

CRISTIAN FERRARI

## *Considerazioni sui consumi energetici dei rifugi alpini*

### *Premessa*

Da anni mi interesso di montagna, per passione e per studio, in particolare come conciliare attività umana e tutela del territorio. L'occasione di una ricerca in questi settori per la laurea in ingegneria ambientale mi ha portato fortunatamente a collaborare con docenti di indubbia competenza e con l'aiuto dei rifugisti SAT (Società degli Alpinisti Tridentini), ho portato a termine un lavoro che credo contenga dati nuovi e stimoli importanti per chi deve decidere come intervenire in alta quota.

### *La ricerca*

Le strutture alpine di tipo ricettivo o di servizio, sono inserite spesso in contesti molto delicati, la loro frequentazione, i vari lavori e tutto ciò che è connesso alla loro gestione, impatta in un modo o nell'altro sul territorio circostante.

Alcuni impatti sono di tipo oggettivo, e di conseguenza più o meno difficilmente misurabili, come i costi, le emissioni di gas, il rumore; altri impatti sono di tipo più soggettivo,

Il lavoro di analisi è consistito nell'**individuare parametri oggettivi che aiutino a definire un approccio di gestione che incida il meno possibile sull'ambiente circostante.**

Gli impatti ricollegabili alle strutture an-

tropiche sono sostanzialmente legati ai momenti relativi alla costruzione della struttura, alle attività di gestione della stessa, alla produzione di energia elettrica e al trasporto di viveri e materiali utilizzati in quota; tali impatti, possono essere misurati attraverso una serie di parametri oggettivi con metodiche seppur semplificate che fanno riferimento alle metodologie di tipo LCA<sup>1</sup>.

Altri impatti, sono sostanzialmente legati alle emissioni sonore e di inquinanti, all'impatto paesaggistico all'uso di risorse sul territorio e all'eventuale interferenza con fauna e flora del territorio, alcuni sono spesso legati purtroppo alla maggiore o minore sensibilità dei proponenti le opere nei confronti del concetto "impatto ambientale".

In ognuno dei 32 rifugi visitati, si è proceduto ad una raccolta delle informazioni necessarie a determinare l'impatto della struttura sull'ambiente.

Si sono quindi rilevati per ogni rifugio tutti gli utilizzatori elettrici le loro potenze e le frequenze di utilizzo, le modalità di approvvigionamento energetico, i consumi di carburanti, gas e legna da ardere, le modalità e le frequenze di trasporto dei materiali in quota, le distanze percorse dai mezzi di carico e i loro consumi.

L'obiettivo è stato quindi quello di creare una corposa banca dati, allo scopo di dimo-

<sup>1</sup> Life Cycle Assessment – Valutazioni del ciclo di vita, norme ISO serie 14040

strare che con un'analisi ad ampio raggio ed oggettiva di tutti i parametri sia possibile ottimizzare i risultati di gestione sia da un punto di vista meramente economico (non indifferente) che ambientale.

Per quanto riguarda la produzione di energia la bontà dei vari sistemi, come idroelettrico, fotovoltaico, generatore ed elettrodotto può essere giudicata in diversi modi:

- usando criteri oggettivi
  - da un punto di vista **ambientale**, analizzando i consumi di energia connessi alla loro realizzazione/montaggio e al loro utilizzo,
  - da un punto di vista **economico** attraverso un piano economico che tenga conto dei costi di realizzazione, di gestione, manutenzione degli impianti in relazione alla loro vita utile;
- usando criteri più soggettivi
  - da un punto di vista **paesaggistico**, legata alla minore o maggiore sensibilità nei confronti dell'inserimento di particolari opere sul territorio.
  - da un punto di vista della **gestione** del rifugio, che preferisce spesso un sistema a ridotta o nulla manutenzione, ad alta affidabilità e che non richieda possibilmente l'acquisto di carburante.

Occorre quindi bilanciare le convenienze economiche e di tutela ambientale, avendo ben presente le recenti direttive dettate dal Protocollo di Kyoto e le normative di tutela più o meno presenti sul territorio montano; **l'obiettivo principale deve essere quello di ridurre e minimizzare gli impatti sul territorio interessato a queste opere.**

Così se si può riconoscere la sostanziale assenza di emissioni di CO<sub>2</sub> durante il periodo di funzionamento di un impianto minihydro, non va dimenticato che la realizzazione di un impianto di questo tipo richiede però importanti consumi di carburante per tutti i mezzi meccanici utilizzati durante le varie fasi cantieristiche.

A titolo di esempio si riportano le stime da dati di capitolato (considerando solo le emissioni più consistenti) prodotte per un impianto minihydro e relative opere accessorie in via di realizzazione a servizio di un rifugio SAT:

- ~ 16.000 kg CO<sub>2</sub> per il trasporto in quota dei materiali
- ~ 5.400 kg CO<sub>2</sub> per i mezzi da cantiere
- ~ 21.000 kg CO<sub>2</sub> per la produzione e il trasporto del CLS utilizzato in cantiere.

Tali emissioni sono equivalenti alla combustione di circa 16.000 l di carburante<sup>2</sup>.

Sono considerati i consumi dei mezzi di cantiere, dell'elicottero, dei mezzi di appoggio per il trasporto del personale e dei materiali.

Un primo confronto si può fare già in base ai consumi equivalenti sopra definiti e in base ai consumi reali di un rifugio. Se per esempio, il consumo annuo di carburante della struttura è pari a 4000 l di gasolio, l'impianto si ammortizzerà agevolmente in soli 4 anni, ma se lo stesso impianto è a servizio di un rifugio con consumi annui di 400 l di carburante, matematicamente il tempo per l'ammortamento dei consumi sale a circa 40 anni<sup>3</sup>.

Altro risultato interessante si è ottenuto dall'analisi di tutta l'attività di cantiere per la posa di una fognatura e di un elettrodotto al servizio di alcuni rifugi nel gruppo del Catinaccio.

Considerando il costo di tutte le opere di scavo e ripristino come se realizzate a solo servizio dell'elettrodotto, considerati gli scavi in roccia, l'utilizzo di mezzi speciali, le opere accessorie, i costi degli allacciamenti e l'acquisto del cavo corazzato per il trasporto dell'energia si sono ottenuti costi<sup>4</sup> di circa 50 €/ml che lievitano a 90 €/ml nei tratti interessati da inerbimento. In maniera cautelativa si può ipotizzare anche un aumento del 50% dei costi per lavori realizzati in condizioni geomorfologiche ancora più difficili. Questo rende di fatto l'elettrodotto un investimento che può essere considerato economicamente conveniente qualora le distanze dal rifugio al sistema di distribuzione non siano eccessive, dove i consumi di

<sup>2</sup> Fattore di emissione gasolio: 2.66 kg CO<sub>2</sub>/kg gasolio

<sup>3</sup> Il consumo medio di carburante per produzione energia nei rifugi i SAT si attesta sui 2100 l/annui

<sup>4</sup> Dati ottenuti in collaborazione con il Servizio Opere Igienico Sanitarie PAT e SET distribuzione- Predazzo

carburante per i generatori siano elevati, o ancora dove non sia possibile realizzare impianti idroelettrici per motivi morfologici, tecnici, di costo o di normativa. Allo stato attuale già sei rifugi della SAT si riforniscono di energia tramite elettrodotto (Graffer, Vajolet, Ciampediè, Rosetta, Paludei, Finonchio).

Uno dei vantaggi derivanti dalla realizzazione di un elettrodotto sta nell'utilizzare energia derivante da grossi impianti di produzione ad alto rendimento, che a parità di energia prodotta contribuiscono a minor impatti ed emissione di gas climalteranti in luoghi soprattutto lontani dal rifugio

Alla luce di questi dati, appare chiaro che, considerati gli importanti costi fissi di elettrodotto ed idroelettrico, per rifugi con ridotti consumi risultano economicamente ed ambientalmente convenienti l'alimentazione con impianti FV supportati dove necessario da sistemi di generatori di piccola taglia.

### *Teleferiche o altro?*

Un secondo campo di analisi degli impatti è stato relativo ai costi e agli impatti derivanti dalle attività di trasporto dei materiali in quota, in particolare le teleferiche e l'elicottero, con un breve excursus sull'utilizzo degli automezzi (dove presenti strade carrabili) e di animali da soma.

Considerata la diversità dei rifugi analizzati, l'analisi dei mezzi di trasporto ha fatto riferimento a due tipologie di rifugi classificati per masse medie trasportate annualmente (viveri, carburanti, legna e varie); in particolare:

- **RIFUGIO A** con 300/350 q anno
- **RIFUGIO B** con 150/180 q anno

Nei rifugi che utilizzano l'elicottero oltre ai dati citati precedentemente (masse, frequenze, distanze) si è tenuto conto dei tempi di lavoro del velivolo, dei suoi consumi<sup>5</sup> e di quelli relativi agli altri i mezzi utilizzati come mezzi di appoggio.

<sup>5</sup> Divisi tra minuti di trasferimento e lavoro aereo (per cui i consumi diminuiscono del 30%)

Allo stesso modo per tutti i rifugi provvisti di teleferica si è rilevato il numero indicativo di rifornimenti, le masse trasportate durante la stagione estiva o invernale, i consumi dei mezzi logistici, dei generatori o dei motori della teleferica.

#### **Rifugio A:**

Per una struttura di questo tipo, in base a rilievi di dati reali si è deciso di ipotizzare la divisione dei carichi stagionali in 5 interventi di elicottero o in interventi pressoché giornalieri di teleferica, ottenendo costi medi<sup>6</sup> annui ed emissioni così riassumibili:

mezzo	COSTI	EMISSIONI (kg CO <sub>2</sub> )
elicottero	~ 9000 €	~ 3000
teleferica	~ 900 €	~ 1900

#### **Rifugio B:**

Considerando una struttura con minore masse in gioco, si sono quindi ipotizzati durante la stagione di apertura, 2 interventi di elicottero e carichi di teleferica con frequenza non giornaliera, ottenendo quindi:

mezzo	COSTI	EMISSIONI (kg CO <sub>2</sub> )
elicottero	~ 3600 €	~ 1000
teleferica	~ 500 €	~ 900

Risulta evidente come il costo dell'elicottero sia sensibilmente superiore rispetto a quello della teleferica, e come le emissioni possano essere confrontabili o ancora diverse.

Una prima considerazione di questo tipo potrebbe già di per se portare a delle valutazioni sulla economicità e l'impatto ambientale delle due modalità di trasporto. **Va sottolineato come però non siano stati contabilizzati i costi e le emissioni di gas climalteranti derivanti dalla realizzazione dell'impianto teleferico e dell'elicottero.**

<sup>6</sup> Costo elicottero AS350B3 29 €/min, costo gasolio 1.2 €/l, consumo automezzi ~ 8 Km/l, distanza tra magazzino a valle e teleferica ~ 30 Km, tempo medio trasferimento elicottero a/r ~ 25 min. Per la teleferica, costi relativi al solo carburante per il motore dell'impianto e dei mezzi di appoggio

Questa osservazione ha portato quindi ad un supplemento di indagine e ad un approfondimento, attraverso la realizzazione di un piano economico su periodo trentennale<sup>7</sup> con costi annuali attualizzati a T=0;

In questo modo è stato possibile confrontare il costo dei diversi investimenti si ottiene nel caso del **Rifugio A** il seguente prospetto:

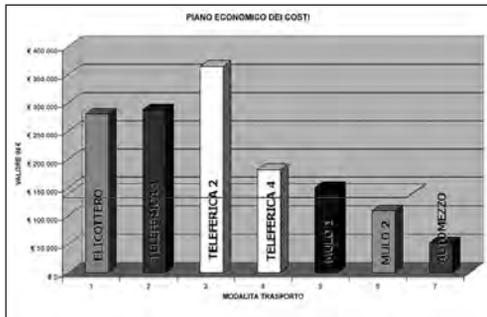


Grafico 1

Ipotesi di lavoro:

- **Elicottero** costo annuo ~ 9000 €
- **Teleferica 1** costo annuo ~ 900 € più costo impianto ~ 260.000 €
- **Teleferica 2** teleferica 1 più costi variabili di manutenzione annua impianto
- **Teleferica 4** teleferica 2 con 70% contributo pubblico acquisto
- **Linea rossa** elicottero con 50% contributo pubblico costo del volo
- **Mulo1-2** ipotesi di carico mulo con differenti logistiche
- **Automezzo** carico del rifugio con automezzo

Dalla simulazione è possibile evidenziare come il costo trentennale attualizzato dell'elicottero è comparabile con la spesa

<sup>7</sup> La base trentennale è stata scelta perché corrispondente indicativamente alla vita media di un impianto teleferico, oltre cui sono necessari degli importanti interventi di manutenzione.

iniziale di realizzazione dell'impianto teleferico, e anche considerando l'intervento con contributi pubblici a parziale copertura della spesa, l'elicottero presenta un costo di gestione inferiore a quello dell'impianto teleferico.

Le ipotesi di utilizzo dei muli e degli automezzi, risultano anche sensibilmente vantaggiose rispetto alle altre alternative analizzate.

Per il **Rifugio B**:

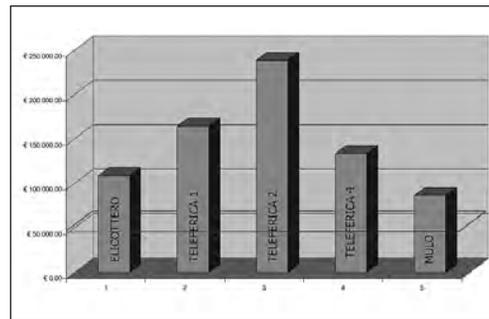


Grafico 2

Le ipotesi di lavoro variano dalla simulazione precedente per:

- **Elicottero** costo annuo ~ 3600 €
- **Teleferica 1** costo annuo ~ 500 € più costo impianto ~ 150.000 €

In questa seconda simulazione, è stato evidenziato invece come alla luce del minor utilizzo e quindi ammortamento della teleferica, l'elicottero risulti fortemente avvantaggiato da un punto di vista economico rispetto all'impianto teleferico anche senza considerare la variabile "contributo pubblico".

Il secondo campo di confronto è invece quello che ha interessato soprattutto le emissioni dei due impianti di trasporto principali, cioè elicottero e teleferica.

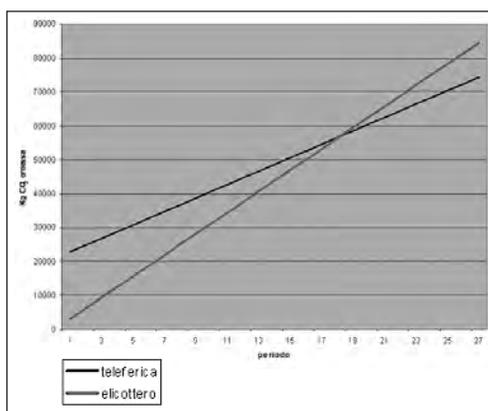
Per quanto riguarda l'impianto teleferico è stato calcolato il debito di emissione iniziale di CO<sub>2</sub> riconducibile al movimento di tutti i mezzi (elicottero, camion, mezzi cantiere) durante la fase di realizzazione

dell'opera. Lo stesso debito di emissione dell'elicottero è invece trascurabile considerato il numero di ore di lavoro durante la vita della macchina, decisamente superiore a quello di un impianto teleferico, questo rende irrisorio il contributo della CO<sub>2</sub> iniziale sui pochi minuti di lavoro destinati al rifugio.

Le emissioni di CO<sub>2</sub> dei due sistemi sono quindi ancora state calcolate su base trentennale<sup>8</sup> e sono così riassumibili:

### Rifugio A

Grafico 3



### Rifugio B

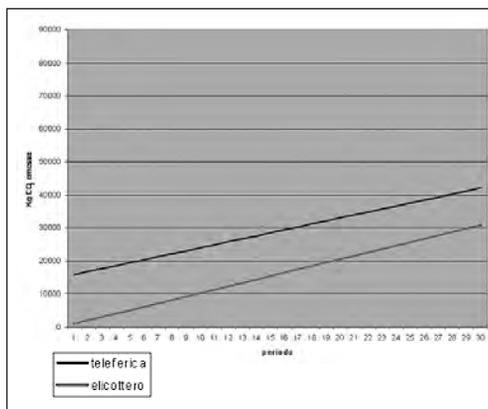


Grafico 4

In conclusione, da un punto di vista delle emissioni, per il Rifugio A la teleferica diventa vantaggiosa solo dopo 2/3 di vita dell'impianto, per il Rifugio B l'elicottero è notevolmente più conveniente delle emissioni (il pareggio di emissioni avverrebbe dopo più di 120 anni di attività<sup>9</sup>).

**In questa ottica, la conclusione più importante a cui si può pervenire è la concreta difficoltà nello stabilire un modello generalizzabile a tutti i rifugi; si è quindi dimostrata l'utilità di queste analisi soprattutto per l'ottenimento di risultati finora non scontati. Il considerare le opere in montagna da un punto di vista globale, tenendo conto di tutti gli impatti nel loro insieme ritengo possa dare una visione complessiva più corretta dei vantaggi degli svantaggi derivanti dall'installazione o dall'uso di determinate tecnologie.**

### Ringraziamenti

Rinnovo il mio ringraziamento ai gestori che più volte si sono resi disponibili ad integrare i dati di ricerca, all'ufficio tecnico Sat, ad Andrea e Gianvittore Alberti, Piergiorgio Pallanch - Lagorair Srl e ai componenti del Nucleo elicotteri della PAT.

### Dott. Ing Cristian Ferrari

loc. Valsorda, 2/B - Trento  
tel. +39 340 3700309  
e.mail: crifern@gmail.com

<sup>8</sup> Debito iniziale della teleferica A ~ 21.000 kg CO<sub>2</sub>, equivalenti a circa 7800 l di gasolio, consumato in fase di cantiere tra elicottero, e mezzi d'opera; teleferica B ~ 15.000 kg CO<sub>2</sub>

<sup>9</sup> Non sono state considerate le emissioni dovute ai cantieri di manutenzione straordinaria delle teleferica durante i 120 anni, che altrimenti allungherebbero ulteriormente il tempo di pareggio

**PAROLE CHIAVE***Rifugio alpino, energia, sistemi di rifornimento***RIASSUNTO**

Lo studio analizza la situazione di produzione e consumo di energia relativamente ad alcune strutture di alta quota, in particolare ad alcuni rifugi alpini in proprietà alla SAT, Società degli Alpinisti Tridentini

**Il lavoro di analisi è consistito nell'individuare parametri oggettivi che aiutino a definire un approccio di gestione della struttura che incida il meno possibile sull'ambiente circostante.**

Una parte del lavoro è stata dedicata all'approfondimento delle problematiche inerenti i trasporti di materiali e carburanti nelle strutture in alta quota. Sono state rilevate le masse di viveri e carburanti trasportati nella maggior parte dei rifugi durante la stagione estiva/invernale, sono stati considerati tutti i movimenti di eventuali mezzi meccanici (jeep, trattori, camion ed elicottero), la loro frequenza e la durata di utilizzo, i relativi consumi di carburante. Il parametro di confronto utilizzato, oltre al costo effettivo delle diverse modalità di trasporto, è stata la CO<sub>2</sub> emessa dai mezzi meccanici durante il funzionamento. Si è posta particolare attenzione anche ai consumi e alle emissioni dei mezzi di appoggio per gli elicotteri, dei mezzi utilizzati quasi quotidianamente dai "portatori" della teleferica e di tutti i mezzi meccanici e di cantiere necessari alla realizzazione di una teleferica di servizio alla struttura alpina.

In conclusione si è affrontato un confronto tra di costi di esercizio e di emissioni di CO<sub>2</sub> dei sistemi di trasporto (in particolare teleferiche ed elicotteri) relativamente a due rifugi modello.

**KEY WORDS***Mountain huts, energy, transport***ABSTRACT**

The study analyzes the situation of production and consumption of energy in relation to certain structures of high altitude, in particular to some huts in the property to the SAT, the Society of Trento Alpinists

The analytical work was to identify objective parameters that help define a management approach that will affect the structure as little as possible on the surrounding environment.

Part of the work has been devoted to increasing problems concerning the transport of materials and fuels in the structures at high altitude. Were detected masses of food and fuel carried in most of the shelters during the summer / winter, were considered all the movements of any mechanical means (jeep, tractors, trucks and helicopters), their frequency and duration of use, its fuel consumption. The parameter used for comparison, in addition to the actual cost of the various modes of transport, the CO<sub>2</sub> was emitted by mechanical means during operation. He paid particular attention to fuel consumption and emissions of the means of support for the helicopters, the means used almost daily by the "bearers" of the cable car and all the mechanical work needed and the construction of a cable car service to the Alpine structure.

In conclusion, it is dealt with a comparison of operating costs and CO<sub>2</sub> emissions from transport systems (including cable cars and helicopters) in relation to two shelters model.