

# LA VALUTAZIONE economica Degli investimenti nel campo delle energie rinnovabili. studio di fattibilità di due casi

Autore: Alessandro Stefanini

Relatore universitario: Prof. Andrea Bonaccorsi

Relatore esterno: Ing. Paolo Mascellani

# INTRODUZIONE:

- **L'obiettivo generale della tesi:** dimostrare come sia possibile effettuare investimenti nel campo delle energie rinnovabili, ottenendo oltre che un beneficio ambientale, una discreta remunerazione.
- La tesi è stata elaborata prevalentemente tra Aprile e Ottobre del 2010 con la collaborazione soprattutto del Prof. Bonaccorsi, dell'Ing. Mascellani e dell'Ing. Renato Papale.

## Analisi di 2 casi:

- i. Impianto fotovoltaico da 3 kW (2,97 kW) di potenza nominale, già avviato nel mese di agosto 2008, di proprietà della locale cooperativa E-Labor.
- ii. Impianto cogenerativo a biomassa da 1 MWe nel comune di Calci (PI). Questo impianto è per ora solo un progetto preliminare creato e sostenuto dall'associazione EEE "Energia, Ecologia, Economia".

# Il progetto energetico della e-laboR

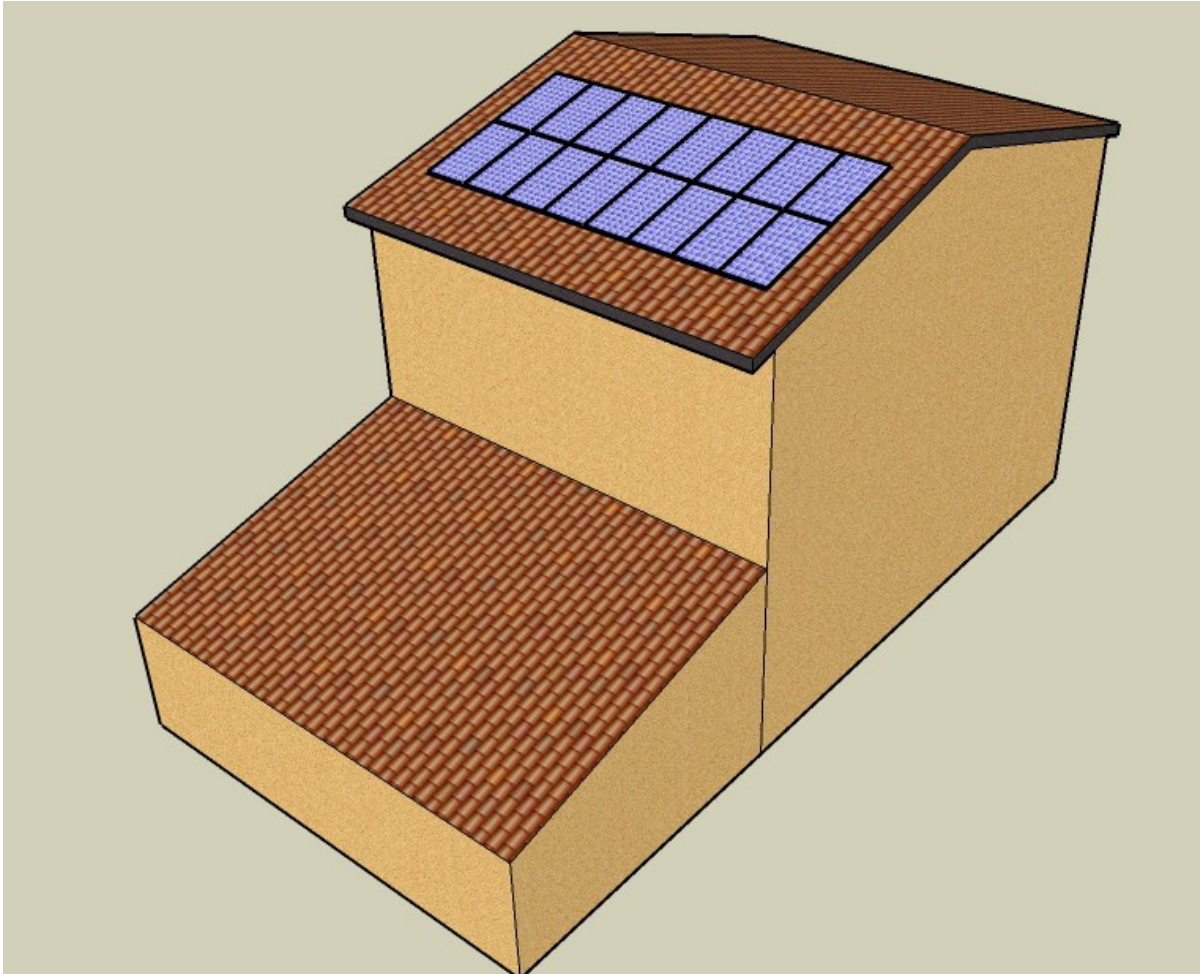
## PROGETTO DENOMINATO MAG-ESCO:

- la E-Labor opera secondo i principi e le modalità delle Energy Services Company (ESCO): società che effettuano interventi finalizzati a migliorare l'efficienza energetica, assumendo su di sé il rischio dell'iniziativa e liberando il cliente da ogni onere organizzativo e di investimento.
- Al fine di trovare i capitali necessari, la E-Labor utilizza lo strumento del prestito sociale, cioè un prestito concesso dai soci della cooperativa (anche dai soci sovventori) e utilizzato per raggiungere gli scopi statutari. Una cooperativa che utilizza questo “strumento” viene chiamata una MAG (Mutua Auto-Gestione, per la quale valgono regole specifiche). Costo 3% annuo.

## RISULTATO:

- Costruzione di impianti fotovoltaici con il seguente accordo tra la E-Labor e il privato: la E-Labor paga il 100% del costo dell'impianto e in compenso ottiene tutti i ricavi derivanti dall'incentivo del Conto Energia; il privato, in cambio della messa a disposizione del tetto, ottiene l'energia che l'impianto produce, avendo quindi un risparmio consistente sulla bolletta

# L'IMPIANTO PRESO IN CONSIDERAZIONE



Il primo investimento effettuato dalla cooperativa E-Labor nel campo energetico è stato un impianto fotovoltaico in località Pappiana (Pisa) presso l'abitazione di un privato. Tale impianto ha una potenza nominale di 2,97 kWp ed è stato realizzato dalla azienda Agenzia Morellato S.a.s. per una cifra pari a 18.299,82 €.

L'Agenzia Morellato, dopo aver effettuato un sopralluogo, ha previsto e successivamente posto in essere il montaggio di 18 moduli Azur P 165 U-3 da 165 Wp ognuno, per un totale di 2,97kWp di potenza nominale. I pannelli Azur P 165 U-3 da 165 Wp sono moduli composti da 48 celle, in silicio policristallino

# Valutazione parametri investimento

- Tariffa incentivante (parzialmente integrato): 0,44 €/kWh dal GSE s.p.a.
- Decremento annuo produttività: 0,90 %
- Produzione primo anno: 3516 kWh
- Sostituzione inverter (13° anno): 1200 €
  
- Composizione capitale: 1/4 capitale proprio e 3/4 capitale di terzi
- Costo impianto: 18.300 €
- Contributo della regione Toscana (dopo un anno e mezzo): 20% in conto capitale (3659,90 €)
- Tasso attualizzazione o tasso di sconto: (con metodo WACC):

$$T_s = 0,03 * 3/4 + 0,10 * 1/4 = 4,75\%$$

# Analisi Dei flussi di cassa

ANNO	FLUSSO DI CASSA	TOTALE FLUSSI DI CASSA	FLUSSO DI CASSA ATTUALIZZATO	TOTALE FLUSSI DI CASSA ATTUALIZZATI
0	-€ 18.300,00	-€ 18.300,00	-€ 18.300,00	-€ 18.300,00
1	€ 1.547,04	-€ 16.752,96	€ 1.473,56	-€ 16.826,44
2	€ 5.193,02	-€ 11.559,94	€ 4.711,40	-€ 12.115,05
3	€ 1.519,32	-€ 10.040,62	€ 1.312,94	-€ 10.802,11
4	€ 1.505,64	-€ 8.534,98	€ 1.239,32	-€ 9.562,79
5	€ 1.492,09	-€ 7.042,89	€ 1.169,83	-€ 8.392,97
6	€ 1.478,67	-€ 5.564,22	€ 1.104,23	-€ 7.288,74
7	€ 1.465,36	-€ 4.098,86	€ 1.042,31	-€ 6.246,42
8	€ 1.452,17	-€ 2.646,70	€ 983,87	-€ 5.262,56
9	€ 1.439,10	-€ 1.207,60	€ 928,70	-€ 4.333,86
10	€ 1.426,15	€ 218,55	€ 876,63	-€ 3.457,23
11	€ 1.413,31	€ 1.631,86	€ 827,47	-€ 2.629,76
12	€ 1.400,59	€ 3.032,46	€ 781,07	-€ 1.848,69
13	€ 187,99	€ 3.220,44	€ 99,86	-€ 1.748,83
14	€ 1.375,50	€ 4.595,94	€ 695,94	-€ 1.052,89
15	€ 1.363,12	€ 5.959,05	€ 656,91	-€ 395,98
16	€ 1.350,85	€ 7.309,90	€ 620,08	€ 224,10
17	€ 1.338,69	€ 8.648,59	€ 585,31	€ 809,40
18	€ 1.326,64	€ 9.975,23	€ 552,49	€ 1.361,89
19	€ 1.314,70	€ 11.289,94	€ 521,51	€ 1.883,40
20	€ 1.302,87	€ 12.592,81	€ 492,27	€ 2.375,67

Tasso di sconto:  
4,75%

Costo inverter al 13° anno:  
€ 1.200,00

Contributo regione Toscana:  
€ 3.659,90

PBT: 9,8 anni    Discounted PBT: 15,6 anni

TIR: 6,36%

# Analisi Sensitività

Analisi di sensitività (consiste nell'effettuare differenti “simulazioni” modificando una sola variabile del progetto e mantenendo invariate tutte le altre) considerando 2 variabili:

- produttività di energia elettrica dell'impianto: effettuata con 5 diversi decrementi di produttività (3%, 6%, 9%, 12%, 15%).
- l'aggiunta di un costo non previsto che va a sottrarsi a tutti i FC: si effettua con 4 diversi valori (50 €, 100 €, 150 €, 200 €).
- Risultato per la variabile “produttività di energia elettrica”: il margine (rispetto ad un VAN=0) è pari al 13,2%. Tale margine è molto rassicurante visto che un decremento di produttività così ampio è pressoché impossibile.
- Risultato per la variabile “costo non previsto”: il margine (rispetto ad un VAN=0) è pari a 190,42 €. Tale margine è assai rassicurante visto che è molto improbabile avere l'aggiunta di un costo annuo pari a tale cifra. Però è maggiore la probabilità di avere un costo annuo pari a tale cifra rispetto ad avere un decremento di produttività annua pari al 13,2%.

# analisi di scenario

Dopo l'analisi di sensitività è stata effettuata una breve analisi di scenario, simulando uno scenario pessimistico per capire cosa accade in quel caso. È stata utilizzata una combinazione di 2 variabili usate nell'analisi di sensitività:

- Decremento produttività=3%
- Costi non previsto=100 € (ogni anno)

Appare assai difficile che si realizzi questa situazione in quanto un calo del 3% annuo di produzione e 100 € di costi imprevisti annui sono molto improbabili. Per cui ipotizzare una situazione più pessimistica di questa ha poco senso in quanto diventerebbe una situazione quasi impossibile da verificarsi.



# Scenario pessimistico

ANNO	FLUSSO DI CASSA	TOTALE FLUSSI DI CASSA	FLUSSO DI CASSA ATTUALIZZATO	TOTALE FLUSSI DI CASSA ATTUALIZZATI
0	-€ 18.300,00	-€ 18.300,00	-€ 18.300,00	-€ 18.300,00
1	€ 1.400,63	-€ 16.899,37	€ 1.334,10	-€ 16.965,90
2	€ 5.047,02	-€ 11.852,35	€ 4.578,94	-€ 12.386,96
3	€ 1.373,74	-€ 10.478,61	€ 1.187,13	-€ 11.199,83
4	€ 1.360,48	-€ 9.118,13	€ 1.119,83	-€ 10.080,00
5	€ 1.347,33	-€ 7.770,80	€ 1.056,33	-€ 9.023,67
6	€ 1.334,31	-€ 6.436,50	€ 996,43	-€ 8.027,24
7	€ 1.321,40	-€ 5.115,10	€ 939,91	-€ 7.087,33
8	€ 1.308,60	-€ 3.806,50	€ 886,60	-€ 6.200,73
9	€ 1.295,93	-€ 2.510,57	€ 836,31	-€ 5.364,42
10	€ 1.283,36	-€ 1.227,21	€ 788,86	-€ 4.575,56
11	€ 1.270,91	€ 43,70	€ 744,10	-€ 3.831,47
12	€ 1.258,57	€ 1.302,28	€ 701,87	-€ 3.129,59
13	€ 46,35	€ 1.348,63	€ 24,62	-€ 3.104,97
14	€ 1.234,23	€ 2.582,86	€ 624,46	-€ 2.480,51
15	€ 1.222,22	€ 3.805,08	€ 589,01	-€ 1.891,50
16	€ 1.210,32	€ 5.015,40	€ 555,57	-€ 1.335,93
17	€ 1.198,53	€ 6.213,93	€ 524,03	-€ 811,90
18	€ 1.186,84	€ 7.400,77	€ 494,27	-€ 317,63
19	€ 1.175,26	€ 8.576,03	€ 466,20	€ 148,57
20	€ 1.163,78	€ 9.739,82	€ 439,72	€ 588,28

Ts:  
4,75%

Decremento:  
3,00%

Costi non previsti:  
€ 100,00

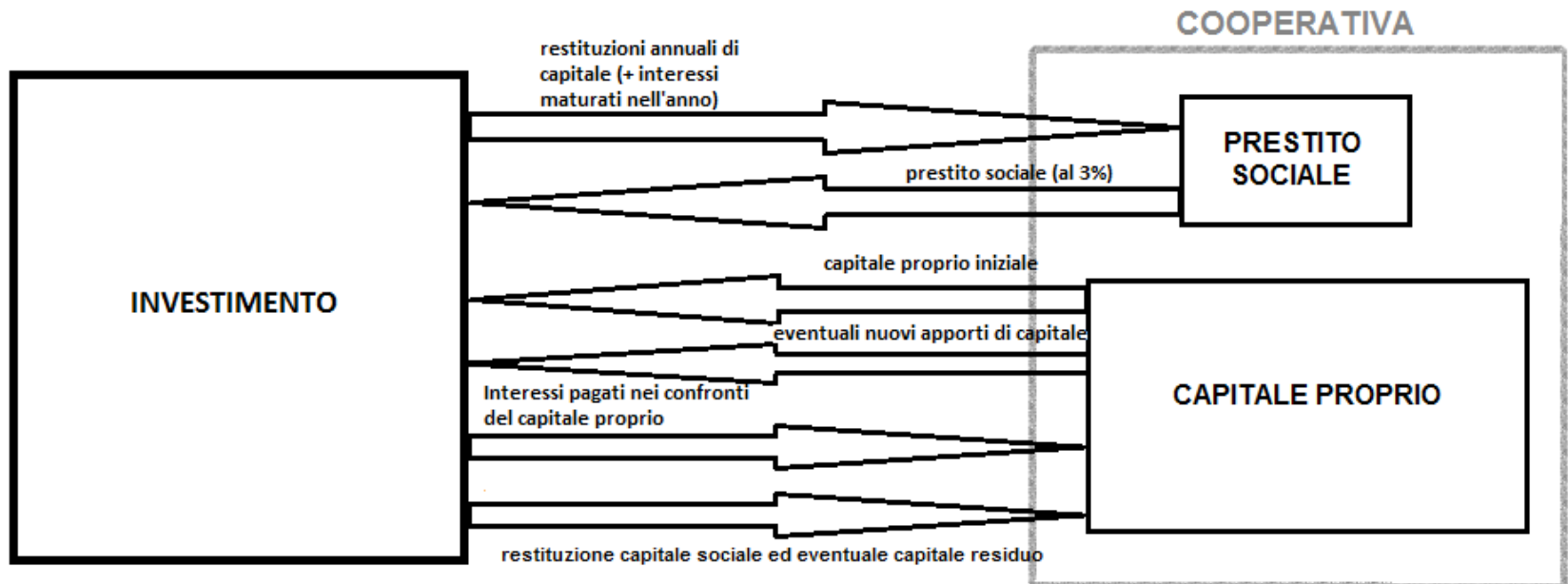
Contributo regione Toscana:  
€ 3.659,90

TIR:  
5,17%

Il VAN rimane positivo e si ha ancora un piccolo margine tra il TIR e il costo del capitale. Considerando che in uno scenario pessimistico rimane comunque un VAN positivo e i margini sulle variabili utilizzate nell'analisi di sensitività sono discreti: **il rischio dell'investimento è abbastanza basso**

# Modello alternativo d'analisi

- ▣ Questo modello alternativo è stato denominato “Black-Box”. Questo nome è esplicativo del fatto che in questo modello ragioniamo quasi come se non ci interessassero le dinamiche interne all'investimento ma solo i flussi monetari scambiati dall'investimento con l'esterno. Questo metodo può essere anche visto come una modellizzazione “sistemica” dell'investimento in cui i flussi di cassa sono input e output. L'ottica è anche quella di considerare tutto in modo dinamico, anche il capitale investito nell'impianto.
- ▣ L'obiettivo principale del modello così creato è quello di riuscire a capire quanto viene remunerato, anno per anno, il capitale proprio investito nell'impianto



# Schema Illustrativo “Black-Box”

La tabella di seguito riportata è solo utile a chiarire il funzionamento del modello:

Potenza (kWp)	2,97							
Producibilità (h/anno)	1.183,84							
Produzione iniziale (kWh/anno)	3.516,00							
Perdita efficienza annua	0,90%							
Costo unitario per kWp (E/kWp)	€ 6.161,62							
Costo impianto (E)	€ 18.300,00							
Leva (capitale terzi/capitale proprio)	3,00							
Incentivo (E/kWh)	€ 0,4400							
Tasso interesse prestito sociale	3,00%							
Tasso remunerazione capitale proprio	0,00%							

Anno	Capitale proprio investito	Capitale di terzi	Produzione	Incentivo	Interessi	Ingressi/Uscite diverse	Remunerazione cap. prop.	Riduzione debito
1	€ 4.575,00	€ 13.725,00	3.516,00	€ 1.547,04	€ 411,75		€ 0,00	€ 1.135,29
2	€ 4.291,18	€ 12.873,53	3.484,36	€ 1.533,12	€ 386,21	-€ 3.659,90	€ 0,00	€ 4.806,81
3	€ 3.089,47	€ 9.268,42	3.453,00	€ 1.519,32	€ 278,05		€ 0,00	€ 1.241,27
4	€ 2.779,16	€ 8.337,48	3.421,92	€ 1.505,64	€ 250,12		€ 0,00	€ 1.255,52
5	€ 2.465,28	€ 7.395,83	3.391,12	€ 1.492,09	€ 221,88		€ 0,00	€ 1.270,22
6	€ 2.147,72	€ 6.443,17	3.360,60	€ 1.478,67	€ 193,30		€ 0,00	€ 1.285,37
7	€ 1.826,38	€ 5.479,14	3.330,36	€ 1.465,36	€ 164,37		€ 0,00	€ 1.300,98
8	€ 1.501,14	€ 4.503,41	3.300,38	€ 1.452,17	€ 135,10		€ 0,00	€ 1.317,07
9	€ 1.171,87	€ 3.515,61	3.270,68	€ 1.439,10	€ 105,47		€ 0,00	€ 1.333,63
10	€ 838,46	€ 2.515,38	3.241,24	€ 1.426,15	€ 75,46		€ 0,00	€ 1.350,69
11	€ 500,79	€ 1.502,37	3.212,07	€ 1.413,31	€ 45,07		€ 0,00	€ 1.368,24
12	€ 158,73	€ 476,19	3.183,16	€ 1.400,59	€ 14,29		€ 0,00	€ 1.386,31
13	-€ 187,85	-€ 563,54	3.154,52	€ 1.387,99	€ 0,00	€ 1.200,00	€ 0,00	€ 187,99
14	-€ 234,84	-€ 704,53	3.126,13	€ 1.375,50	€ 0,00		€ 0,00	€ 1.375,50
15	-€ 578,72	-€ 1.736,15	3.097,99	€ 1.363,12	€ 0,00		€ 0,00	€ 1.363,12
16	-€ 919,50	-€ 2.758,49	3.070,11	€ 1.350,85	€ 0,00		€ 0,00	€ 1.350,85
17	-€ 1.257,21	-€ 3.771,63	3.042,48	€ 1.338,69	€ 0,00		€ 0,00	€ 1.338,69
18	-€ 1.591,88	-€ 4.775,64	3.015,09	€ 1.326,64	€ 0,00		€ 0,00	€ 1.326,64
19	-€ 1.923,54	-€ 5.770,63	2.987,96	€ 1.314,70	€ 0,00		€ 0,00	€ 1.314,70
20	-€ 2.252,22	-€ 6.756,65	2.961,07	€ 1.302,87	€ 0,00		€ 0,00	€ 1.302,87
	-€ 2.577,93	-€ 7.733,80					€ 0,00	

- L'ultima colonna è ciò che permette di rendere dinamico il sistema: i dati che si trovano in questa colonna sono in grado di determinare come evolve, all'anno successivo, il capitale investito (sia proprio che di terzi visto che mantengono il loro rapporto costante):

Riduzione debito=Incentivo–Interessi–Remunerazione cap.prop.–Ingressi /Uscite diverse

# Schema Relativo all'analisi "Black-Box"

- La seguente tabella mostra i risultati ottenuti dopo aver sostituito il valore trovato con la funzione "Ricerca valore destinazione":

Potenza (kWp)	2,97							
Producibilità (h/anno)	1.183,84							
Produzione iniziale (kWh/anno)	3.516,00							
Perdita efficienza annua	0,90%							
Costo unitario per kWp (E/kWp)	€ 6.161,62							
Costo impianto (E)	€ 18.300,00							
Leva (capitale terzi/capitale proprio)	3,00							
incentivo (E/kWh)	€ 0,4400							
Tasso interesse prestito sociale	3,00%							
Tasso remunerazione capitale proprio	18,17%							

Anno	Capitale proprio investito	Capitale di terzi	Produzione	Incentivo	Interessi	Ingressi/Uscite diverse	Remunerazione cap. prop.	Riduzione debito
1	€ 4.575,00	€ 13.725,00	3.516,00	€ 1.547,04	€ 411,75		€ 831,33	€ 303,96
2	€ 4.499,01	€ 13.497,03	3.484,36	€ 1.533,12	€ 404,91	-€ 3.659,90	€ 817,52	€ 3.970,58
3	€ 3.506,36	€ 10.519,09	3.453,00	€ 1.519,32	€ 315,57		€ 637,15	€ 566,60
4	€ 3.364,71	€ 10.094,14	3.421,92	€ 1.505,64	€ 302,82		€ 611,41	€ 591,41
5	€ 3.216,86	€ 9.650,59	3.391,12	€ 1.492,09	€ 289,52		€ 584,54	€ 618,04
6	€ 3.062,35	€ 9.187,06	3.360,60	€ 1.478,67	€ 275,61		€ 556,47	€ 646,59
7	€ 2.900,71	€ 8.702,12	3.330,36	€ 1.465,36	€ 261,06		€ 527,09	€ 677,20
8	€ 2.731,41	€ 8.194,22	3.300,38	€ 1.452,17	€ 245,83		€ 496,33	€ 710,01
9	€ 2.553,90	€ 7.661,71	3.270,68	€ 1.439,10	€ 229,85		€ 464,07	€ 745,17
10	€ 2.367,61	€ 7.102,83	3.241,24	€ 1.426,15	€ 213,08		€ 430,22	€ 782,84
11	€ 2.171,90	€ 6.515,69	3.212,07	€ 1.413,31	€ 195,47		€ 394,66	€ 823,18
12	€ 1.966,10	€ 5.898,31	3.183,16	€ 1.400,59	€ 176,95		€ 357,26	€ 866,38
13	€ 1.749,51	€ 5.248,52	3.154,52	€ 1.387,99	€ 157,46	€ 1.200,00	€ 317,91	-€ 287,37
14	€ 1.821,35	€ 5.464,05	3.126,13	€ 1.375,50	€ 163,92		€ 330,96	€ 880,61
15	€ 1.601,20	€ 4.803,60	3.097,99	€ 1.363,12	€ 144,11		€ 290,96	€ 928,05
16	€ 1.369,19	€ 4.107,56	3.070,11	€ 1.350,85	€ 123,23		€ 248,80	€ 978,82
17	€ 1.124,48	€ 3.373,44	3.042,48	€ 1.338,69	€ 101,20		€ 204,33	€ 1.033,16
18	€ 866,19	€ 2.598,57	3.015,09	€ 1.326,64	€ 77,96		€ 157,40	€ 1.091,29
19	€ 593,37	€ 1.780,11	2.987,96	€ 1.314,70	€ 53,40		€ 107,82	€ 1.153,48
20	€ 305,00	€ 915,00	2.961,07	€ 1.302,87	€ 27,45		€ 55,42	€ 1.220,00
	€ 0,00	€ 0,00					€ 8.421,65	

La remunerazione del capitale proprio è pari al: **18,17%**

# Impianto cogenerativo a biomassa

- Il progetto prevede di utilizzare la biomassa che il territorio può fornire per produrre energia elettrica. I ricavi derivanti dall'incentivo dell'energia saranno utilizzati per fare la manutenzione del territorio (che produce la biomassa) e quindi si otterrà il doppio vantaggio di effettuare la manutenzione del bosco e di impiegare un certo numero di addetti (creando quindi nuovi posti di lavoro)
- L'ipotesi è quella di creare una società a capitale diffuso, in modo che gli azionisti siano i cittadini delle zone coinvolte. In questo modo la remunerazione che l'investimento produrrà andrà a beneficio della comunità locale. Come interessi abbiamo ipotizzato un 5% lordo, quindi per la società il tasso di sconto sarà il 5%. Inoltre gli azionisti avranno la possibilità alla fine dell'investimento di suddividersi i guadagni rimasti non distribuiti.

3 tipi di fonti di biomassa:

- Bosco: con la manutenzione e il taglio dei pini marittimi (che sono preda del matsucoccus feytaudi)
- Olivi: con le potature che saranno prelevate gratuitamente a domicilio (evitando così di bruciarle "in campo")
- Frantoi: con la sansa vergine d'olive, che al momento deve essere smaltita

# Le POTENZIALITA' DEL TERRITORIO DI CALCI

Per quanto riguarda il territorio del comune di Calci, esteso per 26.5 kmq, possiamo

individuare 4 tipi differenti di ecosistemi:

- l'ecosistema paesaggistico forestale del monte esteso per ben 15 kmq, pari a 1500 ha
- l'ecosistema dei “terrazzamenti” che è esteso per circa 7.5 kmq (750 ha). I terrazzamenti sono una soluzione adottata in agricoltura per rendere coltivabili territori di particolare e accentuata pendenza, in questo caso la coltura di gran lunga dominante è l'olivo
- l'insieme dei suoli urbanizzati che occupano circa 2.5 kmq (250 ha)
- i territori appartenenti alla pianura alluvionale non urbanizzata con estensione di circa 1.5 kmq (150 ha).

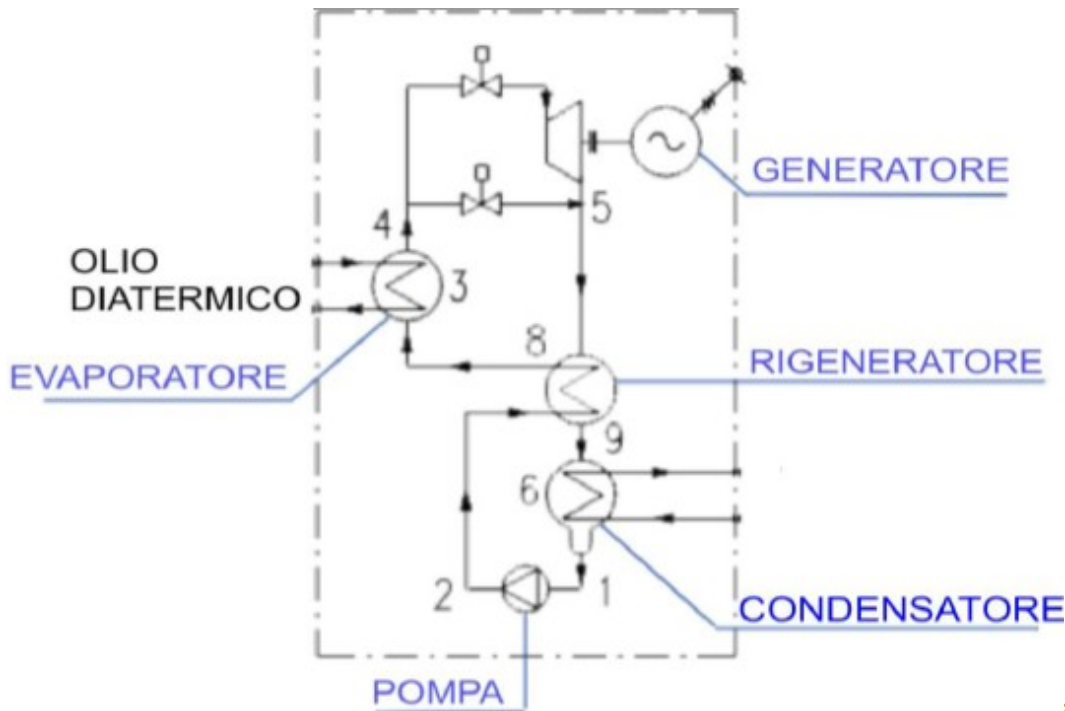
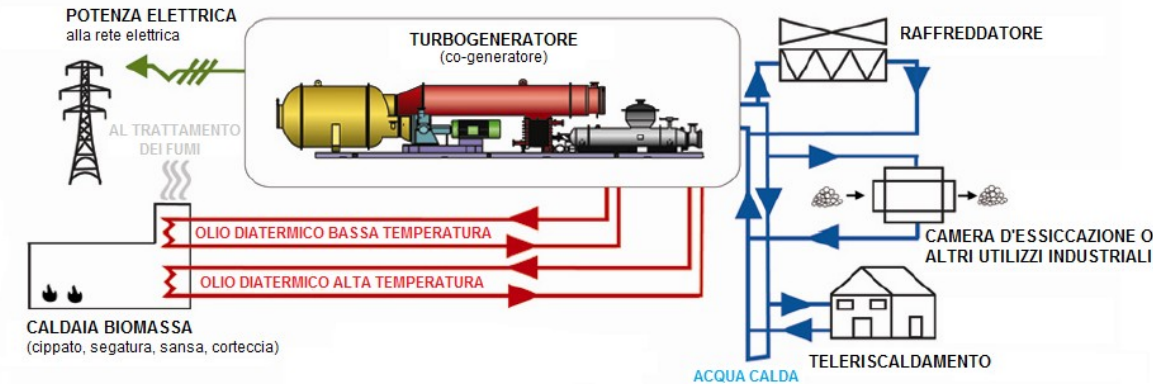
Da cui potenzialmente si può ricavare:

**1,9 t/ha\*750ha=1425 t** (biomassa derivante dalle potature)

**1000 tonnellate circa di sansa vergine** ottenibile dal frantoio locale

Per quanto riguarda il bosco il conto è molto complesso e impreciso per cui conviene valutare se la quantità di biomassa (oltre a quella derivante dalle altre fonti) che è necessaria per saturare l'impianto è possibile da ottenere nel totale rispetto del territorio. In teoria, il valore di biomassa virtualmente prelevabile dal bosco potrebbe arrivare a coprire da solo il fabbisogno di una centrale pari a 1,5 MW. Tale potenziale è però per vari motivi non totalmente sfruttabile.

# Possibile schema impiantistico



*Il turbogeneratore utilizza l'olio diatermico ad alta temperatura per preriscaldare e vaporizzare un adatto fluido organico di lavoro nell'evaporatore (8-3-4). Il vapore organico espande nella turbina (4-5), che è direttamente collegata al generatore elettrico attraverso un giunto elastico. Il vapore passa attraverso il rigeneratore (5-9) e in questo modo preriscalda il fluido organico (2-8). Il vapore viene poi condensato nel condensatore, raffreddato dall'acqua che andrà poi a scambiare calore con la rete di teleriscaldamento (9-6-1). Il liquido organico viene in fine pompato (1-2) nel rigeneratore e da qui nell'evaporatore, completando così la sequenza di operazioni nel circuito chiuso.*

# Analisi economica dell'impianto

- L'analisi di questo investimento non è stata effettuata nella maniera standard (cioè calcolando prima i ricavi, poi i costi e quindi ottenendo il conseguente guadagno).
- Si è utilizzato il metodo del DESIGN TO COST: si calcolano i ricavi (derivanti dall'incentivo), si fissa il guadagno che vogliamo realizzare ed otteniamo i costi massimi che possiamo sostenere. Motivi: l'obiettivo non è massimizzare il profitto e c'è troppa incertezza sui costi.
- Successivamente abbiamo verificato se i costi massimi ottenuti in questo modo sono sufficienti a coprire i costi di gestione della centrale e della filiera d'approvvigionamento

## Alcuni dati dell'investimento:

- Orizzonte temporale: 15 anni (quanto l'incentivo)
- Tariffa omnicomprensiva: 280 €/MWh
- Dimensione impianto: 1 MWe (in realtà al di sotto, ad esempio 990 kW)
- Ore di funzionamento annue previste (a regime): 8000 (per il 1° anno 5500 e per il 2° anno 7000)
- Capitale utile ad avviare la filiera e la gestione della centrale (primi 6 mesi): 1.000.000 €



# Schema ricavato dall'analisi

Dimensione impianto (in MW)	0,99				
Tasso di attualizzazione	5,00%				
Ore di funzionamento annue a regime	8000	Ore funzionamento 1° anno	5500	Ore funzionamento 2° anno	7000
Tariffa omnicomprensiva (€/MWh)	280				

Anno	Costi impianto "vero e proprio"	Costi opere civili	Altri costi	Costi totali della centrale	Costi iniziali per la gestione dell'impianto e della filiera:		
0	€ 4.620.000,00	€ 660.000,00	€ 100.000,00	€ 5.380.000,00	€ 1.000.000,00		
	Ricavi vendita energia	Costi manutenzione ord.	Altri costi	Flusso di cassa annuale	Totale flussi di cassa	Flusso di cassa attualizzato	Totale DCF
1	€ 1.524.600,00	€ 45.000,00	€ 60.000,00	€ 297.069,36	-€ 6.082.930,64	€ 282.215,89	-€ 6.097.784,11
2	€ 1.940.400,00	€ 45.000,00	€ 60.000,00	€ 712.869,36	-€ 5.370.061,28	€ 643.364,60	-€ 5.454.419,51
3	€ 2.217.600,00	€ 45.000,00	€ 60.000,00	€ 990.069,36	-€ 4.379.991,92	€ 848.860,72	-€ 4.605.558,79
4	€ 2.217.600,00	€ 45.000,00	€ 60.000,00	€ 990.069,36	-€ 3.389.922,56	€ 806.417,68	-€ 3.799.141,11
5	€ 2.217.600,00	€ 45.000,00	€ 60.000,00	€ 990.069,36	-€ 2.399.853,20	€ 766.096,80	-€ 3.033.044,32
6	€ 2.217.600,00	€ 45.000,00	€ 60.000,00	€ 990.069,36	-€ 1.409.783,84	€ 727.791,96	-€ 2.305.252,36
7	€ 2.217.600,00	€ 45.000,00	€ 60.000,00	€ 990.069,36	-€ 419.714,48	€ 691.402,36	-€ 1.613.850,00
8	€ 2.217.600,00	€ 45.000,00	€ 160.000,00	€ 890.069,36	€ 470.354,88	€ 590.490,20	-€ 1.023.359,80
9	€ 2.217.600,00	€ 45.000,00	€ 60.000,00	€ 990.069,36	€ 1.460.424,24	€ 623.990,63	-€ 399.369,17
10	€ 2.217.600,00	€ 45.000,00	€ 60.000,00	€ 990.069,36	€ 2.450.493,59	€ 592.791,10	€ 193.421,93
11	€ 2.217.600,00	€ 45.000,00	€ 60.000,00	€ 990.069,36	€ 3.440.562,95	€ 563.151,54	€ 756.573,47
12	€ 2.217.600,00	€ 45.000,00	€ 60.000,00	€ 990.069,36	€ 4.430.632,31	€ 534.993,97	€ 1.291.567,44
13	€ 2.217.600,00	€ 45.000,00	€ 160.000,00	€ 890.069,36	€ 5.320.701,67	€ 456.910,06	€ 1.748.477,49
14	€ 2.217.600,00	€ 45.000,00	€ 60.000,00	€ 990.069,36	€ 6.310.771,03	€ 482.832,05	€ 2.231.309,55
15	€ 2.217.600,00	€ 45.000,00	€ 60.000,00	€ 990.069,36	€ 7.300.840,39	€ 458.690,45	€ 2.690.000,00
	<b>VAN desiderato</b>	<b>€ 2.690.000,00</b>					
	<b>Costi annui filiera e gestione impianto</b>	<b>€ 1.122.530,64</b>					

PBT: 7 anni e mezzo    Discounted PBT: 9 anni e 8 mesi

**COSTO MASSIMO per gestione centrale e filiera: 1.122.530,64 €**

# Costo di gestione della centrale

Ipotesi:

- 5 addetti più uno che faccia anche da responsabile della gestione della centrale
- Strumentazione e oggettistica: PC, linea ADSL per telecontrollo, scrivanie, tute da lavoro e molto altri
- Spese per le utenze come: energia elettrica, acqua, fognature

COSTO ANNUO PER LA GESTIONE DELLA CENTRALE: 224.700 €

In 15 anni significa una spesa pari a 3.370.500 €.

Inoltre vengono previsti altri 2 addetti (il cui costo sarà compreso nella voce filiera): un direttore che gestisca la filiera e tutta la società e un addetto che si occupi del settore amministrativo dell'azienda (documenti, fatture, ecc.)

# Costi gestione della filiera d'approvvigionamento

- Si parte dalla necessità energetica annua di biomassa per capire a quanto possano ammontare i costi per il prelievo della biomassa. Necessità: 43290 *MWh*

Ipotizziamo:

- 6 trattori, 3 macchine cippatrici (una di grosse dimensioni), 3 rimorchi, 15 motoseghe, 1 Km di risine e altri strumenti; compresa la loro manutenzione
- 20 addetti che dovranno disboscare i pini, effettuare la manutenzione del bosco, prelevare la sansa, prelevare le potature. Quando non svolgeranno una di queste mansioni effettueranno altri interventi di manutenzione del territorio.
- Carburante per muovere i mezzi e far funzionare cippatrici e motoseghe.

**COSTI ANNUI TOTALI PER LA GESTIONE DELLA FILIERA  
D'APPROVVIGIONAMENTO: 861.400 €**

# Verifica costo massimo

Adesso bisogna verificare se il costo massimo è sufficiente a far fronte ai costi di gestione della centrale e della filiera d'approvvigionamento e qual è il margine:

$224.700 \text{ €} + 861.400 \text{ €} = 1.086.100 \text{ €}$

Però 1.000.000 € è già stato considerato all'inizio dell'investimento e quindi in realtà va sottratto alla spesa nei 15 anni, per cui la spesa annua reale è pari a :

**1.019.433,33 €**

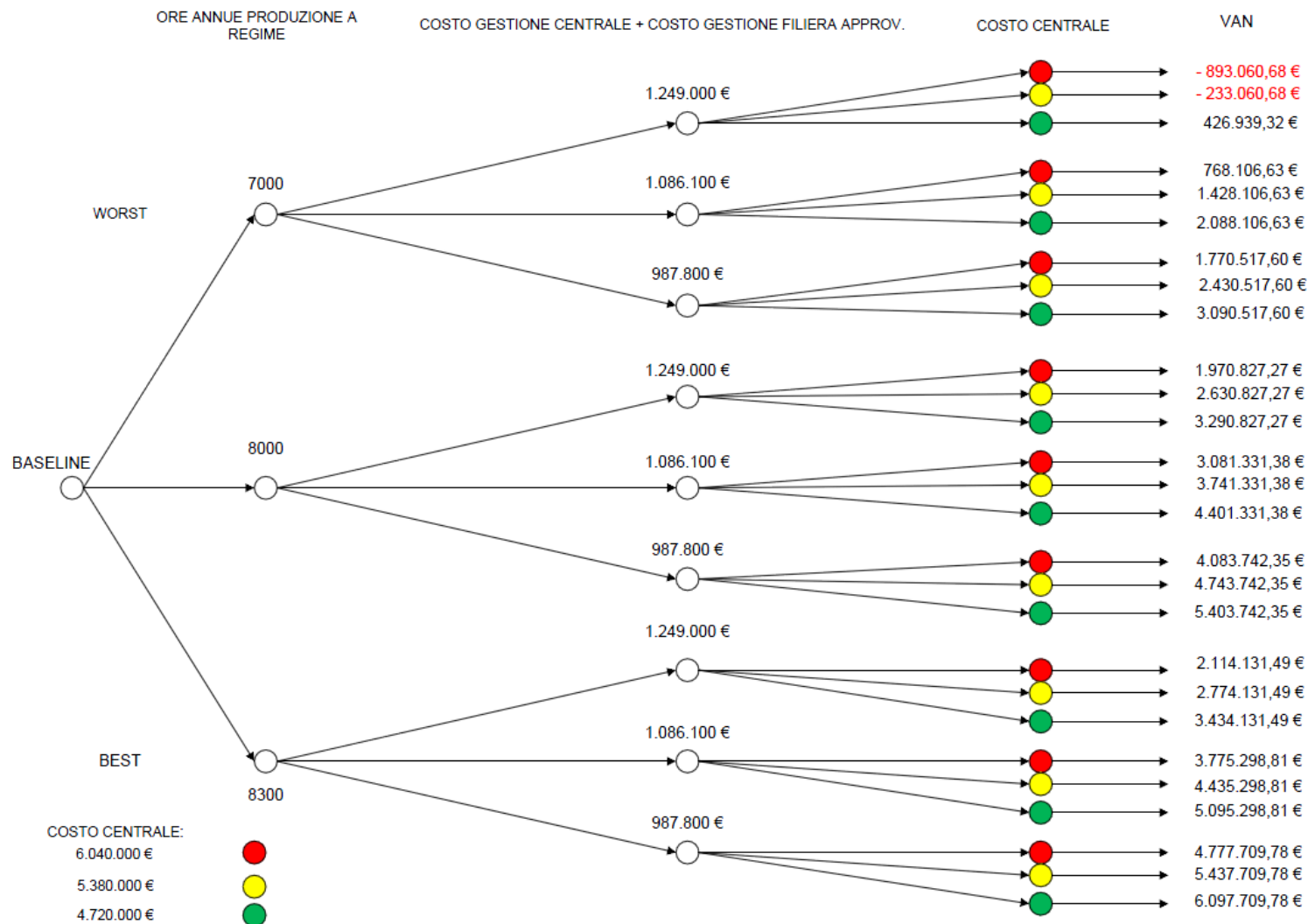
Se confrontato con i costi massimi derivanti dal design to cost, cioè **1.122.530,64 €**, otteniamo una differenza di più di 100.000 € che è un discreto margine.

Se i dati saranno confermati avremo un surplus che è possibile spendere in altre opere di miglioramento del territorio.

# Analisi di sensitività attraverso l'uso dell'albero dei casi

- Con l'albero dei casi ci poniamo l'obiettivo di mostrare quale VAN si realizza al variare di alcune variabili selezionate. In questo modo si può valutare meglio quanto sia rischioso l'investimento.
- Abbiamo selezionato 3 variabili: il numero di ore di funzionamento dell'impianto (a regime), il costo annuo della gestione della centrale e della filiera d'approvvigionamento e il costo totale di costruzione della centrale.
- Per ogni variabile selezionata abbiamo stabilito 3 valori: uno pessimista, uno ottimista, uno medio.
- Conseguentemente i casi totali risultanti sono 27. Per ogni caso è stato calcolato il VAN.
- Come ultima analisi abbiamo provato ad assegnare delle probabilità di accadimento ad ogni alternativa (tra le 3 disponibili ad ogni scelta), in modo da ricavare la probabilità di accadimento di ogni scelta. Le probabilità sono state distribuite 3 volte in modo: molto pessimistico, pessimistico, standard.

# Albero dei casi con i Van



# Conclusioni SULL'ANALISI AD ALBERO

L'investimento ha poca probabilità di ottenere un VAN negativo. E l'analisi ad albero ci ha fornito una conferma di ciò:

- Solamente in 2/27 casi analizzati si ottiene un VAN negativo
- La media (non pesata) calcolata su i 27 casi è pari a 3.043.178,29 €

Dall'analisi effettuata assegnando le probabilità ricaviamo:

- Nel caso molto pessimistico il VAN atteso è 2.326.570,28 €, probabilità di VAN negativo 10,8%
- Nel caso pessimistico il VAN atteso è 2.958.160,49 € , probabilità di VAN negativo 4,8%
- Nel caso “medio” il VAN atteso è 3.273.955,59 € , probabilità di VAN negativo 3,75%

Per cui considerando che la prima stima è molto pessimistica possiamo ritenerci soddisfatti:ci viene infatti confermato che i rischi dell'investimento sono bassi.

# UN ULTERIORE ANALISI: L'ALBERO DEI CASI CON UN TASSO DI SCONTO AL

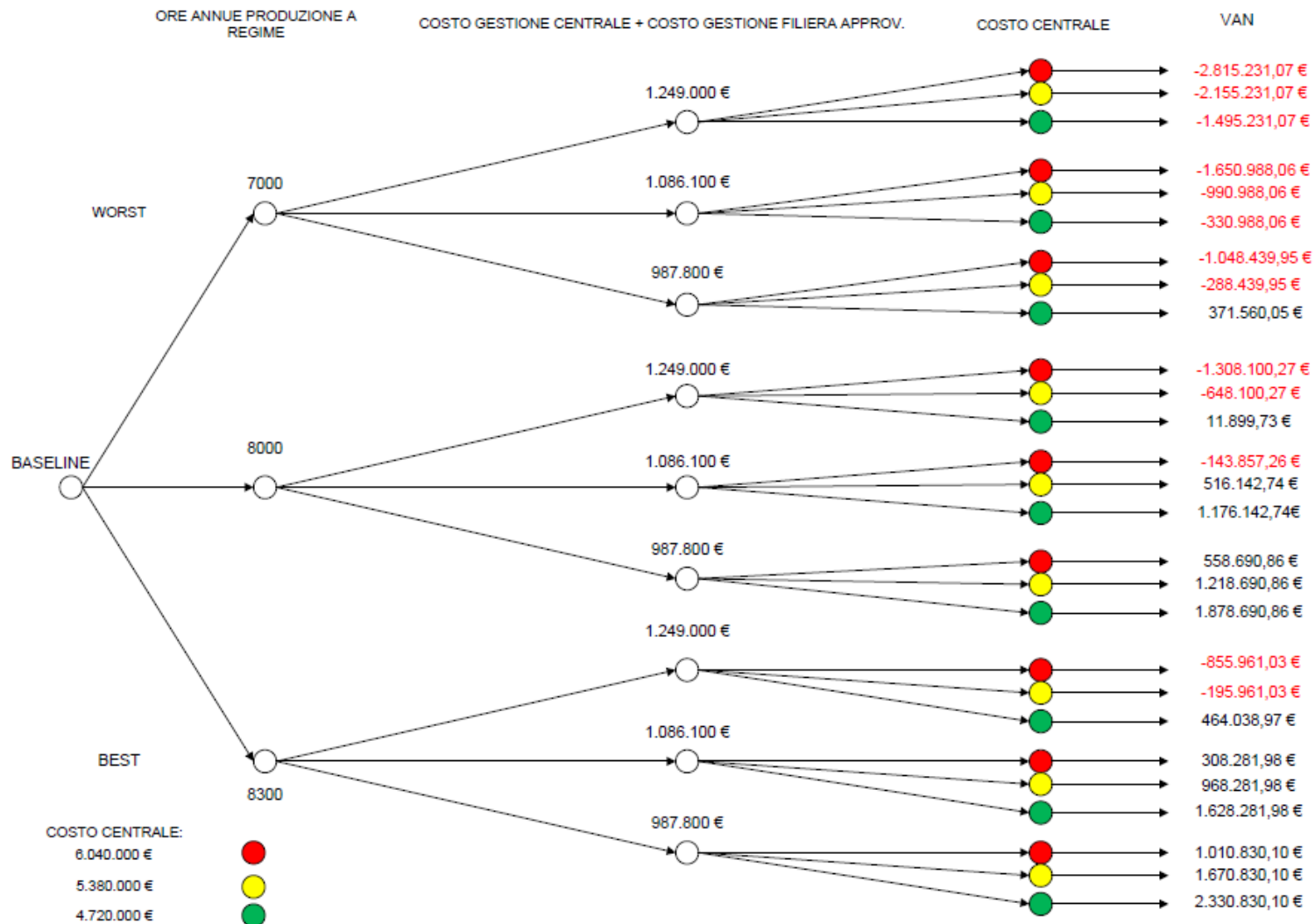
- Come ultima analisi abbiamo deciso di valutare molto velocemente ciò che accade se il costo del capitale, quindi anche il tasso di attualizzazione utilizzato, passa dal 5% al 10%. Ricordiamo che un costo del capitale del 5%, cioè assai basso, è possibile grazie all'ipotesi di costituire una società a capitale diffuso.

## RISULTATI:

- Come si può notare dalla figura successiva i casi con VAN negativo sono ben 13 su 27, ciò significa che il rischio di ottenere una perdita dall'investimento è molto alta. Se facciamo la media (non pesata) dei 27 casi troviamo 6.876,89 €, quindi il VAN medio è praticamente pari a zero.
- Per proseguire l'analisi in questo caso di forte variazione del tasso di sconto, imponiamo nuovamente le probabilità utilizzate in precedenza nei 3 “alberi di probabilità”. Dal primo dei tre (caso molto pessimistico) ricaviamo un VAN atteso pari a -572.800,36 € mentre la probabilità di ottenere un VAN negativo sono pari al 71,25%. Nel secondo caso (caso pessimistico) ricaviamo un VAN atteso pari a -85.696,11 € e la probabilità di avere un VAN negativo è stimata in 53,3%. Nell'ultimo degli “alberi di probabilità” (caso standard) ricaviamo un VAN atteso pari a 158.118,52 € e la probabilità di avere un VAN negativo si porta a circa il 44%.



# Albero dei casi con i Van (TS=10%)



# Conclusioni Finali

- ▣ I risultati relativi all'impianto fotovoltaico ci confermano che l'investimento fornisce una discreta remunerazione e ha scarsi rischi di diventare una perdita per la cooperativa. Ciò è dimostrato dall'analisi standard, dall'analisi di sensitività (e di scenario) e dal modello alternativo applicato.
- ▣ I risultati complessivi previsti dal progetto dell'impianto a biomassa sono molto positivi: circa 28 addetti assunti tra tutte le diverse mansioni; una remunerazione dell'investimento finanziario che andrà a beneficio dei piccoli azionisti locali; la possibilità di fare la manutenzione del bosco e delle colline terrazzate diminuendo così il rischio di incendi e il rischio idro-geologico.
- ▣ **I risultati ci portano a dire che è possibile investire nelle energie rinnovabili ottenendo una discreta remunerazione, un beneficio ambientale ed anche un importante beneficio sociale.**

L'analisi ci ha anche suggerito che, per poter fare questi tipi di investimenti è necessario riuscire a raccogliere capitali a basso tasso d'interesse, altrimenti diventa consistente il rischio che l'investimento non porti ad una remunerazione economicamente soddisfacente.

**THE END**

Grazie per l'attenzione