

POLITECNICO DI MILANO

Facoltà di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in
Ingegneria Energetica



STUDIO DI FATTIBILITÀ DI UN IMPIANTO DI DISSALAZIONE
DELL'ACQUA DI MARE AD OSMOSI INVERSA, CON L'UTILIZZO DI
ENERGIA SOLARE FOTOVOLTAICA.

Relatore: Prof. Emanuela Colombo

Tesi di Laurea di:

Lucero Cynthia LUCIANO DE LA CRUZ

Matr. 784473

Anno Accademico 2014 - 2015

Ringraziamenti

Vorrei ringraziare la mia famiglia che mi è sempre stata vicina, nonostante il diverso fuso orario. Ho imparato che la lontananza è sempre relativa con rispetto a come uno abbia i bei ricordi.

Vorrei ringraziare a Dio ed inoltre alla “Congregazione di Religiose di Maria Immacolata”, che mi ha accolta e supportata egregiamente nell’affrontare questa sfida accademica. In particolare a Suor Pace ed Suor Celine che mi hanno dato le loro energie per essere coraggiosa in questo periodo.

Vorrei ringraziare anche gli amici che ho conosciuto, con cui ho vissuto e condiviso momenti felici in Europa. In modo speciale le mie care amiche: Roberta Donati, Nicoletta Zonno, Antonella Zonno, Costanza della Torre, Margarita Curo ed Fiorella Farfan che mi hanno supportato nei momenti difficili di questo percorso.

Indice generale

1	Dissalazione.....pag	8
1.1	Introduzione	8
1.2	Processi di dissalazione dell'acqua di mare	8
1.3	Infrastrutture degli impianti di dissalazione	15
1.4	Impianti di dissalazione con fonte rinnovabile	33
1.5	Confronto degli impianti di dissalazione con fonte rinnovabile	37
2	Perù: social-economic-energy and water overview.....	39
2.1	Condizione sociale e economica	39
2.2	Valutazione energetica	40
2.3	Energie rinnovabili in Perù	42
2.4	Vantaggi e svantaggi delle fonti rinnovabili	50
3	Analisi del contesto locale nella comunità “Villas de Ancon”.....	51
3.1	Descrizione generale	51
3.2	Obiettivi delle Azioni	59
3.3	Identificazione e formulazione	60
4	Descrizione della soluzione tecnica.....	75
4.1	Analisi delle risorse locali	75
4.2	Fabbisogno attuale	77
4.3	Criteri di scelta delle tecnologie	79
4.4	Descrizione dell'impianto	83
4.5	Richiesta energetica dell'impianto	86
4.6	Dimensionamento dell'apparecchiatura idraulica	88
4.7	Dimensionamento dell'apparecchiatura fotovoltaica	98
4.8	Analisi economica	10
		9
	Conclusioni.....	111
	Bibliografia.....	112

Elenco delle Figure

1	Processo stadi multipli MSF	10
2	Renowable Energy Systems and Desalination	11
3	Distillazione a multiplo effetto MED	12
4	Ricomprensione meccanica MVC	13
5	Osmosi inversa	14
6	Electrodialisi	14
7	RO-Desalination Process	15
8	Sesione di modulo tubolare, fibre cave e spirale con flusso assiale	24
9	Diagramma dei processi a membrana	26
10	Desalination Technology Market	30
11	Combinazione sistemi di energia rinnovabile-impianti di dissalazione	33
12	Solar still	34
13	PV-RO	36
14	PV-EDR Photovoltaic-driven Electrodialysis	36
15	Annual global growth of desalination by technology	38
16	Condizione sociale e economica	39
17	Energia primaria totale-Peru	40
18	Generazione potenza totale del SEIN	41
19	Le dieci centrali registrate, che utilizzano fonti rinnovabili	44
20	Atlas eolico	45
21	Atlas solare	46
22	Atlas geotermico	48
23	Camion cisterna – rifornimento dei serbatoi	54
24	Villa de Ancòn, distretto di Ancòn, Lima, Perù	58
25	Albero dei problemi	67
26	Albero degli obiettivi	68
27	Osmosi inversa alimentato con energie rinnovabili	82
28	Schema di impianto	87
29	Bilancio di massa	88
30	Profilo del fabbisogno di acqua potabile orario	89
31	Assemblaggio in serie delle membrane	97
32	Angolo di inclinazione modulo e disposizione dei pannelli	105

33	Profilo d'energia prodotta per pannello	108
34	Recupero degli investimenti –caso1	113
35	Recupero degli investimenti –caso2	115

Elenco delle Tabelle

1.	Key, typical energy data for desalination technologies (Main source: EU, 2008)	30
2.	Summary Characteristics of Various Commercial Desalination technologies	32
3.	Confronto degli impianti di dissalazione con fonte rinnovabile	37
4.	Irraggiamento medio annuo giornalero (kWh/m ²)	47
5.	Vantaggi e svantaggi delle fonti rinnovabili	50
6.	Analisi degli stakeholder	60
7.	Pianificazione	69
8.	Scheduling attività	73
9.	Budget	74
10.	Esempio di analisi di risorsa energetica	76
11.	Fabbisogno attuale	78
12.	Confronto tra tecnologie	80
13.	Individua la tecnologia più conveniente in base ai dati in possesso	81
14.	Domanda di acqua potabile, di acqua salmastra e brina	88
15.	Perdite di carico	90
16.	Perdite di carico di ogni circuito	91
17.	Energia e potenza richiesta per le pompe	92
18.	Tipi di polietilene	93
19.	Descrizione delle caratteristiche del pannello fotovoltaico	99
20.	Descrizione delle caratteristiche dell'inverte	101
21.	Irradiazione solare oraria	106
22.	Calcolo numero di pannelli	107
23.	Calcolo numero di batterie	108
24.	Costo operazione e manutenzione O&M	110
25.	Costo annuo del personale	110
26.	Apparechiature del sistema fotovoltaico	111
27.	Apparechiature del sistema meccanica	111
28.	Dettaglio di costi per attività	112
29.	Costo dell'acqua dolce per tecnologia-caso1	114
30.	Costo dell'acqua dolce per tecnologia-caso2	115

Sommario

La tesi contribuirà allo studio di fattibilità di una soluzione tecnica-economica per promuovere lo sviluppo locale delle zone costiere. Il lavoro si propone di approfondire le problematiche locali legate all'approvvigionamento d'acqua e proporre un intervento tecnologico che sfrutti le risorse idriche e energetiche in maniera integrata. A tal scopo l'obiettivo specifico individuato è di fornire acqua potabile tramite un punto di approvvigionamento facile ed accessibile agli abitanti del territorio. La soluzione tecnologica più adeguata per la zona sarà la realizzazione di un impianto ad osmosi inversa con l'uso di fonte solare- fotovoltaico.

Parole chiave: Dissalazione, energie rinnovabili, acqua di mare, Perù, fotovoltaico, solare, osmosi inversa.

Abstract

The thesis will contribute to the feasibility study of a technical- economic solution to promote the local development of coastal areas. The work aims to examine local issues related to the supply of water and propose a technological intervention to exploit the water and energetic resources in manner integrated. For that purpose , the specific objective identified is to provide drinking water through a point of sourcing and easy accesible to the inhabitants of the territory. The technological solution most suitable for the area will be the realization of a reverse osmosis plant with the use of solar- photovoltaic source .

Keywords: Desalination , renewable energy , sea water , Peru , photovoltaic , solar , reverse osmosis .

INTRODUZIONE

Saranno approfonditi gli aspetti teorici della dissalazione dell'acqua di mare, le sue potenzialità e i principali vantaggi e svantaggi del suo sfruttamento per l'approvvigionamento di acqua potabile. Ampio spazio sarà dato alle tecnologie di dissalazione con l'uso di fonti rinnovabili ad oggi in fase di ricerca e sviluppo commerciale. Con particolare dettaglio sarà trattata la classificazione, sia dal punto di vista tecnologico, analizzando le varie configurazioni impiantistiche in uso, sia per quanto riguarda i processi chimici di dissalazione, che i diversi processi pre e post trattamento dell'acqua salmastra.

Attraverso uno studio delle ricerche già effettuate nel campo si potranno poi verificare i vantaggi tecnici e le criticità delle diverse degli impianti di dissalazione con fonti energetiche rinnovabili. Si verificheranno le problematiche sulla base di dati locali e internazionali e attraverso un'analisi tecnologica e economica, confrontando le diverse configurazioni impiantistiche disponibili sul mercato e le diverse soluzioni tecnologiche innovative.

In questo studio, infine, sarà realizzato il dimensionamento delle principali richieste energetiche dell'impianto ad omos inversa, alimentandolo con pannelli fotovoltaici. In particolare si realizzerà il dimensionamento del numero di pannelli necessari e le principali caratteristiche del sistema fotovoltaico.

CAPITOLO 1

Dissalazione

1.1 Introduzione

I processi di dissalazione dell'acqua di mare sono noti fin dai tempi di Talete e Democrito e nel corso del tempo hanno avuto un notevole progresso tecnologico. Gli obiettivi principali di tali processi sono: migliorare la qualità di acqua purificata (diminuzione delle concentrazioni di sale), aumentare la resa convertita d'acqua dolce e minimizzare la richiesta energetica dell'impianto.

La dissalazione è un processo di rimozione dei sali di una soluzione acquosa. Lo studio sarà applicato solo al processo di rimozione dei sali e altri minerali dell'acqua di mare, per il consumo umano di acqua dolce. Maggiore è la salinità dell'acqua di mare e la purezza che si vuole ottenere come prodotto, maggiore sarà l'energia richiesta nel processo di dissalazione.

Ci sono tre concetti da tenere in considerazione nell'analisi della dissalazione: l'acqua del mare (detta salamoia) è l'acqua aspirata della corrente marina, l'acqua dissalata prodotta (detta distillato o acqua dolce) è quella per l'uso umano e l'acqua di residuo che sarà rimessa al mare (detta brina).

L'acqua di mare contiene dei sali disciolti e altri composti in soluzione o in sospensione, la cui quantità varia a seconda dei luoghi e delle stagioni.

In generale l'acqua di mare si presenta come un liquido incolore e ha le seguenti caratteristiche:

- PH compreso fra 7,6 a 8,4
- Densità di poco superiore a 1, mediamente circa 1,025 a 20°C
- Conducibilità a 20°C compresa fra 48000 e 60000 us/cm
- Salinità (Total dissolved solids" o TDS) compresa fra 34000 e 45000 ppm (3,4% e 4,5%)
- Area disciolta compresa fra 20 e 28 ppm, di cui circa il 36% ossigeno e il 64% azoto.¹

1.2 I PROCESSI DI DISSALAZIONE DELL'ACQUA DI MARE

Le principali tecniche di dissalazione possono essere classificate in tre gruppi in base al principio applicato: processi termici, processi a membrane e metodiche crioscopiche (che non verranno analizzate nello studio).

Processi termici (a cambiamento di fase)

- Processi a stadi multipli- Multi stage flash (MSF)
- Distillazione a multiplo effetto- Multi effect distillation (MED)
- Ricompressione meccanica-Mechanical vapor Compression (MVC)

Processi a membrane selettive

- Osmosi inversa (RO)
- Elettrodialisi (ED)

1.2.1 Descrizione dei processi termici

Sono processi che fornendo energia all'acqua di mare, la riscaldano fino alla temperatura di ebollizione in base alla pressione dell'ambiente in cui si trova. Se si fornisce ancora di più energia occorre un'evaporazione corrispondente all'entalpia del vapore a quelle condizioni. Il vapore generato può essere condensato, purché si disponga di una sorgente fredda.

Il calore di condensazione può essere recuperato attraverso varie tecniche e viene utilizzato per preriscaldare l'acqua di mare o per generare nuovo vapore.

L'acqua di mare non può essere riscaldata oltre un certo limite, per evitare l'aggravarsi dei rischi di corrosione e di incrostazione; infatti all'aumentare della temperatura diminuisce la solubilità dei Sali disciolti con conseguente formazione di incrostazione nella zona ad alta temperatura.

I processi termici possono essere applicati ad acque a qualsiasi contenuto salino e sono in grado di fornire un prodotto ad alto grado di purezza (minore di 10 ppm) che però, per l'impiego potabile, richiede un'adeguata correzione.

1.2.1.1 Processi a stadi multipli-Multi stage flash (MSF)

Un singolo stadio è schematizzato nella fig.

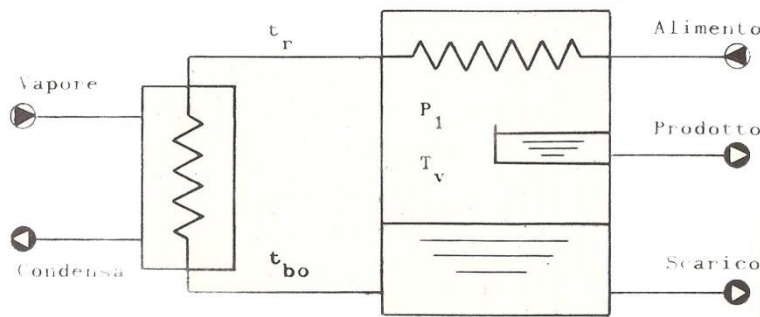


Figura 1 MSF

L'acqua di mare si riscalda nel briner heater fino alla temperatura massima di ebollizione (T_{bo}), poi viene immessa nella camera di evaporazione, dove si trova a una pressione (P_1) inferiore a quella di saturazione (P_{bo}) corrispondente alla temperatura T_{bo} , da essa si libera in modo immediato del vapore detto flash e poi si raffredda.

Il vapore condensato si raccoglie nel collettore sottostante e costituisce al produzione di acqua dissalata.

Con una differenza di temperatura sufficientemente grande si può suddividere il processo in più stadi in serie, così da preriscaldare l'acqua di mare progressivamente con il calore di condensazione di ciascuno stadio.

I tal modo si ottiene un sostanziale incremento dell'efficienza energetica del processo, essendo il consumo energetico limitato solo al calore aggiuntivo da dare all'acqua di mare.

Lo scambio che avviene in ogni stadio può essere descritto con la seguente equazione:

$$Q=U*Ac*\Delta T_m$$

Q = quantità di calore scambiata nell'unità di tempo

U = coefficiente globale di scambio termico (w/m^2k)

ΔT_m = differenza media logaritmica tra le temperatura del fluido più caldo al più freddo

$$\Delta T_{ML} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln(\Delta T_1/\Delta T_2)}$$

A_c = Area della superficie di scambio di calore

Il rendimento termico di un dissalatore multistadio essendo in funzione del numero degli stadi e dell'estensione della superficie di scambio in ogni stadio, influenza significativamente il costo di fabbricazione dell'impianto.

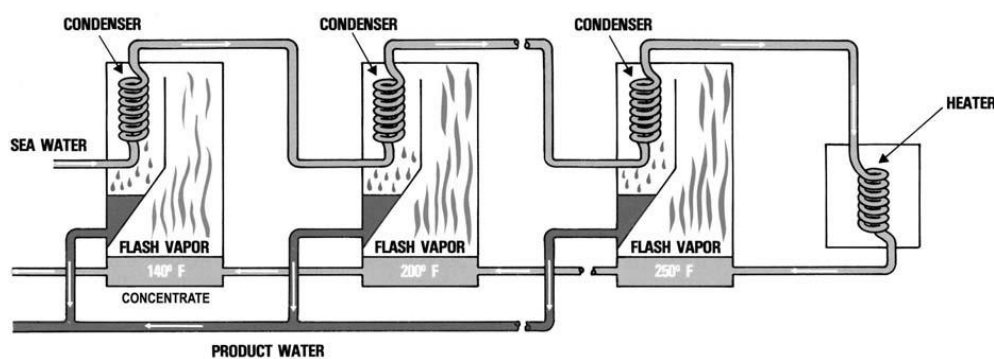


FIGURA 2. Renewable Energy Systems And Desalination

(Vol. I - Desalination with Renewable Energy - A Review - Ali M. El-Nashar)

1.2.1.2 Distillazione a multiplo effetto - Multi effect distillation (MED)

Il suo principio di funzionamento si basa sul fatto che il vapore che si sprigiona dall'acqua in fase di ebollizione è libero da impurità minerali, ciò significa che condensandolo è possibile ottenere acqua pura.

Lo schema base del MED è costituito dall'evaporazione in serie (effetti), disposte in modo che ognuna condensi il vapore generato dalla precedente e generi il vapore con cui alimentare la successiva. Secondo questo schema, la massa del vapore di alimentazione iniziale produce condensato quasi tante volte quanti sono gli effetti che compongono l'impianto.

É quindi necessario un condensatore finale per ricevere il vapore prodotto dall'ultimo effetto, per condensarlo e aggiungerlo alla produzione senza generare altro vapore.

Rispetto al processo multistadio si differenzia per una maggiore differenza di temperatura disponibile a parità di altre condizioni per il trasferimento del calore. Nell'evaporazione ad effetti multipli la temperatura della salamoia evaporante resta costante così come la temperatura del vapore di riscaldamento e pertanto in ogni effetto la differenza di temperatura non subisce riduzioni.

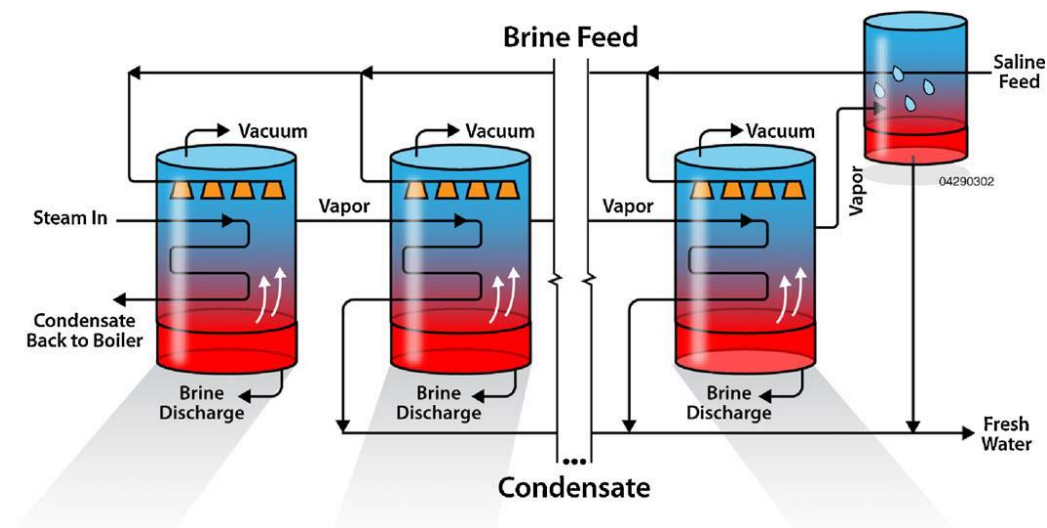


FIGURA 3. MED

1.2.1.3 Ricompressione meccanica - Vapor Compression

I dissalatori termici a riompressione meccanica (MVC) sono impiegati piuttosto raramente in quanto il loro costo di produzione è particolarmente elevato a causa della complessità del compressore meccanico centrifugo di grande potenza. Inoltre il costo di esercizio è a sua volta altrettanto elevato a causa della potenza assorbita dal compressore.

L'acqua di mare è prima preriscaldata e quindi spruzzata su un fascio tubiero esternamente ai tubi in modo da formare un film sottile e uniforme di acqua discendenti. Durante lo scorrimento lungo la superficie dei tubi, l'acqua di mare assorbe il calore trasmesso dal vapore condensante, a una temperatura superiore all'interno dei tubi, quindi evapora. Il vapore generato attraversa i demister e viene interamente ripreso dal compressore meccanico per alimentare il fascio tubiero all'interno dei tubi, dove sarà condensato. La differenza di temperatura è l'evaporazione all'esterno e la condensazione all'interno dei tubi è quella del vapore saturo alle diverse pressioni, prima e dopo la compressione. Normalmente tale differenza di temperatura è compresa fra 3 e 6°C e corrisponde alla prevalenza del compressore, compresa fra 30 e 50 mbar.

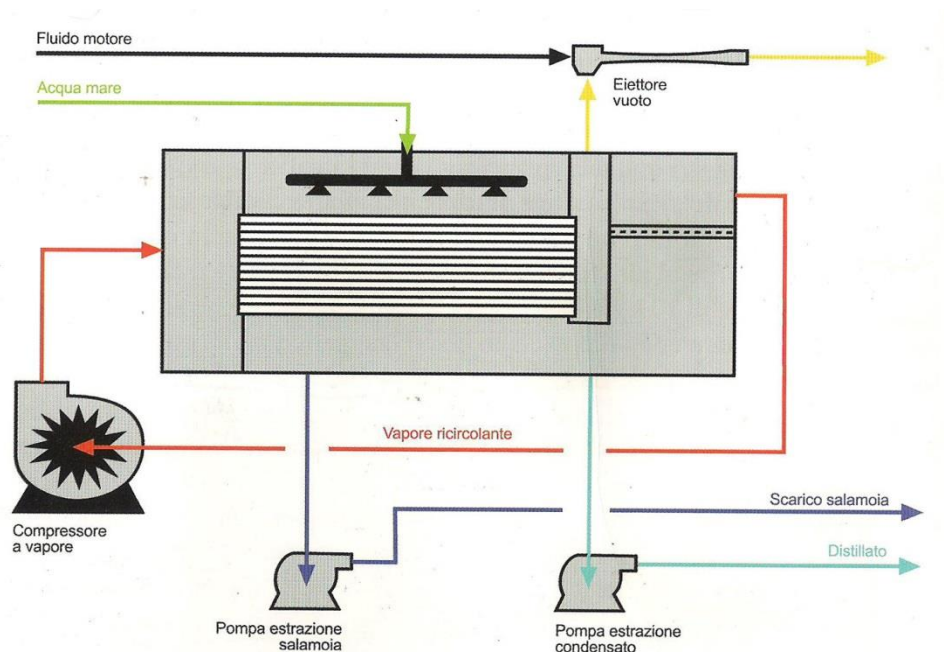


FIGURA 4. MVC

1.2.2 PROCESSI A MEMBRANA

1.2.2.1 Processi a osmosi inversa

L'osmosi è la permeazione spontanea di un solvente attraverso una membrana semipermeabile che separa due soluzioni di differenti concentrazioni o una soluzione ed il suo solvente allo stato puro. Il trasporto avviene in forma naturale da una soluzione di minore concentrazione a una maggiore. Il processo di trasporto continua fino al raggiungimento dell'equilibrio osmotico, cioè fino quando l'entità del movimento del solvente attraverso la membrana è pari in entrambe le direzioni.

Il processo di osmosi inversa può essere invertito applicando una pressione maggiore della pressione osmotica sul lato della soluzione di maggiore concentrazione separata da una membrana semipermeabile. La membrana trattiene i sali dissolti ed altre particelle contenute nell'acqua.

La pressione con cui è necessario operare è molto superiore alla pura pressione osmotica e dipende dalla velocità di filtrazione, dalla concentrazione della salamoia, dalla temperatura e dalla struttura delle membrane.

Per dissalare l'acqua di mare si lavora con pressioni da 50 a 70 bar. Questo comporta costi elevati di energia per la compressione dell'impianto, in media la resa convertita in acqua pulita con questo tipo di processi va dal 30% al 40% dell'acqua alimentata al sistema. Ci sono sistemi efficienti per il recupero della pressione residua della salamoia.

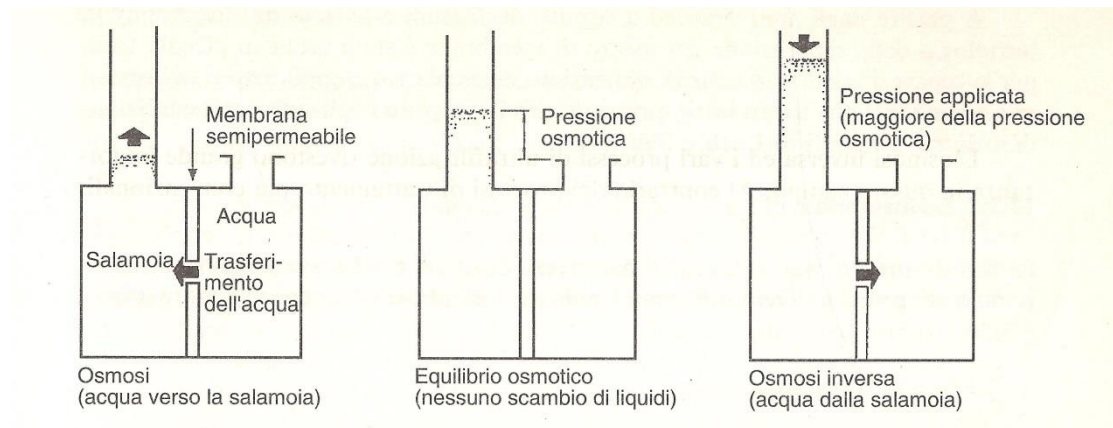


FIGURA 5

1.2.2.2 Electrodialisi

L' elettrodialisi è un processo che permette all'acqua di mare di fluire attraverso un corpo dotato di membrane permeabili agli ioni e sottoposto a un campo elettrico. Si differenzia dalla osmosi inversa perché è un processo a membrane in cui la migrazione degli ioni non avviene attraverso l'applicazione di pressione, bensì attraverso l'attrazione di un campo elettrico.

Il processo consiste nel far passare una corrente elettrica attraverso l'acqua salata, in questo modo le molecole vengono suddivise: i sali di ioni positivi sono attratti da un catodo e gli ioni negativi sono attratti da un anodo.

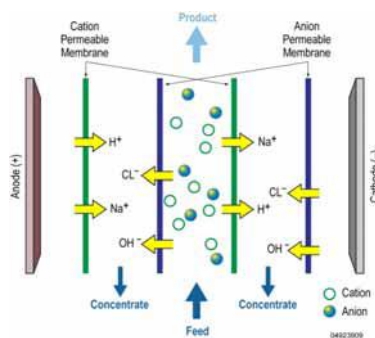


FIGURA 6 "Renawable Energy water desal"

1.3 INFRASTRUTTURE DEGLI IMPIANTI DI DISSALAZIONE

Il processo per arrivare a produrre acqua dissalata, prevede vari passaggi in diverse infrastrutture che si occupano principalmente di:

- Presa dell'acqua di mare
- Pretrattamento dell'acqua salmastra
- Processi di dissalazione
- Postrattamento dell'acqua di brina
- Rigetto dell'acqua di mare
- Postrattamento dell'acqua dissalata

Le infrastrutture accessorie esterne di un impianto di dissalazione e funzionali all'operatività del sistema sono inoltre:

- Sistema di stoccaggio dell'acqua dissalata.
- Sistema di controllo di emissione degli inquinanti nell'aria.
- Sistema di controllo di qualità dell'acqua dissalata e brina.
- Sistema di controllo e supervisione.

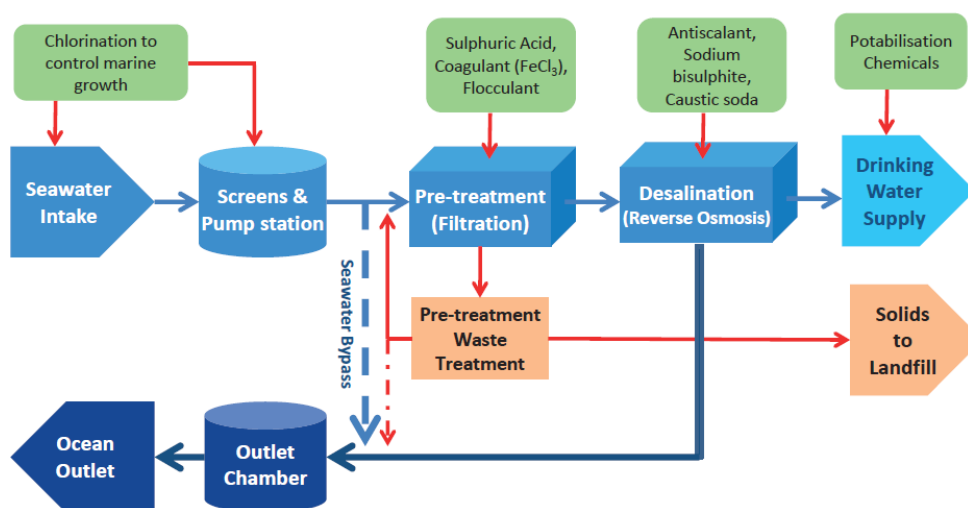


FIGURA 7. RO Desalination Process (Source-Fichtner 2011)

1.3.1 Presa dell'acqua di mare

Il sistema di presa dell'acqua di mare deve essere sufficientemente distante da quello di rigetto dell'acqua di brina e diposto (rispetto alle correnti prevalenti) in modo che il rigetto non interferisca con la presa e non riporti in alimentazione una salinità e una temperatura (questo nel solo caso degli impianti evaporativi) progressivamente crescenti. In base a questo concetto generale è opportuno che gli impianti di dissalazione vengano progettati fuori da baie o da insenature che non consentono l'indipendenza dei flussi in ingresso dall'impianto.

L'acqua di mare deve essere presa:

- In quantità sufficiente per le esigenze del processo di dissalazione.
- Libera da corpi estranei
- Esente da attività biologica
- Esente (per quanto possibile) da elementi inquinanti.

Il sistema più efficiente ed economico, seppure adatto a piccole portate è la realizzazione di un pozzo nella costa sabbiosa per prelevare l'acqua che naturalmente si infiltra dal mare. L'acqua così presa è filtrata dalla sabbia ed esente da corpi estranei, ma risulta biologicamente attiva e carica di batteri e pertanto richiede un'adeguata clorazione.

Naturalmente il pozzo deve essere stabilizzato con pareti in cemento ed equipaggiato con le pompe di presa. La manutenzione è resa semplice dall'accessibilità immediata e dall'assenza di manufatti sommersi. Questo sistema purtroppo non è spesso utilizzabile per mancanza di costa sabbiosa o più spesso perché le portate necessarie sono di gran lunga superiori a quanto reso da un pozzo di questo tipo.

Le opere di presa comunemente realizzate sono quindi molto più complesse del semplice pozzo costiero e sono composte solitamente da tre parti distinte, al fine di prelevare l'acqua di mare al largo senza interferire con la costa e sono composte da:

- Bocca di aspirazione
- Tubo sommerso di collegamento alla costa
- Vasca di calma (a riva) in cui si installano le pompe e i sistemi primari di sgrigliatura fine.

- **Bocca di aspirazione**

La bocca di aspirazione è ancorata al fondo con un manufatto appesantito di cemento ed è protetta da una griglia (in genere di acciaio inossidabile) per evitare l'ingresso di fauna marina o di vegetazione.

La prevenzione dalla proliferazione di alghe e conchiglie sulla griglia e nel tubo si effettua dosando un biocida. Il biocida più comune è il cloro, che è normalmente usato in quattro differenti forme in base alle condizioni commerciali di approvvigionamento e alle norme di sicurezza.

Quando la griglia posta sulla bocca di aspirazione è particolarmente fitta, risulta necessario liberarla con una certa frequenza da eventuali solidi incastrati. In questi casi viene quindi installata anche una tubazione di servizio, per portare aria compressa fino alla bocca di aspirazione ed effettuare con essa un energico controlavaggio (se necessario).

- **Tubo di addizione**

I materiali più spesso utilizzati per la costruzione sono il vetroresina, l'acciaio (purché rivestito e protetto dalla corrosione) e il cemento. In tempi più recenti si sta diffondendo l'uso del polietilene ad alta densità, in quanto ha un basso costo ed è più facilmente installabile.

La velocità dell'acqua nel tubo deve essere mantenuta sufficientemente bassa per non generare perdite di carico eccessive, che causerebbero dislivelli alla ricezione nella vasca di calma. Si ritiene che una velocità di circa 0.8-1 m/s sia genere accettabile per non incrementare troppo il diametro del tubo e il relativo ingombro. Questa velocità può essere superata in caso di lunghezza modesta o di diametro del tubo particolarmente grande.

- **Vasca di calma**

La vasca di calma riceve l'acqua di mare già clorata attraverso il tubo di collegamento dalla bocca di aspirazione mossa dalla gravità, secondo il principio dei vasi comunicanti.

Normalmente viene installata un'ulteriore griglia (pulibile meccanicamente) per la rimozione delle alghe eventualmente passate attraverso la prima griglia grossolana posta nella bocca di aspirazione. Questa ulteriore griglia ha normalmente un grado di selezione di alcuni millimetri, secondo quanto richiesto per la protezione delle pompe.

La portata totale viene di norma distribuita su più pompe in servizio e una di riserva comune. Questo sistema consente di diminuire la capacità totale di riserva installata, riduce il costo complessivo e assicura la possibilità di risparmiare energie quando il carico ridotto del dissalatore consente di staccare una o più pompe (modulazione dell'alimentazione di acqua al

dissalatore)

1.3.2 Pretrattamento dell'acqua salmastra

Le unità di pre-trattamento possono essere distinte in:

- Pre-trattamenti fisici: grigliatura, filtrazione granulare, filtrazione a cartuccia, filtrazione a membrana (Micro Filtrazione, Ultra Filtrazione), flottazione, sedimentazione
- Pre-trattamenti chimici: dosaggio di acidi, antiscalant, disinfettanti, agenti coagulanti, flocculanti

1.3.3 Infrastrutture degli impianti termici

Gli impianti a processi termici dovrebbero essere installati a quota elevata (in genere non meno di 3 metri, ma anche molto di più per i grandi impianti) al fine di assicurare alle pompe il necessario NPSH per l'estrazione del distillato, l'estrazione e la ricircolazione della salamoia e altri eventuali servizi accessori.

L'impianto di evaporazione è quindi sistemato sopra una struttura di sostegno sotto la quale si creano ampi spazi disponibili per i sistemi accessori che sono:

- Sistema del vuoto
 - Sistema di gocce (demister)
 - Additivazione chimica (anticrostante, antischiuma, deossigenante (oxygen scavenger), inibitore di corrosione)
 - Pulizia in continuo con palline (ball clearing system)
 - Skid di lavaggio acido
-
- **sistema del vuoto**

L'unico gas che si forma dalla dissociazione chimica di composti presenti nell'acqua di mare durante il riscaldamento e il processo evaporativo, presente in quantità tali da influenzare il calcolo del sistema a vuoto, è l'anidride carbonica (generata dalla dissociazione dei bicarbonato). La quantità di CO₂ è essenzialmente in funzione della temperatura di esercizio. Negli impianti multflash operanti a 110-113°C tutti i bicarbonati vengono dissociati, generando quindi una quantità di anidride carbonica pari al 72% del proprio peso, secondo il

rapporto fra i pesi molecolari.

In queste condizioni, dato il contenuto medio di bicarbonato di 120-140 ppm, la CO₂ diventa il componente principale, aumentando il rischio corrosivo.

- **separatore di goccia (demister)**

Il demister (o abbattitore di nebbie o separatore di trascinamenti o separatore di gocce o denebulizzatore) è un dispositivo inserito in apparecchiature per separazioni liquido-vapore, che ha il compito di favorire la separazione delle gocce di liquido trascinate dalla corrente gassosa. Le goccioline più piccole, inferiori ai 10 micron formano della nebbia e riescono ad attraversare i normali demister tipo mesh.

- **additivazione chimica**

I disalatori a processi termici non richiedono particolari pretrattamenti dell'acqua di mare nella fase di alimentazione. La normale filtrazione eseguita nell'opera di presa (in genere 1.5 mm è sufficiente). Anche l'eventuale presenza di cloro residuo non interferisce nell'evaporazione, né causa pericoli di corrosione per i materiali. La stazione di dosaggio chimico è formata da uno o più serbatoi di accumulo e diluizione dei prodotti chimici, che varia generalmente da uno a quattro. Questo numero è stabilito dal progettista degli impianti in base alle condizioni di esercizio, ai materiali impegnati e alle caratteristiche dell'acqua di mare.

- **Anticrostante**

L'anticrostante è il prodotto chimico principale e necessario in tutti gli impianti a processi termici. La funzione è quella di prevenire le incrostazioni ed eventualmente disperderne i germi di cristallizzazione, per evitarne l'agglomeramento sulle superfici di scambio termico.

- **Antischiuma**

La formazione di schiuma durante la movimentazione dell'acqua di mare è un fenomeno comune anche se di difficile prevedibilità. Essa si forma di reazione alla saponificazione che avviene fra gli eventuali idrocarburi ed oli dispersi nell'acqua e gli ioni Na⁺.

- **Deossigenante**

Il processo evaporativo comporta naturalmente il degasaggio e la deossigenazione dell'acqua evaporante.

- **Inibitore di corrosione**

L'inibitore di corrosione è spesso utilizzato per mitigare gli effetti corrosivi durante il periodico lavaggio acido. Quando viene utilizzato l'acido cloridrico per la rimozione del

fouling e delle incrostazioni, c'è il rischio di corrosione dei materiali di costruzione dell'evaporatore,.

- **Pulizia in continuo con palline**

Il sistema di pulizia in continuo con palline è applicabile ai soli impianti multiflash in cui il fouling si forma all'interno dei tubi degli scambiatori.

Il sistema consiste in un elevato numero di palline di gomma (di diametro calibrato rispetto ai tubi da mantenere puliti) che, sospese nell'acqua vettore, sono pompate nel flusso principale della salmoia ricircolante e percorrono casualmente alcuni tubi sospinti dalla salmoia, pulendone la superficie con regolarità.

- **Skid di lavaggio acido.**

Le superfici di scambio e le pareti interne dell'evaporatore soggette a fouling e incrostazioni devono essere periodicamente lavate con acido in modo da ripristinare l'efficienza di scambio.

1.3.4 Infrastrutture degli impianti a membrana

- **Pretrattamento**

Il pretrattamento è certamente fondamentale per il corretto funzionamento dell'impianto di dissalazione, in quanto le membrane sono delicate e devono essere protette da eventuali occlusioni e dal contatto con gli elementi pericolosi eventualmente contenuti nell'acqua di mare. Questo sistema può essere particolarmente complesso e incidere in modo rilevante sull'economicità e sulla complessità di gestione dell'impianto di dissalazione.

- **Biocida**

L'acqua di mare deve essere resa biologicamente inattiva, per cautelare le successive operazioni di pretrattamento e proteggere le membrane da eventuali contaminazioni biologiche, proliferazioni batteriche e formazioni di alghe sulla loro superficie.

- **Chiarificazione o filtrazione preliminare**

L'acqua di mare eccessivamente torbida deve essere chiarificata, al fine di consentirne un'efficace microfiltrazione. Quando è necessario, vengono quindi installati dei chiarificatori o chiaroflocculatori, da utilizzare anche con l'iniezione di idonei prodotti

chimici addensanti (polielettroliti) o flocculanti.

- Disoleazione

Le membrane richiedono la totale assenza di oli e idrocarburi. Qualora presenti, l'acqua di mare deve essere accuratamente disoleata con sistemi idonei alla tipologia e alla quantità di oli da separare. I metodi più usati sono la flottazione con l'aria, se necessaria e la filtrazione su carboni attivi o antracite.

- Filtrazione meccanica

La filtrazione meccanica deve essere accurata e spesso viene realizzata in stadi successivi. Dopo l'eventuale chiarificazione, il metodo classico di filtrazione è quello della percolazione attraverso filtri a sabbia.

Qualora il contenuto in oli nell'acqua di mare fosse modesto, l'impianto di disoleazione descritto nel precedente paragrafo può essere sostituito dall'aggiunta di antracite nel letto di sabbia.

- Filtrazione a sabbia

Anche i filtri a sabbia più veloci in pressione richiedono superfici molto ampie di filtrazione al fine di assicurare le modeste velocità richieste. Quindi l'intera portata può essere suddivisa in più filtri in parallelo, così da ottenere dimensioni fattibili in ogni filtro.

- Filtri dual media

Sono simili ai filtri a sabbia in pressione e differiscono per la sola formazione del letto filtrante, costituita anche da 300-400mm di antracite disposti sopra la sabbia. In questo caso la sabbia può essere di pezzatura superiore (0,8 – 1,2 mm) ed eventualmente in uno strato di minore spessore, in quanto l'antracite collabora efficacemente alla finezza della filtrazione.

- Declorazione

L'acqua di mare pretrattata è stata generosamente clorata al fine di evitare problemi di proliferazione batterica durante le fasi di trattamento. Le membrane però, possono sopportare una quantità di cloro molto basso o nullo ed è quindi necessario eliminare ogni traccia di cloro residuo.

- **Deferrizzazione**

La deferrizzazione dell'acqua di mare in alimento nelle membrane per l'osmosi inversa è necessaria solo in quei casi in cui la concentrazione degli ioni ferrosi e ferrici sia superiore a 0.4 pp.

La deferrizzazione si ottiene ossidando tutto il ferro presente in ioni ferrici e quindi provocando la formazione di fiocchi colloidali da filtrare prima di alimentare con l'acqua le membrane.

- **Correzione del PH**

L'acidazione preventiva dell'acqua di mare è necessaria per impedire PH troppo elevati durante il processo di filtrazione osmotica.

- **Filtrazione fine**

Prima dell'alimentazione delle membrane, l'acqua di mare deve subire un'ultima filtrazione fine attraverso elementi filtranti che intercettano particelle di dimensioni non superiori a pochi micron.

- **Dosaggio chimico**

In aggiunta ai pretrattamenti chimico-fisici descritti viene normalmente dosato un prodotto disperdente, al fine di prevenire che eventuali germi di cristalli si conglomero in incrostazioni sulla superficie delle membrane.

- **Pompe ad alta pressione**

Le pompe con acciaio inossidabile 316 si sono dimostrate spesso poco adatte per la resistenza alla corrosione chimica e ora sono normalmente prodotte in acciaio duplex per tutte le capacità di impianto. Per impianti di più limitata capacità sono anche disponibili pompe integralmente in titanio, di ottima resistenza all'acqua di mare.

- **Membrane**

La scelta più opportuna delle membrane ha un effetto consistente sul costo totale di investimento, in quanto le membrane rappresentano la voce di costo più importante dell'intero impianto, malgrado la recente diminuzione dei prezzi di mercato. Mediamente le membrane oggi rappresentano il 25-35% del costo totale dell'impianto. Le membrane richiedono

particolari cure periodiche e in particolare di: trattamenti di lavaggio chimico e trattamenti di sanitarizzazione.

Vi sono diversi materiali e parecchie tipologie costruttive per ottenere delle prestazioni ottimali a seconda della qualità dell'acqua da trattare.

- Materiali.

I materiali più utilizzati per le membrane di dissalazione dell'acqua di mare sono l'acetato di cellulosa (CA) e il poliammide (PA). Le membrane PA garantiscono un migliore efficienza di filtrazione e un maggiore fattore di recupero di dissalato (permeato) dell'acqua di mare.

Le membrane CA possono operare con temperature più basse e non superiore a 40°C e con PH non eccessivamente basico (fra 2 e 8). Possono però sopportare la presenza occasionale di cloro fino anche a 1-2 ppm di concentrazione. La quantità dell'acqua dissalata attraverso membrane in CA è più scarsa.

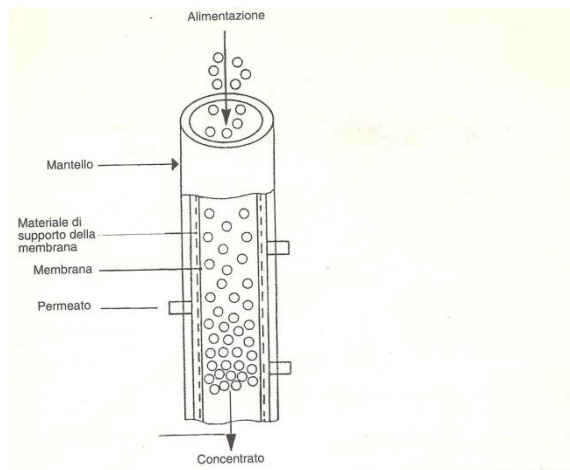
- Tipi di costruzione.

I tipi di costruzione più comuni per le normali applicazioni sono la spirale avvolta (SW) e la fibra cava (HF). Nonostante la maggiore difficoltà costruttiva, il tipo SW si sta rapidamente affermando come ampiamente prevalente, in quanto assicura alcuni essenziali vantaggi: possibilità di essere costruita in un ampio numero di materiali diversi, come ad esempio il triacetato di cellulosa, molto conveniente nella categoria CA, per la maggiore resistenza al fouling.

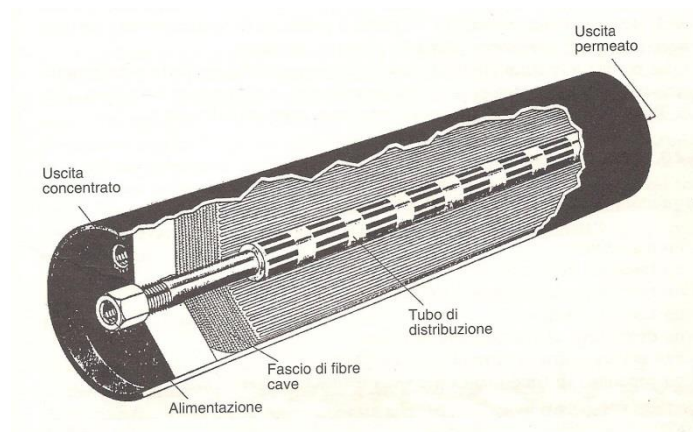
- **Moduli**

Le membrane per funzionare sono unite a delle altre parti accessorie, chiamate moduli, classificati in: moduli a fibre cave, moduli con membrane piane (spirale o piastra) e moduli tubolari.

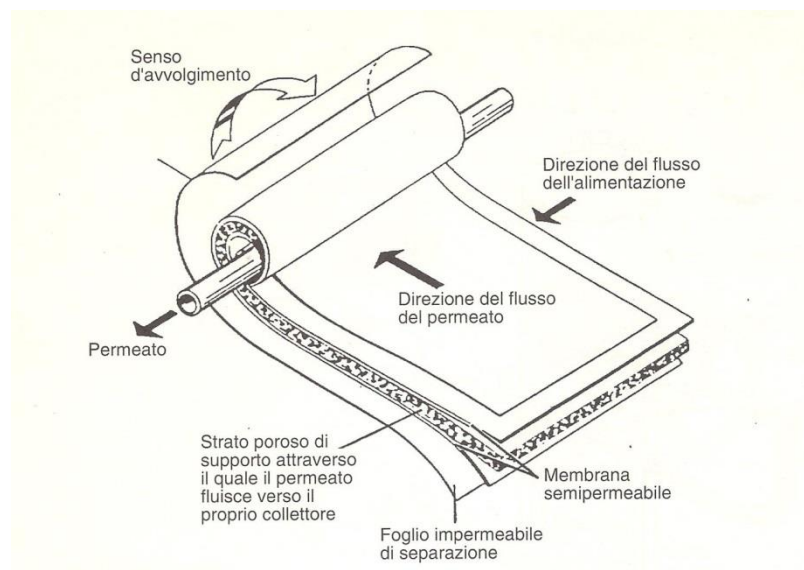
FIGURA 8



Sezione di un modulo tubolare



Modulo a fibre cave

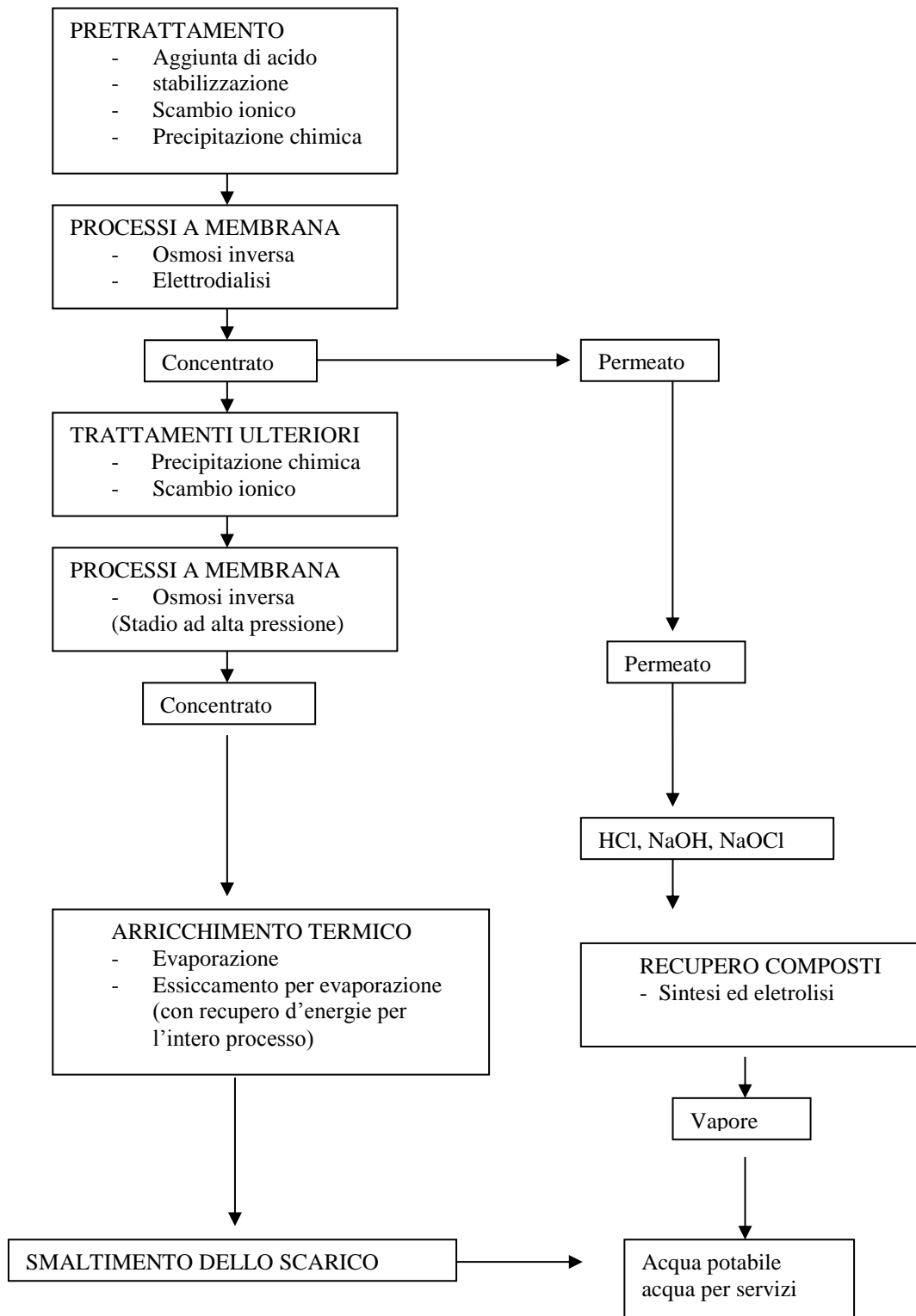


Modulo a spirale con flusso assiale

- **Recuperatore di energia**

I recuperatori di energia sono essenziali per l'economicità di gestione degli impianti a osmosi inversa e a essi va gran parte del merito della diffusione della dissalazione osmotica. Agli inizi e fino agli ultimi anni 80 il consumo tipico degli impianti era tra 8 e 11 Kwh/m³. Attualmente tale consumo si può considerare intorno ai 3 kwh/m³ e la gran parte di questo risparmio è possibile grazie all'energia recuperata espandendo la salamoia in pressione. Per produrre 1m³ di acqua dissalata, bisogna comprimere circa 3 m³ di acqua di mare producendo quindi 2 m³ di salamoia i pressione (concentrato) da rilasciare nell'ambiente. Le prime applicazioni prevedono una turbina tipo Pelton installata in asse alla pompa di alta pressione, così da collaborare all'apporto energetico.

I sistemi più moderni, adatti per ora a impianti di dimensione piccola o media, sono chiamati **Scambiatori di pressione**. Si tratta di apparecchiature (la forma ricorda quella degli scambiatori di calore a fascio tubiero) dentro cui è montata una turbina in asse a una girante centrifuga. L'energia di espansione della salamoia viene trasferita meccanicamente all'acqua di mare di alimento e la pressione di essa viene elevata per quanto consentito dal rapporto fra le portate e l'efficienza del sistema (efficienza superiore al 65%). Le pompe ad alta pressione hanno quindi come unica funzione l'innalzamento residuo della pressione fino al valore fissato per il processo di filtrazione osmotica. La prevalenza necessaria si riduce a quasi la metà, con un consistente risparmio energetico complessivo.

FIGURA 9. Diagramma dei processi a membrana

1.3.4 Rigetto e smaltimento degli effluenti

Gli impianti di dissalazione sono alimentati con acqua di mare in forte eccesso rispetto alla quantità di acqua dissalata prodotta. Gli impianti termici richiedono di portate di acqua di mare consistenti, anche pari a 10 volte la produzione, in quanto l'acqua di mare viene utilizzata sia per il rigetto termico (come richiesto dal bilancio di energia, fino al 70% del totale flusso di acqua di mare) sia per il reintegro dell'evaporazione (oltre il doppio della produzione al fine di contenere la salinità massima della salmoia entro limiti accettabili). Invece gli impianti ad osmosi inversa richiedono un flusso di acqua di mare da 2,5-3 volte la produzione.

I fattori di impatto ambientale del rigetto della brina sono essenzialmente di tre tipi e sono relativi:

- All'incremento della salinità
- All'inquinamento termico (per i soli dissalatori termici)
- All'inquinamento chimico

Si trascurano in questa sede gli effetti paesaggistici e i problemi di urbanizzazione connessi con la necessità degli accessi viari all'impianto.

La brina non rappresenta soltanto un pericolo, ma anche un'opportunità. In quanto offre una concentrazione di sali superiore all'acqua di mare del 70% e un contenuto termico superiore di 7-10°C rispetto all'ambiente da cui è stata prelevata.

1.3.5 Trattamenti dell'acqua dissalata

L'utilizzo dell'acqua dissalata richiede dei post-trattamenti da progettare a seconda delle caratteristiche dell'acqua dissalata stessa e della specifica di utilizzo. Gli usi industriali richiedono in genere una purezza chimica superiore a quella disponibile all'uscita del dissalatore e sono per questo necessari impianti per l'ulteriore raffinazione.

L'uso potabile richiede invece l'aggiunta dei sali necessari al consumo umano, secondo quantità e tipologie dipendenti dalle qualità organolettiche che si vogliono garantire.

Altri usi (acqua di servizio, riserva per l'antincendio, ecc.) non richiedono caratteristiche particolari e quindi l'acqua dissalata può essere utilizzata anche così com'è o eventualmente il PH può essere corretto al fine di prevenire possibili fenomeni di corrosività.

La conservazione dell'acqua dissalata infine richiede operazioni di disinfezione preventiva (sanitarizzazione) per evitare il rischio di nuova contaminazione batterica durante la successiva conservazione.

Demineralizzazione

Per demineralizzazione si intende comunemente la riduzione della quantità di sali disciolti. Il termine è quindi usato per definire la famiglia di processi necessari all'ulteriore diminuzione dei sali ancora presenti nell'acqua dissalata. Questo procedimento di affinamento per l'acqua dissalata viene anche e più propriamente chiamato polishing, per distinguerlo dal trattamento di demineralizzazione dell'acqua grezza.

Il sistema tradizionalmente più usato è la filtrazione attraverso letti di resine scambiatrici di ioni, da rigenerare con frequenza tramite lavaggio con acido (per i cationi) e soda (per gli anioni).

Potabilizzazione

L'acqua dissalata può essere estremamente pura e perfino distillata, se prodotta da impianti termici. Non è però bevibile e deve essere miscelata o trattata per diventare potabile.

Le principali normative sulla potabilità sono dettate da organismi internazionali e dalle leggi di ogni stato. **L'Organizzazione Internazionale della Sanità** ha emesso e mantiene aggiornati i parametri di qualità dell'acqua potabile con i massimi contenuti ammissibili delle sostanze che potrebbero, in quantità eccessive, determinare la non potabilità.

È da osservare che le prescrizioni dell'Organizzazione Internazionale della Sanità, sono indirizzate a tutto il mondo, incluso quei paesi emergenti dove la potabilizzazione può essere accurata solo in alcuni casi. Quindi tali prescrizioni sono in genere meno stringenti di quella in vigore negli stati più avanzati. In generale si tende a soddisfare ambedue le prescrizioni osservando la specifica più stringente per ogni singolo componente dell'acqua esaminata.

Sistemi industriali di potabilizzazione

L'acqua prodotta dai dissalatori non è in genere idonea a soddisfare i requisiti di potabilità, specialmente per la scarsità dei sali in essa contenuti, e deve perciò essere trattata. I sali residui nell'acqua dissalata sono gli stessi inizialmente presenti nell'acqua di mare, seppure in concentrazione diverse, e quindi il sale prevalente è il cloruro di sodio. Né il sodio né i cloruri, anche se ammessi dalle norme, sono fra i sali migliori per la fisiologia umana, per cui, quanto in minor numero essi saranno, tanto più potranno essere aggiunti i sali buoni, rimanendo nel

limite consigliato di 200-300 ppm totali.

Il sale tipico per rendere l'acqua ottimale è il bicarbonato di calcio e vi sono processi alternativi per arricchire l'acqua dissalata, tutti normalmente utilizzati su scala industriale:

- Dosaggio chimico
- Dosaggio di calce in acqua arricchita di CO₂
- Filtrazione di acqua arricchita di CO₂ su letti di carbonato di calcio

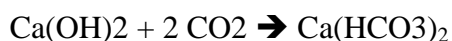
Ciascuno di questi processi fornisce un'acqua di diversa qualità e a diversi costi.

- Dosaggio chimico, i reagenti più usati ed economici sono il cloruro di calcio e il bicarbonato di sodio. L'aggiunta di questi sali in dosi stechiometriche consente la seguente reazione.



Si ottiene quindi la presenza del bicarbonato di calcio (buono), anche se come sottoprodotto si genera del cloruro di sodio. Dato il rapporto fra i pesi molecolari, il cloruro di sodio è comunque circa solo 70 grammi ogni 100 grammi di bicarbonato di calcio formatosi dalla reazione.

- Dosaggi di calce
Dopo aver arricchito l'acqua dissalata con anidride carbonica, si può aver la seguente reazione



- Filtrazione su letti di carbonato di calcio
Il processo più raffinato ora in uso prevede di flussare l'acqua (arricchita con una sufficiente quantità di CO₂) attraverso letti di granuli di carbonato di calcio e di sfruttare la seguente reazione



1.3.6 Confronto tra processi termici e membrane

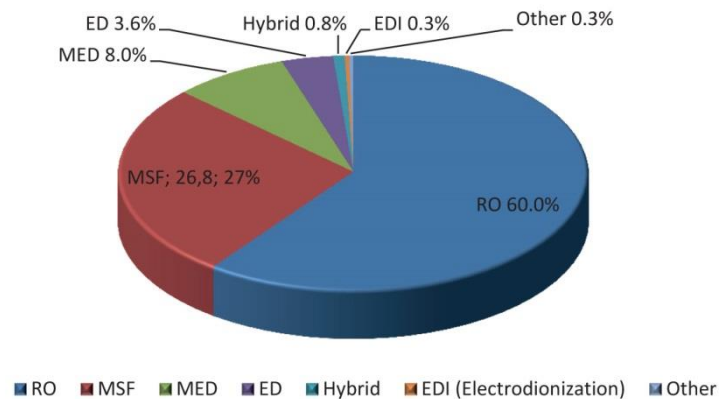


FIGURA 10. Desalination Technology Market (IDA in Koschikowski, 2011)

The International Desalination Association (IDA) ha registrato la presenza di 15.000 impianti di dissalazione nel mondo con una capacità di 71.7 milioni m^3/gg . Arossimativamente il 60% di essi sono alimentati ad acqua di mare. Il processo di dissalazione oggi più utilizzato è l'osmosi inversa (Reverse Osmosis-RO), come si vede nel grafico il 60% degli impianti utilizza questa tecnologia e al secondo posto troviamo il processo a stadi multipli (Multi stage flash-MSF).

	MSF	MED	SWRO ¹	ED
Operation temp., °C	90-110	70	Ambient	Ambient
Electricity demand, kWh/m ³	2.5-3.5	1.5-2.5	3.5-5.0	1.5-4.0 feed water with 1500-3500 ppm solids
Thermal energy demand, kWh/ m ³	80.6 (290 kJ/kg)	80.6 (290 kJ/kg)	0	0

TABELLA 1 Brief, pag.14

Key, typical energy data for desalination technologies (Main source: EU, 2008)

Nei processi MSF e MED le temperature di lavoro arrivano 90-110°C, rispetto ai processi a membrane che lavorano a temperatura ambiente, inoltre essi prevedono una richiesta di energia sia elettrica che termica. Nel caso dell'osmosi inversa sono necessari in media da 3.5 a 5.0 kWh/m³ ed è questo che attualmente la rende la tecnologia meno costosa.

I processi termici lavorano ad alte portate di acqua di alimento e possono trattare acqua con alto contenuto di sali (70.000 mg/L), l'RO, invece, prevede un pretattamento dell'acqua prima dell'ingresso nelle membrane.

Summary Characteristics of Various Commercial Desalination Technologies

Desalination technology	MSF	MED (Plain)	MED-TVC	RO	UF/MF/NF	Electro-dialysis reversal (EDR)
Energy source/type	Thermal	Thermal	Thermal	Electricity	Electricity	Electricity
Typical energy consumption (kWh/m ³)	3–5	1.5–2.5	<1.0	3–5	3–5	3–5
Typical energy consumption (kWh/m ³) electricity						
(MJ/m ³) heat	233–258	233–258	233–258	No heat energy needed	No heat	No heat
Capacity range	Current modular capacity up to 90,000 m ³ /day	Current modular capacity up to 38,000 m ³ /day	Current modular capacity up to 68,000 m ³ /day	Current modular capacity up to 10,000 m ³ /day	Current modular capacity up to 10,000 m ³ /day	Current modular capacity up to 34,000 m ³ /day
Advantages	<p>Easy to manage and operate.</p> <p>Can treat very salty water up to 70,000 mg/L.</p>	<p>Can be operated between 0% and 100% capacity while MED unit is kept under vacuum and cold circulation; suitable to combine with RE sources that supply intermittent energy.</p> <p>Suitable to link with RE.</p>	<p>Helps reduce number of effects</p> <p>Adapts MED design to a broad range of pressures (1–40 bars).</p> <p>Very low electrical consumption compared to MSF and plain MED or RO.</p> <p>Operate at low temp (<70°C) and low concentration (<1.5) to avoid corrosion and scaling.</p>	<p>Easily adapts to local conditions.</p> <p>Plant size can be adjusted to meet short-term increases in demand and expanded incrementally as needed.</p> <p>Significant cost advantage in treating brackish groundwater.</p> <p>Can remove silica.</p> <p>Capital cost approximately 25% less than thermal options.</p>	<p>Usually used in combination with RO plants (for pretreatment).</p> <p>Reduces fouling on RO plants, hence reducing cost and saving energy as well as reducing chemical use in RO.</p> <p>NF in particular could be used as a "softening" step for RO, rejecting multivalent and mono-valent ions.</p>	<p>High recovery rate of up to 94%.</p> <p>Longer-life membranes (up to 15 years when operated properly).</p> <p>Can be combined with RO for higher water recovery of up to 98%.</p>
Disadvantages	<p>Cannot operate at below 60% capacity.</p> <p>Not suitable to combine with renewable energies that have intermittent energy supplies.</p> <p>High energy use (3–5 kWh/m³ electricity and 233 MJ*/m³–258 MJ/m³ heat required).</p>	<p>Anti-scalents required to stop scale build-up on evaporating surfaces.</p>	<p>Cannot operate at below 60% capacity.</p> <p>Not suitable to combine with RE that has intermittent energy supply.</p>	<p>Requires comprehensive pretreatment to be used for high saline water.</p> <p>Membrane fouling</p> <p>Complex configuration and requires skilled personnel for O&M.</p>	<p>Membrane fouling.</p> <p>Although much less than RO, still a complex configuration and requires skilled personnel for O&M.</p>	<p>Capital intensive and costly compared to RO.</p>

Sources: Fichtner and DLR 2011; World Bank 2004.

Note: Although thermal energy is used for desalination in MSF, MED, and MED-TVC plants, they also require electrical energy to pump water and circulate chemicals. Abs = absolute; NF, MF, and UF = nano-, micro-, and ultrafiltration.

TABELLA 2

1.4 IMPIANTI DI DISSALAZIONE CON FONTE RINNOVABILE

Utilizzare tecnologie di dissalazione con risorse energetiche rinnovabili è un modo fattibile per fornire acqua dolce in molte città. È una soluzione possibile sostituire l'uso delle fonti convenzionali di energia con fonti rinnovabili. La selezione della tecnologia appropriata per la dissalazione con energia rinnovabile dipende da molti fattori, tra cui le dimensioni dell'impianto, la salinità dell'acqua di alimentazione, la lontananza dalla disponibilità della rete elettrica, le infrastrutture, nonché il tipo e il potenziale delle risorse energetiche rinnovabili locali.

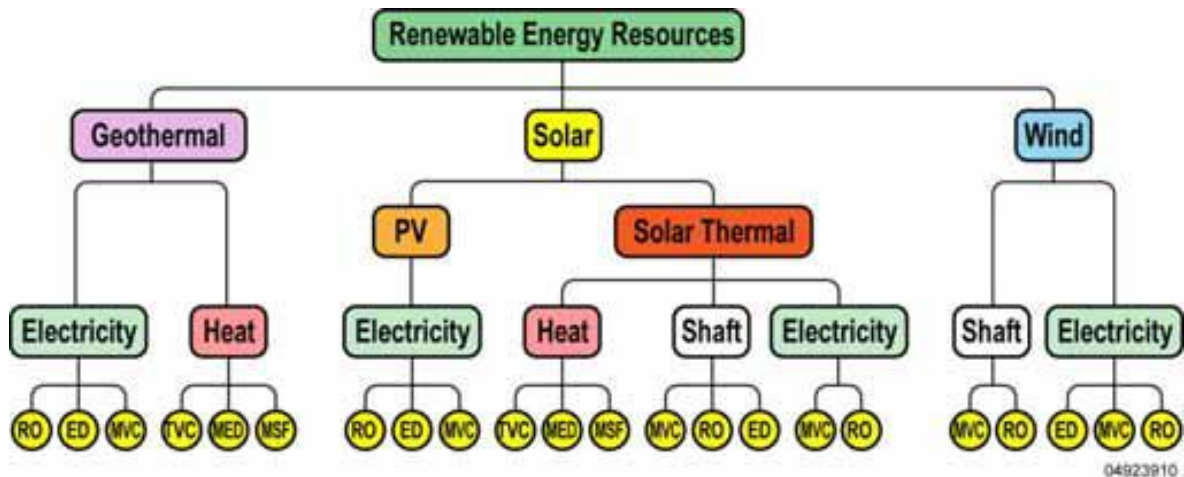


FIGURA 11. “mostra la possibile combinazione di sistemi di energia rinnovabile con impianti di dissalazione.” (10 desal – renewable energy- water)

I sistemi di energia rinnovabili ‘standalone’ per la fornitura di energia elettrica sono tecnologicamente collaudati ed economicamente promettenti per le regioni periferiche, dove la connessione alla rete elettrica pubblica non è conveniente o fattibile, e dove la scarsità d'acqua è grave. Il fotovoltaico (PV), l'elico, le tecnologie solari, termiche e geotermiche potrebbero essere usate per fornire l'energia agli impianti di dissalazione.

La figura presenta le combinazioni più promettenti fonti di energia rinnovabile con tecnologie di dissalazione:

- l'energia solare, termica e il fotovoltaico (PV-Solar) può essere usata per MSF, MED, RO, e ED

- l'energia eolica per VC, RO, e ED.
- l'energia geotermica per MSF a temperatura moderata e MED

I dati che vengono analizzati di seguito sono stati individuati e verificati nel report 'Roadmap for the development of desalination powered by renewable energy' di ProDes, il progetto cofinanziato da 'The Intelligent Energy for Europe programme', realizzato tra gennaio 2009 e marzo 2010. All'interno di esso si sono sviluppati molti progetti pilota nel campo dell'istallazione di impianti di dissalazione, utilizzando diverse forme di energie rinnovabili. Questo importante lavoro permette di fare una valutazione più concreta sulla scelta della combinazione migliore da effettuare in un nuovo territorio.

Le principali combinazioni di tecnologie sono brevemente presentate e raggruppate in base all'energia rinnovabile che spinge il processo.

- **Solar Still O Solar destillation**

Il principio si basa sul fatto che il vetro (o un altro materiale trasparente) ha la proprietà di trasmettere la radiazione solare. La radiazione solare incidente viene trasmessa attraverso la copertura del materiale trasparente e assorbita come calore da una superficie nera in contatto con l'acqua salata da distillare .

L'acqua è quindi riscaldata e evapora parzialmente. I vapori condensano sulla copertura in vetro, che è a bassa temperatura perche è in contatto con l'aria ambiente. Il liquido scende in una scanalatura, dove viene raccolto. Se ben progettato, le unità possono produrre 2,5-4 l / m² al giorno.

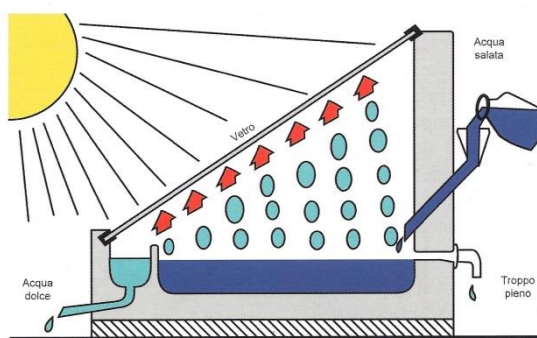


FIGURA 12. Rognoni pag.121

- **Solar MEH**

In questo processo l'acqua di mare preriscaldata attraverso i collettori solari termici (da 70 a 85 °C), viene immessa in una colonna di distillazione. In controcorrente viene fatta circolare una quantità di aria che, riscaldata ed umidificata, passa in un condensatore dove il condensato, che risulta dalla deumidificazione, costituisce il prodotto finale.

Con questa tecnologia durante la re-condensazione del generato saturo aria umida, la maggior parte dell'energia utilizzata prima per l'evaporazione viene recuperata e può essere utilizzata in successivi cicli di evaporazione e di formazione di condensa, riducendo notevolmente l'assorbimento di energia termica necessaria per la dissalazione.

- **Solar MD - Membrane Distillation (MD)**

La distillazione a membrana è una tecnica di separazione che unisce un processo di distillazione termica con un processo di separazione a membrana. L'energia termica è utilizzata per aumentare la pressione di vapore su un lato della membrana.

La membrana è permeabile al vapore ma non all'acqua, quindi separa il distillato puro dalla trattenuta soluzione. MD offre notevoli vantaggi per la costruzione di stand-alone, sistemi di desalinizzazione che sono guidati da energia solare o calore.

MD è tipicamente utilizzato ad una temperatura di 60-80° C .

- **SOLAR/CSP MED**

Attraverso collettori solari parabolici si fornisce energia solare necessaria agli impianti di distillazione. Questo può avvenire in maniera diretta, usando come fluido l'acqua di mare o in maniera indiretta attraverso un fluido secondario (refrigeranti, r134a, propano, ammoniaca, etc.) che può arrivare a temperature molto alte di lavoro. Questa tecnologia è altamente costosa rispetto ad altre.

- **PV-RO**

Il sistema fotovoltaico a osmosi inversa (PV- RO) fornisce energia elettrica all'unità di dissalazione attraverso un inverter (converte l'energia diretta continua DC a energia alterna AC). La maggior richiesta di energia nel processo di osmosi inversa avviene all'ingresso delle

membrane dove è necessaria una pressione dell'acqua a 50-60 bar proveniente dalle pompe di alta pressione che sono alimentate di energia elettrica dai pannelli fotovoltaici. Si può avere un sistema di accumulo di energia con delle batterie.

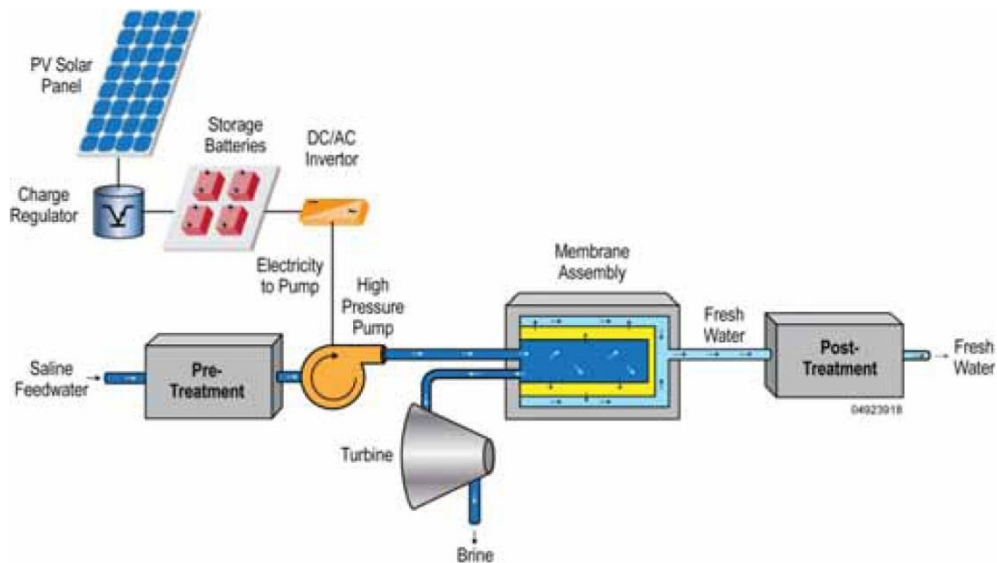


FIGURA 13. Desal, pag.21

- **PV-EDR Photovoltaic-driven Electrodesialysis**

L'energia elettrica prodotta dal fotovoltaico viene utilizzata per il processo di elettrodialisi (spiegato in precedenza) ed essa è trasmessa alle membrane affinché avvenga la dissalazione.

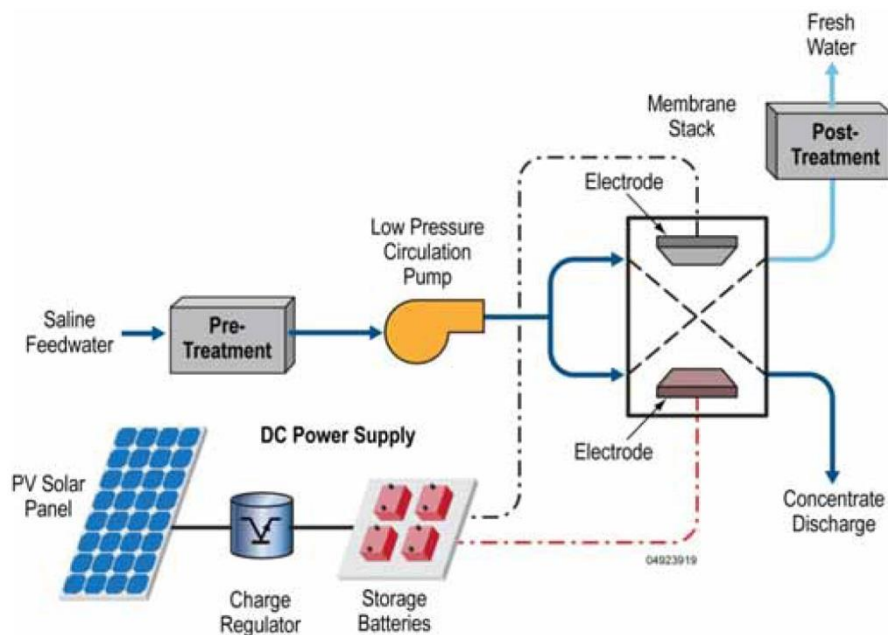


FIGURA 14. Desal, pag.24

- **WIND-RO**

L'energia eolica è stata utilizzata come alimentazione per la dissalazione, per lo più per i sistemi ad osmosi inversa. In questo caso un generatore eolico è accoppiato ad un impianto RO.

- **WIND MCV**

La ricompressione meccanica del vapore (MVC) abbinata a sistemi eolici è stata analizzata, ma è necessario un ulteriore sviluppo. Questa tecnologia deve funzionare a determinate temperature in base alla pressione dell'ambiente dove avviene: 100°C per la pressione atmosferica o 60°C con 80 % di vuoto (0,2 bar).

1.5 CONFRONTO DEGLI IMPIANTI DI DISSALAZIONE CON FONTE RINNOVABILE

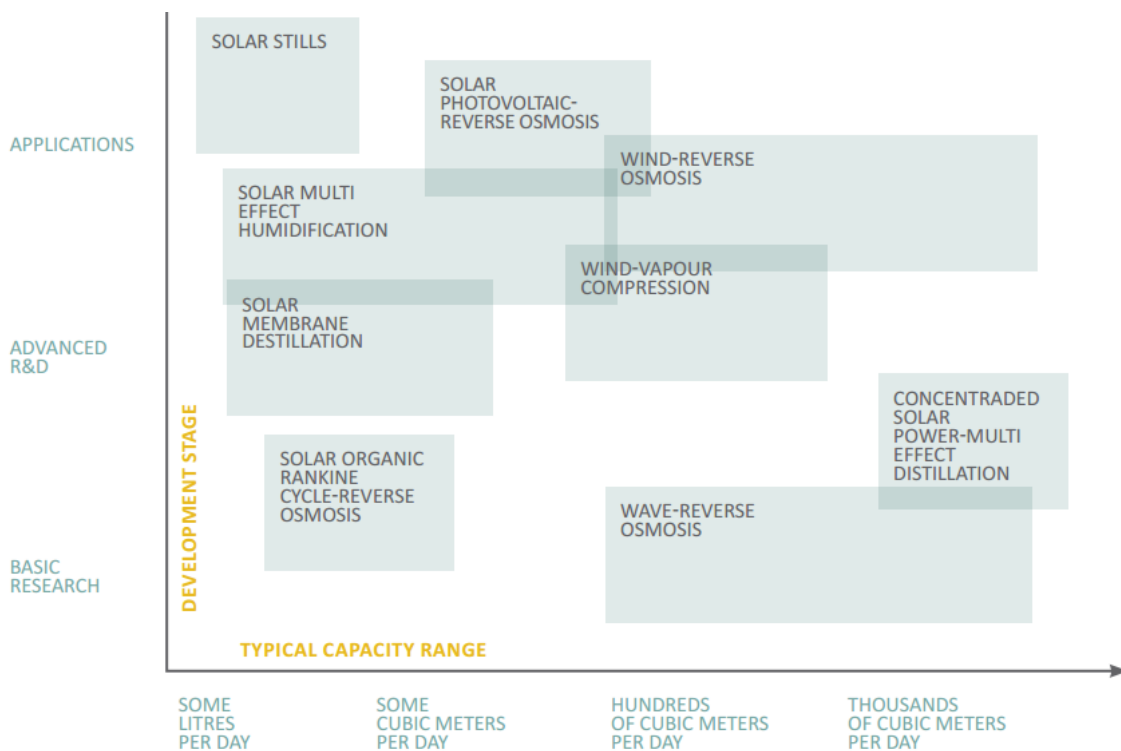
TABELLA 3

	TYPICAL CAPACITY	ENERGY DEMAND	WATER GENERATION COST	TECHNICAL DEVELOPMENT STAGE
SOLAR STILL	< 0.1 m ³ /d	solar passive	1–5 €/m ³	applications
SOLAR MEH	1–100 m ³ /d	thermal: 100 kWh/m ³ electrical: 1.5 kWh/m ³	2–5 €/m ³	applications/ advanced R&D
SOLAR MD	0.15–10 m ³ /d	thermal: 150–200 kWh/m ³	8–15 €/m ³	advanced R&D
SOLAR/CSP MED	> 5,000 m ³ /d	thermal: 60–70 kWh/m ³ electrical: 1.5–2 kWh/m ³	1.8–2.2 €/m ³ (prospective cost)	advanced R&D
PV-RO	< 100 m ³ /d	electrical: BW: 0.5–1.5 kWh/m ³ SW: 4–5 kWh/m ³	BW: 5–7 €/m ³ SW: 9–12 €/m ³	applications/ advanced R&D
PV-EDR	< 100 m ³ /d	electrical: only BW: 3–4 kWh/m ³	BW: 8–9 €/m ³	advanced R&D
WIND-RO	50–2,000 m ³ /d	electrical: BW: 0.5–1.5 kWh/m ³ SW: 4–5 kWh/m ³	units under 100 m ³ /d BW: 3–5 €/m ³ SW: 5–7 €/m ³ about 1,000 m ³ /d 1.5–4 €/m ³	applications/ advanced R&D
WIND-MVC	< 100 m ³ /d	electrical: only SW: 11–14 kWh/m ³	4–6 €/m ³	basic research
WAVE-RO	1,000–3,000 m ³ /d	pressurised water: 1.8–2.4 kWh/m ³ electrical: 2.2–2.8 kWh/m ³	0.5–1.0 €/m ³ (prospective cost)	basic research

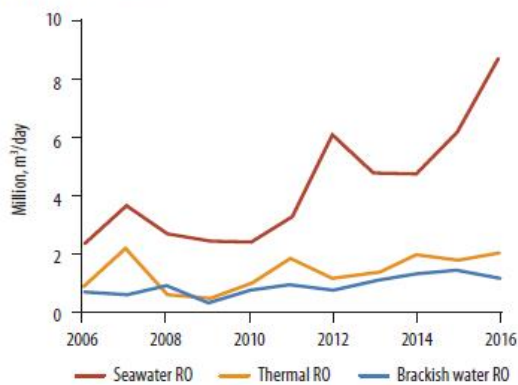
Secondo la tabella si può vedere che la tecnologia a collettore solare parabolico lavora ad alte portate e richiede alte quantità di energia. In media i costi sono da 1,8€ a 2,2€ a m³. Questa tecnologia è già stata sviluppata, mentre la wind mvc e la wave-ro (energia proveniente dalle onde di mare) sono in fase di ricerca.

Le tecnologie Solar MD e MEH richiedono alte quantità di energia termiche da 100 a 200 kWh/m³

Il fotovoltaico ad osmosi inversa ha delle richieste di energie minori, da 0,5 a 5 kWh/m³ e un costo maggiore dovuto al costo dei moduli fotovoltaici (12-15€ m³).



Forecast of Annual Global Growth of Desalination by Technology, 2006–16



Source: GWI/DesalData 2010.

FIGURA 15

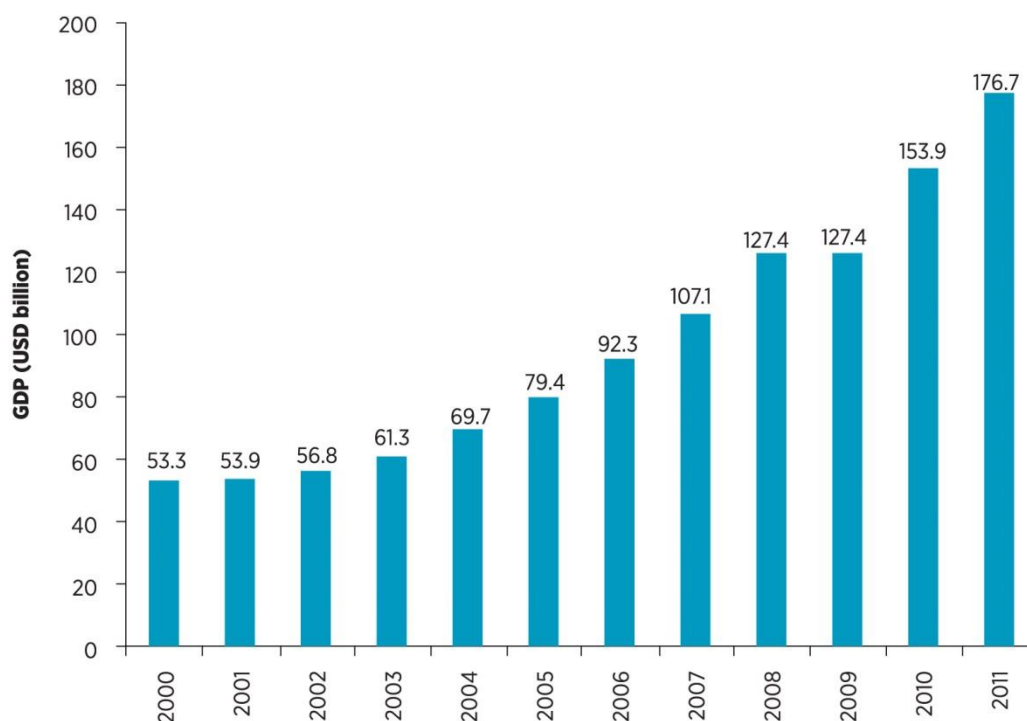
CAPITOLO 2

Peru : social –economic- energy and water overview

(Introduzione documento ejecutivo INRENA)

2.1 Condizione sociale e economica

La Repubblica del Perù è il terzo paese in crescita in Sud America, dopo il Brasile e l'Argentina e ha una grande varietà di ecosistemi, così come le risorse minerarie ed energetiche e una popolazione di 30,5 milioni di abitanti con un prodotto interno lordo al di sopra del 6% registrato negli ultimi dieci anni. L'economia peruviana è passata da un PIL di US \$ 53.000 milioni di dollari americani nel 2000 a un US \$ 197.000 milioni americani nel 2012, diventando la 48^a più grande economia del mondo. Si prevede che tale espansione economica continuerà, principalmente grazie agli investimenti nei settori minerario e nelle infrastrutture.



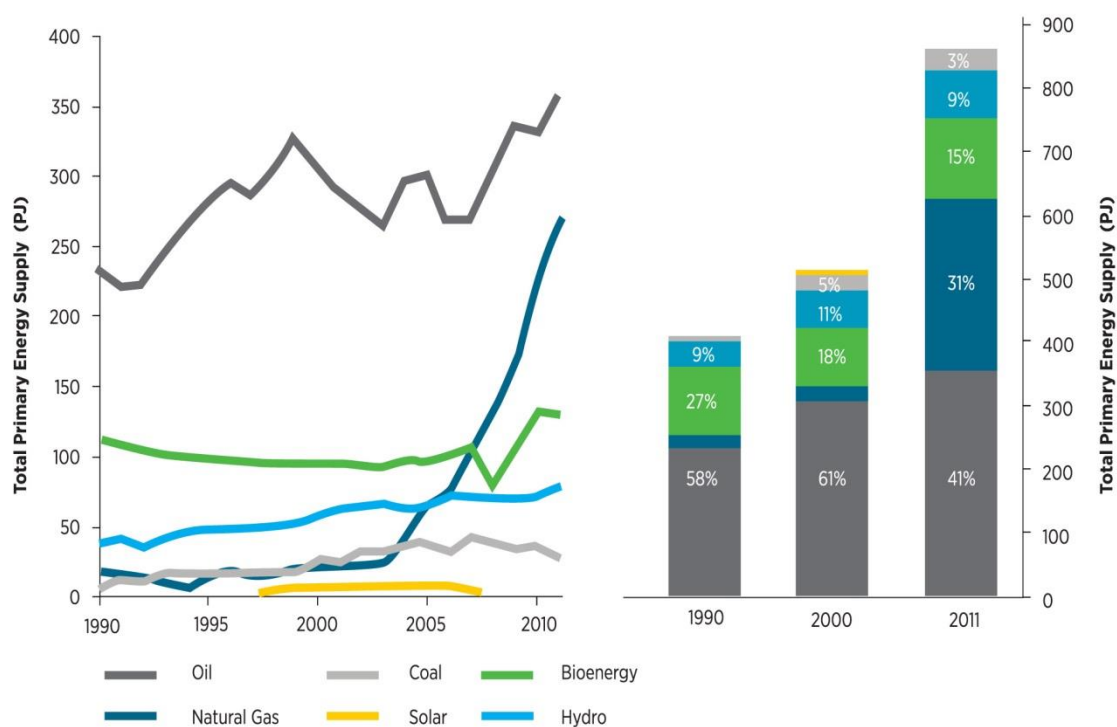
Source: Central Reserve Bank of Peru (BCRP)

FIGURA 16. IRENA, pag 19

2.2 Valutazione energetica

Nel settore energetico le principali risorse che giocano un ruolo importante nella matrice energetica del Paese sono il petrolio e il gas, che rappresentano oltre il 70% del totale di energia primaria.

L'energia elettrica è generata dalle centrali idroelettriche e termoelettriche e rappresenta il 98% della produzione totale che nel 2010 è stata di circa 7 gigawatt (GW). La maggior parte delle centrali elettriche sono situate nel centro del Perù, ma la domanda di energia è aumentata in questi anni, in tutto il paese. Nuove centrali e linee di trasmissione sono in continuo sviluppo. Il Perù ha inoltre una interconnessione elettrica con l'Ecuador e in futuro potrebbe stabilirla con il Brasile.



Source: International Energy Agency (IEA)

FIGURA 17. IRENA, pag 21

L'alto tasso di crescita economica ha portato ad un notevole aumento della domanda di energia e alla creazione di nuove opportunità di investimento in infrastrutture energetiche. Il "Ministerio de Energía y Minas (MINEM)" stima che la domanda di energia elettrica

aumenterà dell'8,8% l'anno fino al 2017. Per rispondere a queste crescenti esigenze energetiche, il Perù deve aumentare gli investimenti nella produzione di energia elettrica per oltre 5.000 milioni nel 2016. Si attendono quindi investimenti per la produzione di una capacità aggiuntiva di 4.300 MW, di cui 1.400 MW di energia idroelettrica e 600 MW da altre energie rinnovabili. Il quadro normativo per le attività del settore elettrico (la generazione, la trasmissione e la distribuzione) si basa sulla legge 'Concessioni di energia elettrica' 1992.

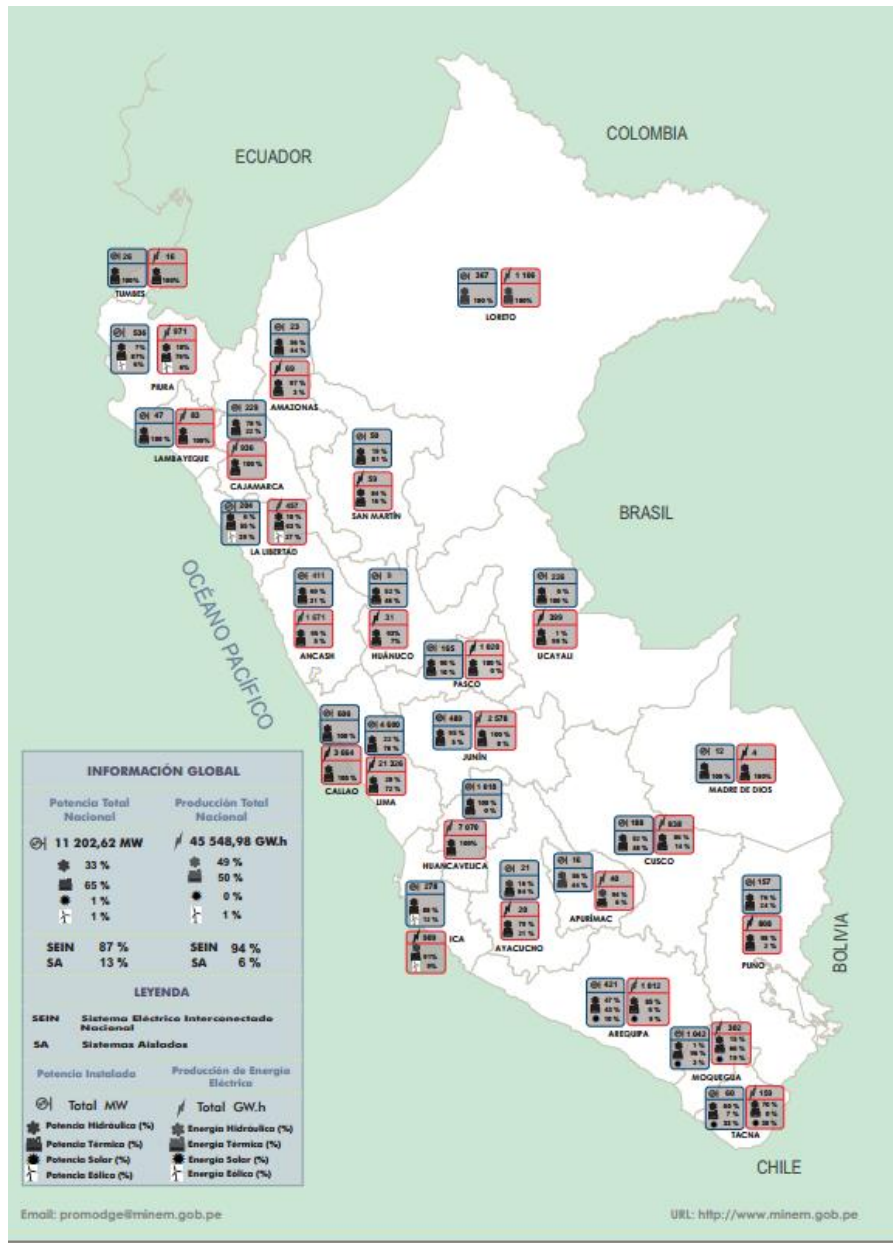


FIGURA 18. Generación-Potenza totale del SEIN

2.3 Energie rinnovabili in Perù

Il Perù oltre ad avere un notevole potenziale di energia idroelettrica ha abbondanti risorse energetiche come la biomassa, l'eolica, la geotermica e il solare, la maggior parte delle quali non sono state sfruttate. In questo contesto di crescente domanda di elettricità, l'energia rinnovabile potrebbe svolgere un ruolo importante nel garantire l'energia necessaria per alimentare l'espansione economica e allo stesso preservare l'ambiente.

Il decreto per promuovere gli investimenti nella produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili (D.Lgs 1002) stabilisce ogni cinque anni una percentuale di destinazione dei consumi nazionali di energia elettrica, che deve provenire da fonti rinnovabili. Tale percentuale target, per il periodo 2008 – 2013, sarà fino al 5%.

Le condizioni imposte dal Perù sugli investimenti nel settore energetico e gli sforzi per promuovere tecnologie di energia rinnovabile sono stati riconosciuti in diverse pubblicazioni, tra cui Climate Scope, l'annuario della **“Inter-American Development Bank (IDB) e Bloomberg New Energy Finance (BNEF)”**. Nella scorsa edizione di questo rapporto, il Perù si è collocato al quarto posto tra i 26 paesi dell'America Latina e dei Caraibi.

Il rapido e sostenuto sviluppo economico del Perù ha portato ad una diminuzione della povertà. Nonostante questo, la mancanza di accesso ai servizi di base, come l'elettricità, resta una sfida, in particolare nelle zone rurali del paese. Grazie alle sue caratteristiche modulari, le tecnologie di energia rinnovabile possono svolgere un ruolo importante per raggiungere le comunità isolate e fornire i servizi di base. Il **“Plan Nacional de Electrificación Rural 2013-2022”**, elaborato per il **MINEM**, in conformità con il piano d'accesso universale all'energia, stabilisce una politica per il settore, al fine di aumentare il tasso di elettrificazione rurale da 87% al 95% nel 2016. Già nel 2013 è stata fatta una gara d'appalto per 500.000 sistemi solari fotovoltaici per l'elettrificazione delle zone rurali.

Il Perù è stato uno dei primi paesi della regione a tenere gare d'appalto per le energie rinnovabili, che hanno contribuito a promuovere impianti a biomasse, eolici, idroelettrici e solari su piccola scala.

Nella prima gara sono stati 27 i progetti vincenti: 4 progetti solari, 1 biogas, 1 biomassa, 3 eolici e 18 idroelettrici di piccola scala. Nella seconda sono stati 10: 1 solare, 1 biogas, 7 idroelettrici. Nella terza gara hanno vinto 14 progetti tutti idroelettrici. In totale ci sono 50

progetti vincenti dei quali 22 sono già operativi e sono collegati al SEIN 'Sistema elettrico interconectado nacional'.

Nelle prime due gare sono stati attribuiti quasi 1.400 gigawattora (GWh)/anno di energia rinnovabile da biomasse, vento e da impianti solari; e 281 MW da impianti idroelettrici di piccola scala e si è ottenuto un investimento complessivo di quasi 1.500 bilioni. I risultati della terza gara hanno premiato 14 progetti idroelettrici con una fornitura totale di energia di 1.278 GWh/anno. Attualmente la quarta gara è in corso e stabilisce di soddisfare un'energia annuale di 1300 GWh e inoltre 450 GWh provenienti da energia idroelettrica di piccola scala (con potenza minore a 20 MW).

È auspicabile considerare l'inclusione di altri criteri di qualificazione per le gare, come l'aggiunta di requisiti con caratteristiche locali che consentano il reinvestimento e la creazione di posti di lavoro, attraverso la promozione di un mercato per la fabbricazione locale di impianti e componenti per la produzione energia elettrica da fonti rinnovabili.

Per adottare un tale approccio è necessario valutare i vantaggi e gli svantaggi, i diversi obiettivi politici (diversificazione della matrice energetica, promozione delle tecnologie specifiche) e come aumentare la concorrenza.

Combinando i diversi tipi di fonti rinnovabili con strategie di ibridazione si può raggiungere una gestione più efficace delle risorse. Il Perù potrebbe considerare la creazione di un portfoglio di risorse di produzione di riserva per il SEIN, con modelli complementari di generazione di energia elettrica con impianti: idroelettrici (di piccola scala) ed eolici, impianti a biomassa e eolici, impianti a biomassa e idroelettrici (di piccola scala), impianti eolici e solare.

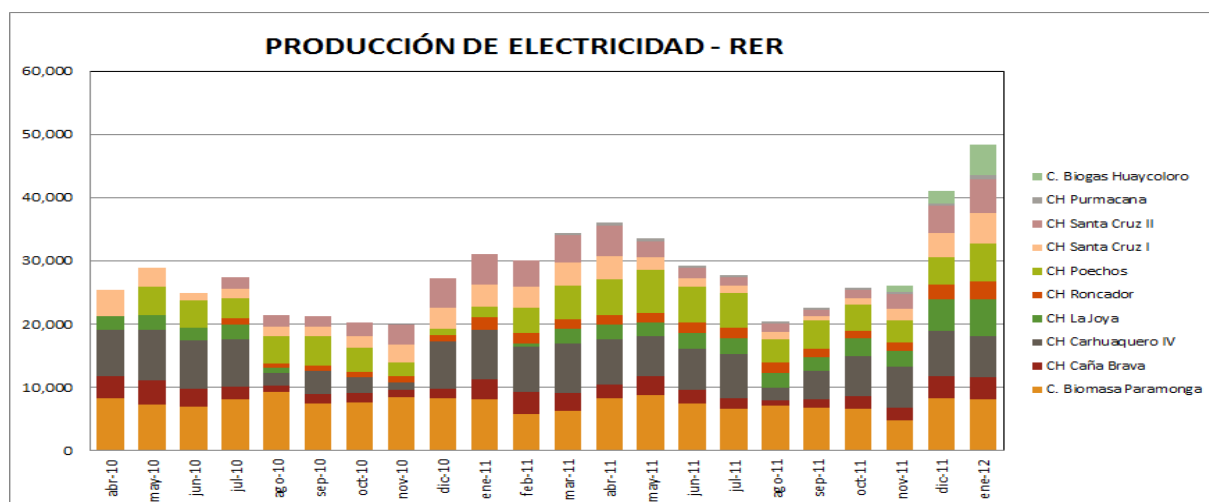


FIGURA 19. Osinergmin, 2012 Le dieci centrali registrate, che utilizzano fonti rinnovabili.

2.3.1 Energia eolica

Il maggior potenziale di energia eolica si trova sulla costa peruviana per la forte influenza della anticiclone Pacifico che genera venti da sud-ovest delle Ande in tutta la regione costiera. Secondo l'Atlante EO del Perù, sviluppato nel 2008, si stima che il potenziale eolico sarebbe di circa 77 000 MW.

Nonostante questo grande potenziale, l'attuale generazione di energia elettrica da fonte eolica è molto ridotta. Finora, il governo ha installato due turbine eoliche, negli anni Ottanta e Novanta. Tuttavia, nei prossimi anni si aggiungeranno quasi 1.000 GWh/anno di energia eolica come parte del processo delle gare d'appalto.

Il Piano nazionale 2013-2022 di elettrificazione rurale comprende progetti di energia eolica non collegati alla rete nazionale di elettricità. Questo comprende un investimento complessivo di 38 milioni dollari a beneficio di 167 comunità.

La figura seguente mostra la diversa velocità del vento nel territorio peruviano. Possiamo vedere come al sud di Lima si ha un alto potenziale con venti da 8 a 10 m/s.

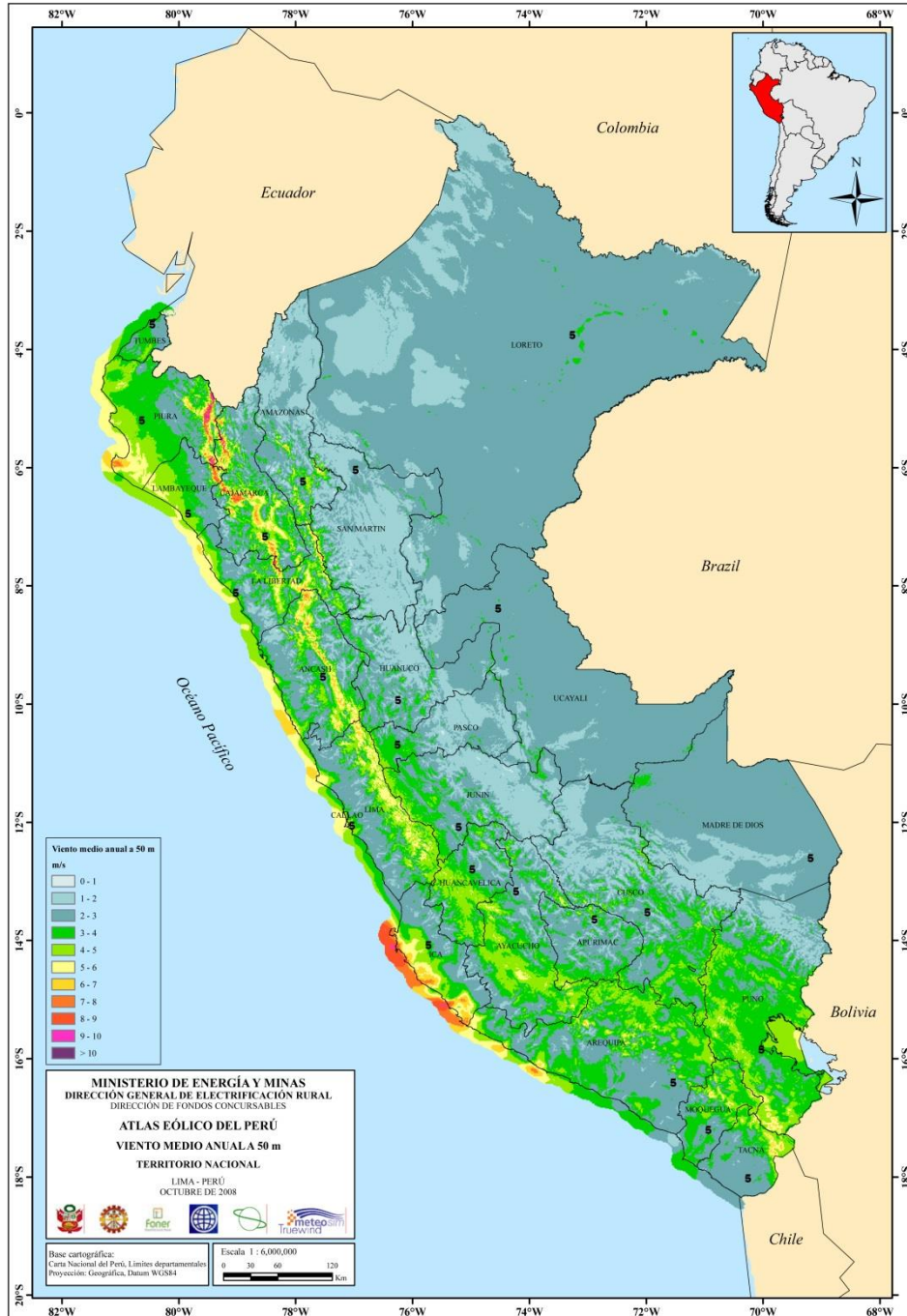


FIGURA 20. Atlas eolico, pag. 22

2.3.2 Energia solare

In Perù si registrano alti livelli di radiazione solare perciò è fattibile la realizzazione di impianti fotovoltaici per la fornitura di energia elettrica al SEIN e ai sistemi isolati. La zona costiera meridionale del paese (Arequipa, Moquegua, Tacna) si distingue per il livello di radiazione solare tra 7-7,5 kWh/m². Nella maggior parte delle zone del Perù, la disponibilità dell'energia solare è abbastanza uniforme durante tutto l'anno. In media annuale l'irraggiamento giornaliero annuale è da 4 a 5 kWh/m².

	Irraggiamento medio annuo giornalero (kWh/m ²)
Costa sur	6.0 - 6.5
Costa centro	5.5 - 6.0
Serra	5.5 - 6.0
Foresta sur	5.0 - 5.5
Foresta nord	4.5 - 5.0



FIGURA 21. Atlas solar, pag. 22

2.3.3 Energia biomassa

Fino ad oggi , non sono stati condotti studi per determinare il potenziale delle biomasse per la generazione elettrica . Secondo il MEM , le stime basate sui dati di produzione di rifiuti agro – industriali raccolti nel 2009, indicano che è possibile produrre fino a 177 MW di impianti a biomasse tradizionali e 51 MW biogas. Secondo la diagnosi del “Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Consejo Nacional del Ambiente”, i rifiuti solidi generati in Perù hanno le seguenti caratteristiche generali:

- Settore residenziale: approssimativamente 13.000 tonnellate al giorno (TMD).

Composizione: 55% di materiale organico, 20% di materiali riciclabili e il 25% di non riciclabili. Le città di Cajamarca, Arequipa, La Libertad, Piura, Lambayeque rappresentano il 25% dei comuni che svolgono la raccolta dei rifiuti nelle discariche.

- Settore industriale: 4700 tonnellate al giorno (TMD) del quale l’81% è pericoloso e il 19% non è pericoloso.

2.3.4 Energía geotérmica

Il Perù fa parte dell’Anello di Fuoco del Pacifico, che è caratterizzato da frequenti movimenti tettonici. Il Paese possiede numerosi vulcani attivi come Coropuna (6425 m) , Sabancaya (6.000 m) , Misti (5825 m) , Ubinas (5672 m) , Tutpaca (5.806 m) , Ticsani (5430 m) e centinaia di vulcani dormienti, sorgenti di acqua calda e geysers .

Nel 2012 il MEM ha realizzato il Piano Generale della Geotermia in Perù stimando il potenziale geotermico a 2.860 MW . La figura tratta dall’Atlante delle risorse geotermiche del Perù, mostra la posizione di sei zone con potenziale di energia geotermica (Vargas e Cruz, 2010). Diversi studi tra cui quelli di Electrop Perú, INGEMMET e altri, hanno definito le sei regioni con potenziale di energia geotermica: Cajamarca e La Libertad (Regione I) ; Huaylas Valley (Regione II); Churín (Regione III); Central (Regione IV); Volcanic Belt Sud - Arequipa , Moquegua e Tacna (Regione V); e Cusco - Puno (Regione VI).

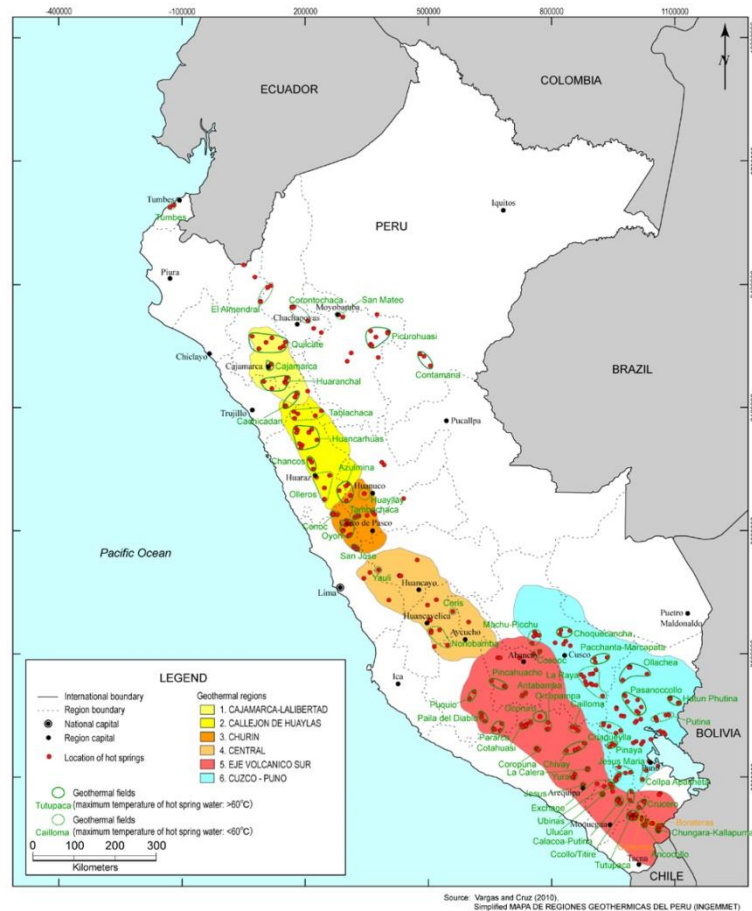


FIGURA 22. Atlas geotermico, pag.37

2.3.5 Normative per gli impianti da fonti rinnovabili e garanzia di qualità

Per garantire che i sistemi di energia rinnovabile durino nel tempo e funzionino correttamente, i componenti e gli impianti devono soddisfare gli standard nazionali. Il Perù sta già utilizzando le norme tecniche nazionali per garantire la qualità dei componenti e delle attrezzature, sia importate, che locali.

Ecco di seguito le norme nazionali :

- impianti fotovoltaici fino a 500 Wp: specifiche e metodi di classe di un impianto solare fotovoltaico
- batterie elettriche al piombo: requisiti e metodi di prova
- Biocarburanti : caratteristiche fisico-chimiche e metodi di prova per il biodiesel NTP 321 125 : 2008 e le specifiche per la miscelazione di etanolo con l'utilizzo del motore a benzina NTP 321 126 : 2011 .

L'INDECOPI 'Instituto de defensa de la competencia y de la proteccion de la propiedad intelectual', ha sviluppato norme per la standardizzazione dei sistemi di energia solare fotovoltaica . Tuttavia, ci sono ancora opportunità per sviluppare ulteriormente norme simili per le altre tecnologie per le energie rinnovabili come il vento , biomasse e geotermia. Ci si auspica che nel prossimo futuro INDECOPI individuerà le lacune nelle norme tecniche di tutte le tecnologie energetiche rinnovabili, e adotterà le norme nazionali necessarie possibilmente su standard internazionali

Un recente rapporto di IRENA dal titolo "International standardisation in the field of renewable energy" è in grado di fornire preziose informazioni su norme internazionali, così come il modo in cui vengono adottate a livello nazionale (IRENA, 2013b).

Il primo passo è quello di individuare un elenco delle attrezzature e dei servizi che hanno bisogno di standardizzazione.

Un secondo passo è determinare le norme tecniche e regolamenti relativi a livello nazionale.

Il terzo passo è quello di definire la priorità cronologica per rivedere e aggiornare tali norme tecniche nazionali da adottare. Come quarta fase, si dovranno identificare gli standard internazionali di riferimento come base per lo sviluppo di standard nazionali.

I comitati tecnici responsabili per fare questo dovrebbero includere rappresentanti dei vari attori del mercato per le energie rinnovabili.

La generazione di elettricità da fonte d'energia rinnovabile idroelettrica, eolica, solare, geotermico, biomassa e le tecnologie di marea è soggetta ad ammortamento accelerato massimo annuo pari al 20% dell'imposta sul reddito. Gli ammortamenti anticipati si applicano a macchinari, attrezzature, impianti e le operazioni e la manutenzione necessaria per impianti a fonti rinnovabili connessi alla rete.

2.4 Vantaggi e svantaggi delle fonti rinnovabili

Nella tabella sono messe a confronto le maggiori problematiche da tenere in considerazione per lo sviluppo delle energie rinnovabili.

	Idrolettriche (piccola taglia)	Eolica	Biomassa	Biogas	Solar fotovoltaico	Geotermica	Solare termica (CPS)
costo di investimento	Altamente variabile dipendendo dalla tecnologia e il tipo di centrale	I costi di investimento dipendono dalle risorse			Riduzione dei costi della tecnologia in futuro	I costi sono elevati nella fase di esplorazione e perforazione del pozzo	I costi di investimento dipendono dalle risorse
Costo dell'operazione e della manutenzione	Basso	Moderato (Formazione di risorse umane per la manutenzione)					
Trasporto e costruzione	Deve essere superata l'implementazione (autostrade, porti e uso di gru)		La formazione di risorse umane e l'esperienza locale in questo tipo di installazioni sono limitate.				
Ambientale	Valutazione ambientale rigorosa per ridurre i danni e prevenire l'impatto su altri settori, come l'agricoltura	Alcune persone sostengono che l'operazione comporterà un inquinamento visivo e un probabile danno agli uccelli nella zona	Emissioni di gas inquinanti		Disponibilità di grandi aree per l'installazione dei pannelli fotovoltaici	A seconda della tecnologia, può produrre fluidi tossici	Disponibilità di grandi aree per l'installazione dei collettori parabolici solari
Finanziario	La mancanza di conoscenza sul mercato delle energie rinnovabili e delle sue prestazioni; mancanza di un'entità di finanziamento con conoscenze sulle normative e che si occupa delle valutazioni dei progetti di energia rinnovabile. La banca dovrebbe contare sul supporto tecnico esterno per valutare i progetti di investimento in energie rinnovabili.						
Amministrativo	Ritardi e ostacoli burocratici causati dai governi centrali e regionali per la gestione dei progetti						
Infrastruttura elettrica esistente- SEIN	Difficile accesso alla rete, alte perdite di trasmissione e distribuzione, linee di trasmissioni limitate.						

TABELLA 5

CAPITOLO 3

Analisi del contesto locale nella comunità " Villas de Ancon"

3.1 Descrizione generale

Villas de Ancón è un quartiere del distretto di Ancón alla periferia settentrionale di Lima. La sua origine è recente e risale ad una decina di anni fa, in concomitanza con i grandi movimenti di popolazione da tutto il Perù verso la capitale. Villas de Ancón è un territorio collinare di deserto costiero i cui terreni liberi, di basso valore e di proprietà dello stato, sono stati oggetto dell'occupazione abusiva dei nuovi lavoratori limegni per cui la permanenza nella capitale risulta economicamente inaccessibile. Gli abitanti di Villas de Ancón costituirono da subito la "Asociacion pro vivienda Villas de Ancón" che nel 2005 venne riconosciuta dallo stato come "associazione di cittadini" con il nome "Asociacion Popular Las Lomas de Ancón" (ASPOLA). Tuttavia ancora oggi la grande maggioranza degli insediamenti non è formalizzata, ostacolando di fatto il processo di inclusione del quartiere all'interno dei programmi dell'amministrazione locale del distretto di Ancón. Questo, congiuntamente alla povertà della popolazione e alla natura desertica del territorio, costituisce la causa principale della scarsità ed dell'assoluta inadeguatezza di infrastrutture e servizi che a loro volta si traducono in un basso livello di qualità della vita della popolazione locale. Le problematiche inerenti all'approvvigionamento di acqua potabile, su cui abbiamo deciso di concentrarci, rappresentano un caso emblematico di queste dinamiche. La Municipalidad de Ancón (sotto cui ricade l'amministrazione di Villas de Ancón) stenta ad impegnarsi nell'implementazione di opere e servizi in Villas de Ancón a causa dell'assenza di ingressi tributari da parte di questa comunità e della scarsa efficacia del dialogo con l'associazione popolare che la rappresenta ufficialmente, la cui disorganizzazione impedisce di far emergere le necessità della popolazione. Una delle conseguenze più importanti è che a Villas de Ancón non è tuttora presente una rete di distribuzione idrica.

La considerevole lontananza dei più vicini terminali della rete e l'assenza di un servizio di trasporto pubblico fanno sì che l'approvvigionamento dell'acqua potabile finora sia stato effettuabile solamente attraverso camion cisterna. Tali camion portano acqua potabile dal distretto di Puente Piedra due volte a settimana. Questa modalità di servizio, oltre a risultare poco economica, costringe le famiglie a munirsi di recipienti per immagazzinare l'acqua,

ricorrendo per la maggior parte delle volte a soluzioni non appropriate come contenitori industriali di plastica o lamiera. Alla scarsa disponibilità di acqua si aggiungono quindi le conseguenze di una sua conservazione in condizioni non igieniche, come la diffusione della febbre Dengue legata alla proliferazione di insetti. I principali beneficiari di un intervento volto ad aumentare la disponibilità di acqua e a migliorare le condizioni igieniche sarebbero sicuramente gli abitanti del quartiere di Villas de Ancón. Tale popolazione è motivata a persistere nell'occupazione del proprio lotto di terreno dalla possibilità di entrarne in possesso una volta trascorso il periodo di tempo necessario a rivendicarne legalmente la proprietà. Tale permanenza è resa decisamente difficoltosa dall'insieme di fattori avversi che compongono la situazione di Villas de Ancón

In particolare la scarsità delle attività economiche del distretto e l'assenza di un servizio di trasporto pubblico che si estenda alla periferia di Lima, costringono padri e madri di famiglia a lunghi e faticosi spostamenti giornalieri per raggiungere il centro dove trovano lavoro. Questa situazione complica notevolmente anche la tutela e l'educazione dei figli, che in Villas de Ancón non possono essere coinvolti nelle attività di strutture educative adeguate e perciò restano esposti ad un ambiente spesso interessato dalla criminalità. In secondo piano l'intervento andrebbe a supporto delle pochissime realtà che forniscono sostegno alla popolazione come il Comedor Popular "Juan Bautista Quilici" della Congregazione delle Figlie del Crocifisso, che costituisce l'unica di queste risorse presente sul territorio di Villas de Ancón. L'approvvigionamento dei prodotti alimentari è supportato da un programma di sostegno del Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables per il Comedor Popular. L'ottenimento di una sufficiente disponibilità di acqua rappresenta una delle condizioni basilari per la sussistenza della popolazione. La sua facile accessibilità inoltre contribuirebbe al miglioramento delle condizioni igieniche con un forte impatto sulla diffusione di malattie. La facilità di approvvigionamento consentirebbe infatti di ridurre la capacità di immagazzinamento dell'acqua da parte delle famiglie, garantendo così migliori condizioni igieniche anche a chi sprovvisto di serbatoi adatti allo stoccaggio di acqua potabile. Questi risultati si allineano agli obiettivi di cooperazione con il Perù della Comunità Europea che prevedono il miglioramento dei servizi sanitari ed idrici basilari. Il miglioramento delle condizioni di vita avrebbe per di più la conseguenza di facilitare lo sviluppo sociale della periferia riducendone il grado di emarginazione rispetto alla città di Lima. Anche in questo caso l'intervento rappresenterebbe un contributo agli impegni della Comunità Europea nel rafforzamento della coesione sociale e nel supporto al Governo peruviano sul piano della

promozione del processo di decentralizzazione e di potenziamento delle autorità locali.

A la data il Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento ha approvato la elaborazione di un studio di fattibilità per l'allacciamento del rete idrica e fognatura a carico di Sedapal per "Villa de Ancón", il quale è in fase di studio.

La mancanza di competenze tecniche e l'incapacità della rappresentanza dei cittadini di ricorrere a consulenze hanno di fatto consegnato il servizio di approvvigionamento dell'acqua potabile in mano agli operatori indipendenti di camion cisterna.

In questo senso si capisce l'importanza della possibilità di individuare un'alternativa tecnologica per poter sopperire alla mancanza della rete idrica e per sostituire il servizio di autotrasporto dell'acqua poco efficiente (sia in termini economici che igienici). Nello svolgere questo compito abbiamo da subito considerato l'opportunità di sfruttare la disponibilità di risorse rinnovabili per poter garantire la sostenibilità delle richieste energetiche del futuro impianto. Per capire l'importanza di questo fattore basta considerare come, nonostante sia presente un'infrastruttura di distribuzione dell'energia elettrica nel distretto, solo pochissime famiglie possano beneficiare di questo servizio dai costi eccessivi rispetto alla disponibilità economica della popolazione. Infine il reperimento di fondi e l'identificazione di un adeguato piano di finanziamento del progetto sono essenziali per sopperire alla mancanza di risorse destinate a questa zona da parte delle istituzioni e di enti privati.

FIGURE 23



Camion cisterna che effettua il servizio di approvvigionamento di acqua potabile in Villas de Ancón



Rifornimento dei serbatoi di acqua potabile del Comedor

3.1.1 Descrizione delle azioni

Si contribuirà all'ottenimento di una sufficiente disponibilità di acqua ed al miglioramento delle condizioni igienico sanitarie della popolazione di Villas de Ancón. A tale scopo riteniamo che l'obiettivo da raggiungere sia quello di costituire un punto di distribuzione di acqua potabile sul territorio di Villas de Ancón attraverso il conseguimento dei seguenti risultati:

- Coinvolgimento nel progetto della popolazione locale
- Elaborazione di una soluzione tecnologica adeguata e sostenibile per l'approvvigionamento di acqua sul territorio.
- Individuazione delle necessarie risorse finanziarie presso enti pubblici e privati

Nel lavoro di questa tesi ci si è concentrati in particolare sull'elaborazione della soluzione tecnologica più appropriata per il contesto, senza però mancare di considerare l'importanza cruciale dell'impegno necessario a promuovere la partecipazione della popolazione. Nella valutazione si è individuato che la soluzione migliore possa essere costituita da un impianto di desalinizzazione dell'acqua di mare alimentato da pannelli fotovoltaici. Lo svolgimento dell'intera operazione impiegherà un periodo di 23 settimane durante le quali sono previste le seguenti attività:

- *Svolgimento della campagna di sensibilizzazione*: che prevede l'elaborazione di materiale informativo e la programmazione e lo svolgimento di attività di sensibilizzazione in scuole e luoghi pubblici.
- *Costituzione dell'ente di gestione dell'impianto*: che consiste nella fondazione della cooperativa responsabile dell'impianto, dei rapporti con istituzioni e partner privati e della formazione del personale.
- *Progettazione specifica e ottenimento delle autorizzazioni*: prevede l'analisi del contesto e la raccolta dei dati necessari al dimensionamento dell'impianto. Sono comprese le attività di studio del layout dell'impianto e di ottenimento delle necessarie autorizzazioni per l'esecuzione delle opere civili e per lo sfruttamento della risorsa idrica.
- *Svolgimento delle opere civili*: che consistono nelle attività di scavo e di muratura per la costruzione del locale dell'impianto, dei pozzi di pretrattamento dell'acqua salmastra e delle sedi delle tubature.

- *Installazione dell'impianto*: che richiede la realizzazione del sistema di tubazioni, l'installazione delle pompe, delle apparecchiature di trattamento dei flussi, del sistema di alimentazione (pannelli fotovoltaici e batterie), del sistema di controllo ed il loro collaudo.
- *Avviamento dell'impianto*: affiancamento del personale nella fase di avviamento e verifica delle competenze.

Si ritiene che la collaborazione con le Sorelle della Congregazione delle Figlie del Crocifisso coinvolte nella gestione del Comedor possa essere un fattore determinante per riuscire a promuovere la partecipazione ed il coinvolgimento della popolazione. Il Comedor rappresenta infatti la testimonianza di come l'efficace supporto di un'iniziativa autonoma della popolazione locale abbia condotto alla realizzazione di un importante servizio per la comunità di Villas de Ancón. Sarà quindi importante garantire la presenza di alcune esponenti della Congregazione all'interno della cooperativa che verrà costituita per gestire l'impianto. La cooperativa potrà avere inoltre il ruolo di interlocutore con le istituzioni e con enti privati nella ricerca di ulteriori partner o collaborazioni. L'esistenza di un ente ufficiale che agisce in funzione delle necessità della popolazione locale potrebbe infatti consentire l'accesso ai programmi di sussidio alimentare del Ministerio de la Mujer (come avviene per il Comedor), la collaborazione con le aziende municipali dell'acqua (SEDAPAL) e dell'energia elettrica (Edelnor) nel potenziamento dei servizi o la partecipazione ad iniziative di enti privati come PanSoy che fornisce sovvenzioni ed assistenza per l'istituzione di esercizi commerciali per la produzione di generi alimentari di prima necessità

3.1.2 Sostenibilità delle azioni

Si ritiene che il principale rischio per la riuscita del progetto sia di natura sociale e sia costituito dalla frequente ostilità dimostrata da parte delle popolazioni provenienti da zone rurali verso gli interventi esterni nella propria comunità. Tenuto conto anche delle esperienze di progetti di sviluppo rurale di vari Ministeri e di cantieri per lo sfruttamento di risorse minerarie di alcune imprese, abbiamo scelto di affrontare questa problematica mirando ad ottenere il coinvolgimento diretto della popolazione all'interno del progetto. Proprio per questo motivo sono state previste le attività preliminari di informazione e di sensibilizzazione della popolazione sul valore dell'iniziativa e la successiva costituzione di una cooperativa che preveda la loro partecipazione nelle attività di gestione e conduzione dell'impianto. Ulteriori

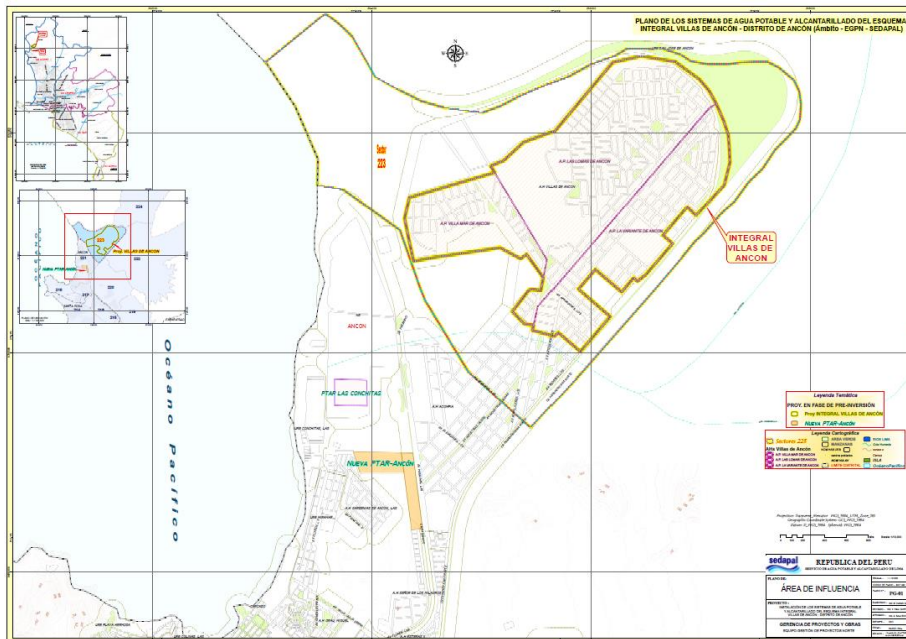
problematiche riguardano le relazioni con l'amministrazione e le autorità locali per l'ottenimento delle autorizzazioni e delle concessioni. A questo proposito si è previsto di includere tali attività nella fase di progettazione in modo che siano condotte dagli enti ufficiali che sviluppano il progetto. Infine data la natura sismica dell'intera zona di Lima si prenderanno opportune precauzioni nella formulazione delle specifiche meccaniche delle strutture dell'impianto. È stato assunto che tali misure consentiranno di raggiungere i risultati previsti dal progetto in presenza di una situazione di stabilità sociale dove non si verifichino eventi che suscitino tensioni rilevanti tra gli abitanti del quartiere. È stato inoltre considerato che l'amministrazione locale e le istituzioni interpellate collaborino per favorire le attività del progetto e che, da un punto di vista prettamente tecnico, non si manifestino condizioni ambientali non previste in fase progettuale. Al fine di assicurare lo sfruttamento della risorsa idrica, abbiamo scelto di individuare una soluzione che si avvallesse di fonti energetiche rinnovabili. In questo modo il funzionamento dell'impianto potrà prescindere dal servizio di distribuzione dell'energia elettrica presente in Villas de Ancón, evitando così un aggravio dei costi operativi. L'impianto rappresenterà inoltre un'occasione per la popolazione di acquisire conoscenze e competenze sulle tecnologie per lo sfruttamento delle fonti rinnovabili e sulle opportunità che queste ultime offrono in termini di accesso all'energia per sviluppare iniziative autonome, senza il necessario intervento dell'amministrazione. Infine come già detto, per rafforzare la partecipazione della popolazione, durante l'elaborazione del progetto abbiamo contattato la Congregazione delle Figlie del Crocifisso (nella persona di suor Anselma), gettando le basi per poter instaurare una collaborazione. Il Comedor è l'espressione tangibile della loro forte relazione con gli abitanti di Villas de Ancón che vengono direttamente coinvolti nelle sue attività e questo rende la Congregazione un intermediario privilegiato per la consultazione ed il coinvolgimento della popolazione nello sviluppo del progetto.

FIGURE 24.

Villas de Ancón, distretto di Ancón, Lima, Perù



Area di studio “villas de ancon”



3.2 Obiettivi delle azioni

L'obiettivo generale è quello di incrementare il livello di qualità della vita della popolazione di Villas de Ancón garantendo una disponibilità d'acqua tale da poter soddisfare il livello minimo del fabbisogno e migliorando le condizioni igienico sanitarie. A tale scopo l'obiettivo specifico individuato è quello di fornire acqua potabile tramite un punto di approvvigionamento facilmente accessibile agli abitanti del territorio.

I risultati attesi dalle attività previste al fine di raggiungere gli obiettivi sono:

- Coinvolgimento nel progetto della popolazione locale
- Elaborazione di una soluzione tecnologica adeguata e sostenibile per l'approvvigionamento di acqua sul territorio.
- Individuazione delle necessarie risorse finanziarie presso enti pubblici e privati

Il primo di questi risultati è sicuramente di importanza cruciale per la buona riuscita dell'intera operazione. La promozione della partecipazione della popolazione beneficiaria è in generale un aspetto critico per rafforzare l'efficacia di un progetto nel contribuire allo sviluppo, conferendo ai diretti interessati un ruolo attivo nell'attività e rafforzandone l'emancipazione. Nel caso specifico è ancora più rilevante data la storica diffidenza delle popolazioni rurali peruviane anche nei confronti dei programmi a loro favore promossi dai ministeri dello stato. A tal proposito si intendono svolgere attività di promozione e sensibilizzazione con corsi ed interventi nelle scuole e nei luoghi pubblici del distretto. In oltre si prevede il coinvolgimento di collaboratori esperti nella gestione di queste problematiche. Per quanto riguarda l'elaborazione dell'alternativa tecnologica le attività sono volte in primo luogo ad acquisire informazioni quantitative sulle condizioni dei servizi disponibili e riguardo al fabbisogno della popolazione. La difficoltà ad investire da parte dell'amministrazione e dei ministeri non ha ancora reso possibile l'estensione della infrastruttura della rete pubblica al distretto. La mancanza di competenze tecniche e l'incapacità della rappresentanza dei cittadini di ricorrere a consulenze hanno di fatto consegnato il servizio di approvvigionamento dell'acqua potabile in mano agli operatori indipendenti di camion cisterna. In questo senso si capisce l'importanza della possibilità di individuare un'alternativa tecnologica per poter sopperire alla mancanza della rete idrica e per sostituire il servizio di autotrasporto dell'acqua poco efficiente (sia in termini economici che igienici). Nello svolgere questo compito abbiamo da subito considerato l'opportunità di sfruttare la disponibilità di risorse rinnovabili per poter garantire la sostenibilità delle richieste energetiche del futuro impianto. Per capire l'importanza di questo

fattore basta considerare come, nonostante sia presente un'infrastruttura di distribuzione dell'energia elettrica nel distretto, solo pochissime famiglie possano beneficiare di questo servizio dai costi eccessivi rispetto alla disponibilità economica della popolazione. Infine il reperimento di fondi e l'identificazione di un adeguato piano di finanziamento del progetto sono essenziali per sopperire alla mancanza di risorse destinate a questa zona da parte delle istituzioni e di enti privati.

La presenza di un punto di approvvigionamento di acqua potabile sul territorio di Villas de Ancón consentirà alla popolazione del quartiere di disporre quotidianamente di quantitativi di acqua quantomeno sufficienti a soddisfare le necessità basilari, come dissetarsi, cucinare e curare la propria igiene. La facile accessibilità a questa risorsa eviterà di dover ricorrere al trasporto dell'acqua nella zona e di conseguenza ridurrà la necessità di accumulo di ciascuna famiglia. Questo fattore contribuirà alla possibilità di impiegare acqua di migliore qualità (riducendo la quantità di residui metallici e di parassiti) e quindi al miglioramento delle condizioni igienico-sanitarie degli abitanti. La costituzione dell'impianto e della relativa cooperativa saranno inoltre un'occasione per l'incremento delle capacità e delle conoscenze della popolazione locale rafforzandone la capacità di sviluppare iniziative autonome e quindi migliorando la coesione ed il coordinamento della comunità.

Durazione delle subazioni (Tempo stimato)

É previsto che le attività legate al progetto interessino un arco di tempo di circa sei mesi (23 settimane)

Costo delle sub-azioni (costo stimato)

L'investimento iniziale consisterà in 2.760.763,56 €.

3.3 Identificazione e formulazione

3.3.1 Analisi degli stakeholder

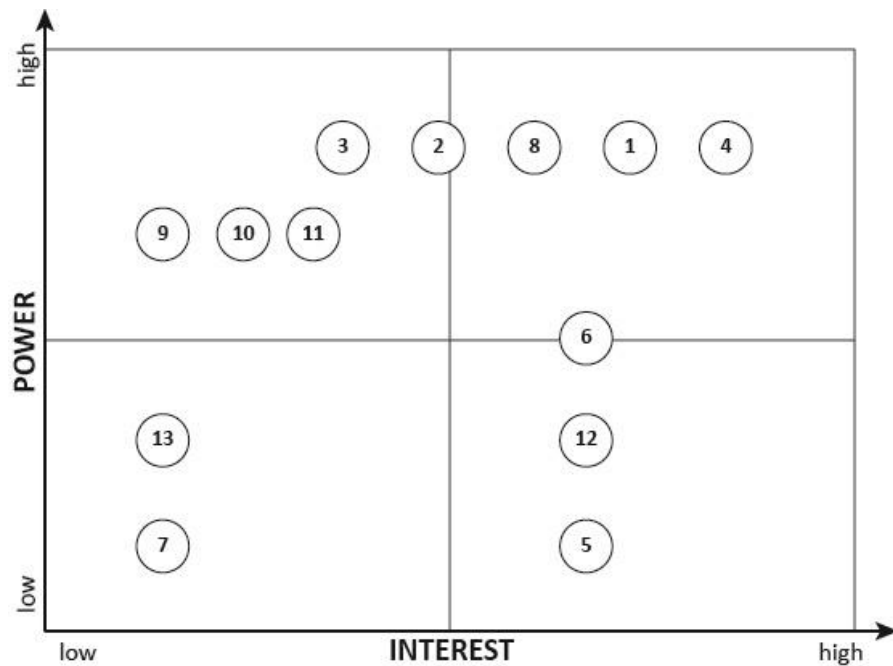
	STAKEHOLDERS	RUOLO	INTERESSE NEL PROGETTO	INFLUENZA NEL PROGETTO	AZIONI DA INTRAPRENDERE
1	Ditta di consulenza di progettazione	Fornitura di servizi di ingegneria, project management	Elevato interesse avendo commissionato lo studio ed nella creazione di un Network di cooperazione nel paese.	Elevato potere decisionale nell'implementare il progetto	<ul style="list-style-type: none"> - Progettare la soluzione tecnologica. - Supporto formativo e trasferimento tecnologico.
2	Ditta di servizio di costruzione	Fornitore del servizio di costruzione	Elevato interesse poiché il progetto inciderà con un aumento dell'utilità economico	Buon potere decisionale essendo le fasi critiche la costruzione e collaudo del impianto .	<ul style="list-style-type: none"> - Controllare la sicurezza dei lavoratori e rispettare le norme ambientale durante la realizzazione dell'impianto. - Realizzare l' impianto rispettando le norme di costruzione, lo scheduling e le risorse a emplear nel progetto
3	Donatori della cooperativa	Finanziatore della cooperativa, (organizzazioni privati e cittadini a supporto del mantenimento del impianto).	Moderato, immagine positiva della cooperativa e finalità non lucrativa.	Elevato potere decisionale, finanziamento del progetto.	<ul style="list-style-type: none"> - Esborso del budget economico in accordo alla data.

4	Congregazione Figlie del Crocifisso	Co-fondatore della cooperativa "SOL DE LA VIDA"	Considerevole, Aiutare le ragazze cresciute nel proprio orfanotrofio e supportano gli abitanti nella loro permanenza sul territorio	Buona influenza poiché sono a stretto contatto con la popolazione ed i donatori	- Raccogliere il contributi dei donatori. Lavorare insieme ai programmi del stato sussidi alimentari da CEDIF e MIMDES
5	Asociación popular las Lomas de Ancón ASPOLA	Co-fondatore della cooperativa "SOL DE LA VIDA"	Interesse nel miglioramento della qualità di vita degli abitanti	Moderato, rappresentanza degli abitanti nei rapporti con le istituzioni/enti privati e pubblici	- Agevolare workshop, briefing, audizioni per coinvolgere ai cittadini nel progetto.
6	Citadini di Villas de Ancon	Beneficiari diretti	Buon interesse poiché il progetto contribuisce a creare condizioni di vita migliori.	Buono, potranno concedere l'autorizzazione sociale per l'esecuzione del progetto.	- Campagna di sensibilizzazione per coinvolgere e informare sulle potenzialità del progetto.
7	Organizzazioni di Alberghi e attività turistiche	Concorrenti	Moderata, Sono penalizzati dal degrado del contesto sociale e delle condizioni dell'ambiente naturale	Scarso poiché non hanno potere decisionale.	- Campagna di sensibilizzazione per informare l'impatto ambientale del progetto.
8	Municipalidad de Ancón	Ente dell'Amministrativa pubblica	Buon interesse poiché il progetto favorirebbe l'infrastrutture dei servizi alla	Elevato, concessioni e autorizzazioni delle opere civili sono fondamentali	- Rispettare le normative del "Ministerio de Costrucion y Viviendas" per l'opera civile.

			comunità		- Collaborare per l'elaborazione dei documenti di analisi dei rischi sismici nella zona.
9	Edelnor (Azienda di distribuzione di energia elettrica)	Concorrenti (Monopolio Naturale)	Moderato, favorevole al sviluppo nella zona per la crescita della domanda di energia elettrica, ma contraria con l'uso di altre fonti alternative di energia.	Moderata, perché possono influire sui mezzi di informazione ai cittadini in quanto al uso di altri fonti rinnovabili.	- Pubblicità contro la tecnologia sviluppata nel Progetto
10	Sedapal (Azienda statale dell'acqua)	Concorrenti	Moderata, Favorevole alla fornitura dei servizi idrico e fognario con maggiore efficienza.	Moderato, controllo della rete idrica nel distretto	- Analizzare per sviluppare una soluzione alternative in altre zone rurali e costiere
11	La Autoridad Nacional del Agua – ANA (Agenzia del ministero dell'agricoltura)	Ente dell'Amministrazione pubblica	Moderato, tutela dello sfruttamento delle risorse idriche	Elevato, concessioni e autorizzazioni per l'uso dell'acqua marina sono fondamentale.	- Rispettare le normative dell'Agenzia del ministero dell'agricoltura per l'uso dell'acqua.

12	Defensoria del Pueblo	Ente dell'Amministrazione pubblica autonomo	Moderato, essendo un'istituzione che contribuisce efficacemente alla difesa e la realizzazione dei diritti umani	Scarso poiché non hanno potere decisionale	- Promuove l'organizzazione e la partecipazione dei cittadini
13	Gestori dei camión cisterna	Competenza, gli unici a ricoprire il ruolo di fornitori di acqua potabile	Elevato interesse essendo a rischio il loro negozio.	Scarso poiché non hanno potere decisionale.	- Monitorare prezzi del servizio.

TABELLA 6



3.3.2 Analisi dei problemi

L'analisi del contesto è cominciata con un'intensa quanto estesa attività di ricerca di informazioni su Villas de Ancón.

Con il materiale raccolto abbiamo quindi ricostruito una panoramica generale della situazione e abbiamo delineato le relazioni di causa-effetto tra i dati riguardanti gli aspetti economici, politici, sociali ed ambientali della vita in questa zona.

Abbiamo individuato una serie di problematiche di carattere trasversale rispetto alle specifiche situazioni critiche che caratterizzano il contesto. Secondo noi queste problematiche sono infatti alla base dell'inesistenza di infrastrutture e di servizi che interessa praticamente tutti i settori.

A loro volta la presenza di una rete di distribuzione elettrica che fornisce un servizio di fatto economicamente inaccessibile per la maggioranza della popolazione, la mancanza totale di una rete fognaria ed idrica, l'assenza di un sistema di raccolta e smaltimento dei rifiuti e di un servizio di trasporti pubblici, assieme alla non disponibilità di strutture mediche nelle immediate vicinanze e alla inadeguatezza delle strutture educative presenti, costituiscono le cause delle problematiche più specifiche individuate nel livello superiore dell'albero.

Per rappresentare efficacemente il rapporto fra queste problematiche attraverso un grafico ad albero, se darà una descrizione generale alle problematiche trasversali invece che specificare come si presentino in ciascun settore. Per questo motivo abbiamo evidenziato come le problematiche di carattere generale siano causa della globale scarsità ed inadeguatezza delle infrastrutture e dei servizi, evitando di fatto di collegarle direttamente alle problematiche specifiche del livello superiore.

3.3.3 Analisi degli obiettivi

Condurre l'analisi delle problematiche in maniera generale ci ha consentito di ricostruire una fotografia completa della realtà di Villas de Ancón. Da questa ampia prospettiva abbiamo scelto di concentrarci sulla tematica inerente all'acqua per effettuare l'analisi degli obiettivi.

Abbiamo ritenuto che il modo migliore per contribuire al miglioramento delle condizioni di vita degli abitanti in termini di disponibilità di acqua potabile e di condizioni igienico-sanitarie, fosse quello di costituire un punto di approvvigionamento facilmente accessibile. Dalla nostra analisi il raggiungimento di questi obiettivi risulta legato all'investimento di risorse nel potenziamento dei servizi e delle infrastrutture da parte di enti pubblici o privati e contemporaneamente alla possibilità di individuare delle possibili alternative tecnologiche che consentano di ottenere tali risultati senza dover intervenire necessariamente con opere onerose come la costruzione di una rete idrica. Allo stesso modo si rivela determinante la capacità della popolazione di coordinarsi per poter aderire alle iniziative di sviluppo.

3.3.4 Analisi delle strategie

In merito agli obiettivi evidenziati se considera un intervento che potesse essere condotto a prescindere dall'intervento diretto delle istituzioni, considerato il loro disimpegno nel potenziamento dei servizi in un territorio così difficile da amministrare.

Per rispondere alle necessità agendo in autonomia è necessario ottenere in primo luogo il coinvolgimento della popolazione. Tale partecipazione dovrà essere supportata soprattutto nell'individuazione di una alternativa tecnologica che possa sostituire la soluzione di approvvigionamento esistente e nel reperimento delle risorse economiche necessarie.

FIGURA 25

ALBERO DEI PROBLEMI

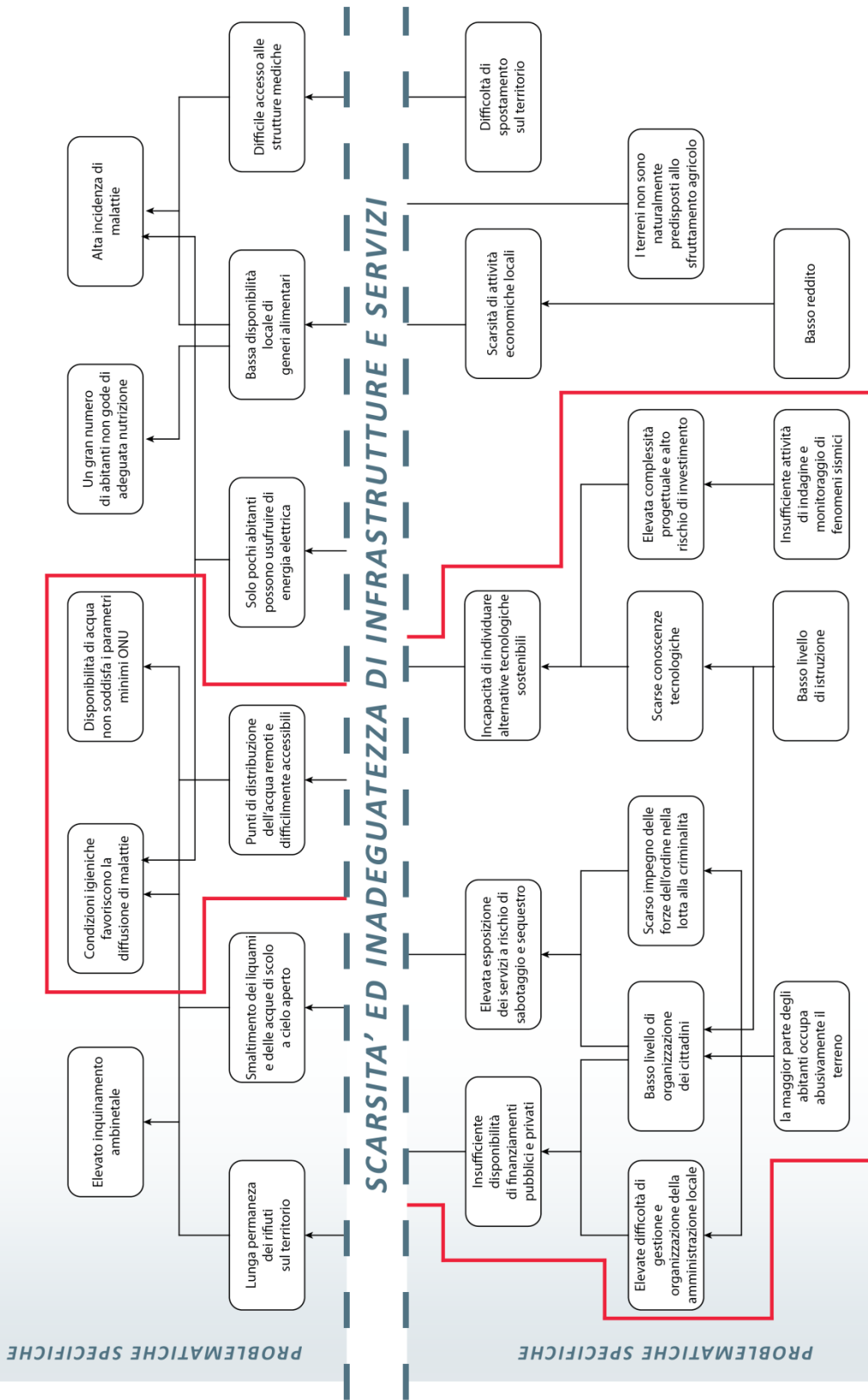
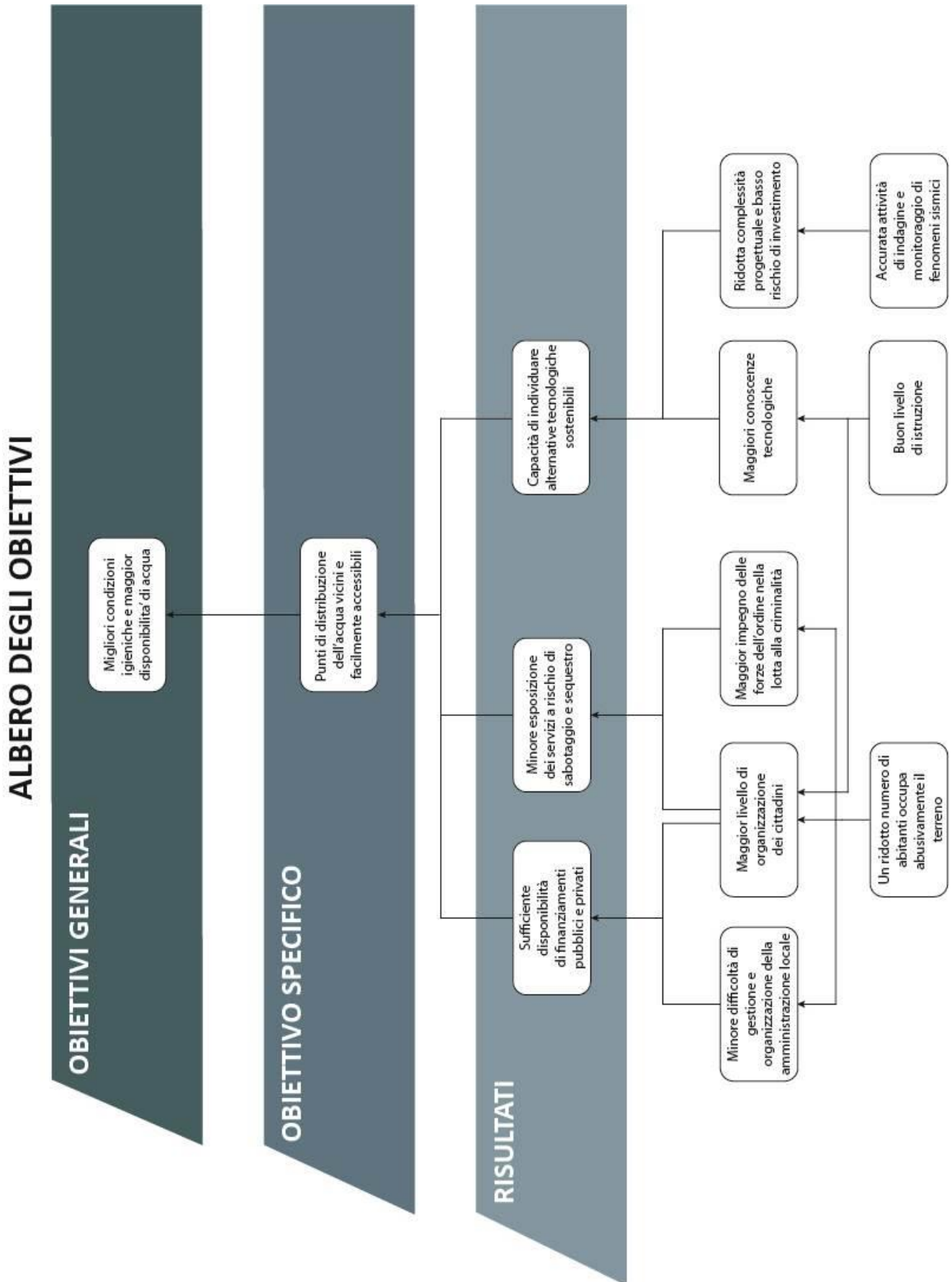


FIGURA 26



3.3.5 Pianificazione

Descrizione del progetto	Indicatori	Fonte di verifica	Assunzioni
<i>Obiettivo generale</i>			
Migliori condizioni igieniche e maggior disponibilità di acqua	<p>Riduzione delle patologie legate alla qualità dell'acqua del 30% rispetto al 2015 entro il 2017</p> <p>Concentrazione di residui metallici nelle riserve d'acqua ridotto del 70% rispetto al 2015 entro il 2017</p> <p>Consumo di acqua procapite aumenta del 60% raggiungendo i livelli di disponibilità suggeriti dall'ONU entro il 2017</p>	<p>Ricoveri registrati dalle cliniche mediche per diarrea o febbre Dengue</p> <p>Analisi mensile di campioni di acqua dalle riserve da parte della cooperativa</p> <p>Registri della cooperativa e documentazione di SEDAPAL</p>	
<i>Obiettivo specific</i>			
Punti di distribuzione dell'acqua vicini e facilmente accessibili	<p>Numero dei camion cisterna che riforniscono la zona ridotto del 60% rispetto al 2015 entro un anno dalla messa in funzione dell'impianto</p> <p>Taniche di plastica di minor capacità sostituiscono il 70% dei grandi bidoni industriali usati prima dell'impianto</p> <p>Il tempo impiegato dagli abitanti per il trasporto dell'acqua si riduce del 50% rispetto al 2015 entro un anno dalla messa in funzione dell'impianto</p>	<p>Monitoraggio della frequenza di transito dei camion cisterna nella zona da parte della zona condotta dalla cooperativa</p> <p>Sondaggi condotti dalla cooperativa presso la popolazione</p>	Corretto funzionamento dell'impianto

	Spesa degli abitanti per l'approvvigionamento dell'acqua è ridotto del 30% rispetto al 2015 entro un anno dalla messa in funzione dell'impianto		
--	---	--	--

Risultati

R 1	Minore esposizione dei servizi a rischi di sabotaggio e sequestro	Episodi di tensione e disordine pubblico legati all'attività dell'impianto sono di entità e frequenza minori rispetto ad altri interventi in zone periferiche	Consultazione di esponenti delle associazioni popolari e dell'amministrazione pubblica da parte di rappresentanti della cooperativa	Situazione di stabilità sociale
R 2	Individuazione di una alternativa tecnologica sostenibile	Costo del servizio inferiore del 30% rispetto alla distribuzione attraverso camion cisterna Emissioni legate alla distribuzione dell'acqua sono inferiori del 50% rispetto al 2015 Numero degli abitanti coinvolti nelle attività della cooperativa aumenta del 30% entro il 2016	Monitoraggio dei costi operativi dell'impianto da parte della cooperativa Stima comparata delle emissioni imputabili all'impianto e ai camion cisterna ancora transanti Registri degli impiegati della cooperativa	Collaborazione delle aziende responsabili dei servizi idrici ed elettrici
R 3	Sufficiente disponibilità di finanziamenti pubblici e privati	Coinvolgimento di almeno 1 partner nel finanziamento delle attività della cooperativa entro il 2016	Documentazione di bilancio della cooperativa	

Attività

1 · 1	Campagna di sensibilizzazione			
1 · 2	Costituzione della Cooperativa			
2	Progettazione			

1	specifica e ottenimento delle autorizzazioni			
2	Svolgimento delle opere civili			
2	Installazione dell'impianto			
2	Formazione tecnica			
2	Avviamento dell'impianto			
3	Fundraising			
3	Ricerca di partner finanziatori			

TABELLA 7

3.3.6 Scheduling attività

Ora verrà analizzata la realizzazione di un impianto in grado di lavorare una portata d'acqua salmastra di 5397 m³/gg producendo un quantitativo di acqua dolce di 2158,86 m³/gg, tenendo in considerazione un fattore di sicurezza del 10% rispetto al fabbisogno richiesto.

Si è ipotizzato che il personale esperto necessario possa essere rappresentato da:

- 1 Ingegnere che assumerà l'incarico di Plant Manager
- 1 Social Promoter (figura indispensabile per lo sviluppo del progetto)

Per l'esecuzione del progetto e la manutenzione dell'impianto si formerà una cooperativa (soci del progetto), la quale sarà composta da:

- 2 rappresentanti della associazione "Villas de Ancon"
- 2 rappresentanti tecnici di ditta di consulenza
- 4 esponenti della popolazione addetti alla condotta dell'impianto e alle mansioni amministrative (incaricato dell'emissione delle bollette)

Si lavorerà con una ditta che ha preso l'appalto e che costruirà l'impianto e l'opera civile impiegando 5 operari.

La data d'inizio del progetto è prevista per il 5 agosto del 2015 e assumendo del personale per 5 giorni lavorativi (dal lunedì al venerdì) e considerando giorni non lavorativi dal 20 di dicembre al 2 di gennaio, il progetto si prevede possa concludersi il 27 di gennaio, per durata totale di 23 settimane.

In particolare:

- La formazione della cooperativa avrà l'appoggio dell'ingegnere e il social promoter.
- Sono previsti degli incontri per l'aggiornamento sulle potenzialità dell'impianto ai quali parteciperanno tutti i rappresentanti della cooperativa e l'ingegnere Planner.
- La campagna di sensibilizzazione: il materiale sarà elaborato dal Social promoter e i corsi di sensibilizzazione saranno svolti dai 2 rappresentanti dell'associazione "Villas de Ancon". L'attività di volantaggio sarà a carico del personale amministrativo che gestirà la diffusione del progetto contattando una ditta di pubblicità.
- La progettazione sarà svolta interamente dal personale della cooperativa (2 rappresentanti tecnici della zona e 2 rappresentanti tecnici della ditta di consulenza di progettazione" e l'Ingegnere Planner.
- La gestione per le autorizzazioni saranno a carico del Social promoter.

- Le attività delle opere civili saranno svolte dal personale della ditta appaltatrice e dal personale della cooperativa (2 rappresentanti tecnici della zona e 2 rappresentanti tecnici della ditta di consulenza di progettazione).
- Le attività di installazione dell'impianto saranno svolte dal personale della ditta appaltatrice e dal personale della cooperativa (2 rappresentanti tecnici della zona e 2 rappresentanti tecnici della ditta di consulenza progettazione), tranne le due ultime attività che saranno svolte in contemporanea: l'installazione delle apparecchiature per il post-trattamento dell'acqua brina (svolte dai 2 rappresentanti tecnici della zona e dal personale della ditta appaltatrice) e la strumentazione e il controllo (svolti da 2 rappresentanti tecnici della ditta di consulenza di progettazione)
- L'avviamento dell'impianto e il controllo di gestione sarà a carico del personale amministrativo e dell'ingegnere.

ATTIVITA'	[sett.]	SETTIMANE																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1.1 Campagna di sensibilizzazione	12																							
Elaborazione del materiale	2																							
Attività in scuole e luoghi pubblici	8																							
Volantinaggio	8																							
1.2 Costituzione della Cooperativa	2																							
2.1 Progettazione specifica e autorizzazioni	6																							
Analisi del contesto, raccolta dati tecnici	1																							
Dimensionamento dell'impianto	1																							
Layout e diagramma P&I dell'impianto	1																							
Autorizzazioni amministrative per opere civili	3																							
2.2 Opere civili	5																							
Attività di scavo	3																							
Opere di edificazione	2																							
2.3 Installazione dell'impianto	4																							
Posa tubazioni e installazione pompe	1																							
Installazione sistemi di trattamento acque	1																							
Installazione del sistema energetico	1																							
Installazione strumentazione e collaudo	1																							
2.4 Formazione tecnica	4																							
Sfruttamento acqua di mare e energie rinnovabili	1																							
Tecnologia osmosi inversa	1																							
Operazione e mantenimento dell'impianto	1																							
Prove sul campo	1																							
2.5 Avviamento dell'impianto	1																							
3.1 Attività di finanziamento	5																							
Fundraising	2																							
Ricerca partner	3																							

TABELLA 8

3.3.7 Budget

Costo della mano d'opera:

	[€/h]
costo orario di un ingegnere	25
costo orario social promoter	18
costo orario dei Soci Progetto	20
costo orario contractor	15

TABELLA 9

L'investimento iniziale comprende i costi per la realizzazione del progetto:

- Acquisto dei pannelli solari
- Le autorizzazioni amministrative
- Progetti e studi tecnici
- Costo di apparecchiature e attrezzature
- Costo della mano d'opera
- Il costo del terreno per la costruzione dell'impianto (verrà coperto dalla donazione della associazione "ASPOLA")

CAPITOLO 4

Descrizione della soluzione tecnica

4.1 Analisi delle risorse locali

La presenza di un punto di approvvigionamento di acqua potabile sul territorio di Villas de Ancón consentirà alla popolazione del quartiere di disporre quotidianamente di quantitativi di acqua quantomeno sufficienti a soddisfare le necessità basilari, come dissetarsi, cucinare e curare la propria igiene. La facile accessibilità a questa risorsa eviterà di dover ricorrere al trasporto dell'acqua nella zona e di conseguenza ridurrà la necessità di accumulo di ciascuna famiglia. Questo fattore contribuirà alla possibilità di impiegare acqua di migliore qualità (riducendo la quantità di residui metallici e di parassiti) e quindi al miglioramento delle condizioni igienico-sanitarie degli abitanti. La costituzione dell'impianto e della relativa cooperativa saranno inoltre un'occasione per l'incremento delle capacità e delle conoscenze della popolazione locale rafforzandone la capacità di sviluppare iniziative autonome e quindi migliorando la coesione ed il coordinamento della comunità.

4.1.1 Analisi della risorsa energetica

Si descrive le principali risorse della zona, considerando le fonti rinnovabili:

- **Fonte solare-** secondo l'Atlas solar del MEM (Ministerio de energia y Minas – Perù), la zona d'Ancón registra un irraggiamento in media da 5 a 6 kwh/(m2*day). É possibile l'installazione di pannelli fotovoltaici, ma il solare termico CPS non è consigliato per l'alto costo di investimento.
- **Fonte eolica-** ci sono due stazioni di controllo del SENAMI che registrano le temperature esterne dell'aria e la velocità del vento. Le caratteristiche delle stazione sono:

Stazione: **EMA-ANTONIO**

RAIMONDI. - 472A218A

Tipo: **Automatica , Meteorológica 2**

Latitudine: **11 46' 33.8''**

Longitudine: **77 9' 4.9''**

Dipartimento: **LIMA**

Provincia: **LIMA**

Distretto: **ANCON**

Stazione: **ANCON (ESMAR) – 111157**

Tipo: **Automatica - Siap ,**

Meteorológica 2

Latitudine: **11 46' 11''**

Longitudine: **77 10' 20''**

Dipartimento: **LIMA**

Provincia: **LIMA**

Distretto: **ANCON**

Esempio: dal 01- 25 maggio del 2015 (le temperature esterne, velocità del vento e direzione del vento)

Senamhi - Ultimos Datos - Google Chrome

www.senamhi.gob.pe/include_mapas/_dat_esta_tipo.php?estaciones=472A218A

Estación : EMA-ANTONIO RAIMONDI , Tipo Automática - Meteorológica 2

Departamento : LIMA Provincia : LIMA Distrito : ANCON Ir : 2015-04

Latitud : 11° 46' 33.8" Longitud : 77° 9' 4.9" Altitud : 65

Día/mes/año	Temperatura (°C)			Humedad (%)	Lluvia (mm)	Presion (mb)	Velocidad del Viento (m/s)	Direccion del Viento
	Prom	Max	Min					
01-Abr-2015	21.51	25.8	19.4	85	0	1006.98	2.28	309
02-Abr-2015	21.8	26.4	18.9	82.42	0	1006.83	2.66	290
03-Abr-2015	22.34	27.4	19.7	78.67	0	1005.27	2.8	287
04-Abr-2015	22.65	28.5	19.5	78	0	1004.82	2.79	334
05-Abr-2015	21.63	24.1	19.5	83.67	0	1005.01	1.98	319
06-Abr-2015	22.97	28.9	19.4	76.13	0	1004.43	2.63	293
07-Abr-2015	23.88	29.5	19.8	72.63	0	1003.26	2.8	249
08-Abr-2015	22.27	27.4	20.1	80.54	0	1003.88	2.8	284
09-Abr-2015	22.17	27.7	19.9	81.21	0	1004.79	2.56	45
10-Abr-2015	20.17	23.5	18.3	88.59	0	1005.61	2.02	322
11-Abr-2015	21.12	23.6	20	86.71	0	1004.93	2.15	287
12-Abr-2015	21.33	24.3	19.7	86.96	0	1006.46	2.31	300
13-Abr-2015	22.24	27.1	19.4	83.08	0	1007.13	2.54	318
14-Abr-2015	21.43	24.5	19.5	86.33	0	1007.4	1.94	293
15-Abr-2015	21.82	25	20	85.33	0	1007.29	2.19	17
16-Abr-2015	22.14	27.9	19.5	83.29	0	1007.29	2.4	327
17-Abr-2015	21.72	24.4	20	84.58	0	1006.86	2.42	308
18-Abr-2015	20.83	22.7	19.8	86.83	0	1006.53	2.47	296
19-Abr-2015	20.35	22.9	19	88.33	0	1006.65	2.09	308
20-Abr-2015	20.7	24.7	19	86.83	0	1007.19	2.16	4
21-Abr-2015	21.02	23.1	20	85.17	0	1006.44	2.35	308
22-Abr-2015	20.55	21.9	19.3	86.14	0	1005.31	2.43	305
23-Abr-2015	20.55	23.1	18.9	84.86	0	1005.74	2.44	304
24-Abr-2015	19.74	19.9	19.6	89.13	0	1007.31	1.86	329

* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística
 * Información sin Control de Calidad
 * El uso de esta Información es bajo su entera Responsabilidad

TABELLA 10

In media secondo la fonte del SENAMI nella zona di Ancon si registra una velocità del vento da 1 a 3 m/s. Questi parametri sono molti bassi per l'installazione di una turbina eolica, perché di solito, nelle migliori condizioni, lavorano da 5 a 6 m/s.

- **Fonte biomasse**, essendo una zona costiera, l'ambiente è desertico non si trovano tipi di risorse che si possano sfruttare per le biomasse, anche se molto vicino al territorio si trova una riserva naturale "Parque ecologico nacional Antonio Raimondi". Quella zona è protetta dal Ministero della cultura, quindi non si può sfruttare la sua risorsa proveniente dalla risorsa vegetale. L'unica fonte utilizzabile potrebbe derivare dai rifiuti, ma bisognerebbe fornire educazione alla raccolta differenziata nella zona, che però attualmente è quasi nulla.

4.1.2 Analisi di risorsa idrica

La fornitura d'acqua grezza per Lima proviene principalmente da acque superficiali del bacino del fiume Rimac , integrata dal fiume e delle acque sotterranee Chillan (300 pozzi disponibili in varie parti di Lima), anche la zona d'Ancon è proveniente da questo bacino.

Il distretto di Ancon è fornito di acqua potabile dalla ditta Sedapal, ma la zona di Villas di Ancon non è collegata all'allacciamento dell'acqua potabile ed ora è in corso un studio di consulenza per la sua integrazione alla rete nazionale.

Villa di Ancon dispone di acqua di mare, la zona si trova infatti, a meno di 1.5 km dell'oceano pacifico e risulta essere la fonte idrica più sfruttabile.

4.2 Fabbisogno attuale

Il fornitore di acqua potabile in zona SEDAPAL, ha fatto un censimento delle persone che abitano a Villa di Ancon e ha registrato una richiesta di acqua potabile da soddisfare per un totale di 49,095 persone.

Zone	Numero di terreni	Poblazione
Villa mar de Ancon	3917	19585
Las Lomas de Ancon	4194	20970
La variante de Ancon	1702	8510
	9813	49065

TABELLA 11

Il 28 luglio 2010 l'Assemblea generale delle Nazioni Unite ha dichiarato che l'accesso all'acqua potabile pulita e alle strutture igienico-sanitarie è un diritto dell'uomo.

Il diritto minimo d'acqua al giorno sarebbe di 40 litri per persona secondo l'ONU (minimo 50 secondo l'OMS tra acqua per bere e per cucinare).

Tenendo in considerazione i parametri minimi dell'OMS, per la comunità di "Villas de Ancon" che conta 49065 abitanti, la quantità totale del fabbisogno d'acqua dolce nella comunità sarebbe di 2158m³/gg, considerando un fattore di sicurezza del 10%.

4.2.1 Parametri della qualità dell'acqua potabile

La qualità dell'acqua potabile in Perù deve essere conforme al regolamento dell'acqua per il consumo umano approvato dal Decreto Supremo n 031-2010 - SA , e le successive modifiche. Inoltre, la qualità dell'acqua potabile consegnata deve essere conforme alle seguenti caratteristiche:

- Langelier Index (LSI) : $- 0.4 < LSI < 0,4$
- Durezza totale (DT) come CaCO₃ $200 \text{ mg / l} \leq DT \leq 500 \text{ mg / l}$
- Solidi totali disciolti : $\leq 500 \text{ ppm}$
- Concentrazione di boro : $\leq 1,5 \text{ mg / l}$
- Torbidità : $\leq 1 \text{ NTU}$
- Cloro residuo $1,2 \text{ mg / l Cl} \leq \leq 2 \text{ mg / l}$
- Batteri eterotrofi : $\leq 250 \text{ UFC / ml a } 35 \text{ Oc}$

4.3 Criterio di scelta della tecnologia

Il costo dell'acqua prodotta e la redditività dell'investimento dipendono dalla scelta della tecnologia, che deve essere effettuata in fase preventiva di investimento, al fine di iniziare la valutazione tecniche fra gli esperti di dissalazione termica o di impianti a osmosi inversa. Gli esperti dell'una sono infatti diversi da quelli dell'altra tecnologia e l'eventuale confronto risulta così disomogeneo da non poter essere affrontato nel corso della fase realizzativa del progetto.

Non esiste una guida generalmente riconosciuta per effettuare la giusta scelta, quindi viene proposta, tradotta in lingua italiana, l'unica traccia pubblicata e presentata con successo dall'autore al convegno internazionale tenutosi a Mumbai (India) nel 2005.

Vengono esaminate otto caratteristiche del progetto e a ciascuna di esse viene associato un punteggio diverso per ogni tecnologia. La somma dei punteggi ottenuta da ogni tecnologia fornisce il grado di convenienza. Il progetto si può definire conveniente se il punteggio totale supera 50. La tecnologia con il maggiore punteggio è la più conveniente. Le caratteristiche sono le seguenti:

- Tipo di acqua grezza: si distingue l'acqua di mare dall'acqua salmastra, in quanto l'osmosi inversa è fortemente indicata nel caso di disponibilità di acqua con bassa salinità.
- Uso dell'acqua dissalata. Si distingue l'uso potabile da quello di processo industriale. Favorendo l'osmosi inversa per l'uso potabile e l'evaporazione per l'uso industriale grazie alla migliore qualità del distillato.
- Sito di ubicazione dell'impianto: si distingue fra i siti isolati e l'ubicazione all'interno di un complesso industriale, favorendo l'osmosi inversa nei casi di siti isolati, grazie alla maggiore facilità di approvvigionamento dell'energia elettrica, e l'evaporazione all'interno di complessi industriali, dove si suppone esserci la disponibilità di vapore ausiliario.
- Esercizio: si distingue fra servizio pesante continuativo e servizio intermittente o stagionale, essendo l'evaporazione più affidabile nel primo caso e l'osmosi inversa nel secondo.
- Costo dell'energia: viene premiata l'osmosi inversa nel caso di maggiore costo dell'energia, grazie ai consumi generalmente più contenuti.

- Abilità del personale: l'evaporazione richiede personale dedicato con una capacità tecnica inferiore rispetto a quella necessaria per condurre in modo efficiente un impianto a osmosi inversa, quindi l'abilità del personale disponibile è un aspetto non trascurabile.
- Costi finanziari: l'osmosi inversa richiede un investimento iniziale in genere inferiore, essendo il costo di ricambio delle membrane differito nel tempo. I costi finanziari rappresentano quindi un fattore di interesse nella valutazione complessiva della redditività dell'investimento.
- Capacità produttiva: l'elevata capacità produttiva premiata l'MSF anche nel confronto con le altre tecnologie evaporative.

La tabella, completata dei punti appena elencati, compara le principali tecnologie, incluso il processo ibrido, nella sola configurazione 30-70 (30% produzione per processi termici e 70% processi per evaporazione 70%)

Punti		Tecnologie					
		Membrane	Evaporazione				Ibrido
		OI	MSF	MED	MED/TVC	MCV	30-70
tipo di acqua	Acqua di mare	3	10	8	9	9	7
	Acqua salmastra	10	0	2	1	1	2
Utilizzo	Potabile/agricolo	8	3	2	2	2	7
	Processo/industriale	2	7	9	9	9	5
Ubicazione sito	Isolato	9	2	0	2	7	2
	In complesso industriale	4	10	10	9	6	9
Servizio	Pesante continuo	3	10	9	9	7	9
	Leggero discontinuo	8	0	2	4	5	1
Costo dell'energia	Recupero	0	8	10	7	0	3
	Basso costo	4	6	8	7	3	7
	Alto costo	9	4	6	6	2	8
Abilità personale	Alta specializzazione	8	3	3	4	7	5

	Bassa specializzazione	2	7	7	7	5	2
Costi finanziari	Bassi interessi	3	8	7	7	9	6
	Alti interessi	8	2	3	5	2	8
Capacità produttiva	Basa: fino a 1000 m3/gg	10	0	6	7	8	0
	Media	5	2	7	7	1	3
	altra oltre: 10.000 m3/gg	2	9	2	3	0	10

TABELLA 12

L'impianto sarà adatto a trattare acqua di mare per produrre acqua potabile, installato in un sito isolato, con servizio pesante e continuo, con energia elettrica ad alto costo, con operai a bassa specializzazione e con alti interessi finanziari. L'impianto sarà di piccola capacità, inferiore a 2158 m3/g. Nella tabella seguente si individua la tecnologia più conveniente in base ai dati in possesso.

Punti		Tecnologie					
		Membrane	Evaporazione				Ibrido
		OI	MSF	MED	MED/TVC	MCV	30-70
tipo di acqua	Acqua di mare	3	10	8	9	9	7
Utilizzo	Potabile/agricolo	8	3	2	2	2	7
Ubicazione sito	Isolato	9	2	0	2	7	2
Servizio	Pesante continuo	3	10	9	9	7	9
Costo dell'energia	Alto costo	9	4	6	6	2	8
Abilità personale	Bassa specializzazione	2	7	7	7	5	2
Costi finanziari	Alti interessi	8	2	3	5	2	8
Capacità produttiva	Media	5	2	7	7	1	3
		47	40	42	47	35	46

TABELLA 13

Da questi dati la tecnologia conveniente sarebbe tra OI e MED/TVC, il lavoro si concentrerà nello studio per integrare il sistema di Osmosi inversa, ora si valuterà per l'osmosi inversa con fonte rinnovabile.

Secondo il documento “*Commercial Desalination Products Powered by Renewable Energy*” (pubblicazione parte del progetto ProDes, co-finanziato da “The Intelligent Energy for Europe Programme”), ci sono 3 tipi di tecnologie per realizzare un impianto a Osmosi inversa alimentato con energie rinnovabili:

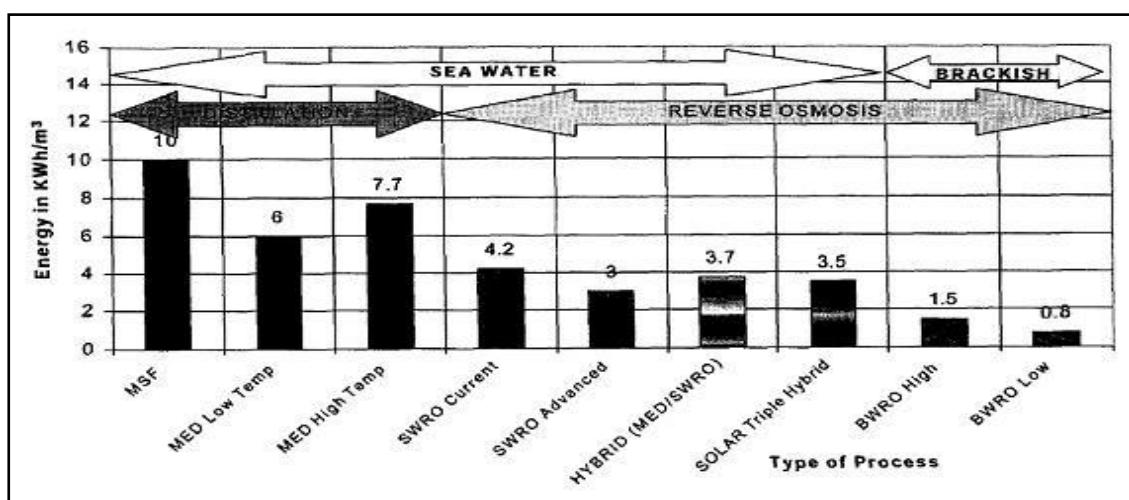


FIGURA 27

Osservando il grafico precedente si può notare come l'osmosi inversa consumi da 4 a 5 kWh per m³ di acqua prodotta mentre le altre tecnologie consumano circa 15 kWh per m³.

Essendo il consumo di energia collegato al costo dell'acqua prodotta (rappresenta il 25% ed il 40% del costo totale), questi dati non si possono trascurare. Inoltre il funzionamento e la manutenzione di un impianto ad osmosi inversa è conveniente rispetto ad altre tecnologie.

Un altro vantaggio è la capacità di rimuovere il 99% dei virus e dei batteri, ed è per questo ritenuta in tutto il mondo come la tecnologia migliore per purificare l'acqua contaminata.

Il territorio di Villas de Ancon presenta tutti i requisiti per una buona resa di questa tecnologia. Esso si trova infatti in una zona costiera dove si può sfruttare la risorsa idrica dell'acqua di mare e dove si registrano alti livelli d'irradiazione solare giornaliera, pari al incirca di 5,5 kWh/gg e quasi costante durante tutto l'anno.

L'impianto di dissalazione potrà sfruttare l'energia rinnovabile del sole ricavata dai pannelli fotovoltaici e permetterà di soddisfare la domanda di acqua dolce di 2158 m³/gg grazie all'osmosi inversa.

4.4 Descrizione dell'impianto

Per l'impianto abbiamo tenuto conto delle diverse fasi del processo di dissalazione, abbiamo preso come riferimento i requisiti stabiliti da Sedapal per il nuovo progetto in fase di costruzione nella zona di sud di Lima (Provisur), a osmosi inversa. Questo progetto però non utilizza le fonti rinnovabili.

4.4.1 Alimentazione dell'acqua di mare

- Infrastruttura: la captazione può essere da tiro aperto, intake.
- Le infrastrutture di captazione e pompaggio devono essere di un materiale altamente resistente alla corrosione.
- Nella progettazione della stazione di pompaggio si sono considerati i limiti di rumore applicati alla locazione.
- Apparecchiature mobili per il montaggio e lo smontaggio di attrezzature
- Strade di accesso per consentire la manutenzione e la sostituzione delle attrezzature
- La stazione opera di presa e di pompaggio costruita per l'ambiente urbano in conformità con i requisiti del Comune.

4.4.2. Pretrattamento dell'acqua salmastra

L'Impianto di dissalazione deve avere un sistema di pretrattamento che soddisfa i seguenti obiettivi:

- Tenere galleggiante e solidi sedimentabili.
- Ridurre torbidità.
- Impostare e controllare il pH.
- Evitare la crescita biologica nel sistema a membrana.
- Assicurarsi che l'acqua pretrattata incontri il processo di osmosi inversa con

intasamento o indice fouling (SDI) inferiore a 3.

4.4.3 Processo di desalinizzazione con OI

- Pompaggio ad alta pressione. Fornitura di pressione di carico necessaria per il processo a OI.
- Il sistema ad osmosi inversa
- sistema di recupero dell'energia
- Dosaggio di prodotti chimici
- Lavare le membrane di sistema.

4.4.4 Sistema di post-trattamento

L'acqua trattata con processo OI sarà condizionata ai valori di qualità dell'acqua potabile.

4.4.5 Smaltimento di salamoia

- La salamoia prodotta dall'impianto di dissalazione deve essere fornita sia attraverso un Outfall (lunghezza minima di 500 metri).
- Per la posizione, la lunghezza e la profondità di fine Outfall, si prenderà in considerazione ECA-Water Categoria 2 (Attività marina e costiera) - Sotto 3 (Altre attività) di S.D. No. 002-2008-MINAM al di fuori della zona di miscelazione.
- Possibilità di smaltimento finale in mare attraverso un insieme emissario per la salamoia e trattamento delle acque reflue.

4.4.6 Sistemi secondari

- Costruzione per gli impianti, uffici e laboratori di membrane di verifica del sistema
- Misurazione e campionamento
- Sistema di automazione

La linea di trattamento prevede:

- Raccolta e pompaggio di acqua di mare.
- Dosaggio di ipoclorito di sodio.
- Dosaggio di acido solforico.
- Dosaggio di coagulante.
- Filtri di sabbia a pressione.
- Attrezzature per la pulizia filtro.
- Dosaggio di bisolfito di sodio.
- Disperdente di dosaggio.
- Filtrazione di cartucce.
- Pompaggio d'alta pressione
- Recupero energetico (Turbopompa)
- Racks Osmosi inverse- RO.
- Tank d'equilibrio osmotico.
- Lavaggio moduli attrezzature.
- Dosaggio di calce (aggiustamento del pH).
- Dosaggio d'ipoclorito di sodio (disinfezione)

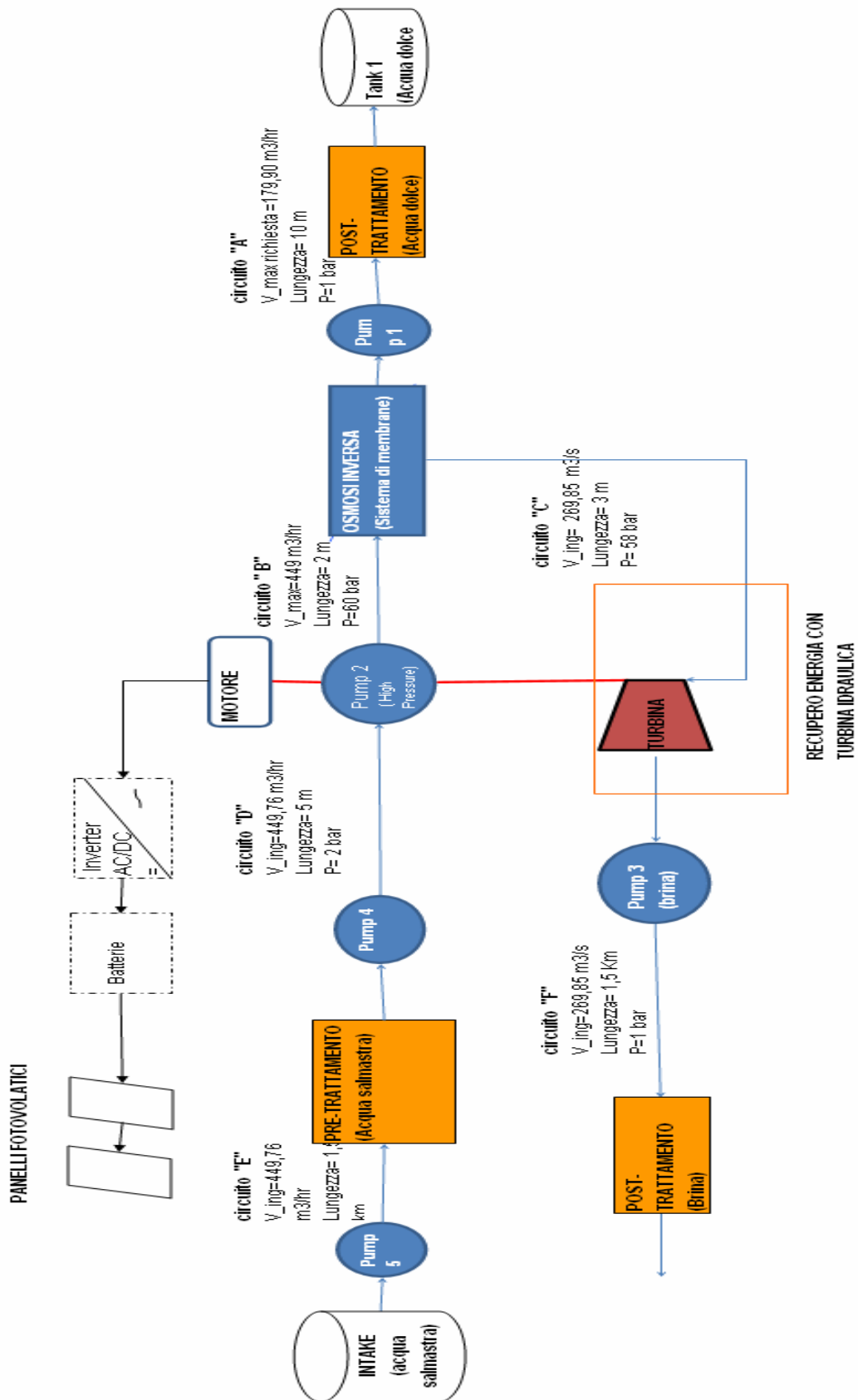
4.5 Richiesta energetica dell'impianto

Nel dimensionamento si sono considerate le principali richieste energetiche dell'impianto ad osmosi inversa, non si è tenuto in considerazione per l'analisi la fase di pre trattamento de acqua salmastra e post-trattamento della brina e del trattamento dell'acqua dissalata, tali richieste saranno considerate all'interno di quella ausiliare per l'impianto, considerato il 10% del totale dell'energia.

Le principali apparecchiature considerate per l' impianto sono le seguente:

- Una pompa per il prelievo dell'acqua di mare con lunghezza di 1,5 km dal serbatoio (intake), ad una pressione a 2 bar.
- Una pompa per l'invio dell'acqua alla fase di pretrattamento dell'acqua salmastra e all' impianto dove si trovano le membrane di osmosi inversa.
- Una pompa ad alta pressione per innalzare la pressione a 60 bar, per garantire il funzionamento delle membrane dell'osmosi inversa.
- Una pompa di mandata al sistema di post-trattamento dell'acqua dissalata e di immagazzinamento in un serbatoio di accumulo d'acqua dolce.
- Un sistema di recupero che utilizza una turbina idraulica di tipo pelton, questa turbina recupera la portata dell'acqua d'uscita (60 bar) a una alta pressione e scarica a bassa (1 bar), per lo scarico della brina al acqua di mare.
- Una pompa di mandata al sistema di post-ttrattamento della brina, e di scarico al mare.

FIGURA 28 (Schema del impianto)



4.6 Dimensionamento dell' apparecchiature idraulica

4.6.1 Domanda di acqua potabile, di acqua salmastra e brina

Come già analizzato nella parte del capitolo 4.2, si è considerato il consumo mensile giornaliero costante di 2158,86 m³/gg per tutto l'anno.

Per un impianto ad osmosi inversa a membrane a spirale che si userà nel presente impianto, il rendimento per la tecnologia a osmosi inversa varia tra 40% e 50%. Per il presente studio si considererà un fattore di recupero delle membrane (FP) del 40%, e un fattore di recupero per parte di una turbina tipo pelton (70%).

Considerando un consumo mensile giornaliero costante di 2158,86 per tutto l'anno.

$$V_{in} = V_{out} * (1/FP)$$

$$V_{brina} = V_{out} / (1/FP - 1)$$

NP	Numero di persone	[p]	49065
FAG	Fabbisogno giornaliero d'acqua dolce	[l/p*gg]	40
V_out	Volume specifico d'acqua dolce (utente finale) con un 10% fattore di sicurezza della domanda.	[m ³ /gg]	2158,86
V_in	Volume specifico d'acqua salmastra da trattare	[m ³ /gg]	4425,66
V_Brina	Volume specifico richiesto (brina)	[m ³ /gg]	2266,80

TABELLA 14

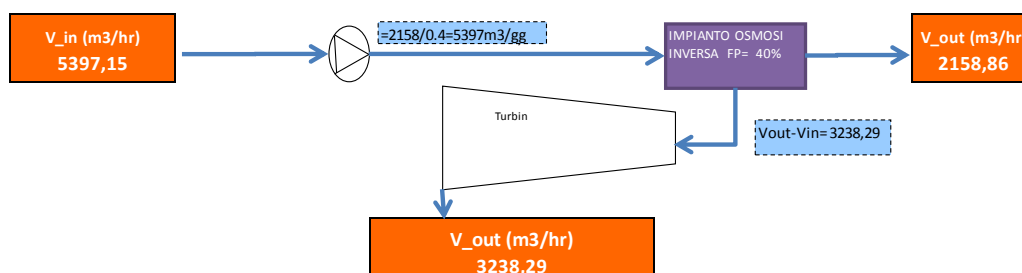


FIGURA 29 (Bilancio di massa)

4.6.2 Profilo della domanda d'acqua potabile (oraria)

Per il calcolo del profilo, abbiamo considerato 4 fasce orarie: dalle 00:00 alle 05:00, dalle 05:00 alle 13:00, dalle 13:00 alle 18:00, dalle 18:00 alle 21:00 e dalle 21:00 alle 24:00; e considerato un percentuale della domanda totale di acqua giornaliera rispettivamente per ogni fascia oraria 10%, 40% , 15%, 25% e 10%.

Da queste percentuali fra il numero di ore in ogni fascia, si otterrà il fattore di carico orario.

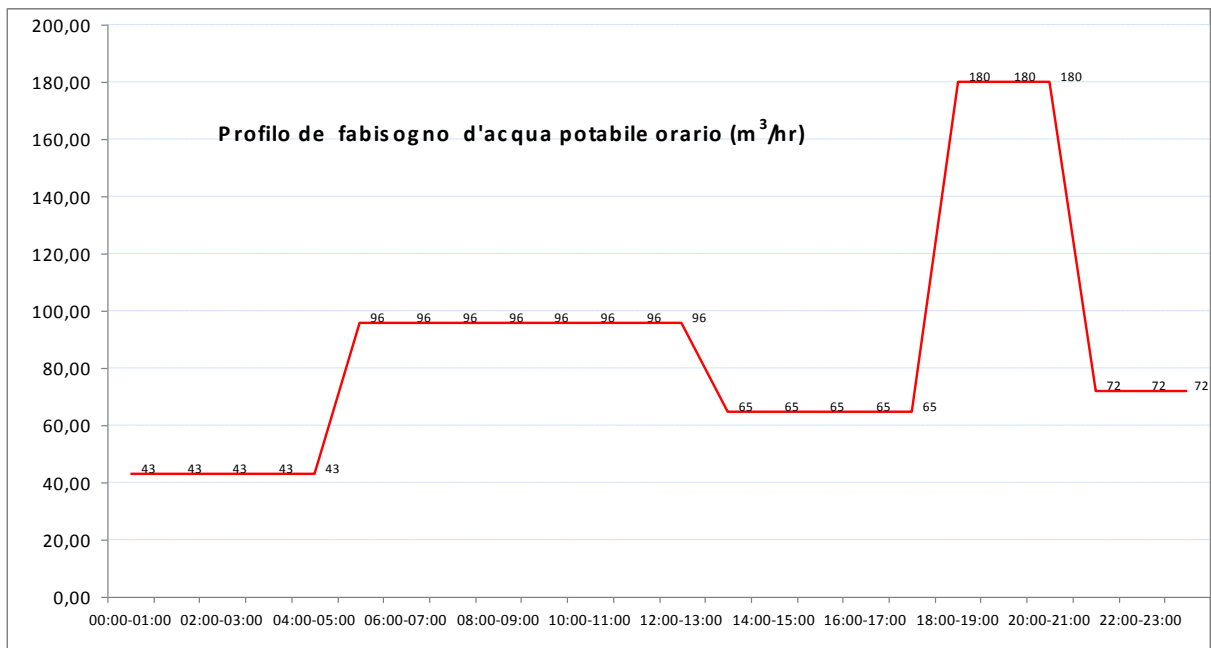


FIGURA 30

Dal fattore di carico indicato di 8,33% che risulta nella fascia oraria dalle 18:00 alle 21:00, si ha la domanda massima giornaliera oraria dell'acqua potabile che è di 179 m³/ora. Di conseguenza le portate della brina e d'acqua di alimentazione, con le formule indicate prima saranno 269,858 m³/ora e 449,763 m³/ora rispettivamente.

4.6.3 Perdite di carico

Si calcoleranno i diametri teorici delle tubazioni, in base alla portata massima in ogni circuito e con la velocità massima di 2,5 m/s, dato considerato per le tubazioni per l'acqua di mare nel range di (1,5 a 3 m/s).

A loro volta si sono scelti come materiali:

- Per i circuiti "A", "B", "C", "D" l'acciaio (per evitare la corrosione delle membrane e per mantenere la qualità dell'acqua potabile).
- Per i circuiti "E" e "F" materiale polietilene (per la sua flessibilità, robustezza, facilità di installazione e per le grandi lunghezze richieste)

CIRCUITO	Materiale di tubazione	Portata massima	Velocità massima	Area sezione	Diametro tubazione teorico
			m/s	m ²	m
CIRCUITO "A"	Acciaio	179,91	2,50	0,02	0,16
CIRCUITO "B"	Acciaio	449,76	2,50	0,05	0,25
CIRCUITO "C"	Acciaio	269,86	2,50	0,03	0,20
CIRCUITO "D"	Acciaio	449,76	2,50	0,05	0,25
CIRCUITO "E"	Polietilene	449,76	2,50	0,05	0,25
CIRCUITO "F"	Polietilene	269,86	2,50	0,03	0,20

TABELLA 15.1

Ridimensionando rispetto al diametro commerciale, si ricalcolerà la velocità del circuito, la quale ci permetterà di trovare le perdite di carico.

CIRCUITO	Materiale tubazione	di Portata massima	Diametro tubazione teorico	Diametro tubazione commerciale (interno)	Diametro tubazione commerciale (esterno)	Velocità
			m	m	m	m/s
CIRCUITO "A"	Acciaio	179,91	0,16	0,21	DN200	1,47
CIRCUITO "B"	Acciaio	449,76	0,25	0,26	DN250	2,35
CIRCUITO "C"	Acciaio	269,86	0,20	0,21	DN200	2,21
CIRCUITO "D"	Acciaio	449,76	0,25	0,26	DN250	2,35
CIRCUITO "E"	Polietilene	449,76	0,25	0,28	DN315	2,06
CIRCUITO "F"	Polietilene	269,86	0,20	0,20	DN225	2,45

TABELLA 15.2

Per il calcolo delle perdite lineari dei circuiti si è considerato la formula quella di Hazen-Williams (vedi Manuale del Termotecnico - Nicola Rossi, pag. 401), per le perdite di carico concentrate (curve, allargamento, riduzione, ecc) il 20% delle perdite lineari.

Considerando la seguente formula per il calcolo delle perdite di carico:

$$\Delta P = 6,819 * L * ((V/C)^{1,852}) * (1/(D^{1,167}))$$

L= Lunghezza del circuito (m)

V= Velocità (m/s)

C=Coefficiente di scabrezza

D= Diametro interno della tubazione (m)

Valori dell coefficiente di scabrezza (C) per le tubazione

100 per tubi calcestruzzo

120 per tubi acciaio

130 per tubi ghisa rivestita

140 per tubi rame, acciaio inox

150 per tubi PE(polietilene, PVC e PRFV)

Quindi si considerara per l'acciaio un fattore di scabrezza: per l'acciaio e il polietilene di 140 e 150 rispettivamente.

Si mostrano nella tabella le perdite di carico in ogni circuito:

CIRCUITO	Materiale di tubazione	Portata massima	Diametro tubazione teorico	Diametro tubazione commerciale (interno)	Velocità	Lunghezza del circuito	Perdite di carico lineari	Perdite di carico lineare	Perdite concentrate (Metodo Approssimato 20% de perdite lineare)	Geodetica	ΔP (richiesta per le membrane)	Perdite di Carico Totali
							(ΔP)	(ΔP)	(Metodo Approssimato 20% de perdite lineare)			
		m3/hr	m	m	m/s	m	[mca]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]	[bar]
CIRCUITO "A"	Acciaio	179,91	0,16	0,21	1,47	10,00	0,09	0,01	0,00	0,50		0,51
CIRCUITO "B"	Acciaio	449,76	0,25	0,26	2,35	2,00	0,03	0,00	0,00	0,00	60,00	60,00
CIRCUITO "C"	Acciaio	269,86	0,20	0,21	2,21	3,00	0,06	0,01	0,00	0,00	58,00	58,00
CIRCUITO "D"	Acciaio	449,76	0,25	0,26	2,35	5,00	0,08	0,01	0,00	0,50		0,51
CIRCUITO "E"	Polietilene	449,76	0,25	0,28	2,06	1.500,00	16,24	1,67	0,33	0,50		2,51
CIRCUITO "F"	Polietilene	269,86	0,20	0,20	2,45	1.500,00	33,31	3,43	0,69	0,50		4,62

TABELLA 16

4.6.4 Energia richiesta per le pompe e recupero con turbina idraulica

Si è considerato che le pompe saranno regolate con gli inverter in base al carico dell'utenza oraria. Con le portate calcolate della richiesta della utenza e le perdite di carico in ogni circuito si terrà il calcolo dell'energia e potenza richiesta per le pompe, come si vedrà nel diagramma:

$$\text{Pot_pump} = (\Delta P * m) / (\eta_{\text{ele}} * \eta_{\text{pompa}})$$

Pot_pump = Potenza delle pompe (kW)

ΔP= Perdite di carico (bar)

η_{ele} =rendimeno elettrico, considerato il 99%

η pompa= rendimento della pompa, considerato il 80%

Per la pompa ad alta pressione (pump 2), sarà calcolata integrando il recupero della turbina ipotizzando che siano sullo stesso albero motore, pompa e turbina.

$$\text{Pump 2 (High) + Recupero} = (P_{\text{high}} * m_{\text{high}} - m_{\text{brina}} * P_{\text{brina}} * \eta_{\text{turb}} * \eta_{\text{pompa}})$$

P_{high} = Pressione fornita dalla pompa di alta pressione, considerato (60bar)

m_{high} = Portata d'acqua di alimento all'unità di osmosi inversa (RO)

P_{brina} = Pressione del flusso di concentrato, considerato (58 bar)

m_{brina} = Portata del flusso di concentrato

η_{turb} = Rendimento di turbina, considerato il 70%

η_{ele} = rendimento elettrico, considerato il 99%

η_{pompa} = rendimento della pompa, considerato il 80%

Dalla formula si otterrà che la potenza di picco della pompa 2 considerato il recupero è di 703,03 kW.

Considerando la massima portata di ingresso alla turbina di 269, 85 m³/ore e la pressione di ingresso alla turbina da 58 bar a pressione di uscita a 1 bar, si otterrà una potenza dalla turbina idraulica di 305,20 kW, con il rendimento della turbina del 70% e di un rendimento elettrico del 99%.

La richiesta totale energetica del sistema sarà di 9.684,23 kWh, con una potenza di picco del sistema di 807 kW, nella fascia oraria dalle 18:00 alle 21:00.

4.6.5 Scelta delle pompe e turbina

Per la scelta della pompa, nel diagramma della curva caratteristica della pompa del fornitore, con la portata e prevalenza calcolate, è si avrà l'area di lavoro della pompa.

Si considererà una pompa di sicurezza per i circuiti di 50 kW, in caso di intasamento o rottura delle pompe, per il sistema d'andata e ritorno dell'acqua salmastra e una pompa di sicurezza per l'utenza.

4.6.6 Selezione del materiale per le tubazioni

All'interno della vasta gamma di materiali esistenti e in grado di soddisfare i requisiti, si è scelto di utilizzare un'ampia forma rame-nichel per gli elementi che non sono sottoposti a sollecitazioni, quindi non strutturale, ed è venuto a contatto con l'acqua salata.

- Tubazione dell'alimentazione dell'acqua di mare

Tubi di alimentazione, sono utilizzati in applicazioni sia civili che industriali. Le fonti possono essere fiumi, laghi e fiordi. Profondità ammissione vanno da 250 m. L'acqua viene normalmente trasportata in cantiere per gravità ad un making fotocamera .

In alcuni casi , il tubo di alimentazione è collegato direttamente alla pompa in una stazione di pompaggio .

I tubi di ammissione sono sempre esposti ad una pressione negativa.

Alcuni problemi particolari che devono essere considerati:

- Pressione insufficiente
- Intasamento
- Perdite d'aria
- Onde

- Tubazione di trasporto dell'acqua di mare al impianto Osmosi inversa

In altre situazioni, è necessario attraversare fiumi e mari per l'approvvigionamento delle città e isole acqua, o per la rimozione di acque reflue.

L'acqua può essere trasportata per gravità o per pompaggio. Durante questa operazione c'è sempre una certa pressione nella condotta, salvo in caso di improvviso incremento di pressione.

È normale installare un pozzetto in ciascun banco per stabilire una interconnessione tra la condotte sottomarine . La strumentazione in pozzetti dipenderà dal livello di servizio.

Qui ci sono alcuni problemi particolari da considerare nelle tubazioni:

- Pressione
- Trasporto Aereo
- Correnti
- Swell

- Materiale polietilene

Per le tubazioni di trasporto e per la zona di alimentazione e restituzione è conveniente usare il polietilene che è una resina termoplastica appartenente alla famiglia delle poliolefine, ottenuta dalla polimerizzazione dell'etilene. Il processo di polimerizzazione consiste nel legare assieme molecole di etilene in una lunga catena chiamata macromolecola o polimero.

Con i diversi processi di sintesi si ottengono polietileni con diversi gradi di cristallinità (i quali rappresentano il rapporto, nella massa plastica, tra zone amorfe e zone cristalline). Sul mercato esistono diversi polietileni differenziati dalle loro caratteristiche reologiche:

Polietileni ad Alta Densità (PE/A; HDPE nella notazione inglese)

Media Densità (PE/B; MDPE nella notazione inglese)

L'impiego principale è nella adduzione di fluidi in pressione e nella distribuzione di gas, per la Bassa Densità (PEb.d.; LDPE nella notazione inglese) l'impiego oggi è prevalentemente nelle installazioni agricole e irrigue.

Classificazione e designazione di polietilene:

I processi di sintesi industriali sono brevettati e quelli impiegati oggi nella produzione di Polietilene PE/A e PE/B per tubi in pressione conferiscono ai materiali elevate proprietà di:

- 1) resistenza allo scorrimento plastico;
- 2) resistenza alla fessurazione lenta;
- 3) resistenza alla fessurazione rapida.

Allo scopo di garantire un'adeguata qualità dei prodotti, i polietileni per tubi sono commercializzati sotto forma di granuli neri ottenuti per masterizzazione (aggiunta di additivi) del polietilene incolore in adeguati impianti petrolchimici.

Nella applicazione per fluidi in pressione, primaria importanza è attribuita alla resistenza allo scorrimento plastico (invecchiamento) del materiale (polietilene), essa viene determinata come valore di resistenza minima richiesta a 50 anni (Minimum Required Strength a 20 °C) attraverso la costruzione delle curve di regressione secondo ISO/TR 9080 per i diversi tipi di polietilene alta e media densità.

Per ciascun materiale operando su campioni di tubi sottoposti a diverse temperature (20 °C, 40 °C, 60 °C, 80 °C) fino a rottura.

Si determinano come detto, le curve di regressione e da quella a 20 °C si desumono i parametri di progetto. Il valore del carico da assumere per il progetto (sigma di progetto per il calcolo dello spessore del tubo) è pari all'MRS di riferimento ridotto di un coefficiente di sicurezza di 1,25 (acqua) e 3,25 (gas).

Nella tabella sono elencati i tipi di polietilene alta e media densità oggi disponibili sul mercato specificatamente per la costruzione di condotte per fluidi in pressione e classificati secondo le rispettive curve di regressione (figura 1) ricavate in conformità alle ISO/TR 9080.

Designazione	MRS (MPa)	Sigma (kgf/cm ²)
PE 100	10,0	80
PE 80	8,0	63

Caratteristiche chimico - fisico - meccaniche generali di resine PE 80 e PE 100

Descrizione	Unità di misura	PE 80	PE 100	Metodi
Caratteristiche fisiche				
Densità (massa volumica)	g/cm ³	0,950±0,957	0,955±0,961	ISO 1183
Indice di fluidità 190 °C - 5 kg	g/10 min	0,35±0,6	0,2±0,5	ISO 1133
Caratteristiche meccaniche				
Modulo elastico	N/mm ²	≈ 900	≈ 1200	ISO 6259
Carico a snervamento	N/mm ²	≈ 22	≈ 24	ISO 6259
Allungamento a rottura ^d	%	≥ 600	≥ 600	ISO 6259
Durezza Shore D a 20 °C	-	57	59	ISO 868
Resilienza IZOD S.I. 23 °C	J/m ²	> 600	> 600	ASTM D 256
Caratteristiche termiche				
Conducibilità termica a 23 °C	W/m · k	0,38	0,38	DIN 52612
Coefficiente dilatazione termica lineare	mm/m · °C	0,13	0,13	ISO 11359
Temperatura di fragilità	°C	< -70	< -70	ASTM D 746
Altre proprietà				
Contenuto nero fumo	%	2,0±2,5	2,0±2,5	ISO 6964
Indice di dispersione	-	≤ 3	≤ 3	ISO 18553
Stabilità termica a 200 °C (OIT)	min	> 20	> 20	UNI EN 728

TABELLA 18

Dai dati e tabelli presi dalla Associazione di idrotecnica italiana, il quali indica un costo del materiale della tubazione PE80 di 9.36 €/m, è saranno considerato nei costi di istallazione di tubazione.

4.6.7 Membrane ad osmosi inversa

Le membrane utilizzate per l'impianto saranno a spirale avvolta, hanno una lunghezza di 1.016 mm e un diametro di 8'' (20,32 cm), per una superficie complessiva della membrana pari a 35 – 41 m².

Più membrane (3 – 4 per applicazioni in grandi dissalatori per acqua di mare) saranno assemblate in un Pressure Vessel realizzato in fibra di vetro resina. L'intero impianto opera con più Pressure Vessels in parallelo.

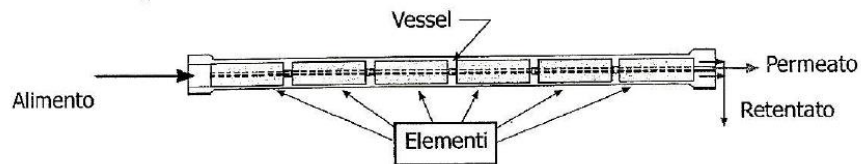


FIGURA 31

4.6.8 Sistema di pre trattamento dell'acqua salmastra e post-trattamento della brina e trattamento dell'acqua dissalata

Si considera che per questo sistema si compreranno moduli valutando i fornitori "Nukita" o "Nalco" che sono siti nel territorio peruviano, e non si è le richieste di tale saranno considerate dentro della richiesta degli ausiliare per l'impianto considerato il 10% del totale dell'energia.

4.7 Dimensionamento dell' apparecchiature fotovoltaica

4.7.1 Descrizione del modullo fotovoltaico

I moduli fotovoltaici variano da 250 a 260 W per modulo. Le celle prodotte saranno diversamente permeate (dipende dal voltaggio, intensità di corrente). Il costruttore testa le varie celle e le divide in categorie (assembla celle simili per produrre lo stesso modulo), altrimenti le caratteristiche delle celle peggiori andrebbero a peggiorare quelle delle migliori.

Le caratteristica elettrica del modulo PV (corrente vs tensione a diversi valori di W/m^2), si usa come riferimento standard a $1000 W/m^2$.

A seconda delle tensione vista sul circuito esterno al modulo, il modulo erogherà una certa corrente. Si sceglie un punto di funzionamento mediante la regolazione del circuito equivalente esterno $V=RI$.

Il problema è che con diversi irraggiamenti la curva caratteristica si sposta quindi anche i punti di massima potenza, per far funzionare il modulo sempre nelle condizioni ottimali devo andare a prendere punti diversi.

I moduli fotovoltaici (o pannelli) da utilizzare sono di silicio policristallino (incapsulamento e incorniciatura standard) e dotati di una cornice già predisposta per il fissaggio sulle strutture metalliche di accoglimento del fornitore "Liders", dovuto a che sono già stati utilizzati in alcuni progetti di fotovoltaico in Perù.

I moduli devono essere completi di connettori di collegamento multicontact, e tutti gli accessori necessari. Il costo stimato per ogni modulo è di 200 euro.

CNBM Solar Polycrystalline Series II (250W—260W)

Characteristics

Max Power Voltage Vmp(V)	30.1	30.4	30.5
Max Power Current Imp(A)	8.31	8.39	8.53
Open Circuit Voltage Voc(V)	37.4	37.5	37.6
Short Circuit Current Isc(A)	8.83	8.86	8.95
Max Power Pm(W)	250	255	260

Temperature Coefficient of Cells

NOCT	45°C ±2°C
Temperature Coefficients of Isc (%/°C)	0.049
Temperature Coefficients of Voc (%/°C)	-0.32
Temperature Coefficients of Pmp (%/°C)	-0.43

Mechanical Data

Dimension	1638 x 982 x 40 mm
Weight	19.5 kg
No. of Cells and Connections	60 (6 x 10)
Tolerance	0~+5W
Cell	Polycrystalline Cell 156 x 156 mm
Packing	700 Pcs/40ft(H) Container

Limits

Operating Temperature	-40 °C to +85°C
Storage Temperature	-40 °C to +85°C
Max System Voltage	1000VDC

Guarantees

Products Guarantee	12 yrs free from defects in materials and workmanship
Performance Guarantee	No less than 90% within 10yrs and no less than 80% within 25yrs
Certificates	TUV(IEC61215&IEC61730), CE

TABELLA 19

4.7.2 Dimensionamento e materiale generatore fotovoltaico

Si dimensionerà il generatore fotovoltaico, in modo da garantire la potenza di picco (kWp), necessaria per l'impianto a osmosi inversa (pompe, turbina, membrane, etc.) e sarà costituito complessivamente da moduli FV. I vari moduli saranno collegati in serie tra di loro a gruppi di unità (nella quantità necessaria), in modo da realizzare stringhe separate (in quantità necessaria).

Le stringhe, saranno poi successivamente raggruppate in parallelo, in distinti sottocampi da tot. stringhe ciascuno.

Il generatore fotovoltaico, comprenderà inoltre il Quadro di Campo e raccolta DC, per esterno grado di protezione IP65 da posizionarsi subito a valle di ogni singola stringa (lato corrente continua) comprensivo di sezionatori per corrente cc, diodi di blocco e SPD (scaricatori di sovratensione) e sezionatori per corrente cc. per ciascuna delle stringhe.

I sottocampi risultanti, verranno collegati a distinti gruppi di conversione cc/ca (inverter) di adeguata potenza.

Soluzioni impiantistiche tradizionali prevedono che ci siano uno o più inverter centrali a cui sono legati tutti i moduli PV.

Si mettono in serie vari moduli fotovoltaici, la quale è chiamata stringa e la V_{eq} (tensione equivalente) = $\sum V_i$

Il dimensionamento consiste nel calcolare quanti moduli PV per stringa e quante stringhe installare.

I moduli in serie formano la stringa e con una tensione equivalente: $V_{eq} = \sum V_i$

Le stringhe in parallelo danno una corrente equivalente: $I_{eq} = \sum I_i$

Avrò una V_{eq} e I_{eq} che registra l'inverter. L'inverter ha precisi range di V e I con i quali può funzionare.

Si è scelto un inverter con una potenza di $P_{max} = 100Kw$ e del fornitore di SUNSYS (P03), costo di ogni inverter è 30,000.00 euro.

Modello	SUNSYS P03
CARATTERISTICHE INGRESSO DC	
Corrente nominale DC	240 A
Massima tensione DC	900 V
Campo MPP	450 a 850 V
MPPT	1÷3
CARATTERISTICHE USCITA AC	
Potenza nominale	100 kW
Tensione uscita	280 V 3ph
Fattore di potenza	≥0,99
Fattore di distorsione	<3%
EFFICIENZA	
Efficienza nominale	fino a 98%
Efficienza europea	fino a 97,5%
CARATTERISTICHE AMBIENTE	
Fabbisogno di aria di raffreddamento (max)	1440 m ³ /h
Potenza dissipata (max)	1750 W
Potenza dissipata (max)	3650 BTU/h
Intervallo di temperatura	da -5 °C a 40 °C (da 40 °C a 50 °C con declassamento)
Umidità	da 5% a 95% senza condensa
Altitudine	≤1000 m senza declassamento
Grado di protezione	IP20
Grado di inquinamento secondo EN 60664-1	3
CARATTERISTICHE MECCANICHE	
Dimensioni (LxHxP)	600x1400x795 mm
Peso	190 kg
Rumorosità (a 1 m)	64 dB
COMUNICAZIONE	
Seriale	RS232/485 JBUS

TABELLA 20

Configurato l'impianto in modo che, in ogni condizione operativa, sia rispettato il range, si sceglie un adeguato numero di moduli per stringa.

Limiti:

- Tensione max DC (900V), se si superasse questa tensione l'inverte si danneggerebbe.
- Corrente massima (240 A), parametro che permette di determinare il numero di stringhe.

Inoltre si deve considerare l'effetto di temperatura, all'aumentare della temperatura le prestazioni dei moduli diminuiscono.

Per verificare di rispettare la massima tensione ammissibile dell'inverter andremo a considerare le giornate più fredde (dove la temperatura è la minore) e l'irraggiamento massimo, in cui i moduli producono la tensione massima.

- Dati dei pannelli policristallino:

In condizioni standard prendendo come base dati a 1000 w/m² , a temperatura esterna di 25°C e massa d'aria = 1,5.

Isc= I_{max} erogata dal modulo → 8,31 Ampere

V_o= V a circuito aperto → 37,4 Voltaggio

V_{mp} = 30,1 voltaggio

Si confrontano con la caratteristiche del'inverter

- Dati dell'inverter

= 240 A

V_{max} ammissibile =900(V_{max})

V_{min} ammissibile = 460 (V_{mpt})

- Numero di stringhe

Per calcolare il numero di stringhe si terrà in considerazione l'intensità di corrente massima del sistema, quindi in condizioni di T_{max} (Isc alla temperatura di 60°)

I fattori di correzione dell'intensità di corrente e tensione al variare la temperatura sono:

m (correzione con T per I) = + 0,06 % /°C > 0

n (correzione con T per V) = - 0,32 % /°C < 0 (effetto prevalente)

La potenza del inverter è P=VI

Della formula si può vedere che se la temperatura aumentasse la potenza diminuirebbe, ma l'effetto prevalente è sulla tensione.

- Calcoliamo l'intensità di corrente alla temperatura massima considerata di 60°C

$I_{max, mod} = I_{sc=60^{\circ}C} = I_{sc,25^{\circ}} * (1 + m *(T_{max} - T_{standard})) = 8,31*(1 + (0,06 \% /^{\circ}C)*(60^{\circ}C - 25^{\circ}C)) = 8,48 \text{ Ampere } (> 8,31)$

- Calcolare il numero di moduli per stringa, vediamo la tensione del modulo:

$$V_{\max, \text{mod}} = V_{\text{oc}, -10^{\circ}\text{C}} = V_{\text{oc}, 25^{\circ}\text{C}} * (1 - n * (T_{\min} - T_{\text{standard}})) = 37,4 * (1 - (0,32 \text{ \%/}^{\circ}\text{C}) * (-10^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C})) = 41,5888 \text{ V}$$

$$V_{\min, \text{mod}} = V_{\text{oc}, 60^{\circ}\text{C}} = V_{\text{mpp}, 25^{\circ}\text{C}} * (1 - n * (T_{\min} - T_{\text{standard}})) = 30,1 * (1 - (0,32 \text{ \%/}^{\circ}\text{C}) * (60^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C})) = 33,4712 \text{ V}$$

Le stringhe in parallelo danno una corrente equivalente: $I_{\text{eq}} = \sum I_i$

Quindi il numero di stringhe massime = $I_{\text{max, inverter}} / I_{\text{max, mod}} = 240 \text{ A} / 8,48 \text{ A} = 28,88$ (arrotondando 28)

- Numero di moduli per stringhe

I moduli in serie formano la stringa con una tensione equivalente: $V_{\text{eq}} = \sum V_i$

Numero di moduli massimi = $V_{\text{max, inverter}} / V_{\text{max, mod}} = 900 \text{ V} / 41,588 \text{ V} = 21,64$ (arrotondando 21)

Numero di moduli minimi = $V_{\min, inverter} / V_{\text{max, mod}} = 460 \text{ V} / 26,7288 \text{ V} = 17,209$ (arrotondando 17)

Si possono installare al massimo di 28 stringhe con al massimo di 21 moduli ciascuna, quindi il totale di 588 moduli.

- Potenza massima

$P_{\text{max, nominale}} = \text{Numero di moduli} * \text{Potenza per ogni modulo} = 588 * 0,250 = 147 \text{ kW}$
 inverter, quindi per una potenza picco dell'impianto ad osmosi inversa di 807 kW, dovrei avere 6 inverter

Siccome non si ha una restrizione sull'area per l'installazione del pannello, quindi si sceglie la massima capacità.

Per soddisfare 6 inverter

28 stringhe/inverter

21 moduli/stringa

Potenza totale = Numero inverter * (Numero di stringhe/inverter) * (Numero di moduli/stringa) * (Potenza per ogni modulo) = $6 * 28 * 21 * 0,25 \text{ kW} = 882 \text{ kW}$

4.7.3 Angolo di inclinazione del modulo e disposizione dei pannelli

L'inclinazione ottimale del pannello, è di solito corrispondente a circa la latitudine, nel caso della zona di "Villas di Ancon" si registra al incirca latitudine di 12°.

Si è stimato che secondo la "Radiación Solar: medidas y cálculos". Autor: Valeriano Ruiz Hernández y Manuel A. Silva Pérez. Universidad de Sevilla 2005

Si utilizzo le seguenti considerazioni:

$L = 12$ latitudine

- Inclinazione estate: $L + 15 = 27^\circ$

- Inclinazione inverno: $L - 20 = -8^\circ$

- Inclinazione ottima: $3.7 + (L * 0.69) = 12^\circ$

In realtà si sceglie l'angolo con un compromesso: se si mettessero i pannelli molto inclinati, si dovrebbe lasciare molto spazio per far sì che il modulo davanti non ombreggi quello che si trova dietro, quindi avrei meno moduli.

Se l'inclinazione è poca, si potrebbero mettere più pannelli perché l'ombreggiamento si riduce.

Dalla scheda tecnica

$k = 1$ m (lunghezza del pannello)

$L = 1,67$ m (Altezza del pannello)

$\beta = 15^\circ$, garantisce che i moduli non siano mai ombreggiati tra loro (a parte verso le prime ore del giorno, con sole molto basso, però a questo corrisponde una potenza radiativa bassa, per cui le perdite sono poco importanti; nelle altre ore del giorno, il sole è sempre più alto a 15° sull'orizzonte.

$$H = L * \sin(\alpha) = 1,21 * \sin(12^\circ) = 0,34056$$

$$D1 = L * \cos(\alpha) = 1,21 * \cos(12^\circ) = 1,60220$$

$$D2 = H / \tan(\beta) = 1,21 / \tan(12^\circ) = 1,27098$$

$$D1 + D2 = 1,1836 + 0,9389 = 2,87319$$

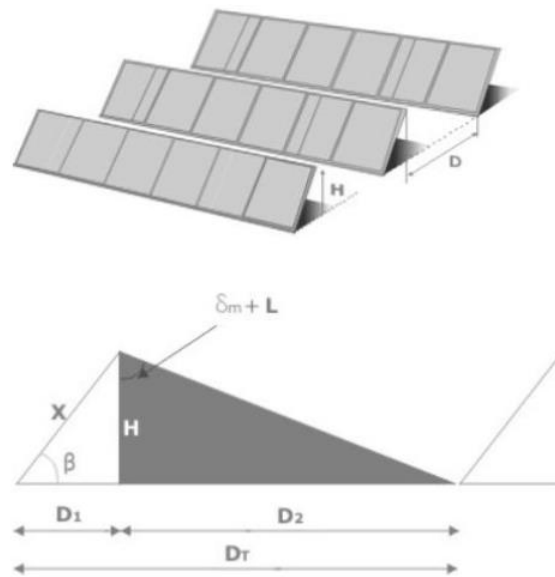


FIGURA 32

La distanza tra le stringhe in parallelo sarà di 2,873 metro, per il caso non c'è limitazione sull'area richiesta dai pannelli, già che i terreni sono donati alla cooperativa dall'associazione Villas di Ancon,

4.7.4 Materiali strutturali

Il sistema di sostegno dei moduli sarà costituito da una struttura metallica a cornice opportunamente sagomata e provvista di profilati di sostegno resistenti alla corrosione (acciaio o ferro zincato) per consentire il fissaggio dei moduli stessi. La struttura meccanica sarà calcolata per resistere alle peggiori condizioni ambientali di ventosità del luogo e per avere prestazioni meccaniche idonee a sopportare i carichi statici di pressione di neve e vento secondo la normativa vigente. In particolare per i moduli FV, verranno realizzate strutture di sostegno (inclinate rispetto al piano orizzontale), parallele e distanziate l'una dall'altra. Ogni struttura sarà in grado di sostenere i moduli FV; il lato più lungo sarà posto in orizzontale.

Saranno seguite le raccomandazioni contenute nelle regole peruviane e internazionali i che sono: Regolamento nazionale delle imprese- RNE e American Institute of Steel Construction- AISC.

4.7.5 Calcolo numero di pannelli e batterie

Si sono considerati i seguenti parametri per il calcolo dei pannelli e un irraggiamento medio della zona di 5.71 kwh/(m2*day), questi dati sono stati presi del “Atlas Solar Peru”.

Inoltre si è considerata la stima della radiazione solare oraria fatta dal progetto di “Estimacion de la radiacion solar para el saneamiento básico del área rural”, finanziato dall’Agenzia Suiza di cooperazione e sviluppo. Ecco i dati:

- Le ore di sole medie nella zona sia nella fascia dalle 06:00 alle 18:00, dati forniti da Senamhi
- L’andamento dell’irradiazione della zona di Cuzco, preso dallo studio indicato precedentemente per le aree rurali in latinoamerica.
- Nella fascia dalle 06:00 alle 08:00 si ha una irradiazione solare oraria di 0.30 kwh/(m2).
- Nella fascia dalle 17:00 alle 18:00 si ha una irradiazione solare oraria di 0.226 kwh/(m2).

Ore di sole	Irradiazione solare oraria
	Is
	kwh/(m2)
06:00-07:00	0,300
07:00-08:00	0,300
08:00-09:00	0,300
09:00-10:00	0,425
10:00-11:00	0,635
11:00-12:00	0,741
12:00-13:00	0,778
13:00-14:00	0,754
14:00-15:00	0,605
15:00-16:00	0,405
16:00-17:00	0,244
17:00-18:00	0,226
Irradiazione solare oraria kwh/(m2*day)	5,71

TABELLA 21

Per il calcolo del numero di pannelli richiesti si è considerata la seguente formula:

$$N_p = \frac{R}{I_g \eta_p \eta_b A_p}$$

Dove:

R= L'energia richiesta dall'impianto di osmosi inversa [Wh/gg]

I_g= Irradiazione solare media giornaliera [Wh/m²]

η_p= rendimento medio dei pannelli [%]

η_b= rendimento dell'impianto fotovoltaico [%]

A_p= Area utile del pannello [m²]

Energia totale richiesta (R)	kWh	9.684,225
Potenza di picco del sistema	KW	807,019
Rendimento del pannello (η_p)	%	0,150
Rendimento del generatore fotovoltaico (η_b)	%	0,900
Area utile del pannello (90%del area totale)	[m ²]	1,448
Numero di panellin_pv = E_totale/ (I_s*η_mod*η_bat*A_p)	unid	8.674
Area totale pannelli	[m ²]	12.556,450

TABELLA 22

Il rendimento dell'impianto fotovoltaico tiene conto che le perdite nel campo fotovoltaico sono dovute soprattutto a:

- Aumento della temperatura delle celle
- Eventuali ombreggiamenti
- Accumulo di sporcizia sulla superficie dei moduli
- Dissimmetrie (Mismatch)
- Effeto Joule nei cavi e nelle apparecchiature elettriche

L'energia prodotta per pannelli fotovoltaici orario (kWh),

$$E_{prod} = I_g * A_{tot} * \eta_p * \eta_b$$

Dove I_g, η_p e η_b, sono indicate precedentemente.

Per il calcolo del numero di batterie si è considerata la seguente formula:

$$C_{Ah} = \frac{R \times A}{V_n K_f \eta_b} :$$

Dove:

C_{Ah} = La capacità delle batterie [Ah]

R= l'energia richiesta d'accumulare

A= i giorni di autonomia (1 giorno)

η_b = Il rendimento delle batterie

V_n = La tensione nominale delle batterie

K_f = il fattore di correzione

Per il calcolo dell'energia da accumulare, è stata considerata l'energia richiesta dall'impianto ad osmosi inversa nelle ore dove non c'è il sole, nella fascia dalle 18:00 a 24:00 e dalle 00:00 alle 06:00 del giorno dopo.

Energia -accumulare per le batterie	kWh	4.842
Capacità delle batterie = $R/(V_n * K_f * \eta_b)$	Ah	769
Numero totale di batterie	unid	384

TABELLA 23

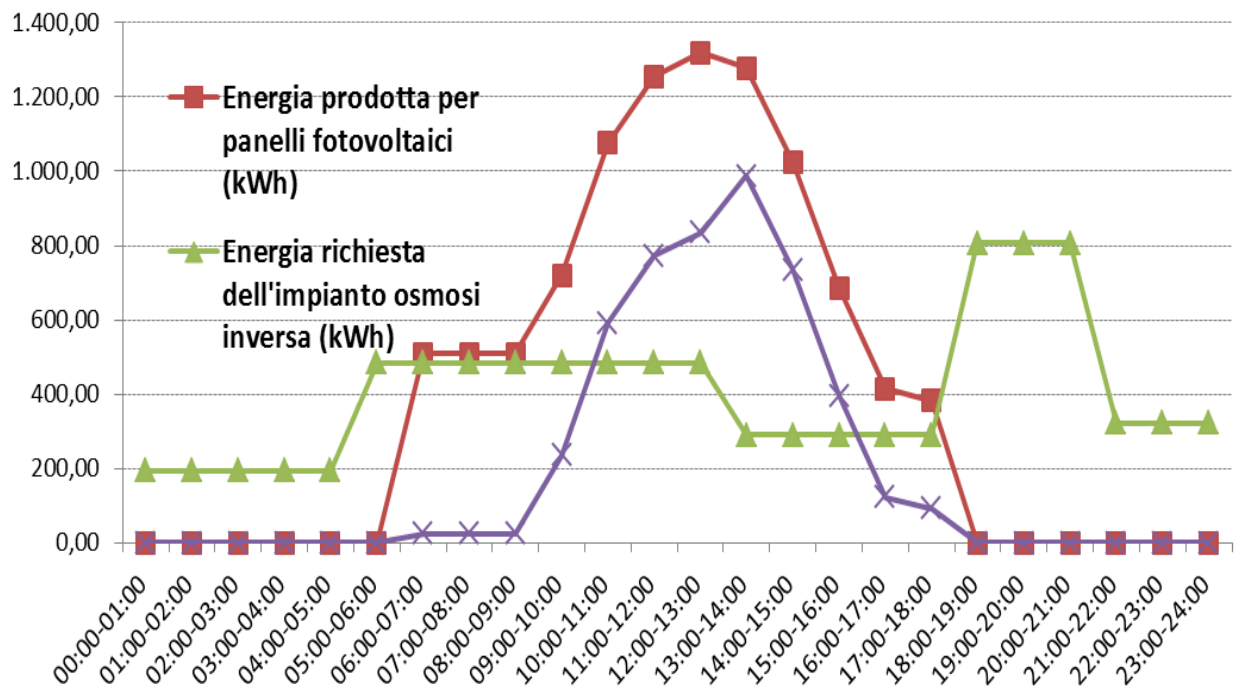


TABELLA 33

4.8 Analisi economica

Di seguito descriveremo come si è realizzato il dimensionamento dell'impianto di osmosi inversa alimentato da fonte solare, si conclude con un confronto fra i costi che la popolazione sosterebbe se l'approvvigionamento di acqua potabile fosse realizzato con questa tecnologia o per mezzo di camion cisterna o tramite la rete pubblica (nel caso ipotetico che quest'ultima potesse servire la zona).

Vista l'esperienza del progetto Provisur (progetto in fase di costruzione di un impianto ad osmosi inversa alimentato da acqua di mare nella zona sud di Lima, ma che usa fonti energetiche tradizionali) che è stato finanziato per Proinversion nel settore Igene, si auspica che l'investimento totale dell'impianto con la soluzione tecnologica descritta nella tesi possa essere finanziato il 50% da parte dello stato peruviano all'interno dei progetti di "Proinversion-Autosufficiente del settore privato", nel settore di Energia e idrocarburi oppure potrebbe rientrare nei progetti del settore igene. L'altro 50% sarà finanziato da alcune banche che hanno esperienze in progetti di promozione delle fonti d'energia rinnovabile come la Banca " Banco Bilbao Vizcaya Argentaria- BBVA", International Finance Corporation-IFC e Japan International Cooperation Agency-JICA.

Si terrà in considerazione che in futuro l'impianto sia allacciato alla rete di elettricità e che parte dell'energia che non è richiesta per l'impianto ad osmosi inversa, sia accumulata dalle batterie per soddisfare le domanda della richiesta dell'impianto nell'ore notturne e l'energia eccedente sia venduta al "Sistema elettrico integrato nazionale"-SEIN; e che il sistema vinca la quarta gara (attualmente in atto) per la produzione di energia elettrica con sistemi fotovoltaici, e che abbia un prezzo di vendita di energia a sistemi fotovoltaici di 0,22 s/kWh (dato dalla 2°da gara per sistemi fotovoltaici secondo il decreto supremo L-1002)

L'investimento iniziale consiste in **2.760.763,56 €**, sarà finanziato da un ente finanziario esterno con una tasso d'interesse annuo fisso al 5% durante 25 anni.

Il costi di produzione e manutenzione annui, considerando un incremento annuo dell' 1%, saranno:

COSTO DI O&M	€/ Annuo
- Agenti chimici	500
- Sostituzione delle membrane	1000
- Sostituzione delle cartucce	1000
- Sostituzione di filtri di sabbia	100
- pulizia dei serbatoi	150
- Energia ausiliari	1000
- Assicurazione	200
- Oli e lubrificanti	250
- Pulizia delle apparecchiature	150
- Articoli di cancelleria	50
- Attrezzature di lavoro	100
- Manutenzione specifica	100
TOTALE	4600

TABELLA 24

Si prevede un periodo di 25 anni come vita utile dell'impianto, nello specifico per i componenti dell'impianto è prevista questa durata:

Attrezzature meccaniche: 25 anni

Membrane: 8 anni

Pompe e turbina: 8 anni

Sistema energetico: 25 anni

Strumentazione e controllo: 25 anni

Piping: 25 anni

Il costo annuo del personale, considerando (l'incremento annuo del 2%), sarà:

Costo di personale	Numero di persone	Coste unitario €/Anno	Costo totale €/Anno
Plant Manager	1	15.000	15.000
Tecnico elettromeccanico	2	7.000	14.000
Personal amministrativo	1	7.000	7.000
operatori degli impianti	2	5.000	10.000
			46.000

TABELLA 25

I costi dell'apparecchiature del sistema fotovoltaico considerate sono le seguenti:

Sistema energetico (assistenze murarie pannelli solari-PV e montaggio, e installazione del banco di batterie)	Quantità (unità)	Prezzo unitario (euro)	Prezzo totale (euro)
Panelli 250 Wp	8.674	200	1.734.718,38
Inverter de carga 100 KW	6	25.000,00	150.000,00
controllatori 50A/24 VDC	6	200	1.200,00
Batterie 250 Ah	769	450	345.865,18
Installazione panelle			20.000,00
cablaggio			10.000,00
Muratura e strutturale			20.000,00
Allacciamento alla rete del Sein			20.000,00
			2.301.783,56

TABELLA 26

I costi dell'apparecchiature meccanica e piping considerate sono le seguenti:

Sistema meccanico & Piping	Prezzo totale (euro)
Tubazione Polietileno	27000
Tubazione acciaio	20000
Pompe	30000
Turbina recupero (350 kW)	150000
	227000

TABELLA 27

Se mostra i costi dettagliate per ogni attività:

ATIVITA'	Ing. [€]	Social Prom. [€]	Soci Prog. [€]	Contrattor [€]	M.d.O [€]	Materiali [€]	Totale [€]
Campagna di sensibilizzazione	0,00	1.440,00	16.000,00	0,00	17.440,00	2.500,00	19.940,00
Elaborazione del materiale	0,00	1.440,00	0,00	0,00	1.440,00	1.000,00	2.440,00
corso di sensibilizzazione nelle scuole e nei luoghi pubblici	0,00	0,00	9.600,00	0,00	9.600,00	0,00	9.600,00
Volantinaggio nei principali punti di concorrenza della popolazione (mercati popolari e nelle strade)	0,00	0,00	6.400,00	0,00	6.400,00	1.500,00	7.900,00
Costituzione della Cooperativa	1.000,00	720,00	0,00	0,00	1.720,00	200,00	1.920,00
Progettazione specifica e autorizzazioni	3.000,00	4.320,00	9.600,00	0,00	16.920,00	500,00	17.420,00
Analisi del contesto, raccolta dati (studi tecnici)	1.000,00	0,00	3.200,00	0,00	4.200,00	100,00	4.300,00
Dimensionamento dell'impianto	1.000,00	0,00	3.200,00	0,00	4.200,00	100,00	4.300,00
Disegno del Layout e del diagramma di P&I dell'impianto	1.000,00	0,00	3.200,00	0,00	4.200,00	100,00	4.300,00
Autorizzazioni amministrative al (Ministero di Energia e Autorità del acqua) alle opere civile(municipio)	0,00	4.320,00	0,00	0,00	4.320,00	200,00	4.520,00
Opere civili	0,00	0,00	28.160,00	26.400,00	54.560,00	13.000,00	67.560,00
Attività di scavo per la costruzione del locale dell'impianto	0,00	0,00	7.040,00	6.600,00	13.640,00	4.000,00	17.640,00
Muratura del locale dell'impianto	0,00	0,00	4.480,00	4.200,00	8.680,00	1.000,00	9.680,00
Costruzione del pozzo di pretrattamento dell'acqua salmastra	0,00	0,00	5.120,00	4.800,00	9.920,00	3.000,00	12.920,00
Costruzione del pozzo di postrattamento dell'acqua brina	0,00	0,00	5.120,00	4.800,00	9.920,00	3.000,00	12.920,00
Costruzione di sala di controllo e manutenzione	0,00	0,00	6.400,00	6.000,00	12.400,00	2.000,00	14.400,00
	0,00	0,00	27.520,00	25.800,00	53.320,00	2.583.683,56	2.637.003,56
Installazione dell'impianto							
Installazione del sistema piping per la captazione dell'acqua del mare	0,00	0,00	3.840,00	3.600,00	7.440,00	227.000,00	234.440,00
Installazione delle pompe per la captazione dell'acqua del mare	0,00	0,00	3.200,00	3.000,00	6.200,00	800,00	7.000,00
Installazione di apparecchiature per il pretrattamento dell'acqua salmastra (filtri di sabbia, filtri di carbone)	0,00	0,00	5.120,00	4.800,00	9.920,00	1.000,00	10.920,00
Installazione di apparecchiature per il pretrattamento dell'acqua salmastra (filtri di sabbia, filtri di carbone)	0,00	0,00	3.200,00	3.000,00	6.200,00	600,00	6.800,00
Installazione dell'apparecchiatura Osmosi inversa (membrane, pre-post trattamento)	0,00	0,00	3.840,00	3.600,00	7.440,00	50.000,00	57.440,00
Sistema energetico (assistenze murarie pannelli solari-PV e montaggio, e installazione del banco di batterie)	0,00	0,00	3.200,00	3.000,00	6.200,00	2.301.783,56	2.307.983,56
Installazione dell'apparecchiature per il prostrattamento dell'acqua brina	0,00	0,00	1.280,00	2.400,00	3.680,00	1.500,00	5.180,00
Strumentazione e controllo (installazione del quadro elettrico, controllatore e sensori)	0,00	0,00	1.280,00	0,00	1.280,00	1.000,00	2.280,00
Collaudo e Test	0,00	0,00	2.560,00	2.400,00	4.960,00		4.960,00
Formazione tecnica	2.600,00	0,00	14.560,00	0,00	17.160,00	600,00	17.760,00
Incontro ed aggiornamento sulla potenzialità della risorsa idrica dell'acqua di mare e risorsa energetica del uso delle fonti rinnovabili nella zona	1.000,00	0,00	5.600,00	0,00	6.600,00	200,00	6.800,00
Seminari sulla potenzialità della tecnologia di disalazione con OR con fonte rinnovabile nelle zone costiere	1.000,00	0,00	5.600,00	0,00	6.600,00	200,00	6.800,00
corso di formazione sull'operazione e mantenimento dell'impianto	600,00	0,00	3.360,00	0,00	3.960,00	200,00	4.160,00
Prove sul campo	1.000,00	0,00	5.600,00	0,00	6.600,00	0,00	6.600,00
Avviamento dell'impianto	600,00	0,00	480,00	0,00	1.080,00	0,00	1.080,00
Avviamento dell'impianto e controllo di gestione	600,00	0,00	480,00	0,00	1.080,00	0,00	1.080,00
Attività di Finanziamento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fundraising	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ricerca di partner	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

TABELLA 28

Per il flusso di cassa si ipotizzo alcune considerazioni:

CASO 1

- Il 100% sarà finanziato da alcune banche che hanno esperienze in progetti di promozione delle fonti d'energia rinnovabile come già indicate (durante 10 anni)
 - La quantità d'acqua dolce venduta per approvvigionare si è tenuto conto il totale del consumo il 90% della comunità con un incremento del 1% annuo
 - Il prezzo di vendita dell'acqua di 0,7 (€/m³)
 - Fattore di conversione monetario da "Nuevo Sol" a euro 3.5
 - Il costo annuo del personale, considerando (l' incremento annuo del 2%)
- Il recupero del investimento si terrà nel quindicesimo anno, con un valore netto attuale del 146.981,225 €.

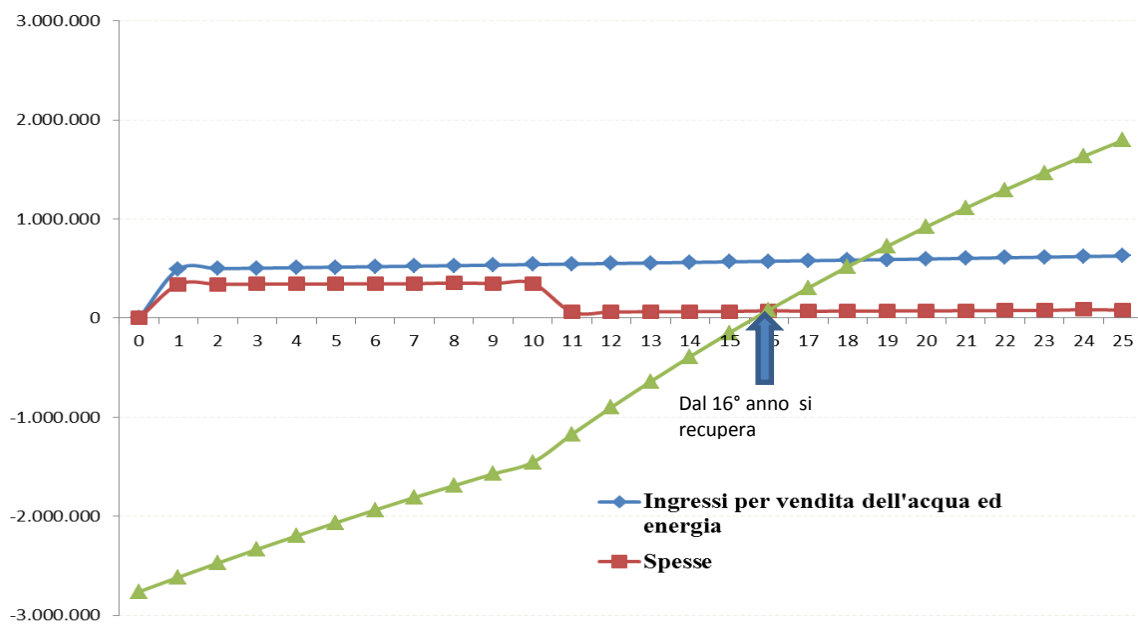


FIGURA 34

Per l'analisi del sistema d'approvvigionamento più conveniente si ipotizzerà una famiglia di 4 persone con un consumo mensile di $4,8 \text{ m}^3$. (Considerando consumo per ogni persona 40 litri)
 Il sistema di approvvigionamento attuale a cisterna ha un costo $12,5 \text{ Soles/m}^3$, che corrisponde a circa $3,57 \text{ €/m}^3$ (1 tank di 200 litri ha un costo di 2,5 Soles).

Il costo di approvvigionamento dell'acqua proveniente dalla rete idrica pubblica è suddiviso in un spesa fissa mensile di $4,88 \text{ Soles/m}^3$ e in una spesa variabile, che dipende dal consumo per la categoria residenziale domestico, è $1,025 \text{ Soles/m}^3$

Si mostra i costo mensile per ogni tecnologia per una famiglia di 4 persone.

Costo dell'acqua dolce per tecnologia	Unit.	Projecto OR	Rette pubblica	Cisterne
Costo variable per m3	€/ m3	0,70	0,29	3,57
Costo fisso	€/	0	2,29	0
consumo de famiglia promedio mensile (4 persone)	m3	4,8	4,8	4,8
spesse dellaa bolleta (senza incluire il IVA)	€/	3,360	3,691	17,143
	soles	11,76	12,92	60

TABELLA 29

Deduciamo quindi che il sistema di approvvigionamento per osmosi inversa –con Fotovoltaico è il più conveniente economicamente e anche perché riduce drasticamente la capacità delle batterie.

CASO 2

- Sia finanziato il 50% da parte dello stato peruviano all'interno dei progetti di "Proinversion
- L'altro 50% sarà finanziato da alcune banche che hanno esperienze in progetti di promozione delle fonti d'energia rinnovabile come già indicate (durante 10 anni)
- La quantità d'acqua dolce venduta per approvvigionare si è tenuto conto il totale del consumo il 90% della comunità con un incremento del 1% annuo
- Il prezzo di vendita dell'acqua di $0.50 \text{ (€/m}^3)$
- Fattore di conversione monetario da "Nuevo Sol" a euro 3.5
- Il costo annuo del personale, consideranto (l' incremento annuo del 2%)

Il recupero del investimento si terrà nel quindicesimo anno, con un valore netto attuale del $792.876,171 \text{ €}$.

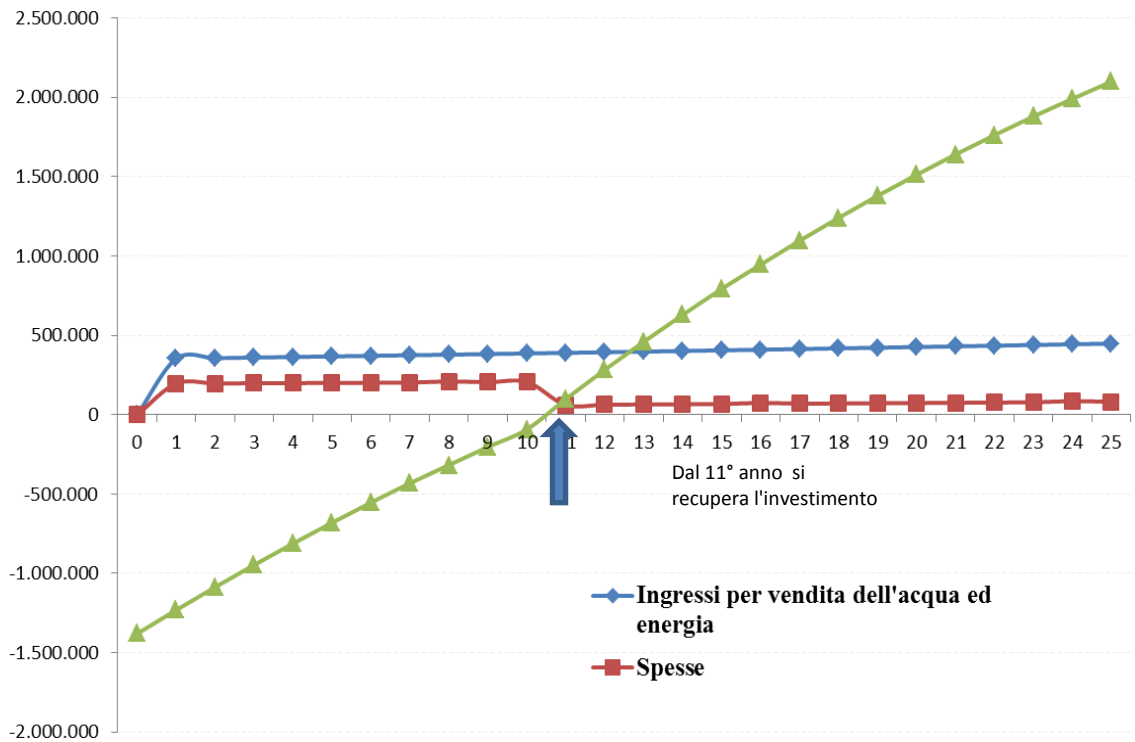


FIGURA 35

Si mostra i costo mensile per ogni tecnologia per una famiglia di 4 persone.

Costo dell'acqua dolce per tecnologia	Unit.	Projecto OR	Rette publica	Cisterne
Costo variable per m3	€/ m3	0,50	0,29	3,57
Costo fisso	€/	0	2,29	0
consumo de famiglia promedio mensile (4 persone)	m3	4,8	4,8	4,8
spese dellaa bolleta (senza incluire il IVA)	€/	2,400	3,691	17,143
	soles	8,4	12,92	60

TABELLA 30

CONCLUSIONI

I risultati economici mostrano che il progetto potrebbe non essere fattibile, se non si tenessero in considerazione gli incentivi governativi, economici o istituzionali per la generazione di energia pulita.

Sebbene il progetto potrebbe non essere economicamente sostenibile, la sua fattibilità non dovrebbe essere una decisione puramente economica. Si devono tenere in considerazione anche altri fattori vantaggiosi dalla realizzazione del progetto, come la riduzione dell'effetto serra data dall'abbassamento delle emissioni attraverso l'utilizzo di risorse energetiche rinnovabili.

Il progetto inoltre potrebbe stimolare e incoraggiare la ricerca sulle risorse energetiche del Paese, le sue fonti rinnovabili e promuovere una strategia di marketing istituzionale.

Bibliografia

- [1] Isermann R. Fault Detection and Diagnosis – Methods and Applications. Proceedings of 2nd International Symposium on Acoustical and Vibratory Surveillance Methods and Diagnostic Techniques, October 1995 Senlis, France, pp. 777-792.
- [2] Marco Rognoni, La dissalazione dell'acqua di mare, Palermo, D. Flaccovio, 2010
- [3] Alessandro Caffarelli, Giulio de Simone, Sistemi fotovoltaici: progettazione e valutazione economica in Conto Energia, Maggioli Editore, RN, Sant'arcangelo di Romagna, 2008
- [4] Sabine Lattemann, Development of an environmental impact assessment and decision support system for seawater desalination plants, CRC Press/Balkema, The Netherlands, 2010
- [5] G. Boari, P. Romanelli, L. Spinosa, Processi di dissalazione a evaporazione, Bari, Laterza, 1981
- [6] Hans-Gunter Heitmann, La dissalazione delle acque. Dissalazione e trattamento delle acque salmastre, di mare e di scarico industriale, Milano, Tecniche Nuove, 1990
- [7] Water Desalination Using Renewable Energy, IEA-ETSAP and IRENA, 2012
- [8] MENA Development Report, Renewable Energy, Desalination, An Emerging Solution to Close the Water Gap in the Middle East and North Africa, Washington, The world bank, 2012
- [9] Ali A. Al-Karaghoul and L.L. Kazmerski, National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado, USA-8 Renewable Energy Opportunities in Water Desalination
- [10] IRENA International renewable energy agency, Perù. Renewables readiness. Assessment 2014
- [11] Stockholm Environment Institute. (2011) 'Understanding the Nexus: Background paper for the Bonn2011 Nexus Conference', Bonn2011 Conference The Water, Energy and Food

Security Nexus: Solutions for the Green Economy 16-18 November 2011, Bonn: Author European Commission. (2007) Perú Country Strategy Paper, Brussels

[12] Municipalidad distrial de Ancón, Estudio Tecnico (2012) Analisis de peligro y vulnerabilidad de riesgo de desastre urbano en materia de vivienda, construccion y saneamiento del sector nueva era del distrito de Ancón, Ancón: Author Partido Aprista Peruano. (2011) 'Plan de Gobierno', Distrito de Ancón, Provincia de Lima, Departamento de Lima, Ancón: Author

[13]Edelnor. (2012) Y la luz llegò a la ex Villas de Ancón. Contigo 75 (May) p. 4-5

[14] Austermühle, S. (2010) Ancón, ¿Desarrollo a todo costo?: un estudio sobre las consecuencias económicas y sociales del desarrollo portuario industrial en la Bahía de Ancón. Mundo Azul. [Online]. Available at: <http://www.actualidadambiental.pe/wp-content/uploads/2010/07/Estudio-Ancon-final.pdf> [Accessed: 3 May 2015]

[15] ProDes. (2010) Commercial Desalination Products Powered by Renewable Energy. [Online] Available at: http://www.prodes-project.org/fileadmin/Files/ProDes_D_4_2_Commercial_Products.pdf [Accessed: 30 June 2015]

[17] Dashtpour R., Al-Zubaidy S.N. (2012) Energy Efficient Reverse Osmosis Desalination Process. International Journal of Environmental Science and Development. [Online]. Available at: <http://www.ijesd.org/papers/243-B20001.pdf> [Accessed: 30 June 2015]

[18] FAO. (2011) Rural Structures in the Topic: Design and Development. [Online]. Available at: <http://www.fao.org/docrep/015/i2433e/i2433e00.htm> [Accessed: 10 July 2015]

[19] WHO. (2003) Domestic Water Quality, Service Level and Health. [Online]. Available at: http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/WSH03.02.pdf [Accessed: 10 July 2015]

[20] Manual tecnico para instalacion de tubaciones subnarinas. Available at: http://www.pipelife.no/no/media/no-en/Manual-Tcnico-para-instalaciones-submarinasde-tuberas-de-Polietileno_Pipelife-Norge-AS.pdf [Accessed: 10 July 2015]

[21] Estimación de la radiación solar- Apoyo técnico para el saneamiento básico del área rural.
Available at: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/cosude/xxii.pdf> [Accessed: 10 July 2015]