*.

⁸⁶BERRAH, *Sustainable Energy...*, op. cit., p. 30.

⁸⁷*Ivi*, p. xxxii

gestione delle biomasse, sempre che queste provengano da materiali di scarto e non da risorse che incidano nuovamente sul patrimonio ambientale⁸⁸.

«机不可失，时不再来。」

«Ora o mai più»⁸⁹.

⁸⁸SANTORO, *Brochure di un impianto di Cogenerazione...*, op. cit.

⁸⁹BERRAH, *Sustainable Energy...*, op. cit., p. xli.

III

Il biogas: incentivi e strategie per un'economia sostenibile

3.1. Il Piano Nazionale per la Costruzione del Biogas nelle Aree Rurali (2006-2010)

3.1.1. Percorso storico e normativo

Il “Piano Nazionale per la Costruzione del Biogas nelle Aree Rurali”¹ (2006-2010), si ispira alle dichiarazioni di Mao (1958), di Deng Xiao Ping (1980), di Jiang Zemin (1991) e infine del Primo Ministro Wen Jiabao (2002)² e al sistema normativo promulgato negli anni precedenti, ripercorrendo il tracciato storico e legislativo della tecnologia, nata come importante strumento legato allo sviluppo dell'idea socialista di un modello economico

¹“*Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua*, 全国农村沼气工程建设规划; il piano specifica gli obiettivi di costruzione e la distribuzione delle strutture domestiche e per le piccole aziende da raggiungere entro l'anno 2010. Questo documento è già stato introdotto all'interno del capitolo I, “Leggi, piani, sovvenzioni e contributi internazionali: realizzare la “Prosperous Eco-Farmyards”.

²Per le dichiarazioni di Mao e Deng Xiao Ping consultare il Capitolo I all'interno dei rispettivi sottoparagrafi: “L'era di Mao: il biogas deve essere reso accessibile a tutti” e “I primi anni ottanta: “il biogas è la principale alternativa di fronte alla crisi energetica”.

Jiang Zemin, 1991: «农村发展沼气很重要，一可以方便农民生活，二可以保护生态环境。»

«*lo sviluppo del biogas nelle campagne è una questione di grande importanza: da una parte può migliorare le condizioni di vita della popolazione, dall'altra può salvaguardare il sistema ambientale.*»

(traduzione propria).

Wen Jiabao, 2002: «发展农村沼气，既有利于解决农民生活能源，又有利于保护生态环境，确实是一项很有意义、很有希望的公益设施建设。积极稳妥地推进这项工作，必须坚持科学规划、因地制宜，必须加强领导，建立合理的投资机制，发挥国家、集体、农民的积极作用，必须把发展农村沼气同农业结构调整特别是发展养殖业结合起来，同农村改厕、改水等社会事业结合起来，同退耕还林、保护生态结合起来。开展这项工作，要通过典型示范，总结经验，逐步推广。»

«*Lo sviluppo del biogas rurale è una componente vantaggiosa per risolvere il problema dell'approvvigionamento energetico nell'ambito delle utenze domestiche e, nello stesso tempo, per portare anche grandi benefici all'interno degli equilibri ambientali: è una struttura promettente per il bene di tutta la comunità.*

Questo lavoro di promozione costante e attiva deve concentrarsi sulla pianificazione tecnologica, adattarsi alle condizioni locali, rafforzare la leadership, costruire uno stabile meccanismo di finanziamenti, coinvolgere tutta la Cina con una partecipazione attiva della parte pubblica e privata (collettiva e individuale) e, infine, deve essere un modello di sviluppo che comprenda il biogas rurale combinato alla ristrutturazione dell'ambiente agricolo, in particolare dell'acquacoltura, dei servizi igienici etc., per promuovere, nello stesso tempo, un processo di riforestazione e di tutela ambientale. Il piano di sostegno di questo lavoro deve passare attraverso ai modelli collaudati, a tutte le esperienze raccolte e a un'opera di diffusione progressiva.» (traduzione propria)

Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua* op.cit. 1页.

circolare ed ecosostenibile³.

La Cina, nel 2003, mirando al rinnovo delle infrastrutture agricole, individua sei priorità da realizzare:

1. sistema di irrigazione
2. acqua potabile
3. strade
4. biogas
5. centrali idroelettriche
6. recinzione dei pascoli⁴.

Nel 2004, aggiunge:

- migliorare le condizioni di vita
- generare nuovi posti di lavoro
- aumentare le entrate dei contadini⁵.

Illustra nuovamente come, costruendo delle abitazioni ecologiche, i modelli del biogas consentano di dare agli abitanti un sistema sanitario accogliente e pulito, riducano il consumo di legname e rigenerino le biomasse come fertilizzanti, aumentando le produzioni biologiche e riducendo i livelli di inquinamento chimico.

3.1.2. Nuovi requisiti tecnici e infrastrutture logistiche

Il piano prende in esame i numerosi problemi delle strutture realizzate dagli anni Cinquanta fino agli anni Ottanta e individua nella limitata disponibilità di risorse, nella profonda immaturità tecnica e nella mancanza di squadre di produzione specializzate, i fattori che

³Le normative contenute nel Piano vengono trattate all'interno del Capitolo I, "Il sistema legislativo a supporto del biogas".

⁴Il programma prende il nome di "sei piccoli progetti" (*liu xiao gongcheng*, 六小工程):

« "农村中小型基础设施建设, 对直接增加农民收入、改善农村生产生活条件效果显著, 要加快发展", "国家农业基本建设投资和财政支农资金, 要继续围绕节水灌溉、人畜饮水、乡村道路、农村沼气、农村水电、草场围栏 '六小' 工程, 扩大投资规模, 充实建设内容。要重点支持退耕还林地区发展农村沼气。" »

« "Costruire infrastrutture rurali su piccola e media scala, al fine di aumentare direttamente il reddito delle famiglie, portando evidenti miglioramenti alle loro condizioni di vita e accelerare il processo di sviluppo," Gli investimenti dello stato in infrastrutture agricole sono racchiusi all'interno dei Sei piccoli progetti," un efficiente sistema di irrigazione, acqua potabile, un servizio stradale per le zone rurali, impianti a biogas e idroelettrici e recinzioni delle zone di pascolo. All'interno delle regioni con maggiori problemi legati alla deforestazione, è opportuno incentivare il biogas. » (traduzione propria) Ivi, 2 页.

⁵« "对改善农民生产生活条件、带动农民就业、增加农民收入发挥着积极作用, 要进一步增加投资规模, 充实建设内容, 扩大建设范围。" »

« Un'opera diretta a migliorare le condizioni di vita degli agricoltori, generare posti di lavoro e aumentare il reddito; è necessario ampliare ulteriormente le quote degli investimenti, arricchire le componenti delle costruzioni e ampliarne la portata. » (traduzione propria), *Ibidem*.

hanno portato a una rapida dismissione degli impianti.

Grazie alla sperimentazione, alle ricerche avviate fin dai primi anni Novanta da parte del Ministero dell'Agricoltura e alla maggiore disponibilità finanziaria degli agricoltori, è stato possibile realizzare strutture in grado di garantire un periodo di utilizzo pari a quindici anni e, con l'impiego delle più recenti tecnologie, queste installazioni possono essere operative fino a vent'anni.

Il successo di questi nuovi impianti è il risultato di una grande esperienza maturata nei decenni precedenti, che permette di organizzare tutti gli aspetti correlati a una piccola "economia da cortile"⁶ in relazione alle diverse aree geografiche; nello stesso tempo, vengono migliorate le tecniche di costruzione, vengono utilizzati materiali di qualità superiore, come il calcestruzzo, e vengono aggiunti accessori e altre componenti standardizzate: una cucina, un sistema di illuminazione, un desolforatore, tubature, interruttori e altre apparecchiature.

I Dipartimenti dell'Agricoltura, in più del 90% delle contee, hanno creato una rete per consolidare un sistema di servizi e diffusione delle risorse energetiche rurali: la struttura comprende più di cinquantamila persone responsabili della costruzione e della gestione del biogas, della promozione della tecnologia e dei servizi di formazione. Inoltre, il MOA, grazie a dei corsi intensivi, ha già preparato 150mila tecnici con certificati nazionali di qualifica professionale responsabili della produzione di biogas, un numero che, rispetto ai 18 milioni di impianti annoverati nel 2005, rappresenta un rapporto pari a 1:120⁷.

Per garantire il successo degli investimenti, il Piano elenca le tipologie di materiali da utilizzare: un impianto di 8 m³ necessita di 1 ton di cemento, 600 mattoni, 2 m³ di sabbia, 0,6 m³ di pietrisco, barre rinforzanti in metallo e altre componenti. Se non dovessero essere utilizzati i mattoni ma viene realizzata una struttura in solo cemento, il cemento necessario diventa 1,5 ton, la sabbia e il pietrisco rispettivamente 3 ton. Restano comunque indispensabili altri strumenti come le barre di rinforzo in acciaio⁸.

⁶Con il termine "Economia Rurale da Cortile" o "Courtyard Economy" (*Nongcun Tingyuan Jingji*, 农村庭院经济), si definisce tutta la vita all'interno di una corte agricola, i metodi di produzione e l'organizzazione economica: l'obiettivo è strutturare un sistema di utilizzo completo e razionale di ogni materia prima presente all'interno del cortile, al fine di ottenere grandi benefici economici, sociali e ambientali.

MA Kunyun 马坤云, "Tan pinkun diqu ruhe liyong zhaoqi fazhan nongcun tingyuan jingji, 谈贫困地区如何利用沼气发展农村庭院经济 (Discussion on developing courtyard economics with biogas technology in poorer area in China)", *Zhongguo Zhaoqi 中国沼气 (China Biogas) 21(4)*, 2003 年, 48 页.

⁷Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua*, op.cit. 4-13页.

⁸Ivi, Fujian 6, nongcun hu yong zhaoqi neirong jí touzi biao zhun cesuan, 附件6、农村户用沼气内容及投资标准测算 (Allegato 6, calcolare gli standard si investimento e i dettagli della costruzione di impianti a

Il Governo è consapevole della difficoltà di elevare ulteriormente gli standard qualitativi degli impianti domestici utilizzando anche tecnologie già disponibili, come digestori realizzati in plastica con fibra di vetro rinforzata⁹, ma troppo costose per la piccola economia familiare.



Figura 3.1.

Modello di digestore in Plastica in Fibra di Vetro Rinforzata (2012).

Fonte: XINHUA wang 新华网, Hubei Enshi 50 yu wan huyung zhaoqichí dai lai da fuqi 湖北恩施50余万户用沼气池带来大福气 (500mila impianti domestici nella prefettura di Enshi, nello Hubei, sono una grande benedizione), in xinhuanet.com, 新华网, 2002年12月6日, http://www.hb.xinhuanet.com/2013-06/26/c_116302061.htm, (01/09/2013).

Questo programma, oltre a realizzare un digestore con tecnologie appropriate, vuole organizzare un sistema ecologico, che consideri tutte le parti inevitabilmente interconnesse, integrando la combinazione delle coltivazioni, degli allevamenti, dello sviluppo coordinato dei campi, delle foreste e dei pascoli, garantendo gli strumenti necessari alla realizzazione di una “economia da cortile” sostenibile¹⁰.

(segue nota) biogas nelle realtà rurali), 49页.

⁹Boligang, 玻璃钢, Plastica in Fibra di Vetro Rinforzata (Glass Fiber Reinforced Plastics - GRP): questo materiale entra in commercio nel paese dal 2000. Rispetto alle strutture realizzate in cemento, permette di ridurre i tempi di costruzione, ha un minore coefficiente di conducibilità termica, una maggior durata e minori costi e tempi di manutenzione. CHEN, “Household Biogas in Rural China:...”, *op. cit.*, p. 546.

¹⁰Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua*, *op.cit.* 15 页.

Viene ribadita l'importanza di estendere l'intervento a un'alta percentuale di famiglie all'interno del villaggio, impegnandosi a realizzare una rete di utenze per garantire l'efficienza delle installazioni e non vanificare l'investimento. Ciascun punto deve essere in grado di supportare un insieme di 300-500 impianti ed è composto da sei unità distinte: un centro servizi, un'area di stoccaggio delle materie prime, disponibilità di strutture e attrezzature, strumenti per il monitoraggio degli impianti, una squadra di lavoratori referenziati per i lavori di manutenzione e infine una fornitura di pezzi di ricambio necessari¹¹.

3.1.3. Obiettivi e investimenti

La volontà di estendere questo modello ecologico a determinate aree geografiche è motivata dalla consapevolezza dei benefici ambientali paralleli al risanamento della realtà agricola, nell'intento di tutelare il patrimonio forestale, il sistema idrogeologico e contenere la dispersione delle sostanze inquinanti nel territorio.

Per consentire l'investimento, lo Stato contribuisce alla spesa sovvenzionando direttamente gli agricoltori con fondi del Governo Centrale.

Dal 2006 al 2010 il Piano prevede la costruzione di circa 23 milioni di unità, di cui 13 milioni supportate dai contributi statali: sommati agli impianti già esistenti, si arriva a un totale di 40 milioni, una quota che rappresenta ancora solo il 30% della popolazione considerata idonea all'utilizzo delle strutture¹².

L'entità del finanziamento complessivo destinato alle strutture a biogas domestiche sarà pari a 40 miliardi e 65 milioni di RMB, di cui 12 miliardi e 500 milioni verranno direttamente stanziati da parte del Governo Centrale¹³.

Valutato il costo di un impianto e della ristrutturazione degli ambienti, la disponibilità economica della popolazione nelle singole aree e le caratteristiche del territorio, a fronte di una spesa stimata pari a circa 3500-3000 RMB, l'intervento dello Stato sarà diretto a coprire circa un terzo dell'investimento complessivo, 1200, 1000 o 800 RMB in base all'area geografica¹⁴.

¹¹Ivi, 19 页.

¹²Ivi, 15 页.

¹³Ivi, 27 页.

¹⁴Ivi, 15 页.

3.1.4. La distribuzione delle sovvenzioni e le relative normative

È interessante entrare nello specifico della normativa per individuare i criteri seguiti nella selezione delle aree più adatte all'investimento.

In primo luogo, viene data la priorità alle zone che hanno maggiore necessità di avviare un processo di riforestazione, a cui seguono aree dove esistono già grandi produzioni di tipo colturale o diffuse tipologie di allevamento locale; in alternativa, territori dotati di grandi bacini idrici, aree protette che dispongono di fonti sorgive, lungo i corsi d'acqua e, soprattutto, nelle regioni nei pressi delle rive medio-basse del fiume Yangtze, dove la diffusione di escrementi animali è il principale canale per la diffusione di malattie come la schistosomiasi e danni provocati dal fluoro. Infine, le zone popolate dalle minoranze etniche¹⁵.

3.1.4.1. Selezione delle rispettive macroregioni

Seguendo queste indicazioni, la Cina è stata divisa in tre diverse macroregioni.

La prima regione si trova a ovest (xibu diqu, 西部地区)_e comprende dodici province, municipalità e regioni autonome: Mongolia Interna, Guangxi, Chongqing, Sichuan, Guizhou, Yunnan, Tibet, Shaanxi, Gansu, Qinghai, Ningxia, Xingjiang e l'area delle “tre prefetture e otto contee (san zhou ban xian 三州八县), una zona che comprende la prefettura di Enshi nella provincia dello Hubei, Xiangxi nello Hunan, Yanbian nel Jilin e infine otto contee distribuite nella provincia di Hainan, parte della minoranza etnica Miao¹⁶.

È un'area molto vasta, che si estende sul 71,36% della superficie nazionale.

L'eccessiva dipendenza da legname all'interno della zona ha portato a un rapido degrado dell'ecosistema, una condizione che ha compromesso la qualità della vita della popolazione e, nello stesso tempo, ha rallentato lo sviluppo economico.

¹⁵Ivi, 6; 19 页; i criteri di selezione delle aree con maggiore necessità di beneficiare della tecnologia sono contenuti anche all'interno del documento: China National Development and Reform Commission (NDRC), The China Renewable Energy Development Plan 2006-2010, http://www.frankhaugwitz.info/doks/policy/2009_04_09_China_RE_Plan_Final.pdf, p.24.

¹⁶I Miao, 苗 (conosciuti anche come Hmong), sono una minoranza etnica che vive in Laos, Birmania, a nord del Vietnam, in Thailandia e nella Cina del sud, nello specifico nelle province del Guizhou, Hunan, Yunnan, Sichuan, Guangxi, Hainan, Guangdong e nello Hubei. In base alle statistiche del 2000, questa minoranza etnica conta circa 10 milioni di abitanti solo in Cina. JEFFREY Hays, *Miao Ethnic Group (Laos, Vietnam, Myanmar, Thailand and southern China)*, in “Facts and Details”, 2008, <http://factsanddetails.com/china.php?itemid=174&catid=5>, (29/08/2013).

Superficie		Popolazione		Famiglie	Famiglie Idonee	
km ²	% nazionale	n°	% nazionale	n°	n°	% macroregione
6 850 300	71,36%	374 000 000	29,66%	77 620 000	57 080 000	73,53%

Tabella 3.1.

Macroregione a Ovest – Caratteristiche

Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in *全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali)*, 2006-2010 年, p. 20.

L'obiettivo prefissato entro l'anno 2010 è raggiungere un livello di incremento della diffusione di impianti domestici pari a circa il 130% rispetto alle stime del 2005¹⁷.

Impianti esistenti (2005 ¹⁸)		Obiettivo (2006-2010)			Totale Impianti (2010)		
n°	% nazionale	n° totale	impianti finanziati	% incremento	n°	% famiglie	% famiglie idonee
8 710 000	48,20%	11 320 000	6 400 000	130,00%	20 030 000	26,51%	36,18%

Tabella 3.2.

Macroregione a Ovest – Impianti a biogas

Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in *全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali)*, 2006-2010 年, p. 20.

La macroregione è suddivisa in tre zone:

La zona a sudovest (xinan diqu, 西南地区), composta dalla municipalità di Chongqing, dalle province del Guangxi, Sichuan, Guizhou, Yunnan e infine dalla regione autonoma del Tibet. L'area è soggetta al problema di degrado ed erosione del suolo, un fenomeno aggravato soprattutto da uno sfruttamento irrazionale di risorse come legname e biomasse.

Inoltre, all'interno di questo territorio, la condizione di povertà è particolarmente diffusa¹⁹.

¹⁷Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua*, op.cit. 20页.

¹⁸Nel 2005 si contano in totale 18 milioni 70mila impianti domestici su tutto il territorio.

¹⁹Verificando il valore del PIL pro capite delle singole province, municipalità e regioni autonome nell'anno 2011, l'area con il PIL più basso è quella del Guizhou, alla quale, in ordine crescente, seguono Gansu, Yunnan, Tibet, Guangxi, Anhui e Sichuan. L'unica zona con un livello di reddito nella media nazionale è la municipalità di Chongqing. Per ulteriori approfondimenti, consultare: The ECONOMIST, *Comparing Chinese provinces with countries. All the parities in China: which countries match the GDP, population and exports of Chinese provinces?*, in "economist", 2011, <http://www.economist.com/content/chinese-equivalents> (22/08/2013).

La popolazione conta 50 milioni 970mila famiglie, di cui 40 milioni 500mila adatte alla costruzione del biogas, circa l'80% rispetto al valore totale.

Attualmente, questa zona è al primo posto nella costruzione di impianti a biogas nel paese: nel 2005, 7 milioni 900mila famiglie hanno un impianto, il 15,51% della popolazione della zona, un dato che, nello stesso tempo, rappresenta il 43,89% rispetto al territorio nazionale²⁰. L'obiettivo governativo è promuovere il modello “pig-biogas-fruit”, programmando un incremento pari all'83,9% delle strutture entro l'anno 2010, prevedendo che una famiglia ogni tre avrà a disposizione un impianto a biogas²¹.

Impianti esistenti (2005)			Obiettivo (2006-2010)			Totale Impianti (2010)		
n°	% famiglie dell'area	% nazionale	n° totale	impianti finanziati	% incremento	n°	% famiglie	% famiglie idonee
7 900 000	15,51%	43,89%	6 630 000	3 750 000	83,90%	14 530 000	29,25%	37,16%

Tabella 3.3.

Zona a Sudovest – Impianti a biogas

Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali), 2006-2010 年, pp. 20-21.

La zona a Nordovest (xibei diqu, 西北地区) comprende le regioni autonome della Mongolia Interna, dello Xinjiang e del Ningxia, insieme alle province dello Shaanxi, Gansu, e del Qinghai.

Questo territorio è caratterizzato da una forte siccità e da una gravosa penuria di risorse idriche; sono presenti solo alcune zone coltivabili isolate.

Nello stesso tempo, la zootecnia è il settore dominante, una ricca risorsa per la produzione di biogas.

Il largo impiego delle biomasse tradizionali ha contribuito all'avanzare del processo di desertificazione; la crescita della vegetazione è lenta e la copertura arborea complessivamente bassa. La stagione invernale è fredda e lunga. Questi fattori limitano considerevolmente la disponibilità di legname.

Considerando le condizioni climatiche della zona, i modelli di impianto più adatti sono il

²⁰In particolare, la provincia del Sichuan nel 2007 conta 2 milioni 940 mila impianti funzionanti, il maggior numero su scala nazionale. CHEN, “Household Biogas in Rural China...”, *op. cit.* p. 546.

²¹Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua*, *op.cit.* 20-21 页.

“quattro in uno” e “cinque in uno”.

Gli investimenti nell'area, caratterizzata da temperature rigide, sono particolarmente rilevanti: l'obiettivo è portare il numero delle strutture esistenti dal 3,3% a un valore complessivo pari al 41,1% delle famiglie idonee²².

Impianti esistenti (2005)			Obiettivo (2006-2010)			Totale Impianti (2010)		
n°	% famiglie dell'area	% nazionale	n° totale	impianti finanziati	% incremento	n°	% famiglie	% famiglie idonee
600 000	3,30%	3,31%	3 540 000	2 000 000	590,00%	4 140 000	23,42%	41,10%

Tabella 3.4.

Zona a Nordovest – Impianti a biogas

Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali), 2006-2010 年, p. 21-22.

La “Zona delle tre prefetture e otto contee (san zhou ba xian, 三州八县)” è formata dalle prefetture di Enshi, nello Hubei, Xiangxi, nello Hunan e dalla prefettura di Yanbian nella provincia di Jilin; inoltre, è composta dalle otto contee di Wuzhishan, Dongfang, Changjiang, Baisha, Qiongzong, Lingshui, Baoting e Ledong, nella provincia di Hainan.

Diversamente dalle altre aree di questa macroregione, la zona si trova nella parte orientale e centrale della Cina: la presenza di minoranze etniche nel territorio ha motivato l'applicazione delle stesse politiche pianificate all'interno dei territori occidentali.

Quest'area è composta da 8 milioni 520mila famiglie, di cui 6 milioni 380mila vengono classificate idonee alla costruzione di un impianto a biogas.

Nel 2005, solo il 2,46% della popolazione ha già costruito un digestore domestico; tuttavia, i piani stimano un incremento del numero delle strutture pari al 547,61%, aumentando la percentuale di famiglie con un impianto a biogas fino al 16,37%, il 21,73% della parte valutata idonea²³.

²²Ivi, 21-22 页.

²³Ivi, 22 页.

Impianti esistenti (2005)			Obiettivo (2006-2010)			Totale Impianti (2010)		
n°	% famiglie dell'area	% nazionale	n° totale	impianti finanziati	% incremento	n°	% famiglie	% famiglie idonee
210 000	2,46%	1,16%	1 150 000	650 000	547,61%	1 360 000	16,37%	21,73%

Tabella 3.5.

Zona delle tre prefetture e otto contee – Impianti a biogas

Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali), 2006-2010 年, p. 22.

La seconda macroregione selezionata all'interno del piano si trova nella parte centrale e nordorientale della Cina (zhongbu he dongbei diqu, 中部和东北地区): comprende le province dello Hebei, Shanxi, Liaoning, Jilin, Heilongjiang, Anhui, Jiangxi, Henan, Hubei, Hunan e Hainan.

Tutte queste regioni possiedono risorse naturali sufficienti alla produzione di biogas, in particolare il Liaoning e lo Hebei, territori con abbondanti coltivazioni cerealicole e redditi agricoli mediamente alti.

Quest'area si estende su una superficie molto più ridotta rispetto alla macroregione occidentale, occupando solo il 19,88% della superficie nazionale; nello stesso tempo, la densità demografica è nettamente più alta, il 41,06% della popolazione nazionale, anche se la percentuale di famiglie valutate idonee è molto più contenuta rispetto ai valori indicati nella prima area.

Superficie		Popolazione		Famiglie	Famiglie Idonee	
km ²	% nazionale	n°	% nazionale	n°	n°	% macroregione
1 908 700	19,88%	517 000 000	41,06%	101 240 000	64 120 000	0,00%

Tabella 3.6.

Macroregione centrale e nordorientale – Caratteristiche

Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali), 2006-2010 年, pp. 22-23.

Nel 2005, solo 6 milioni 700mila famiglie, il 6,62% della popolazione della macroregione, dispone di un impianto a biogas.

Questa zona è la principale produttrice di beni culturali della Cina: una razionale

distribuzione delle strutture a biogas nell'area può ridurre sensibilmente l'impiego di fertilizzanti e pesticidi, contribuendo alla realizzazione di un sistema economico circolare, a un incremento dei redditi nel settore agricolo e a un maggiore controllo dei livelli di inquinamento del suolo.

Il numero di nuovi impianti previsti all'interno del piano è pari a 9 milioni 560mila: nonostante il tasso di incremento sia complessivamente maggiore rispetto alla macroregione occidentale, il numero di strutture di quest'area resta considerevolmente più basso se analizzato in relazione alla densità demografica dei singoli territori: all'interno della regione a ovest, il 26,51% delle famiglie avrà a disposizione un digestore domestico, quasi il 10% in più rispetto a questa macroregione²⁴.

Impianti esistenti (2005)		Obiettivo (2006-2010)			Totale Impianti (2010)		
n°	% nazionale	n° totale	impianti finanziati	% incremento	n°	% famiglie	% famiglie idonee
6 700 000	37,22%	9 560 000	5 400 000	142,68%	16 260 000	17,20%	27,51%

Tabella 3.7.

Macroregione centrale e nordorientale – Impianti a biogas

Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali), 2006-2010 年, pp. 22-23.

La macroregione centrale e nordorientale viene ulteriormente ripartita in tre diverse zone.

La prima comprende l'area collinare a sudest (dongnan qiulingqu, 东南丘陵区) della Cina, raccogliendo le provincie del Jiangxi, Hainan, Hubei, Hunan, territori caratterizzati da un clima subtropicale, una condizione ideale per la produzione di biogas.

La popolazione della zona conta 25 milioni 460mila famiglie, di cui 20 milioni 920mila vengono classificate adatte alla costruzione di un impianto.

Al suo interno, la tecnologia del biogas è già stata ampiamente promossa: alla fine del 2005, vengono annoverate circa un quinto delle strutture nazionali.

Gli obiettivi previsti all'interno del piano sono molto simili a quelli programmati per l'area a sudovest, un'altra zona dove il numero di impianti è sempre stato storicamente alto: con la stessa percentuale di incremento, fornire un digestore a circa il 36-37% delle famiglie considerate idonee²⁵.

²⁴Ivi, 22-23 页.

²⁵Ivi, 23 页.

Impianti esistenti (2005)			Obiettivo (2006-2010)			Totale Impianti (2010)		
n°	% famiglie dell'area	% nazionale	n° totale	impianti finanziati	% incremento	n°	% famiglie	% famiglie idonee
3 720 000	14,61%	20,58%	3 100 000	1 750 000	83,33%	6 820 000	28,69%	36,63%

Tabella 3.8.

Area collinare a Sudest – Impianti a biogas

Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali), 2006-2010 年, p. 23.

La seconda area è la zona pianeggiante del Mar Giallo (Huang huaihai pingyuan qu, 黄淮海平原区), formata dalle province dello Hebei, Henan, Anhui e Shanxi: questa è la principale zona di produzione colturale del paese e, nello stesso tempo, conta anche un numero altissimo di allevamenti.

La regione manifesta quindi evidenti problemi provocati dall'inquinamento prodotto da scarti animali e dalle grandi quantità di fertilizzanti chimici impiegati, sostanze che danneggiano anche la qualità dei beni colturali stessi.

Nel corso degli ultimi anni, è cresciuta la domanda dei prodotti agricoli, soprattutto quella parte destinata al mercato delle esportazioni: in parallelo, la diffusione di fertilizzanti organici e la promozione della tecnologia del biogas ha riscosso un particolare successo.

Nel 2005, solo il 4% del totale delle famiglie dispone di una struttura a biogas: l'obiettivo per l'anno 2010 è incentivare il modello “quattro in uno” sul territorio e alzare la percentuale della popolazione munita di impianto fino 12,94%, il 22,13% della fascia valutata come idonea²⁶.

²⁶Ivi, 23-24 页.

Impianti esistenti (2005)			Obiettivo (2006-2010)			Totale Impianti (2010)		
n°	% famiglie dell'area	% nazionale	n° totale	impianti finanziati	% incremento	n°	% famiglie	% famiglie idonee
2 580 000	4,00%	14,27%	5 220 000	2 950 000	83,33%	7 800 000	12,94%	22,13%

Tabella 3.9.

Area pianeggiante del Mar Giallo – Impianti a biogas

Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali), 2006-2010 年, pp. 23-24.

L'ultima area della macroregione centrale e nordorientale si trova nella parte nordest (dongbei qu, 东北区) del paese: comprende le province di Liaoning, Heilongjiang e Jilin.

Questa zona è la principale produttrice di mais e soia del paese: di conseguenza, è ricca di scarti colturali e, nello stesso tempo, dispone di un considerevole numero di allevamenti suini, materie prime essenziali per un corretto ed efficiente funzionamento degli impianti.

Le temperature della regione sono estremamente rigide: è essenziale disporre di strutture integrate da una serra²⁷.

Viene fatta una stima complessiva di 11 milioni 220mila famiglie, di cui 5 milioni 900mila considerati conformi alle caratteristiche necessarie per l'utilizzo della tecnologia.

Nel 2005, solo il 3,57% della popolazione dispone di una struttura a biogas: le politiche governative sono intenzionate a raggiungere il 15,65% della popolazione entro l'anno 2010, con la realizzazione di 1 milione 640mila impianti²⁸.

Impianti esistenti (2005)			Obiettivo (2006-2010)			Totale Impianti (2010)		
n°	% famiglie dell'area	% nazionale	n° totale	impianti finanziati	% incremento	n°	% famiglie	% famiglie idonee
400 000	3,57%	3,32%	1 240 000	700 000	310,00%	1 640 000	15,65%	31,24%

Tabella 3.10.

Area a Nordest – Impianti a biogas

Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali), 2006-2010 年, p. 24.

²⁷La provincia del Liaoning fu la prima all'interno della quale venne perfezionato per la prima volta (1995) il modello ecologico “quattro in uno”; per maggiori informazioni si consulti il paragrafo 4: “Nuove tecnologie e ristrutturazioni: “Four in one” (si wei yi ti 四位一体)”, contenuto nel Capitolo I.

²⁸Ivi, 24 页.

La terza macroregione evidenziata sul territorio cinese si trova a est (dongbu diqu, 东部地区). Comprende le municipalità di Beijing, Tianjin e Shanghai, oltre alle province del Jiangsu, Zhejiang, Fujian, Shandong e infine la provincia del Guangdong.

Considerando che questa zona comprende le aree con il tasso di urbanizzazione più alto del paese, è caratterizzata da una scarsa estensione della superficie e da un'alta densità demografica: solo il 37,39% delle famiglie è stato valutato idoneo alla costruzione di strutture a biogas domestiche, un valore considerevolmente più basso rispetto alle due macroregioni precedenti.

Superficie		Popolazione		Famiglie	Famiglie Idonee	
km ²	% nazionale	n°	% nazionale	n°	n°	% macroregione
724 800	7,55%	369 000 000	29,26%	70 860 000	26 500 000	63,33%

Tabella 3.11.

Macroregione a est – Caratteristiche

Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali), 2006-2010 年, p. 25.

Alla fine del 2005, solo il 2,24% della popolazione all'interno della regione dispone di un impianto domestico: l'obiettivo delle sovvenzioni stanziata nel periodo tra il 2006 e il 2010 è supportare in particolar modo le zone rurali del Fujian, del Guangdong e nel Zhejiang, promuovendo l'utilizzo del modello "pig-biogas-fruit".

Nonostante questa sia l'area con le caratteristiche meno adatte alla costruzione delle strutture, il Piano propone un tasso di incremento del numero degli impianti in linea con le finalità prefissate nelle altre macroregioni²⁹.

²⁹Ivi, 25 页.

Impianti esistenti (2005)			Obiettivo (2006-2010)			Totale Impianti (2010)		
n°	% famiglie dell'area	% nazionale	n° totale	impianti finanziati	% incremento	n°	% famiglie	% famiglie idonee
1 590 000	2,24%	8,79%	2 300 000	1 375 000	144,65%	3 890 000	5,91%	15,85%

Tabella 3.12.

Macroregione a est – Impianti a biogas

Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali), 2006-2010 年, p. 25.

3.1.4.2. Non tutte le famiglie sono “adatte”

È opportuno definire con maggior chiarezza quali sono le caratteristiche che pregiudicano il conseguimento della “idoneità”³⁰ alla costruzione di un impianto.

In primo luogo, vengono escluse tutte le aree che hanno a disposizione risorse energetiche naturali alternative al biogas, come carbone, energia eolica e solare.

Inoltre, non riuscendo a ottenere una produzione di biomasse costante, tutte le zone di pascolo nomadi sono considerate non conformi agli standard fissati per un utilizzo regolare della tecnologia.

Infine, le famiglie benestanti, potendo disporre di altri strumenti energetici puliti, e le famiglie “a basso reddito”, non essendo in grado di affrontare l'investimento e le spese di gestione dell'impianto, non vengono annoverate all'interno degli obiettivi del Piano stesso.

Queste quattro categorie rappresentano il 17,5% della popolazione.

In aggiunta, vengono esclusi i residenti nelle aree montuose, una fascia che comprende il 5% della Cina, ma, soprattutto, tutte le famiglie che non dispongono di materie prime sufficienti per la produzione di biogas.

Complessivamente, la percentuale della popolazione non idonea è pari al 40,73% dei residenti nelle zone rurali³¹.

Il Piano precisa che questa quota è destinata ad aumentare in parallelo allo sviluppo di metodi di allevamento intensivi e a un rapido processo di urbanizzazione del territorio, fenomeni

³⁰All'interno del Piano Nazionale viene definita “shehui jingji shiyixing, 社会经济适宜性”, idoneità socioeconomica. *Ivi*, 42 页.

³¹Consultando la tabella 2 a pag. 43 del Piano Nazionale, è possibile vedere il totale della popolazione e la rispettiva percentuale valutata idonea nelle rispettive aree (dati aggiornati al 2004). titolo della tabella di riferimento: 表2, 各地区沼气适宜农户数 (tabella 2, numero di famiglie rurali idonee all'utilizzo del biogas distribuite secondo la rispettiva area geografica).

che porteranno a un crescita dei redditi medi pro capite e a maggiori standard di consumo energetico. Nello stesso tempo, una terza variabile, l'aumento demografico, tenderà a controbilanciare parzialmente questo progressivo incremento nel corso degli anni³².

3.1.5. Le infrastrutture locali

Gli enti locali, all'interno di province e contee, devono realizzare una serie di infrastrutture a tutela dell'intervento programmato dal Piano: un aspetto fondamentale è garantire la trasparenza nella gestione dei finanziamenti, organizzare il sistema logistico dei servizi e individuare le responsabilità di fronte a eventuali inadempienze.

Inoltre, è necessario organizzare delle strutture che controllino l'applicazione di criteri rigorosi nelle costruzioni, perché i progetti siano conformi ai modelli in tutte le loro parti, comprese le tipologie dei materiali.

Le imprese di costruzione devono essere certificate e il territorio deve disporre di un tecnico qualificato ogni cinquanta impianti.

Infine, le amministrazioni locali devono avviare programmi di ricerca, sperimentazione e sviluppare strumenti di comunicazione.

L'applicazione del Piano viene quindi affidata interamente alle capacità e all'efficienza delle burocrazie distribuite sul territorio.

Il programma non nasconde che, a fronte di un investimento considerevole, l'impianto produce un quantitativo energetico adatto solo a un tipo di economia di sussistenza³³; per questo motivo, il Governo si impegna a fornire una rete di servizi che migliori la qualità della vita, non solo per la ristrutturazione degli spazi domestici, ma anche per un migliore sistema stradale, idrico, sanitario ed economico da cui l'intero villaggio potrà trarre beneficio³⁴.

³²Nel 2004 la popolazione urbana conta 542 milioni 830 mila persone, il 41,76% della popolazione. Alla fine del 2010 e 2020, il numero di residenti nelle città raggiungerà il 48 e il 60%, con una parallela riduzione della popolazione rurale. Questo fattore, sommato alla crescita demografica e all'aumento progressivo dei redditi, porterà a una riduzione del numero di famiglie idonee alla costruzione di un impianto da 140 milioni a 120 milioni nel 2020. *Ivi*, 42-45 页.

³³*Ivi*, 29-31 页.

³⁴Si fa ancora riferimento alla Volontà di «推进社会主义新农村建设», «promuovere la costruzione di una Nuova Campagna Socialista» (traduzione propria). *Ivi*, 1 页.

3.2. Il Governo Centrale: la politica di investimento e le nuove installazioni

Gli investimenti erogati dal Governo cinese a sostegno della tecnologia del biogas, rappresentano una nuova opportunità economica destinata alla crescita delle microimprese rurali. Le risorse del paese, dalla nascita della RPC, sono state principalmente indirizzate al settore industriale, penalizzando gli investimenti e le infrastrutture agricole in tutto il territorio.

I primi fondi destinati alla costruzione di impianti domestici sono il risultato dei programmi elaborati nel 2000 da parte del MOA, al fine di realizzare un progetto di “*prosperous eco-farmyards*” e risanare un sistema trascurato da tempo³⁵.

Anni	Investimento complessivo da governo centrale (元)	Investimento nel biogas domestico (元)	Numero di impianti sovvenzionati	Numero di impianti realizzati	Investimento nel settore dei servizi (元)	Numero di strutture per l'assistenza
2001	130 000 000	120 000 000	165 000	1 090 000	-	-
2002	310 000 000	290 000 000	286 000	1 530 000	-	-
totale	440 000 000	410 000 000	451 000	2 620 000	-	-

Tabella 3.13.

MOA – Prosperous Eco-farmyards; Investimenti

Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in WANG, Xiaojun, 王晓君 et al., *Zhongguo huyong zhaoqi fazhan xianzhuang ji jianyi*, 中国户用沼气发展现状及建议 (Stato e prospettive dello sviluppo del biogas domestico in Cina), op. cit. e WANG, Fei, 王飞 et al., "Zhongguo zhaoqi fazhan de xianzhuang, qudong ji zhiyue yinsu fenxi 中国沼气发展的现状、驱动及制约因素分析 (Stato attuale dello sviluppo del biogas in Cina, analisi di limiti e benefici)", *Nongye Gongcheng Xuebao* 农业工程学报 28 (1), 2012年 1月, 185 页.

Fino al 2002, il contributo statale destinato alle singole strutture varia da 300 a 500 RMB³⁶: il totale degli impianti sovvenzionati è pari a circa 451 mila strutture³⁷.

³⁵GOSENS, “Sustainability effects of Household-Scale Biogas..”, *op. cit.* p. 275.

³⁶QIU Huanguang, 仇焕广 et al., “Woguo nongcun huyong zhaoqi butie zhengce de shishi xiaoguo yanjiu, 我国农村户用沼气补贴政策的实施效果研究 (Studio degli effetti della realizzazione delle politiche di sovvenzionamento della tecnologia del biogas domestico nelle zone rurali)”, *Nongye jingji wenti (yuekan)* 农业经济问题 (月刊), 2013 年第2 期, 87 页.

³⁷WANG, Fei, 王飞 et al., "Zhongguo zhaoqi fazhan de xianzhuang, qudong ji zhiyue yinsu fenxi 中国沼气发展的现状、驱动及制约因素分析 (Stato attuale dello sviluppo del biogas in Cina, analisi di limiti e benefici)", *Nongye Gongcheng Xuebao* 农业工程学报 28 (1), 2012年 1月, 185 页.

Anni	Investimento complessivo da governo centrale (元)	Investimento nel biogas domestico (元)	Numero di impianti sovvenzionati	Numero di impianti realizzati	Investimento nel settore dei servizi (元)	Numero di strutture per l'assistenza
2003	1 030 000 000	1 020 000 000	1 033 000	1 790 000	-	-
2004	1 030 000 000	1 010 000 000	1 044 000	2 520 000	-	-
2005	1 030 000 000	1 010 000 000	1 046 000	2 660 000	-	-
totale	3 090 000 000	3 040 000 000	3 123 000	6 970 000	-	-

Tabella 3.14.

“National Biogas Rural Construction Plan (2003-2005)”; Investimenti

Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in WANG, Xiaojun, 王晓君 et al., *Zhongguo huyong zhaoqi fazhan xianzhuang ji jianyi*, 中国户用沼气发展现状及建议 (*Stato e prospettive dello sviluppo del biogas domestico in Cina*), op. cit. e WANG, Fei, 王飞 et al., "Zhongguo zhaoqi fazhan de xianzhuang, qudong ji zhiyue yinsu fenxi 中国沼气发展的现状、驱动及制约因素分析, op. cit. 185 页.

Nel 2003 viene pubblicato il “Piano Nazionale per la Costruzione del Biogas nelle Aree Rurali”: il Governo decide di promuovere una grande rete di diffusione della tecnologia, che comprenda 50 milioni di strutture funzionanti entro l'anno 2010³⁸; aumenta considerevolmente l'importo di contributi pro capite, portandolo a una quota che varia da 800 a 1200 RMB³⁹. Nello stesso tempo, incrementa l'investimento complessivo, realizzando in soli tre anni più di 3 milioni di nuovi impianti⁴⁰.

La tabella illustra la distribuzione del contributo finanziario avvenuta sul territorio: sono evidenti le zone urbanizzate non idonee al programma.

³⁸GOSENS, “Sustainability effects of Household-Scale Biogas..”, *op. cit.* p. 275.

³⁹Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua*, op.cit. 15 页

⁴⁰QIU Huanguang 仇焕广 et al., “Woguo nongcun huyong zhaoqi butie zhengce de shishi xiaoguo yanjiu, *op.cit.*, 87 页.

Distribuzione Geografica	Investimenti dal Governo Centrale (元)	Numero di contee sovvenzionate	Numero di impianti domestici realizzati
totale	3 532 700 000 元	2 402	3 575 665
Beijing	8 950 000 元	0	0
Tianjin	1 500 000 元	0	0
Hebei	202 132 000 元	149	248 137
Shanxi	111 690 400 元	80	135 949
Nei Menggu	70 209 300 元	55	56 213
Liaoning	103 068 800 元	60	82 600
Dalian	6 760 000 元	3	3 800
Jilin	81 220 000 元	78	61 980
Heilongjiang	102 080 000 元	79	75 590
Zhejiang	26 800 000 元	22	15 374
Jiangsu	32 409 000 元	20	30 980
Anhui	184 723 200 元	132	224 849
Fujian	29 250 000 元	19	31 750
Xiamen	860 000 元	2	1 200
Jiangxi	183 034 000 元	155	215 254
Shandong	42 130 000 元	31	49 750
Qingdao	3 244 100 元	3	647
Henan	132 944 800 元	116	164 944
Hubei	197 095 700 元	134	232 069
Hunan	220 200 000 元	148	269 207
Guangdong	21 570 000 元	19	24 025
Guangxi	228 620 500 元	122	233 839
Hainan	110 750 000 元	66	139 440
Chongqing	156 373 000 元	87	156 283
Sichuan	230 437 300 元	150	232 359
Guizhou	181 278 000 元	137	185 463
Yunnan	179 200 000 元	96	183 140
Tibet	5 534 500 元	13	919
Shaanxi	188 178 000 元	132	164 675
Gansu	146 292 500 元	100	120 405
Qinghai	70 097 100 元	46	57 797
Ningxia	93 288 900 元	54	74 406
Xinjiang	124 759 200 元	81	95 236

Tabella 3.15

Investimenti all'interno di province, municipalità e regioni autonome (2003-2005)

Fonte: 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali), *op. cit.*, p. 32 (traduzione propria)

Alla fine del 2005, vengono complessivamente annoverate circa 18 milioni di strutture a biogas.

Il Piano viene revisionato nel corso dei due anni successivi, rivedendo il totale degli impianti programmati nel 2003. L'obiettivo, considerato troppo elevato, viene ridimensionato da 50 a 40 milioni di impianti funzionanti da realizzare entro la fine del 2010⁴¹. Aumentano nuovamente gli investimenti, fino a raggiungere la cifra di 6 miliardi di RMB nel 2008.

⁴¹Ivi, 5 页.

Inoltre, viene aggiunto un nuovo contributo destinato alla realizzazione di reti di servizi tecnici e logistici: questo fondo porta alla costruzione di più di 63mila nuovi centri di assistenza fino all'anno 2009⁴².

Anni	Investimento complessivo da governo centrale (元)	Investimento nel biogas domestico (元)	Numero di impianti sovvenzionati	Numero di impianti realizzati	Investimento nel settore dei servizi (元)	Numero di strutture per l'assistenza
2006	2 540 000 000	2 500 000 000	2 610 000	2 620 000	-	-
2007	2 540 000 000	2 400 000 000	2 496 000	5 550 000	80 000 000	4 472
2008	6 000 000 000	4 900 000 000	4 198 000	4 250 000	670 000 000	40 903
2009	5 000 000 000	2 380 000 000	1 656 000	4 580 000	700 000 000	18 140
2010	5 210 000 000	2 640 000 000	1 837 000	3 440 000	* ⁴³	*
totale	21 290 000 000	14 820 000 000	12 767 000	20 440 000		

Tabella 3.16

“National Biogas Rural Construction Plan (2006-2010)”; Investimenti

Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in WANG, Xiaojun, 王晓君 et al., *Zhongguo huyong zhaoqi fazhan xianzhuang ji jianyi*, 中国户用沼气发展现状及建议(Stato e prospettive dello sviluppo del biogas domestico in Cina), op. cit. e WANG, Fei, 王飞 et al., "Zhongguo zhaoqi fazhan de xianzhuang, qudong ji zhiyue yinsu fenxi 中国沼气发展的现状、驱动及制约因素分析, op. cit. 185 页.

Dal 2009, la quota di contributi per investimento cresce nuovamente dal 20% al 25%⁴⁴.

3.2.1. La distribuzione degli investimenti

La sovvenzione governativa viene impiegata per l'acquisto dei materiali di costruzione e le attrezzature, per la ristrutturazione delle cucine e il pagamento della manodopera specializzata⁴⁵.

⁴²QIU Huanguang 仇焕广 et al., “Woguo nongcun huyong zhaoqi butie zhengce de shishi xiaoguo yanjiu, op.cit., 87 页.

⁴³ * Non ho trovato dati specifici in merito al numero di punti di assistenza e al relativo investimento per l'anno 2010.

⁴⁴Lo stato sovvenziona 1500 RMB per le province a Nordest, 1200 RMB per le zone centrale e 1000 RMB per le aree a est.

ZHENG Jun 郑军, Woguo nongcun zhaoqi guozhai xiangmu: Zhengce tezheng, zhengce jixiao yu zhengce youhua 我国农村沼气国债项目: 政策特征、政策绩效与政策优化 (il Progetto biogas-bond nelle aree rurali della Cina: applicazione, risultati e sistemi di potenziamento delle politiche), *Nongye jingji wenti*, 农业经济问题, (月刊) 2012年7月, 56 页.

⁴⁵*Ibidem*.

Per esempio, nella provincia del Sichuan viene dato un contributo pari a 1000 RMB per famiglia: 700-800 RMB vengono spesi per l'acquisto di materiali e attrezzature, mentre la restante parte viene impiegata per sovvenzionare la manodopera specializzata. ZHANG Mi, *Financing of Domestic Biogas Plants*, op. cit. p.

I fondi del Governo Centrale sono completati dal contributo delle amministrazioni locali; la cifra è diversificata nelle varie amministrazioni e rappresenta circa il 3% rispetto alle quote di investimento governativo. Hanno principalmente lo scopo di coprire il costo delle spese di manutenzione e gestione delle strutture.

Per assicurarsi che gli investimenti locali destinati ai servizi di assistenza vengano stanziati, il Governo Centrale stabilisce una quota di investimenti minima da destinare alla realizzazione di strutture adeguate: per i territori ad est, l'importo è pari a 220mila RMB, nella zona centrale 150mila RMB, mentre per la parte occidentale 100mila RMB⁴⁶.

3.2.2. La reale applicazione del sistema

I dati ufficiali qui riportati non considerano tuttavia un numero importante, relativo alla quantità di impianti effettivamente funzionanti: se, da una parte, uno studio del MOA del 2009 dichiara che il 92% delle strutture vengono valutate efficienti, un dato del 2011 relativo alla provincia dello Shaanxi non è incoraggiante: riportano che il 40% degli impianti non sono utilizzati e che tutte le altre strutture hanno un livello di efficienza molto basso⁴⁷.

Gli standard richiesti dal Piano sono importanti, l'investimento e il lavoro delegato alle amministrazioni locali è considerevole: non devono solo preoccuparsi di risolvere i problemi tecnici, ma devono anche elaborare dei progetti congrui ai requisiti del Piano, aprire tutti gli uffici amministrativi e tecnici necessari, istituzionalizzare il sistema di accesso alla professione di costruttore o a quella di tecnico specializzato e occuparsi della gestione delle sovvenzioni. Gli enti locali, oltre a diffondere le conoscenze e le competenze necessarie tramite network o manuali, devono promuovere la ricerca, lo sviluppo e avviare progetti pilota o esperimenti ingegneristici su piccola scala, come impianti familiari congiunti. Inoltre, devono riportare per vie ufficiali e in misura costante i progressi per condividere le conoscenze nel paese.

Il mancato supporto da parte di questo vasto sistema di servizi può pregiudicare l'investimento stesso; è quindi fondamentale che il Governo Centrale sia in grado di monitorare l'operato delle singole province e di promuovere i migliori standard realizzati⁴⁸.

(segue nota) 12.

⁴⁶ZHENG Jun 郑军 Woguo nongcun zhaoqi guozhai xiangmu: Zhengce tezheng, zhengce jixiao yu zhengce youhua..., *op. cit.*, 56 页.

⁴⁷QIU Huanguang 仇焕广 et al., "Woguo nongcun huyong zhaoqi butie zhengce de shishi xiaoguo yanjiu, *op.cit.*, 85 页.

⁴⁸ZHENG Jun 郑军, Woguo nongcun zhaoqi guozhai xiangmu: Zhengce tezheng, zhengce jixiao yu zhengce youhua..., *op.cit.*, 56-57 页.

3.2.2.1. Sondaggio: conoscenze e sistemi di attuazione del Piano

A dimostrazione di quanto sia difficile affrontare le problematiche che sono insite in questa tipologia di impianti domestici, piccoli e utilizzati da contadini in zone estese e poco sviluppate, riporto i risultati di uno studio pubblicato nel 2012, che si chiede in che modo il Piano Nazionale sia riuscito a realizzare gli obiettivi prefissati.

La ricerca è stata condotta durante l'estate 2011 da parte della facoltà di economia della Shandong Agricultural University (山东农业大学), selezionando un campione di 430 famiglie che possiedono un impianto a biogas all'interno delle province dello Shandong, Hebei, Sichuan, Shanxi, Jilin, Hunan, Anhui, Guizhou, Fujian, Guangxi, la regione autonoma della Mongolia Interna e infine la municipalità di Tianjin. Sono stati distribuiti dei questionari e solo 373 copie, l'86,74% del totale, sono risultate valide ai fini dello studio.

I dati raccolti nel lavoro raccontano in maniera semplice e concreta il punto di vista di famiglie che utilizzano un impianto già da circa otto anni⁴⁹.

Il 72,4% del campione conosceva la tecnologia del biogas prima della pubblicazione del Piano e il 25,8% era comunque intenzionato a realizzare una struttura domestica.

L'89,3% dei soggetti è al corrente del Piano Nazionale dedicato alla costruzione del biogas e del relativo sistema di finanziamento: l'informazione è stata diffusa, nel 62,76% dei casi, dalla Commissione del villaggio, per il 12,6% dei campioni dalle amministrazioni locali e per l'11,71% da parte di amici e parenti. Questi dati confermano l'esistenza di una rete di comunicazione realizzata sul territorio rurale complessivamente efficace; tuttavia, la maggior parte degli intervistati (circa il 70%), di fronte a domande più dettagliate, ha dimostrato di conoscere poco o solo parzialmente la tecnologia e il programma di sussidi.

È interessante notare come le famiglie intervistate dichiarino di aver aderito al programma: il 42,13% con un'adesione volontaria e il 35,27% è stato persuaso in un secondo momento all'interno del villaggio; il 14,01% ha sostenuto di aver obbedito ciecamente, mentre l'8,59% è "stato fatto volontario".

Il sondaggio rivela che l'iter burocratico dei finanziamenti non è sempre adeguato: la parte erogata dal Governo Centrale è stata ricevuta interamente solo dal 76,24% del campione, mentre il 23,76% ha ottenuto solo una parte del fondo concordato. Diversamente, per quanto riguarda le sovvenzioni locali, il 25,81% ha riscosso tutta la quota, il 33,41% ne ha ottenuta solo una parte e il 40,78% non ha ricevuto nulla.

⁴⁹Le famiglie hanno costruito gli impianti nel 2003, in parallelo alla prima pubblicazione del "Piano Nazionale per la costruzione del Biogas nelle Aree Rurali".

I ritardi, per quanto riguarda le sovvenzioni centrali, sono legati alle tempistiche dei finanziamenti stessi: prevedono una prima parte dei sussidi che può essere consegnata in contanti o attraverso la fornitura diretta dei materiali di costruzione e delle relative attrezzature, mentre la quota restante viene consegnata direttamente alle famiglie in un secondo momento per completare l'opera di ristrutturazione.

Diversamente, la somma stanziata dalle amministrazioni locali è condizionata dalla reale disponibilità dei fondi provinciali e dall'efficienza delle strutture amministrative realizzate; questo finanziamento, erogato a sostegno delle spese di manutenzione e del servizio di assistenza, è proprio il contributo destinato a tutelare il buon funzionamento degli impianti. L'89,73% delle famiglie intervistate ha realizzato il progetto “un serbatoio e tre ristrutturazioni”. Di questi, solo l'11% del campione dispone di strutture con standard qualitativi ottimali, mentre il 75% ha costruito impianti con caratteristiche comuni.

Inoltre, solo il 47,53% ha dichiarato di aver realizzato le strutture avvalendosi di tecnici certificati a livello nazionale, denunciando una mancata supervisione delle indicazioni contenute nel Piano.

Solo il 64,18% degli intervistati dichiara di utilizzare il biogas ogni giorno e unicamente per soddisfare le utenze domestiche. Diversamente, vista la produzione irregolare ottenuta, il 23,72% lo impiega occasionalmente, mentre il 12,1% dichiara di non usarlo mai.

Il 46,21% dei soggetti riporta che la causa principale è legata a una disponibilità insufficiente di materiali di costruzione; il 23,07% alla presenza di strutture non ermetiche, l'11,50% evidenzia un problema nell'ambito della manutenzione e il 19,13% riferisce altre motivazioni. Una piccola parte dichiara infine di non riuscire a produrre materia prima sufficiente per alimentare costantemente il digestore.

Purtroppo, solo il 21,95% comprende l'importanza del sedimento organico e lo utilizza come fertilizzante.

Non esiste un reale sistema di collaudo che controlli l'effettiva conformità della struttura agli standard del progetto e che possa rilevare l'eventuale presenza di problemi alle diverse parti dell'impianto, come l'ermeticità, la pressione idrica o la qualità dei materiali utilizzati e, di conseguenza, possa individuare le eventuali responsabilità.

Risulta insoddisfacente anche il sistema di servizi e manutenzione⁵⁰, soprattutto nelle zone periferiche: solo un terzo delle famiglie ha direttamente accesso alle strutture. Inoltre, quasi la metà degli intervistati ha dichiarato di avere difficoltà nella comprensione dei manuali tecnici.

⁵⁰Più del 70% degli intervistati non ha mai sentito parlare di sistemi di controllo e supervisione.

Lo studio conclude richiamando l'attenzione sulla necessità di recepire e riordinare le esperienze effettuate per valorizzare i migliori standard raggiunti e risanare situazioni inadeguate, consultando direttamente i contadini stessi, senza limitare l'assunzione dei dati alle autovalutazioni prodotte localmente⁵¹.

3.3. Case Study I: le piccole installazioni nella provincia dello Heilongjiang

3.3.1. Dati ufficiali da autocertificazioni

Questo documento è un'autovalutazione provinciale prodotta in funzione dell'applicazione del Piano di costruzione del biogas domestico.

Lo Heilongjiang è una delle province più a nord della Cina ed è caratterizzata da condizioni climatiche estremamente rigide: le temperature medie sono pari a circa 2,6°C e le temperature minime invernali possono raggiungere i -38,3°C. Il periodo di gelo si estende per circa 100-140 giorni all'anno; di conseguenza, la temperatura del suolo a 2 mt di profondità non raggiunge i 10°C⁵².

Il territorio ha sviluppato un'importante produzione cerealicola e un diffuso allevamento di bestiame, attività che rendono disponibili grandi quantità di scarti riciclabili come biomasse; inoltre, sono presenti numerose coltivazioni biologiche, piantagioni che necessitano di fertilizzante organico.

Lo sfruttamento intensivo del terreno e delle sue risorse ha realizzato un grave stato di erosione del suolo, un fenomeno che ha già interessato più della metà degli spazi coltivabili e provoca il deterioramento ogni anno circa 250-300 milioni di m² di terra⁵³.

Le recenti installazioni a biogas, 2080 strutture che sono state realizzate dall'anno 2000 al 2002, si sono rivelate un successo, considerando che il 91% degli impianti sono produttivi, merito anche della grande disponibilità sul territorio di personale tecnico, un servizio di assistenza formato da circa tremila dipendenti.

Nella regione, si dichiara un grande entusiasmo e un'alta volontà di partecipare alla realizzazione di futuri impianti.

Dal 2003, come richiesto dai Piani governativi, viene avviato un ampio progetto di diffusione della tecnologia.

Grazie a un investimento complessivo di circa 170 milioni di RMB, solo nel periodo 2003-2004, sono stati realizzati 47.160 nuovi impianti distribuiti in 284 villaggi. Hanno contribuito

⁵¹Ivi, 57-59页.

⁵²10°C è la temperatura minima per la produzione di biogas.

⁵³Per questi motivi, le regioni della zona a Nordest sono state particolarmente incentivate all'interno del Piano.

al finanziamento, con circa 56 milioni di RMB (un terzo della spesa), il Governo centrale, con 2 milioni di RMB (circa il 2%), l'amministrazione locale e i restanti 85 milioni sono la quota sostenuta dai contadini⁵⁴.

Considerando il clima particolarmente rigido della provincia, gli impianti, per funzionare in modo ottimale, sono più complessi: oltre al risanamento della cucina, del bagno e della stalla, si devono realizzare strutture, come le serre, che proteggano dal gelo tutte le strutture agricole e, in particolare, il digestore stesso. L'opera di ristrutturazione è molto più onerosa; per questo, la sovvenzione statale stabilita per lo Heilongjiang è pari a 1200 RMB per ogni famiglia.

In soli due anni, l'impulso dato dagli impianti a biogas ha prodotto 8.699.300 m² di strutture isolate, come stalle e aie, e 45.124.100 m² di serre, strutture completate da sistemi di riscaldamento come i pannelli solari, tecnologie che hanno permesso di aumentare la produzione e il relativo reddito pro capite⁵⁵.

Il numero degli impianti certificati nel territorio, ha raggiunto, alla fine del 2005, un totale complessivo di 75.590⁵⁶.

Nella provincia esiste un Ufficio Energetico Rurale (Nongcun nengyuan bangongshi, 农村能源办公室), l'ufficio responsabile di tutto il sistema energetico dell'area, dove sono presenti più di 20 tecnici e ingegneri che si dedicano allo studio e alla ricerca della tecnologia del biogas ed elaborano progetti preliminari di costruzione, seguiti da ispezioni e controlli. L'accettazione dei modelli studiati, comprese la tipologia di attrezzature e materiali indicati, è vincolante all'erogazione dei sussidi stessi.

Esiste una normativa a tutela dell'efficienza dell'impianto, per esempio, effettuare ogni cinque anni un lavoro di manutenzione, il controllo della pressione, eliminare i residui di zolfo, riparare o sostituire la tubatura del gas ogni volta che se ne presenti la necessità.

Inoltre, è attivo un importante ufficio, dedicato alla Gestione e alla Supervisione del progetto (Xiangmu guanli bangongshi, 项目管理办公室), a sua volta monitorato dal Ministero della

⁵⁴Nel 2003 sono stati realizzati 25.150 impianti, con un investimento complessivo pari a 90.540.000 RMB, mentre nell'anno successivo vengono stimate 22.010 installazioni e un contributo di 79.236.000 RMB.

⁵⁵Nongye bu fazhan jihua si 农业部发展计划司 (MOA, Dipartimento per la pianificazione dello sviluppo), *Heilongjiangsheng nongcun zhaoqi guozhai xiangmu jianshe qingkuang zi pingjia baogao* 黑龙江省农村沼气国债项目建设情况自评价报告 (report di autovalutazione della situazione di costruzione del progetto biogas-bond nelle aree rurali della provincia dello Heilongjiang), in Zhongguo Nongye Jianshe Xinx Wang, 中国农业建设信息网, 2008年1月17日, <http://ac.agri.gov.cn/ac/ViewContent.do?id=4affaa1f17812c590117853218d00061>, (26/08/2013).

⁵⁶Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua*, op.cit. 32 页.

Finanza, con il compito di verificare la trasparenza nella gestione dei fondi governativi.

Nonostante gli sforzi delle strutture amministrative, molte ristrutturazioni sono rimaste incomplete, alcune contee non hanno ricevuto il budget stabilito o i materiali specificati all'interno del contratto e, infine, sono sorti problemi legati alle temperature rigide, fattori che hanno evidenziato la necessità di intensificare le procedure rigorose di controllo e, nello stesso tempo, risolvere le lacune tecnologiche.

Visto il maggiore investimento richiesto dalla condizione geografica, nel 2006, l'amministrazione locale, contribuisce al fondo dei sussidi, aggiungendo altri 800 RMB ai 1200 RMB erogati dal Governo Centrale, portando il valore della sovvenzione a 2000 RMB per famiglia⁵⁷.

Negli anni successivi, proseguono gli sforzi per la diffusione della tecnologia: solo nel 2008⁵⁸, gli impianti realizzati sono pari a 110mila, distribuiti per 1449 villaggi e 83 contee⁵⁹.

3.3.2. Report: il 90% degli impianti sono solo “buche maleodoranti”⁶⁰

È di nuovo grazie a uno studio condotto tramite un'intervista realizzata direttamente sul territorio, e non attraverso le istituzioni di controllo, che si apprende la reale situazione degli impianti domestici nello Heilongjiang.

Nel 2009, il “China Economic Weekly (Zhongguo Jingji Zhoukan 中国经济周刊)” pubblica un report nel quale si apprende che più del 90% degli impianti a biogas nella provincia sono dismessi.

L'indagine ha origine perché nella zona la popolazione denuncia una sgradevole diffusione di esalazioni maleodoranti provenienti dagli impianti a biogas. Le nuove costruzioni, gelando durante l'inverno, si sono fessurate e, di conseguenza, liberano liquami nel terreno

⁵⁷Nongye bu fazhan jihua si 农业部发展计划司 (MOA, Dipartimento per la pianificazione dello sviluppo), *Heilongjiangsheng nongcun zhaoqi guozhai xiangmu jianshe qingkuang zi pingjia baogao*, op. cit.

⁵⁸Le pianificazioni governative erano ancora più ambiziose: il Programma prevedeva la costruzione di 130mila nuove installazioni per l'anno 2008. Heilongjiangsheng Renmin Zhengfu, 黑龙江省人民政府, *Heilongjiang zhaokai nongcun nengyuan jianshe hui jiang jian huyong zhaoqichi 13 wan ge*, 黑龙江召开农村能源建设会将建户用沼气池13万个, *La provincia dello Heilongjiang avvia una campagna di costruzione di infrastrutture energetiche rurali: il numero di impianti a biogas domestici realizzati sarà pari a 130mila*, in *Zhonghua Renmin Gongheguo Zhongyang Renmin Zhengfu*, 中华人民共和国中央人民政府, 2008年09月17日, http://www.gov.cn/gzdt/2008-09/17/content_1097551.htm, (10/08/2013).

⁵⁹Nongye bu fazhan jihua si 农业部发展计划司 (MOA, Dipartimento per la pianificazione dello sviluppo), *Heilongjiangsheng nongcun zhaoqi guozhai xiangmu jianshe qingkuang zi pingjia baogao*, op. cit.

⁶⁰chou qi keng 臭气坑 (buchi maleodoranti); questa definizione è contenuta nel titolo dell'articolo della Xinhua Agency, *Heilongjiang: Jiu cheng zhaoqi chi bian “chou qi keng”, nongmin nao xin zhuanjia tongxin*, 黑龙江: 九城沼气池变“臭气坑”, 农民闹心专家痛心 (*Heilongjiang: il 90% degli impianti a biogas sono diventati delle buche maleodoranti” i contadini sono nauseati, gli esperti sconcertati*), 2009年09月12日, http://news.xinhuanet.com/mrdx/2009-09/12/content_12038943.htm, (23/08/2013).

e biogas nell'atmosfera, provocando gli odori sgradevoli lamentati e inquinando gravemente l'ambiente.

Il reporter, dall'1 al 25 agosto, intervista i contadini di 10 villaggi in 20 contee e scopre così situazioni limite, come quella di un villaggio dove sono stati installati 45 impianti nel biennio 2006-2007 e nessuna di queste strutture ha funzionato per più di un anno.

La situazione coinvolge tutta la provincia: le strutture realizzate nel 2006 sono dismesse per il 90%, così come il 70% di quelle costruite dal 2007 e la metà degli impianti installati nel 2008.

Di conseguenza, gli agricoltori dichiarano di aver perso l'interesse verso la tecnologia, considerandola un grande spreco di soldi⁶¹.

Le cause sono da cercare in progetti ingegneristici scadenti e non adatti alle condizioni di gelo a cui vengono inevitabilmente sottoposti: i tecnici provinciali si sono limitati ad applicare le disposizioni del Piano Nazionale, che prevedono l'uso dei mattoni per costruire l'intera struttura, senza valutare l'inadeguatezza di questo materiale in presenza delle basse temperature locali, nonostante il Piano stesso chieda alle amministrazioni locali di studiare e realizzare progetti pilota adatti alle problematiche del territorio.

Costruire un impianto in mattoni permette di contenere i costi: tecnologie più adatte, come i serbatoi in PVC, aumentano la spesa per il materiale da 1500 a 4000 RMB; sicuramente, in regioni meno fredde, i mattoni sono una valida soluzione, ma non quando ne pregiudicano il funzionamento.

L'assurdo è che, volendo utilizzare un serbatoio in PVC, l'utente, non realizzando un impianto conforme al progetto provinciale, non ha nemmeno la possibilità di accedere al sussidio.

L'ipotesi avanzata nell'articolo è che l'Ufficio Energetico Rurale e le Commissioni Agricole (Nongwei, 农委) siano gravemente compromessi, perché più interessati alla gestione di fondi che spesso vengono impiegati, solo in parte, per la realizzazione del programma, cercando di contenere il più possibile i costi delle costruzioni e delle manutenzioni, senza curarsi degli standard qualitativi, talvolta indispensabili⁶².

⁶¹Le famiglie hanno dichiarato la loro volontà di «给政府省省钱吧, 安装了也不能使用, 既浪费了国家的钱, 又给我们添了不少麻烦» «lasciare ai governi provinciali la possibilità di risparmiare denaro; una volta installati, (gli impianti) non possono essere utilizzati. Sono già stati sprecati i contributi governativi e ci hanno anche dato non pochi problemi.» (traduzione propria) MA Yuzhong 马玉忠, “Fei zhengchang” baofei de zhaoqichi, “非正常报废”的沼气池 (digestori a biogas dimessi in modo del tutto inadeguato), in cnweekly.cn, Zhongguo Jingji Zhoukan 中国经济周刊 (China Economic Weekly), 2009年08月30日, <http://www.cweekly.cn/html/Article/2009-8/291080955.html>, (14/08/2013)

⁶²Il direttore dell'Ufficio Energetico Rurale della contea di Nehe è stato condannato a otto anni di carcere per aver utilizzato inadeguatamente i fondi governativi destinati alla costruzione degli impianti. *Ibidem*.

Nel 2009, il Governo prevede un nuovo investimento nazionale complessivo pari a 10 miliardi di RMB; tuttavia, per evitare che si continui a costruire seguendo delle pianificazioni errate, revisiona i requisiti tecnici indispensabili per l'accesso al fondo. I digestori devono garantire una chiusura ermetica del 100%, devono essere realizzati con materiali conformi e che garantiscano il funzionamento dell'impianto per più di 20 anni, riducendo le emissioni di sostanze inquinanti; il progetto deve comprendere anche la pianificazione di un'economia circolare⁶³.

Di nuovo, il Governo Centrale chiede all'amministrazione locale un sistema di supervisione che controlli e individui le singole responsabilità, ma l'autocertificazione prodotta dalla provincia, così lontana dalla realtà oggettiva, lascia intravedere problematiche ben più grandi.

3.4. Case Study II: lo sviluppo del biogas domestico nello Yunnan

3.4.1. Yunnan, uno dei protagonisti del processo di diffusione della tecnologia

Lo Yunnan si trova nella macroregione a sudovest della Cina, un territorio caratterizzato da un'elevata disponibilità di biomasse vegetali e, in particolar modo, di legname: la quota di foreste pro capite è pari a 33,96 m², un numero quattro volte superiore rispetto ai dati della media nazionale.

Il legname è la principale fonte di approvvigionamento energetico della provincia, soprattutto nell'ambito delle utenze domestiche, dove soddisfa circa l'80% dei consumi complessivi⁶⁴: questo sfruttamento è sicuramente determinato anche dai bassi livelli di reddito pro capite della popolazione⁶⁵.

I dati in merito ai livelli di disboscamento prodotti dai soli consumi familiari sono già allarmanti alla fine degli anni ottanta: ogni anno vengono distrutte 32 milioni 530mila m² di foreste, ben oltre la soglia sostenibile, pari solo a 14 milioni 210mila m².

Le amministrazioni locali, nel tentativo di ridurre l'impiego di legname, hanno ripetutamente promosso negli anni tecnologie a risparmio energetico, incentivando l'acquisto di stufe con

⁶³MA Yuzhong 马玉忠, "Fei zhengchang" baofei de zhaoqichi, "非正常报废"的沼气池..., op. cit.

⁶⁴In base alle statistiche del 2005, lo Yunnan consuma per il 41% legname, per il 17% residui colturali e per il 31% carbone: il 70% dei consumi complessivi sono solo destinati alle utenze domestiche. Precisamente, nell'ambito familiare, il legname è impiegato dal 60% della popolazione solo per cucinare, mentre il restante 40% ne fa uso in ogni ambito della vita domestica. MEI Yan 梅 颜 et al., *Yunnan nongcun diqu sheng wuzhi neng liyong jishu gai kuang 云南农村地区生物质能利用技术概况 (Overview of Biomass Energy Technology in Rural Yunnan of China)*, World Agroforestry Centre, 2009, <http://www.worldagroforestry.org/sea/Publications/files/workingpaper/WP0125-10.PDF>, 4 页.

⁶⁵I livelli di reddito pro capite della popolazione dello Yunnan è pari a circa 4000 \$; è interessante un confronto, per esempio, con la provincia del Liaoning, dove il PIL pro capite è di circa 10000 \$. The ECONOMIST, *Comparing Chinese provinces with countries...*, op. cit.

alti livelli di efficienza, fornelli per le cucine e sistemi a biogas, considerando che, oltre alla grande disponibilità di biomasse, il territorio gode di condizioni climatiche ideali per la produzione di metano⁶⁶.

Grazie alle condizioni ambientali favorevoli, lo Yunnan è stato una delle prime zone che, già nel lontano 1936, ha sperimentato la tecnologia del biogas. Le prime strutture sono state perfezionate e diffuse su larga scala nel corso degli anni settanta, avviando un programma di costruzione sostenuto da un contributo statale di 500mila RMB. Tuttavia, la scarsa disponibilità economica della popolazione, l'impiego di tecnologie arretrate e le inadeguate conoscenze, hanno prodotto degli impianti poco efficienti, limitando la loro diffusione.

Negli anni successivi, si lavora molto per valorizzare al meglio queste strutture, rendendole parte integrante del programma di risanamento dell'intero sistema rurale; il risultato di questa esperienza è la creazione del modello "pig-biogas-fruit"⁶⁷.

In linea con il progetto per la realizzazione di abitazioni ecologiche promosso dal MOA, il modello "pig-biogas-fruit" sarà largamente diffuso nella provincia dagli inizi del 2000: dal 2002, lo Yunnan ha ricevuto per un decennio più di 1 miliardo e 200 milioni di RMB destinati all'acquisto di strumenti ergonomici come stufe e fornelli e all'installazione di impianti a biogas⁶⁸. Il contributo governativo stanziato per ciascuna famiglia è di 1000 RMB⁶⁹.

Nel 2005, il 74% della popolazione dispone di una stufa a basso consumo energetico⁷⁰.

Durante l'XI Piano Quinquennale (2006-2010), il numero di strutture nella regione è cresciuto in modo estremamente rapido: nel 2011 esistono 2.809.700 impianti distribuiti in 129 contee. Di conseguenza, considerando che nello Yunnan vivono circa 9 milioni di famiglie, il 31% della popolazione dispone di questa tecnologia, uno standard che corrisponde al 47% delle 6 milioni di famiglie adatte alla costruzione. L'elevata diffusione raggiunta è la dimostrazione della positività di questo sistema e del largo consenso riscontrato.

⁶⁶In particolare, dal V Piano Quinquennale (1991-1995), sono state promosse nuove campagne per il rinnovamento degli ambienti domestici: alla fine del 2004, in tutta la provincia sono state ristrutturare circa 6 milioni 890mila cucine, un intervento che ha permesso di ridurre il consumo annuale di legname di circa 7 milioni di m².

⁶⁷MEI Yan 梅 颜 et al., *Yunnan nongcun diqu sheng wuzhi neng liyong jishu gaikuang...*, op. cit., 5-9 页.

⁶⁸Yunnan zhengyan wang 云南证言网, *tigao fuwu wangdian de guan hu nengli cujin nongcun hu yong zhaoqi ke chixu fazhan, 提高服务网点的管护能力 促进农村户用沼气可持续发展*, (migliorare la capacità di gestione della rete di servizi e promuovere lo sviluppo sostenibile del biogas domestico nelle aree rurali), in Yunnan zhengyan wang 云南证言网, 2012年10月15日, http://www.ynzy.gov.cn/html/2012/zhengyanzhanshi_1015/725.html, (20/08/2013).

⁶⁹MEI Yan 梅 颜 et al., *Yunnan nongcun diqu sheng wuzhi neng liyong jishu gaikuang...*, op. cit., 12 页.

⁷⁰Ivi, 7 页.

3.4.2. La crisi delle infrastrutture

Nonostante l'alta percentuale di diffusione, gli impianti hanno a disposizione solo 4.000 punti di assistenza⁷¹, con un rapporto di circa 1:702, ben lontano dalle indicazioni del Piano Nazionale, dove era previsto un centro di servizi ogni 300/500 strutture⁷².

I punti di assistenza, oltre a essere numericamente insufficienti, non sono spesso in grado di funzionare correttamente: la gestione delle infrastrutture necessarie è estremamente gravosa per le limitate risorse economiche provinciali.

Il Governo Centrale ha continuato a sovvenzionare la costruzione di impianti, lasciando interamente a carico delle realtà locali tutti i servizi correlati; l'ammontare della spesa non sempre è sostenibile. Di conseguenza, la mancanza di fondi ha ridimensionato la qualità dei materiali, il livello di preparazione del personale tecnico e il contributo locale che normalmente viene erogato per favorire proprio una costante manutenzione.

L'investimento che ha portato quasi la metà delle famiglie adatte a possedere un impianto ha sicuramente avviato un processo di risanamento ambientale della provincia, ma i problemi legati ai servizi di assistenza incidono indubbiamente sull'effettiva produzione, avanzando delle perplessità in merito al reale numero di impianti funzionanti⁷³.

All'interno del Piano Nazionale, il Governo si assume un impegno nei confronti dei contadini che si fanno carico dell'investimento: sostenere passo dopo passo la logistica e le infrastrutture necessarie⁷⁴ e, sicuramente, alla luce dei problemi sorti nello Yunnan, dovrà rivedere la prassi seguita fino ad ora.

3.5. Una tecnologia pensata solo per le “economie da cortile”

Il Piano Nazionale per la Costruzione del Biogas nelle Aree Rurali (2006-2010) ha come principale obiettivo la realizzazione di 23 milioni di ristrutturazioni entro l'anno 2010, affinché in tutta la Cina il totale di strutture funzionanti raggiunga la cifra di 40 milioni⁷⁵.

⁷¹Yunnan zhengyan wang 云南证言网, *tigao fuwu wangdian de guan hu nengli cujin nongcun hu yong zhaoqi ke chixu fazhan*, op. cit.

⁷²Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua*, op.cit. 19页.

⁷³Yunnan zhengyan wang 云南证言网, *tigao fuwu wangdian de guan hu nengli cujin nongcun hu yong zhaoqi ke chixu fazhan*, op. cit.

⁷⁴Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua*, op.cit., 15-16 页.

⁷⁵Ivi, 17 页.

La quota è stata raggiunta nel 2011⁷⁶.

In parallelo all'incremento del numero di costruzioni, non si è potuta tuttavia realizzare la stessa crescita delle infrastrutture necessarie, una rete di servizi divenuta troppo estesa e onerosa; questo è un grave problema che può compromettere i benefici dell'investimento stesso.

Le informazioni raccolte sottolineano inoltre che deve essere fatto ancora molto lavoro nell'ambito della ricerca, nella condivisione delle esperienze tecniche e nelle operazioni di monitoraggio e supervisione. Infine, devono essere attivati dei meccanismi di controllo della tecnologia e delle infrastrutture politiche locali, attraverso misure che non si limitino al sistema dell'autocertificazione, per fornire più garanzie, più trasparenza e non vanificare un investimento tanto considerevole.

Il limite, a mio modo di vedere, insito in strutture come queste, destinate a un'economia di sussistenza, è proprio il ragionevole tetto massimo di investimento sostenibile dai contadini considerati "idonei". La necessità di contenere la spesa non consente di applicare tecnologie che si sono evolute costruendo impianti di maggiori dimensioni, già disponibili in Cina e largamente utilizzate nei paesi occidentali, che non presentano la necessità di un costante lavoro di manutenzione e si sono rivelate in grado di garantire migliori standard produttivi⁷⁷. Paradossalmente, forse la migliore soluzione è proprio quella dei grandi digestori realizzati nei primi anni settanta all'interno delle Comuni della RPC, dove tutta la comunità convogliava le biomasse all'interno di un'unica struttura, ottimizzando i tempi e il lavoro di gestione e manutenzione⁷⁸.

⁷⁶In Cina nel 2010 vengono contati solo 38 milioni 510mila impianti, una soglia ancora inferiore rispetto agli obiettivi prefissati, che verranno raggiunti nel 2011 con 39 milioni 970mila impianti domestici.

WANG, Xiaojun, 王晓君 et al., *Zhongguo huyong zhaoqi fazhan xianzhuang ji jianyi*, *中国户用沼气发展现状及建议 (Stato e prospettive dello sviluppo del biogas domestico in Cina)*, in *Zhongguo zhaoqi wang*, 中国沼气网, 2013年4月8日.

http://www.biogas.cn/CN/B_TechnologyDetails.aspx?kid=b62bb212-9ee8-4d98-b1ed-ce63492fc207&knme=%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E6%88%B7%E7%94%A8%E6%B2%BC%E6%B0%94%E5%8F%91%E5%B1%95%E7%8E%B0%E7%8A%B6%E5%8F%8A%E5%BB%BA%E8%AE&tid=f1efc7a0-ba16-421c-bff4-ddc7e9c3f0ca&tname=%E5%AD%A6%E6%9C%AF%E8%AE%BA%E6%96%87, (12/07/2013).

Il dato dell'anno 2010 viene confermato anche all'interno di: *Zhongguo renmin gongheguo nongye bu* 中华人民共和国农业部 (MOA, Ministry of Agriculture, PRC), *Zhongguo nongye tongji ziliao* 中国农业统计资料 (*Dati statici: Agricoltura - Cina*), 2010年, 171页.

⁷⁷Basti pensare ai problemi di diffusione delle strutture in PVC nella provincia dello Heilongjiang.

⁷⁸Per un eventuale approfondimento, si consulti il cap. I, all'interno del paragrafo: *Le vicende storiche del mondo rurale, l'era di Mao: "il biogas deve essere reso accessibile a tutti"*.

Conclusione

La volontà che ha sostenuto l'applicazione dei modelli legati al biogas è semplicemente la sfida tra la necessità di accrescere lo stato di benessere e cercare di preservare il patrimonio ambientale cinese.

Sicuramente, il sistema virtuoso alla base di questa tecnologia rappresenta spesso una delle sole strade percorribili in un contesto economico e territoriale così complesso.

Una seconda chiave di lettura importante è l'aspetto culturale che ha sempre affiancato il progetto al pensiero socialista, seguendo il percorso promosso da Deng Xiaoping fino alla recente espressione del concetto di “società armoniosa”, una condizione di stabilità politica ed economica raggiunta attraverso l'armonia tra uomo e natura.

È stato chiaro quanto il problema energetico della Cina sia stato un tema storicamente determinante: la disponibilità nazionale è quasi esclusivamente composta da carbone e biomasse, entrambe particolarmente dannose per l'ecosistema. Inoltre, queste risorse vengono bruciate impiegando strumenti obsoleti, realizzando un'efficienza energetica fino a undici volte inferiore rispetto a quella prodotta utilizzando tecnologie più avanzate.

Questo limite mantiene alti i livelli di consumo del paese.

In questo momento, la domanda energetica pro capite cinese è comunque contenuta: basti pensare che, nel 2007, circa il 70% della popolazione risiede ancora nelle aree rurali e mantiene standard di vita complessivamente bassi. Se la richiesta pro capite dovesse raggiungere gli standard di consumo tedeschi, il fabbisogno della Cina sarebbe pari alla metà dei consumi mondiali.

Gli elevati livelli di crescita economica e il parallelo incremento demografico porteranno inevitabilmente a un innalzamento esponenziale della domanda energetica.

La difficile situazione cinese ha reso inevitabile l'aggravarsi delle condizioni ambientali: l'irrazionale consumo di legname, superiore del 30% rispetto alla soglia sostenibile, ha avuto come inevitabile conseguenza l'avanzare della deforestazione, dello stato di erosione del suolo e di desertificazione, un fenomeno già esteso al 35% dell'intero paese.

Inoltre, la quota di terreni coltivabili pro capite è per il 30% inferiore a quella della media mondiale e deve sostenere la pressione del 22% della popolazione del pianeta.

Questa circostanza ha inevitabilmente richiesto uno sfruttamento intensivo delle aree agricole e degli allevamenti che, attraverso l'eccessivo impiego di sostanze chimiche, hanno

inquinato pesantemente le falde acquifere e il terreno, compromettendo anche gli equilibri della biodiversità stessa.

In aggiunta, l'elevata combustione di carbone, che nel 2004 rappresenta ancora il 64% dei consumi nazionali, è una delle principali responsabili del fenomeno delle piogge acide, che interessa più di un terzo del territorio e danneggia ulteriormente l'ecosistema.

Un terzo problema non trascurabile è quello che definirei la “questione tecnologica”.

Ho già accennato alla necessità di perfezionare gli strumenti di combustione dei carburanti fossili per ottenere una sana politica di risparmio e una tecnologia pulita; lo stesso principio si può estendere a tutto il sistema produttivo e alla rete di infrastrutture.

Le difficoltà energetiche e ambientali del paese avrebbero dovuto valorizzare la ricerca ingegneristica e scientifica per concretizzare delle soluzioni alternative e sostenibili.

La struttura del biogas è uno degli esempi che chiariscono in che termini sia mancato questo contributo tecnologico.

La lunga esperienza in merito ha consentito di ottimizzare ed elaborare strategie organizzative che hanno permesso il funzionamento naturale del sistema, mettendo a punto gli spazi all'interno del cortile, coordinando le diverse attività agricole con gli allevamenti e realizzando un piccolo sistema ecosostenibile.

Nello stesso tempo, non si è tuttavia riusciti a migliorare la qualità della struttura. I problemi iniziali sono complessivamente rimasti una costante: materiali economici non adatti e strutture non sempre conformi agli standard. Il risultato sono modelli rudimentali, che necessitano di molta manutenzione e di riparazioni frequenti.

Chiaramente, l'investimento deve essere adeguato al tipo di realtà a cui è indirizzato, ma è comunque opportuno chiedersi se sia il caso di elevare il contributo iniziale in modo da permettere una qualità tecnica superiore e, di conseguenza, contenere le spese e i servizi necessari per la manutenzione e la relativa rete di assistenza specializzata.

La componente sostenibile degli impianti è stata la ragione che ancora oggi ne motiva la diffusione. “Sostenibile” perché il biogas sostituisce il consumo di legname e residui colturali normalmente utilizzati per cucinare.

Nel sistema rurale, le biomasse vegetali rappresentano circa il 70% dell'energia impiegata in ambito domestico.

I fumi prodotti dalla combustione del gas sono molto meno inquinanti di quelli emessi da

carburanti solidi, come legname e carbone. Il biogas produce approssimativamente l'88% in meno della CO₂ prodotta dalla combustione di carbone, senza emissioni di zolfo e altri particolati.

Il processo di digestione dei liquami permette di immagazzinare il metano liberato naturalmente nel corso della decomposizione, diversamente dalle operazioni di compostaggio realizzate in spazi aperti. Inoltre, il compostaggio tradizionale implica una dispersione degli agenti patogeni presenti negli scarti, contaminando le falde acquifere, il terreno e favorendo la proliferazione di topi e insetti.

La digestione in condizioni anaerobiche abbatte quindi quasi completamente la carica batterica, rigenerando la materia prima in un fertilizzante organico di elevata qualità.

La ristrutturazione degli spazi domestici correlata agli impianti ha diviso e isolato gli allevamenti dalle abitazioni e dalle strutture sanitarie, contribuendo al miglioramento delle condizioni igieniche, soprattutto in un paese così densamente popolato e periodicamente interessato da infezioni virali come lo streptococco e la schistosomiasi.

La sostenibilità del sistema, perché possa essere condivisa dai contadini, deve prima essere compresa: è importante sviluppare una consapevolezza e una cultura ecologica che renda la popolazione rurale partecipe del progetto, nonostante il contributo energetico che si rende disponibile non sia economicamente significativo.

Un contadino deve comprendere la causa di calamità naturali come la siccità, le inondazioni, le piogge acide, l'inquinamento del suolo e del sistema idrico, dei conseguenti rischi per la salute, delle infezioni e delle malattie che danneggiano gli allevamenti e i raccolti.

Il successo di una valida politica ambientale dipende dall'efficienza degli enti preposti alla sua applicazione e dall'effettiva capacità di controllo da parte del Governo.

Molti problemi vengono evidenziati nell'ultima parte dello studio, dove si sottolinea la difficoltà di ottenere dati attendibili, considerando che il monitoraggio dell'operato delle amministrazioni locali è semplicemente il frutto di un lavoro di autovalutazione e, di conseguenza, non sempre aderente alla realtà.

Il sostegno che il governo doveva fornire alla tecnologia del biogas è stato affidato alle varie province, gravandole di compiti fondamentali quali la ricerca, il controllo della qualità, la diffusione delle conoscenze e la creazione di una rete di assistenza tecnica specializzata.

La documentazione a mia disposizione ha evidenziato dei casi dove è mancata la trasparenza nella gestione e nella distribuzione dei fondi erogati, o gravi situazioni che denunciano

l'inagibilità di quasi tutte le strutture a causa di problemi tecnici e legati ai materiali. Ancora, l'impossibilità di estendere una rete di servizi qualificati adeguata alla diffusione degli impianti, servizi che dovrebbero essere finanziati esclusivamente dalle amministrazioni locali, non sempre in grado di affrontare la spesa.

Per contenere il costo di queste numerose infrastrutture, forse la strada è coordinare la maggior parte delle nuclei familiari di un villaggio tramite un unico digestore di dimensioni maggiori, per poter migliorare la qualità tecnica dell'impianto stesso riducendo la manutenzione necessaria, ottimizzando la gestione e contenendo la spesa dei servizi a carico delle Autorità locali.

È necessario quindi tutelare l'investimento governativo e privato, risolvendo le difficoltà del sistema amministrativo e, attraverso operazioni di controllo e raccolta dati, centralizzare le strategie opportune.

La gestione da parte del Governo del problema ambientale è la garanzia della futura stabilità socioeconomica del sistema.

Bibliografia

Monografie in lingue occidentali

BERRAH, Nouredine et al., *Sustainable Energy in China: the Closing Window of opportunity*, Washington DC, World Bank, 2007.

BUREN, Ariane van (a cura di), *A Chinese Biogas Manual: Popularising Technology in the Countryside*, London UK, Intermediate Technology Publications, Ltd, 1979 (traduzione dalla lingua cinese da parte di Michael Crook).

DEUBLEIN, Dieter et al., *Biogas From Waste and Renewable Resource: An Introduction*, Weinheim DE, Wiley-VCH Verlag GmbH, 2008, cap. 4 “History and status to date in other countries”, pp. 35-43.

EVA, Fabrizio, *Cina e Giappone. Due modelli per il futuro dell'Asia*, Torino, UTET Libreria, 2000.

LABEYRIE, Pierre, “Biogas”, in Jean Claude SABONNADIÈRE (a cura di), *Renewable Energies Technologies*, ISTE, London UK, Wiley and Sons, 2010.

LIEBERTHAL, Kenneth, *Governing China. From Revolution through reform*, Ney York, Norton & Company, 2nd ed., 2004.

GOBBICCHI, Alessandro, *La Cina e la questione ambientale*, Milano, FrancoAngeli, 2012.

GRANO, Simona, “Ambiente e risorse energetiche”, in Magda ABBIATI (a cura di), *Propizio è intraprendere imprese: Aspetti economici e socioculturali del mercato cinese*, Venezia, Cafoscarina, 2006.

LABEYRIE, Pierre, “Biogas”, in SABONNADIÈRE, Jean Claude (a cura di), *Renewable Energies Technologies*, ISTE, London UK, Wiley and Sons, 2010.

NAUGHTON, Barry, *The Chinese Economy: Transitions and Growth*, Cambridge MA, The Mit Press, 2007.

TOMBA, Luigi, *Storia della Repubblica Popolare Cinese*, Milano, Paravia Bruno Mondadori Editori, 2002.

ZANIER, Valeria, *Dal grande esperimento alla società armoniosa: trent'anni di riforme economiche per costruire una nuova Cina*, Milano, FrancoAngeli, 2010, cap. 8 “Sostenibilità dello sviluppo e dinamismo economico”, pp. 165-183.

Articoli in lingue occidentali

CHEN, Ling et al., “The Progress and Prospects of Rural Biogas Production in China”, *Energy Policy* 51, december 2012, pp. 58-63.

CHEN, Ruchen, “The Development of Biogas Utilisation in China”, *Biomass* 1, 1981, pp. 39-46 (traduzione in lingua inglese a opera di LI Nianguo).

CHEN, Rongjun, “Livestock-biogas-fruit systems in South China”, *Ecological Engineering* 8, 1997, pp. 19-29.

CHEN, Yu et al., “An assessment of the availability of household biogas resources in rural China”, *International Journal of Energy and Environment (IJEE)* 1, 2010, pp. 783-792.

CHEN, Yu et al. “Household Biogas in Rural China: a Study of Opportunity and Constraints” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14, 2010, pp. 545-549.

DING, Wenguang et. al., “Influence of household biogas digester use on household energy consumption in a semi-arid rural region of northwest China”, *Applied Energy* 97, 2012, pp. 16-23.

FENG, Yongzhong et al., “Household Biogas Development in Rural China: On Policy Support and Other Macro Sustainable Condition”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16, (2012), pp. 5617-5624.

FINKELMAN, Robert B. et al., “Health impacts of domestic coal use in China”, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, Vol. 96, March 1999, pp. 3427–3431.

GOSENS, Jorrit et al., “Sustainability effects of Household-Scale Biogas in Rural China”, *Energy Policy* 54, 2013, pp. 273-287.

GROENENDAAL, Willem van et al., “Microanalysis of the benefits of China's family-size biogas digesters”, *Energy* 35, 2010, pp. 4457-4466.

JIANG, Xinyuan et al., “A Review of the Biogas Industry in China”, *Energy Policy* 39, (2011), pp. 6073–6081.

KAN, Haidong, “Environment and Health in China: Challenges and Opportunities”, *Environmental Health Perspective* 117 (12), December 2009.

LI, Jian, “The decline of Household Pig Farming in Rural Southwest China: Socioeconomic Obstacles and Policy Implications”, *Culture & Agriculture* 32, 2010, pp. 61-77.

LIN, Gan et al. “Bioenergy transition in rural China: Policy options and co-benefits”, *Energy Policy* 36, 2008, pp. 531-540.

QI, Xinshan et al., “Advantages of the integrated pig-biogas-vegetable greenhouse system in North China”, *Ecological Engineering* 24, 2005, pp. 177-185.

QIU, Daxiong et al., “Diffusion and Innovation in the Chinese Biogas Program”, *World Development* 18, 1990, pp. 555-563.

PALMER, Michael, “Environmental Regulation in the People's Republic of China: The Face of Domestic Law”, *The China Quarterly*, No 156 Special Issue: China's Environment, december 1998, pp.788-808.

RONDININI, Gabriella, “Zoonosi emergente da *Streptococcus suis*”, *Igiene Alimenti: disinfezione e igiene ambientale*, gennaio/febbraio 2006 pp. 10-11.

ROZELLE, Scott et al., “Poverty, population and environmental degradation in China”, *Food Policy*, Vol. 22, No 3, 1997, pp. 229-251.

WANG, Xiaohua et. al., “The influence of using biogas digesters on family energy consumption and its economic benefit in rural areas. Comparative study between Lianshui and Guichi in China”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 11, 2007, pp. 1018–1024.

YAO, Chunsheng et al., “Analysis of rural residential energy consumption and corresponding carbon emissions in China”, *Energy Policy* 41, 2012, pp. 445–450.

YE, Xujun et al., “The Ecological Agriculture Movement in Modern China”, *Agriculture, Ecosystem and Environment* 92, 2002, pp. 261-281.

YANG, Yanli et al. “Regional differentiation of biogas industrial development in China”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16, 2012, pp. 6686-6693.

ZHANG, Junfeng, et. al., “Household Air Pollution from Coal and Biomass Fuels in China: Measurements, Health Impacts, and Interventions”, *Environmental, Health, Perspectives* 115 (6), June 2007, pp. 848-855.

ZHANG, Lixiao et al. “Carbon Emission Reduction Potential of a Typical Household Biogas System in Rural China”, *Journal of Cleaner Production*, 2012, pp. 1-7.

ZHENG, Luo, “Rural Energy in China”, *Earth, System and Environmental Sciences*, 2004, pp. 493-506.

ZHOU, Zhongren, et. al., “Study on sustainable development of rural household energy in northern China”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 12, 2008, pp. 2227–2239.

17th CPCNC (*Communist Party of China National Congress*), “Building socialist new villages”, *People's Daily Online* (30/09/2007), <http://english.peopledaily.com.cn/90002/92169/92211/6275027.html>, (10/04/2013).

China Daily, “Your guide to *New Socialist Countryside*”, *People's Daily Online*, 8 marzo 2006, http://english.people.com.cn/200603/08/eng20060308_248839.html (10/04/2013).

Letteratura grigia in lingue occidentali

BYRNE, John et al., *Health, Ecological, Energy and Economic Impacts of Integrated Agricultural Bioenergy Systems in China and Institutional Strategies for their Successful Diffusion*, Center for Energy and Environmental Policy, october 2004, http://www.ceep.udel.edu/publications/energysustainability/2004_es_China_bioenergy_4-in-1_final%20report.pdf .

China Council for International Cooperation on Environment and Development (CCICED), *Rural Development and its Energy, Environment and Climate Change Adaptation*, Policy Research Report 2009, <http://www.cciced.net/enciced/policyresearch/report/201205/P020120529358134723461.pdf> cap. 7 “Case Studies: how rural China is conserving energy, improving the environment and tackling climate change while addressing rural poverty”, pp. 19-25.

CHRISTIAENSEN, Luc et al. “Greening China’s Rural Energy: New Insights on the Potential of Smallholder Biogas”, *Policy Research Working Paper 6102*, Washington DC, The World Bank, june 2012, <http://elibrary.worldbank.org/content/workingpaper/10.1596/1813-9450-6102> .

FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations), *Biogas Technology: a Training Manual for Extension*, support for development of National Biogas Programme, Kathmandu (Nepal), september 1996, session 1, session 3.1. (introduction), session 3.2. (Biogas Programme in China), <http://www.fao.org/docrep/008/ae897e/ae897e00.HTM> .

FENG, Fan, *Implementation of Biogas Digestion to Clean up China's Livestock Industry and Provide Rural Energy* (july, 2008), http://www.circleofblue.org/waternews/wp-content/uploads/2011/03/ag_biogas_jul08.pdf .

GREGORY, Regina, *China – Biogas*, 2010, <http://www.ecotippingpoints.org/our-stories/indepth/china-biogas.html> .

HEVIA, Tomás, *The Rural Electrification in China and The Impact of Renewable Energies*, China Europe International Business School, 2009, <http://www.ceibs.edu/bmt/images/20110221/30210.pdf> .

HENDERSON, Paul, “Anaerobic Digestion in Rural China”, pubblicato da *City Farmer, Canada's Office of Urban Agriculture*, 2 marzo 2009, <http://www.cityfarmer.org/biogasPaul.html> .

HO, Mae-Wan, “Biogas for China's New Socialist Countryside”, *ISIS report* (17/11/10), <http://www.i-sis.org.uk/biogasForChina.php> .

HO, Mae-Wan, “Eradicating rural poverty with renewable energies” *ISIS report* (24/11/10) <http://www.i-sis.org.uk/eradicatingRuralPovertyRenewableEnergies.php> .

HU, Qichun, *The promotion of Rural Domestic Biogas Plants in P. R. China*, 2006. (documento fornitomi da parte del prof. Jingjing Huang via e mail).

HUBA, Elisabeth (a cura di), “4 in 1 Biogas Systems: a field study on sanitation aspects &

acceptance issues in Chaoyang and Shenyang Municipalities, Liaoning province”, progetto condotto da parte di China Node for Sustainable Sanitation (CNSS), Beijing, may 2011, [http://www.ecosanres.org/pdf_files/4-in-1 Household Biogas Project Evaluation-20110620.pdf](http://www.ecosanres.org/pdf_files/4-in-1_Household_Biogas_Project_Evaluation-20110620.pdf) .

International Energy Agency (IEA), *CO₂ emission from fuel combustion, Highlights*, edizione 2012, <http://www.iea.org/co2highlights/co2highlights.pdf> , p. 24-25.

LAM, Jan et al., *Domestic Biogas Compact Course: Technology and Mass-Dissemination Experiences from Asia*, Postgraduate Programme Renewable Energy, 26-28 april 2011, University of Oldenburg, version 2010, http://www.unioldenburg.de/fileadmin/user_upload/physikkpre/download/Biogas/Biogas2011/Biogas_Course_Oldenburg_ReaderVers_2010_ohneTN.pdf .

LARSON Eric (a cura di), *Breathing Easier in Rural China: Analysis of Options for Reducing Indoor Air Pollution from Burning Solid Fuels*, documento di discussione preparato per lo Energy Sector Management Assistance Program della World Bank, 2005, <http://people.duke.edu/~cy42/Breathing.pdf> .

LI, Kangmin, “Biogas China”, *ISIS report*, 02/10/06, <http://www.i-sis.org.uk/BiogasChina.php>.

LI, Junfeng et al., *Background Paper: Chinese Renewable Status Report 2009*, 2009, [http://ren21.net/Portals/0/documents/Resources/Background Paper Chinese Renewables Status Report 2009.pdf](http://ren21.net/Portals/0/documents/Resources/Background_Paper_Chinese_Renewables_Status_Report_2009.pdf) .

KAUFMAN, Joan, “The Current Situation, Infectious Disease Challenges in China”, in FREEMAN III Charles W. (a cura di), *China's Capacity to Manage Infectious Diseases, Global Implications*, report del CSIS (Center for Strategic & International Studies) Freeman Chair in China Studies, march 2009, http://csis.org/files/media/csis/pubs/090325_freeman_chinacapacity_web.pdf .

MARCHAIM, Uri, *Biogas processes for sustainable development*, FAO, 1992, <http://www.fao.org/docrep/t0541e/t0541e00.HTM> .

SANTORO, Rinaldo, *Brochure di un impianto di Cogenerazione “GenGas” della potenza di 125 kWe alimentato da sottoprodotti di origine biologica*, 2013, http://www.energylifegroup.it/doc/Brochure_GenGas_125-13-02-2013.pdf.

SMITH, Pete, *Cool Farming. Impatti climatici dell’agricoltura e potenziale di mitigazione*, 2008, <http://www.greenpeace.org/italy/Global/italy/report/2008/6/cool-farming.pdf>.

STIVAL, Ocildo, et. al., *dispensa riassuntiva del corso di orticoltura*, Comunità montana del parco dell'alto garda bresciano, Ufficio Agricoltura e Foreste, Gargnano (BS), 2006, <http://www.cm-parcoaltogarda.bs.it/image/xa2070522084356.pdf> .

SUN, Bo, et. al. “Agricultural Non-Point Source Pollution in China: Causes and Mitigation Measures”, *Ambio*, 41 (4), June 2012, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3393061/> .

TIAN Yishui, SONG Dongfeng et al., *One Digester plus Three Renovations: Biogas Plants for Rural China*, United Nations Development Programme, september 2011, <http://www.snap-undp.org/elibrary/Publications/Case5-DPBURC.pdf> .

United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP), *Recent Development in Biogas Technology for Poverty Reduction and Sustainable Development*, Beijing 2007, <http://www.un-csam.org/publication/F-Biogas.PDF> .

WANG, Mengjie, *Biogas Technology and Ecological Environment Development in Rural Areas of China*, 2002, http://www.ecosanres.org/pdf_files/Nanning_PDFs/Eng/Wang%20Mengjie%2012_C19.pdf .

World Meteorological Organisation (WMO), *Greenhouse Gas Bulletin. The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2009*, November 2010, http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ghg/documents/GHG_bull_6en.pdf .

WU, Wenliang, *the Chinese Ecological Agriculture: Development Strategies, Typical Models and Technology*, http://library.uniteddiversity.coop/Food/Chinese_Ecological_Agriculture.pdf .

ZHANG, Mi, *Financing of Domestic Biogas Plants in China*, Bangkok, Thailand, The International Workshop on Financing of Domestic Biogas Plants, 22-23 october 2008, <http://ebooks6.com/download.php?id=22019> .

Documenti tratti dalla rete

EMANUELA, Colombo, *L'accesso all'energia nei paesi poveri*, in “energiaspiegata.it”, 22 giugno 2010, <http://www.energiaspiegata.it/component/content/article/38-primopiano/672-accesso-allenergia-e-poverta-nel-mondo>, (25/05/2013).

FLORITA, Botts, *Back-Yard Biogas in China*, in drylandfarming.com, <http://www.drylandfarming.org/FB/Biogas4.html>, 1980, (19/08/2013).

Institute for Energy Research (IER), *Kyoto's Clean Development Mechanism: Is It Producing Results? For Whom?*, in “Institute for Energy and Research”, 24 marzo 2010, <http://www.instituteforenergyresearch.org/2010/03/24/kyotos-clean-development-mechanism-is-it-producing-results-for-whom/>, (12/05/2013).

JEFFREY, Hays, *Deforestation and Desertification in China*, in “Facts and Details”, 2008 (aggiornato nel marzo 2012), <http://factsanddetails.com/china.php?itemid=389>, (10/07/2013).

JEFFREY, Hays, *Miao Ethnic Group (Laos, Vietnam, Myanmar, Thailand and southern China)*, in “Facts and Details”, 2008, <http://factsanddetails.com/china.php?itemid=174&catid=5>, (29/08/2013).

MARIO, Rosato, *Biogas domestico e digestori: le origini della tecnologia*, in “architettura ecosostenibile: soluzioni architettoniche per la riduzione dei consumi energetici”, 14 maggio 2012, <http://www.architetturaecosostenibile.it/architettura/criteri-progettuali/biogas-domestico-digestori-tecnologia-723.html>, (30/05/2013).

TOMMASO, Collodi, “*Calorifico, Potere*” in Treccani. It, *l'Enciclopedia Italiana*, 1930, http://www.treccani.it/enciclopedia/potere-calorifico_%28Enciclopedia-Italiana%29/%20%2C/, (10/06/2013).

UGO, Guarnacci, *Energia, povertà e sviluppo: un'analisi dei dati del World Energy Outlook 2010*, in “AGI ENERGIA”, 17 novembre 2010, <http://www.agienergia.it/Notizia.aspx?idd=569&id=59&ante=0>, (26/05/2013).

The ECONOMIST, *Comparing Chinese provinces with countries. All the parities in China: which countries match the GDP, population and exports of Chinese provinces?*, in “economist”, 2011, http://www.economist.com/content/chinese_equivalents, (22/08/2013).

XINHUA, *More gauges of water pollution*, in “China.org.cn”, 18 may 2012, http://www.china.org.cn/environment/2012-05/18/content_25413625.htm, (5/07/2013).

__, *Agricoltura; struttura dell'economia agricola*, in “Ambasciata d'Italia a Pechino” http://www.ambpechino.esteri.it/Ambasciata_Pechino/Menu/I_rapporti_bilaterali/Cooperazione_economica/Scheda_Paese/Agro-alimentare/, (30/05/2013).

Materiali in lingua cinese

Heilongjiangsheng Renmin Zhengfu, 黑龙江省人民政府, *Heilongjiang zhaokai nongcun nengyuan jianshe hui jiang jian huyong zhaoqichi 13 wan ge*, 黑龙江召开农村能源建设会将建户用沼气池13万个, *La provincia dello Heilongjiang avvia una campagna di costruzione di infrastrutture energetiche rurali: il numero di impianti a biogas domestici realizzati sarà pari a 130mila*, in Zhonghua Renmin Gongheguo Zhongyang Renmin Zhengfu, 中华人民共和国中央人民政府, 2008年09月17日, http://www.gov.cn/gzdt/2008-09/17/content_1097551.htm, (10/08/2013).

KOU Jianping 寇建平, “Woguo 2007 nian nongcun kezaisheng nengyuan fazhan xianzhuang yu qushi, 我国2007年农村可再生能源发展现状与趋势 (Development status and trend of rural renewable energy in China)”, *Kezaisheng Nengyuan 可再生能源 (Renewable Energy Resources)* 26 (3), 2008年6月, pp. 1-6.

MA Kunyun 马坤云, “Tan pinkun diqu ruhe liyong zhaoqi fazhan nongcun tingyuan jingji, 谈贫困地区如何利用沼气发展农村庭院经济 (Discussion on developing courtyard economics with biogas technology in poorer area in China)”, *Zhongguo Zhaoqi 中国沼气 (China Biogas)* 21(4), 2003 年, 48-50 页.

MA Yuzhong 马玉忠, “*Fei zhengchang*” *baofei de zhaoqichi*, “非正常报废” 的沼气池 (*digestori a biogas dimessi in modo del tutto inadeguato*), in cnweekly.cn, *Zhongguo Jingji Zhoukan 中国经济周刊 (China Economic Weekly)*, 2009年 08 月30日, <http://www.cweekly.cn/html/Article/2009-8/291080955.html>, (14/08/2013).

MEI Yan 梅 颜 et al., *Yunnan nongcun diqu sheng wuzhi neng liyong jishu gaikuan*, 云南农村地区生物质能利用技术概况 (*Overview of Biomass Energy Technology in Rural Yunnan of China*), World Agroforestry Centre, 2009,

<http://www.worldagroforestry.org/sea/Publications/files/workingpaper/WP0125-10.PDF>.

Nongye bu fazhan jihua si 农业部发展计划司 (MOA, Dipartimento per la pianificazione dello sviluppo), *Heilongjiangsheng nongcun zhaoqi guozhai xiangmu jianshe qingkuang zi pingjia baogao* 黑龙江省农村沼气国债项目建设情况自评价报告 (report di autovalutazione della situazione di costruzione del progetto biogas-bond nelle aree rurali della provincia dello Heilongjiang), in Zhongguo Nongye Jianshe Xinxin Wang, 中国农业建设信息网, 2008年1月17日, <http://ac.agri.gov.cn/ac/ViewContent.do?id=4affaa1f17812c590117853218d00061>, (26/08/2013).

QING, Caiya, 蔡亚庆 et al., “Woguo nongcun huyong zhaoqi fazhan de xianzhuang, wenti yu duice” “我国农村户用沼气发展的现状、问题与对策(Lo sviluppo del biogas domestico in Cina: situazione attuale, problematiche e contromisure)”, *Zhongguo Nongcun Keji*, 中国农村科技, 2012年7月, 44-46页.

QIU, Huanguang, 仇焕广 et al., “Woguo nongcun huyong zhaoqi butie zhengce de shishi xiaoguo yanjiu, 我国农村户用沼气补贴政策的实施效果研究 (Studio degli effetti della realizzazione delle politiche di sovvenzionamento della tecnologia del biogas domestico nelle zone rurali)”, *Nongye jingji wenti (yuekan)* 农业经济问题 (月刊), 2013年第2期, 85-92页.

WANG, Fei, 王飞 et al., “Zhongguo zhaoqi fazhan de xianzhuang, qudong ji zhiyue yinsu fenxi 中国沼气发展的现状、驱动及制约因素分析 (Stato attuale dello sviluppo del biogas in Cina, analisi di limiti e benefici)”, *Nongye Gongcheng Xuebao* 农业工程学报 28 (1), 2012年1月, 184-189页.

WANG, Xiaojun, 王晓君 et al., *Zhongguo huyong zhaoqi fazhan xianzhuang ji jianyi*, 中国户用沼气发展现状及建议 (Stato e prospettive dello sviluppo del biogas domestico in Cina), in Zhongguo zhaoqi wang, 中国沼气网, 2013年4月8日, http://www.biogas.cn/CN/B_TechnologyDetails.aspx?kid=b62bb212-9ee8-4d98-b1ed-ce63492fc207&knme=%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E6%88%B7%E7%94%A8%E6%B2%BC%E6%B0%94%E5%8F%91%E5%B1%95%E7%8E%B0%E7%8A%B6%E5%8F%8A%E5%BB%BA%E8%AE%AE&tid=f1efc7a0-ba16-421c-bff4-ddc7e9c3f0ca&tnme=%E5%AD%A6%E6%9C%AF%E8%AE%BA%E6%96%87, (12/07/2013).

WANG Yichao, WANG Xin, 王义超, 王新, “Jianguo qianhou zhongguo tuiguang liyong zhaoqi jishu de butong tedian 建国前后中国推广利用沼气技术的不同特点 (Comparazione delle caratteristiche di diffusione della tecnologia del biogas in Cina prima e dopo la fondazione della Repubblica Popolare Cinese), *Nongye Keji Guanli* 农业科技管理 vol. 30 No. 2, 2011年4月, 32-36页.

XIE Dengke 谢登科, *Shuping: Baohu tigo liangshi shengchan nengli dali tuijin “liu xiao gongcheng”*, 述评: 保护提高粮食生产能力大力推进 “六小工程” (commento: tutelare l'aumento delle capacità produttive del sistema agricolo, promuovendo attivamente "sei piccoli progetti"), in "Xinhua Wang 新华网“, 2003年11月2日, http://news.xinhuanet.com/newscenter/2003-11/02/content_1155194.htm, (15/05/2013)

XINHUA she 新华社, *Quanguo renmin daibiao dahui changwu weiyuanhui guanyu xiugai "zhonghua renmin gongheguo kezaisheng nengyuan fa" de jueding*, 全国人民代表大会常务委员会关于修改《中华人民共和国可再生能源法》的决定, (*decisione di revisione della Legge sull'energia rinnovabile da parte del Comitato permanente dell'Assemblea nazionale del popolo*), in "zhonghua renmin gongheguo zhongyang" renmin zhengfu, 中华人民共和国中央人民政府", 2009年12月26日, http://www.gov.cn/flfg/2009-12/26/content_1497462.htm, (05/06/2013).

XINHUA she 新华社, *zhonghua renmingongheguo jieyue nengyuan fa*, 中华人民共和国节约能源法 (*Legge di Conservazione dell'Energia*), in "zhonghua renmin gongheguo zhongyang renmin zhengfu, 中华人民共和国中央人民政府" 2007年10月28日, http://www.gov.cn/flfg/2007-10/28/content_788493.htm, (05/06/2013).

XINHUA wang 新华网, *Guiwuyuan banbu "tuigeng huan lin tiaoli" xia yue 20 ri qi shishi* 国务院颁布《退耕还林条例》 下月20日起实施国 (*il Consiglio di Stato della RPC ha promulgato l'entrata in vigore del "regolamento per la riforestazione delle aree agricole" per il giorno 20 del prossimo mese*), in Xinhua wang, zhengfu zaixian pindao 新华网, 政府在线频道, 2002年12月6日, http://news.xinhuanet.com/zhengfu/2002-12/25/content_669840.htm, (19/06/2013).

XINHUA wang 新华网, *Hubei Enshi 50 yu wan huyung zhaoqichi dai lai da fuqi* 湖北恩施50余万户用沼气池带来大福气 (*500mila impianti domestici nella prefettura di Enshi, nello Hubei, sono una grande benedizione*), in xinhuanet.com, 新华网, 2002年12月6日, http://www.hb.xinhuanet.com/2013-06/26/c_116302061.htm, (01/09/2013).

XINHUA wang 新华网, *zhonghua renmin gongheguo nongye fa* 中华人民共和国农业法 (*Legge sull'Agricoltura della RPC*), in Xinhua wang, zhengfu zaixian pindao 新华网, 政府在线频道, 2002年12月28日, http://news.xinhuanet.com/zhengfu/2002-12/30/content_674382.htm, (19/06/2013).

Yunnan zhengyan wang 云南证言网, *tigao fuwu wangdian de guan hu nengli cujin nongcun hu yong zhaoqi ke chixu fazhan*, 提高服务网点的管护能力 促进农村户用沼气可持续发展, (*migliorare la capacità di gestione della rete di servizi e promuovere lo sviluppo sostenibile del biogas domestico nelle aree rurali*), in Yunnan zhengyan wang 云南证言网, 2012年10月15日, http://www.ynzy.gov.cn/html/2012/zhengyanzhanshi_1015/725.html, (20/08/2013).

ZHENG Jun 郑军 *Woguo nongcun zhaoqi guozhai xiangmu: Zhengce tezheng, zhengce jixiao yu zhengce youhua* 我国农村沼气国债项目: 政策特征、政策绩效与政策优化 (*il Progetto biogas-bond nelle aree rurali della Cina: applicazione, risultati e sistemi di potenziamento delle politiche*), *Nongye jingji wenti*, 农业经济问题, (月刊) 2012 7月, 55-62 页.

Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, nongye bu 中华人民共和国国家发展和改革委员会、农业部 (National Development and Reform Commission, Department of Agriculture), *Guojia fazhan gaige wei nongye bu guanyu jiaqiang 2008 nian nongcun zhaoqi jianshe xiangmu guanli gongzuo de tongzhi* 国家发展改革委 农业部关于加强2008年农村沼气建设项目管理工作的通知 (*Delibera da parte della PRC National*

Development and Reform Commission (NDRC) relativa al potenziamento dei progetti di costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali nell'anno 2008), 2008年02月22日, <http://ac.agri.gov.cn/ac/ViewContent.doid=4affaa1f185f50ba01187377a6de0347&year=2008&month=2&right=!ENCODE0gnYxhX30hhRYXp&sysid=4028817608b273d40108b273e12b1000>, (2013年02月20日).

Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali)*, 2006-2010 年, <http://www.sdpc.gov.cn/fzgh/ghwb/115zxgh/P020070928506204083553.pdf>.

Zhongguo renmin gongheguo nongye bu 中华人民共和国农业部 (MOA, Ministry of Agriculture, PRC), *Zhongguo nongye tongji ziliao 中国农业统计资料 (Dati statici: Agricoltura - Cina)*, 2010 年.

Indice delle tabelle, dei grafici e delle immagini

Tabelle

- Tabella 1.1: Contributi dal fondo nazionale destinati una famiglia per un impianto domestico.
Fonte: GOSENS, Jorrit et al., “Sustainability effects of Household-Scale Biogas in Rural China”, *Energy Policy* 54, 2013, p. 275, (traduzione propria).....42
- Tabella 1.2: Esempio costi e contributi di un impianto nella provincia del Guizhou (2005)
Fonte: HU, Qichun, *The promotion of Rural Domestic Biogas Plants in P. R. China*, 2006, p. 5,
(traduzione propria).....43
- Tabella 2.1: Legenda: caratteristiche climatiche, ambientali e finanziarie delle aree selezionate nella cartina
Fonte: le informazioni contenute nella tabella sono state rielaborate dal testo: CHEN Yu et al., “An assessment of the availability of household biogas resources in rural China”, *International Journal of Energy and Environment (IJEE)* 1, 2010, pp. 783-792.54
- Tabella 2.2: Sviluppo del sistema economico ed energetico della Cina rurale (1980-1998).
Fonte: ZHENG Luo, “Rural Energy in China”, *Earth, System and Environmental Sciences*, 2004, p. 496.....58
- Tabella 3.1: Macroregione a Ovest – Caratteristiche
Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in Zhonghua renmin gongheguo guojia fazhan he gaige weiyuanhui, 中华人民共和国国家发展和改革委员会 (National Development and Reform Commission), *Quanguo nongcun zhaoqi gongcheng jianshe guihua 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali), 2006-2010 年*,
<http://www.sdpc.gov.cn/fzgh/ghwb/115zxgh/P020070928506204083553.pdf>, p. 20.....89
- Tabella 3.2: Macroregione a Ovest – Impianti a biogas.
Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali), *op. cit.*, p. 20.....89
- Tabella 3.3: Zona a Sudovest – Impianti a biogas.
Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali), *op. cit.*, pp. 20-21.90
- Tabella 3.4: Zona a Nordovest – Impianti a biogas.
Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali), *op. cit.*, pp. 21-22.91
- Tabella 3.5: Zona delle tre prefetture e otto contee – Impianti a biogas.
Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali), *op. cit.*, p. 22.92

Tabella 3.6: Macroregione centrale e nordorientale – Caratteristiche.	
Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali), <i>op. cit.</i> , pp. 22-23.	92
Tabella 3.7: Macroregione centrale e nordorientale – Impianti a biogas.	
Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali), <i>op. cit.</i> , pp. 22-23.	93
Tabella 3.8: Area collinare a Sudest – Impianti a biogas.	
Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali), <i>op. cit.</i> , p. 23.	94
Tabella 3.9: Area pianeggiante del Mar Giallo – Impianti a biogas.	
Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali), <i>op. cit.</i> , pp. 23-24.	95
Tabella 3.10: Area a Nordest – Impianti a biogas.	
Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali), <i>op. cit.</i> , p. 24.	95
Tabella 3.11: Macroregione a est – Caratteristiche.	
Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali), <i>op. cit.</i> , p. 25.	96
Tabella 3.12: Macroregione a est – Impianti a biogas.	
Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali), <i>op. cit.</i> , p. 25.	97
Tabella 3.13: MOA – Prosperous Eco-farmyards; Investimenti	
Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in WANG, Xiaojun, 王晓君 et al, <i>Zhongguo huyong zhaoqi fazhan xianzhuang ji jianyi, 中国户用沼气发展现状及建议 (Stato e prospettive dello sviluppo del biogas domestico in Cina)</i> , <i>op. cit.</i> e WANG, Fei, 王飞 et al., "Zhongguo zhaoqi fazhan de xianzhuang, qudong ji zhiyue yinsu fenxi 中国沼气发展的现状、驱动及制约因素分析, (Stato attuale dello sviluppo del biogas in Cina, analisi di limiti e benefici)", <i>Nongye Gongcheng Xuebao 农业工程学报</i> 28 (1), 2012年 1月, 185 页.	99
Tabella 3.14: “National Biogas Rural Construction Plan (2003-2005)”; Investimenti.	
Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in WANG, Xiaojun, 王晓君 et al., <i>Zhongguo huyong zhaoqi fazhan xianzhuang ji jianyi, 中国户用沼气发展现状及建议 (Stato e prospettive dello sviluppo del biogas domestico in Cina)</i> , <i>op. cit.</i> e WANG, Fei, 王飞 et al., "Zhongguo zhaoqi fazhan de xianzhuang, qudong ji zhiyue yinsu fenxi 中国沼气发展的现状、驱动及制约因素分析, <i>op. cit.</i> 185 页.	100
Tabella 3.15: Investimenti all'interno di province, municipalità e regioni autonome (2003-2005)	
Fonte: 全国农村沼气工程建设规划 (Piano nazionale per la costruzione di impianti a biogas nelle aree rurali), <i>op. cit.</i> , p. 32 (traduzione propria)	101

Tabella 3.16: “National Biogas Rural Construction Plan (2006-2010)”; Investimenti.

Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in WANG, Xiaojun, 王晓君 et al., *Zhongguo huyong zhaoqi fazhan xianzhuang ji jianyi*, 中国户用沼气发展现状及建议 (*Stato e prospettive dello sviluppo del biogas domestico in Cina*), op. cit. e WANG, Fei, 王飞 et al., "Zhongguo zhaoqi fazhan de xianzhuang, qudong ji zhiyue yinsu fenxi 中国沼气发展的现状、驱动及制约因素分析, op. cit. 185 页.102

Figure

Figura 1.1: Scavo preliminare per la costruzione del digestore (1980).

Fonte: FLORITA Botts, *Back-Yard Biogas in China*, in drylandfarming.com, <http://www.drylandfarming.org/FB/Biogas4.html>, 1980, (19/08/2013).17

Figura 1.2: Realizzazione della struttura in mattoni (1980).

Fonte: FLORITA Botts, *Back-Yard Biogas in China*, op. cit.18

Figura 1.3: Forma “a cupola”, tipica del modello cinese (1980).

Fonte: FLORITA Botts, *Back-Yard Biogas in China*, op. cit.18

Figura 1.4: China dome digester.

Fonte: FRAENKEL P.L., “FAO Irrigation and Drainage Papers, United Kingdom”, Intermediate Technology Power Limited Reading, 1986, cap. 4.10 Biomass and coal (the non petroleum fuels), <http://www.fao.org/docrep/010/ah810e/AH810E13.htm>, (traduzione propria).....20

Figura 1.5: Il Presidente Mao visiona una stufa a biogas a Wuhan, nell'aprile del 1958.

Fonte: GREGORY, Regina, *China – Biogas*, 2010, <http://www.ecotippingpoints.org/our-stories/indepth/china-biogas.html>, p.6.....27

Figura 1.6: Il modello del sud, “Pig-Biogas-Fruit”

Fonte: Biogas Engineering Research Center of Yunnan Province, 云南省沼气工程技术研究中心 (centro di ricerca ingegneristica del biogas nella provincia dello Yunnan), 27 aprile 2011, http://en.ynbiogas.com/products_detail/&productId=5c250ae8-5948-4440-a7a4-37431fe86ec6&comp_stats=comp-FrontProducts_list01-1302052580400.html, (traduzione propria).....36

Figura 1.7: Il modello del Nord, “Four in One”

Fonte: Biogas Engineering Research Center of Yunnan Province, 云南省沼气工程技术研究中心 (centro di ricerca ingegneristica del biogas nella provincia dello Yunnan), 27 aprile 2011, http://en.ynbiogas.com/products_detail/&productId=8e9f11fb-7b0e-4e1d-bb2c-89828c724a61.html, (traduzione propria).....39

Figura 2.1: Classificazione delle aree adatte all'installazione di un impianto domestico.

Fonte: la distribuzione regionale è stata fatta in base alle informazioni fornite da: CHEN Yu et al., “An assessment of the availability of household biogas resources in rural China”, *International Journal of Energy and Environment (IJEE)* 1, 2010, pp. 783-792.....53

Figura 2.2: L'integrazione giornaliera della biomassa (1980).

Fonte: FLORITA Botts, *Back-Yard Biogas in China*, op.cit.....55

Figura 2.3: Il biogas in cucina (1980).	
Fonte: FLORITA Botts, <i>Back-Yard Biogas in China</i> , op. cit.....	60
Figura 2.4: Stufa tradizionale, brucia biomassa senza il supporto di una canna fumaria (1980).	
Fonte: FLORITA Botts, <i>Back-Yard Biogas in China</i> , op. cit	62
Figura 2.5. Il prelievo dei sedimenti organici (1980)	
Fonte: FLORITA Botts, <i>Back-Yard Biogas in China</i> , op. cit.....	68
Figura 2.6. Il concime organico torna alle colture (1980).	
Fonte: FLORITA Botts, <i>Back-Yard Biogas in China</i> , op. cit.....	69
Figura 3.1. Modello di digestore in Plastica in Fibra di Vetro Rinforzata (2012).	
Fonte: XINHUA wang 新华网, Hubei Enshi 50 yu wan huyong zhaoqichí dai lai da fuqi, 湖北恩施50余万户用沼气池带来大福气 (500mila impianti domestici nella prefettura di Enshi, nello Hubei, sono una grande benedizione), in xinhuanet.com, 新华网, 2002年12月6日, http://www.hb.xinhuanet.com/2013-06/26/c_116302061.htm , (01/09/2013).....	86

Grafici

Grafico 1.1: Componenti del consumo energetico della Cina rurale per le utenze quotidiane (2007). Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in CHEN, Yu et al. "Household Biogas in Rural China: a Study of Opportunity and Constraints" <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> 14, 2010, p. 547.....	14
Grafico 1.2: Il Sistema Economico Circolare del biogas (relazione tra la tecnologia del biogas e le attività agricole in un piccolo sistema economico). Fonte: elaborazione propria sulla base di LAM, Jan et al., <i>Domestic Biogas Compact Course: Technology and Mass-Dissemination Experiences from Asia</i> , Postgraduate Programme Renewable Energy, 26-28 april 2011, University of Oldenburg, version 2010, p.26.....	34
Grafico 2.1: "Scala gerarchica dell'energia". Fonte: GOSENS, Jorrit et al., "Sustainability effects of Household-Scale Biogas in Rural China", <i>Energy Policy</i> 54, 2013, p. 274.....	59
Grafico 2.2: Consumi energetici della Cina rurale nel 1980 Fonte: ZHENG, Luo, "Rural Energy in China", <i>Earth, System and Environmental Sciences</i> , 2004, p. 496, (traduzione propria).....	72
Grafico 2.3: Consumi energetici della Cina rurale nel 1998. Fonte: ZHENG, Luo, "Rural Energy in China", <i>Earth, System and Environmental Sciences</i> , 2004, p. 496, (traduzione propria).....	73
Grafico 2.4: Diffusione degli impianti a biogas domestici dal 2000 al 2011. Fonte: elaborazione propria sulla base dei dati forniti in: WANG, Xiaojun, 王晓君 et al., <i>Zhongguo huyong zhaoqi</i>	

fazhan xianzhuang ji jianyi, 中国户用沼气发展现状及建议 (*Stato e prospettive dello sviluppo del biogas domestico in Cina*), in Zhongguo zhaoqi wang, 中国沼气网, 2013年4月8日

[http://www.biogas.cn/CN/B_TechnologyDetails.aspx?kid=b62bb212-9ee8-4d98-b1ed-ce63492fc207&knme=%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E6%88%B7%E7%94%A8%E6%B2%BC%E6%B0%94%E5%8F%91%E5%B1%95%E7%8E%B0%E7%8A%B6%E5%8F%8A%E5%BB%BA%E8%AE%AE&tid=f1efc7a0-ba16-421c-bff4-ddc7e9c3f0ca&tnme=%E5%AD%A6%E6%9C%AF%E8%AE%BA%E6%96%87,](http://www.biogas.cn/CN/B_TechnologyDetails.aspx?kid=b62bb212-9ee8-4d98-b1ed-ce63492fc207&knme=%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E6%88%B7%E7%94%A8%E6%B2%BC%E6%B0%94%E5%8F%91%E5%B1%95%E7%8E%B0%E7%8A%B6%E5%8F%8A%E5%BB%BA%E8%AE%AE&tid=f1efc7a0-ba16-421c-bff4-ddc7e9c3f0ca&tnme=%E5%AD%A6%E6%9C%AF%E8%AE%BA%E6%96%87)

(12/07/2013).....79

Ringraziamenti

Sono infinitamente grata alla mia splendida famiglia, per il tempo che mi ha dedicato nel corso delle mie ricerche e per avermi da sempre spronata a scoprire capacità che non credevo di possedere; in particolare, ringrazio con tutto il cuore mia mamma, che ormai credo possa discutere questa tesi al posto mio, e mio papà, senza dubbio il maggiore esperto intorno al tema delle tecnologie sostenibili della casa.

Devo i miei più sinceri ringraziamenti a Lena, per le lunghe giornate passate ad ascoltare ogni singola riga di questo lavoro, per i preziosi consigli e lo straordinario supporto morale.

Desidero inoltre ringraziare Marta, Giordano e Paolo per essermi stati sempre vicini nonostante le distanze e i fusi orari.

Grazie a Venezia, in particolare grazie al *bunker*, ai suoi molteplici ospiti e abitanti, ai pranzi domenicali in mensa, alle ansie prima degli esami, ai molteplici incidenti domestici, ai “cuori di panna”, ai carnevali e ai capodanni di cui conserviamo solo ricordi offuscati.

La mia più profonda riconoscenza va a quanti mi hanno ascoltato, sopportato e supportato durante questi mesi, con particolare affetto a Pedro, Fabio e Chiara, a “Omar Colosio” e Jammin per l’impeccabile supporto matematico, a Luca e Andrea per le giornate di studio collettivo e non avermi mai fatto dimenticare la gioia dei martedì al Lio. Grazie anche a Piero, per aver creduto in me quando ne avevo più bisogno, e a Nina, una risorsa molto più preziosa di un qualsiasi *vademecum*.

Ringrazio infinitamente Roberto per il suo amore, i nervi d’acciaio e per il tempo che mi ha continuamente dedicato durante tutti questi anni. Grazie per l’affetto che spesso fa dimenticare la fatica, per avermi mostrato un entusiasmo sempre giovane, per aver cominciato quest’avventura con me e avermi accompagnata lungo tutto il percorso.