



# **AEROMODELLI.**

## **La nuova frontiera del volo elettrico**

**Paolo Dapporto**

**1ª parte**

Sono oltre settant'anni che costruisco aeromodelli e sono sempre stato curioso di provare nuove soluzioni sia per costruirli sia per farli volare. Ho costruito modelli un po' fuori dagli schemi ed è questo che mi piace dell'aeromodellismo, potersi divertire sperimentando; credo che siano in tanti ad essersi avvicinati alla nostra passione per questo motivo.

Non ho mai costruito una riproduzione, non sono bravo e paziente nel dedicarmi alla ricerca per poi riprodurre un vero aereo in scala, non ne sono capace e questo conferma quello che ho scritto sopra, e ammiro incondizionatamente chi è capace.

Il mio idolo, che ammiro in modo sviscerato, è Paolo Severin, un carissimo amico che costruisce modelli fantastici, riprodotti in modo certosino in tutti i particolari, utilizzando gli stessi materiali e la stessa tecnica dei veri. Se volete veramente divertirvi andate sul suo sito ([www.paoloseverin.it](http://www.paoloseverin.it)) e sono certo che lo consulterete per molto tempo, è incredibile cosa possa fare un artista dell'aeromodellismo come lui.

Ritornando comunque in argomento, oggi vorrei, con modestia e senza voler scoprire nulla di nuovo, parlarvi della bella esperienza che sto facendo nel realizzare aeromodelli con il motore elettrico azionati dal sole, che viene catturato dalle celle che la trasformano in energia.

Ve ne parlo con la massima semplicità, mettendo a disposizione quello che ho capito, in modo pratico, senza soffermarmi sulla teoria in quanto la teoria mi attira poco e sono un praticone che prova e riprova fino ad ottenere quello che è nelle aspettative.

Chi vuole sapere di più sulle celle solari può cercare su internet e scoprirà un mondo interessante e vario.

### **PERCHÉ HO INIZIATO AD INTERESSARMI DI CELLE SOLARI?**

E' strano, direte ed in effetti lo è, ma debbo narrarlo: un giorno sul campo di Molinella, che è frequentato dagli aeromodellisti bolognesi, in una caldissima giornata, all'ombra degli alberi, Aldo Toni, Paolo Severin ed io parlavamo del Solar Impulse, l'aereo ad energia solare che ha fatto il giro del mondo, ed io gettai l'idea "Perché non lo facciamo anche noi?"...detto fatto! Quel mago di Severin disse subito "io ci sto!" e Aldo Toni, grande aeromodellista e grande teorico, aggiunse "io ci sto e collaboro con le spese!", a quello punto non ho potuto che dire "va bene, partiamo".

Questo accadeva circa tre anni fa...non racconto altro, sarà oggetto di un'ampia presentazione quando la folle impresa sarà, spero, compiuta; si tratta infatti di realizzare il Solar Impulse in scala 1/7 con apertura alare di mt

10,20, 294 celle, peso stimato di 25 kg. La costruzione al momento, fine dicembre 2021, è completata al 50%. Se seguite Severin nella sua pagina Facebook potete vedere tante foto e tanti commenti. Se volerà credo che sarà una impresa che farà onore a tutto il team ed anche all'Italia. Ed è per questo che ho cominciato ad interessarmi al volo solare e alle celle solari.

Visto che ero colui che ha coinvolto tutto il team, ho subito cominciato le ricerche, lunghe e complesse, coinvolgendo anche alcuni amici, fra cui Eugenio Pagliano che ha dato un grande contributo, per trovare disegni e dati.

Ho subito pensato di realizzare velocemente un modello in scala 1/3 del modellone in scala 1/7 per testarlo in volo. E' nato un modello di oltre 3,5 metri di apertura alare, con 46 celle, naturalmente con 4 motori come il vero e con la geometria stranissima del Solar Impulse, caratterizzata da un braccio di leva cortissimo, dai motori che sapevamo che in volo avevano la funzione di agire sull'asse verticale, variandone i giri e con un profilo spesso all'inverosimile (vedi le foto e guarda, se sei interessato, su You Tube, digitando "Solar Impulse aeromodello")

Costruito a tempo di record, com'è mia abitudine quando mi metto in testa di fare qualcosa che mi appassiona, ha avuto parecchie vicissitudini durante i tentativi di collaudarlo.

Al quarto tentativo, risolti i piccoli problemi, il modello è andato in volo ed ha volato subito abbastanza bene, con una risposta ai comandi complessa, ma superabile.

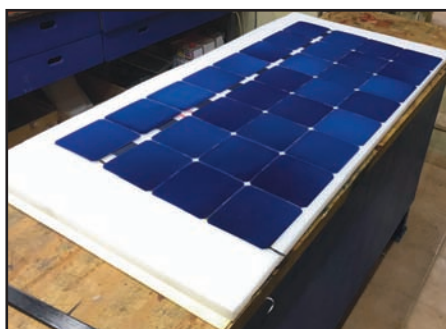
Il modello ha poi subito delle modifiche nella distribuzione dei pesi e incidenze e ora è perfettamente a punto. E' intervenuto in seguito il tecnico della messa a punto del sistema con guida automatico con GPS e finalmente abbiamo visto volare un modello come quello che si sta costruendo, che può volare in automatico o pilotato da terra per ore e ore.

Con un buon irraggiamento il modello resta in volo quanto si vuole, le quattro piccole batterie tampone all'atterraggio sono sempre perfettamente cariche...tutto dunque O.K.

I dati sono stati trasferiti al modello grande, in costruzione, ed ora siamo più confidenti sulle caratteristiche di volo e stimolati a continuare con fiducia i lavori. Le foto pubblicate con le relative didascalie illustrano meglio di ogni parola di cosa si tratta.

Fine del "pippone" di premessa per questo mio articolo che sarà abbastanza lungo, sperando che interessi il lettore di Modellistica. Confesso che vedere un modello che resta in volo finché c'è il sole mi ha piacevolmente sorpreso, ed ecco allora che ho continuato a costruire modelli con celle solari: un sistema per azionare il motore elettrico di una semplicità disarmante.

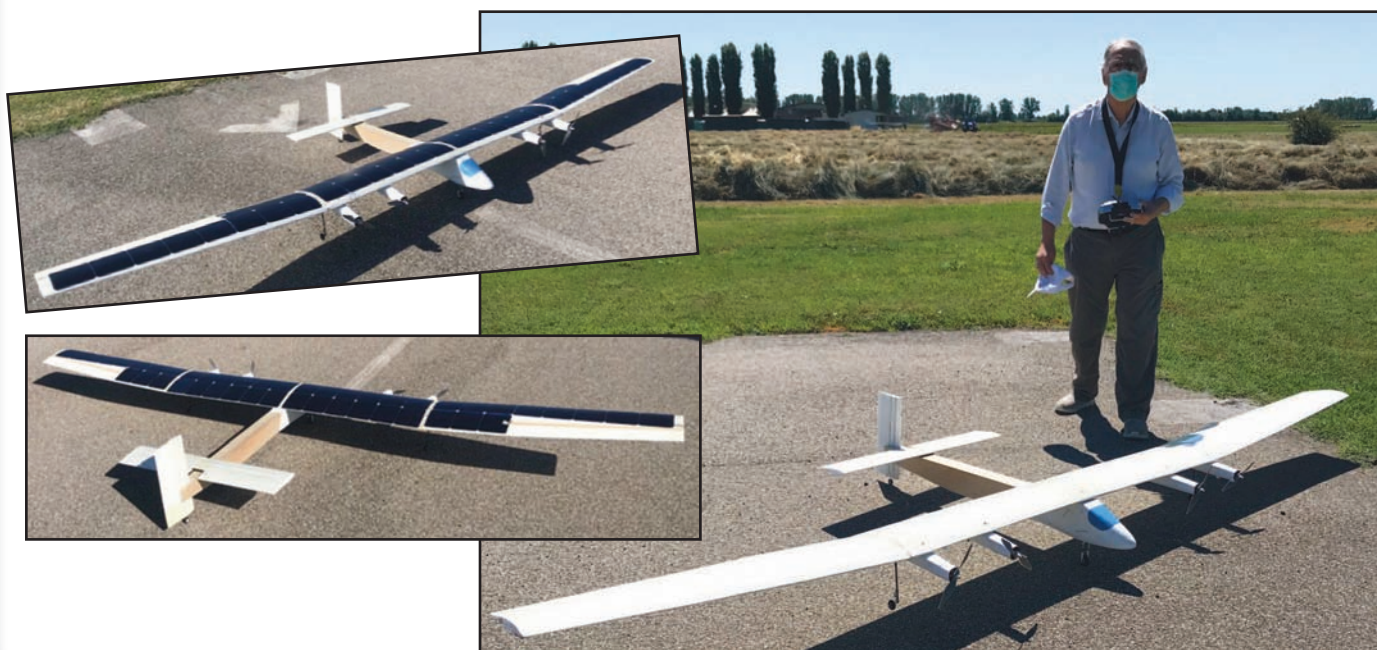
# AD ENERGIA SOLARE



*La semiriproduzione del Solar Impulse realizzata in scala 1/3 rispetto al modello in fase di costruzione: ha un'apertura alare di mt 10,20 e l'originale lo vediamo nella foto.*

*Il modello ha 46 celle Sunpower divise in due gruppi che alimentano ciascuno due motori. Peso di gr. 3550 con 4 motori e 4 batterie tampone poste nelle quattro gondole. L'ala è in polistirolo rivestita in vetroresina. Il controllo è sui tre assi con aggiunta della variazione dei giri a coppie dei motori che è abbinabile a scelta con un interruttore al comando del verticale. Il modello è stato provato in volo prima senza celle, come si vede nella foto che mi ritrae con la mascherina.*

*Potete anche vedere alcune foto del modello Solar Impulse da 10,20 metri di apertura alare che sta costruendo Paolo Severin. Si vede la struttura centrale dell'ala, la fase di preparazione delle celle solari e le stesse incorporate in un pannello di airez con una pellicola protettiva trasparente. L'ultima operazione è stata fatta dalla ditta Flycompotec di Romeo Sartori ([www.flycompotec.com](http://www.flycompotec.com))*



Non bisogna fare studi particolari: il concetto è che mettiamo a bordo del modello un dispositivo che sostituisce la batteria, e se sappiamo scegliere le celle giuste per far volare quel tipo di modello il gioco è fatto, possiamo facilmente trasformare un modello di aliante in uno con celle solari, (anche se è meglio progettare uno specifico) ma per le prime esperienze è possibile provare a....solarizzare

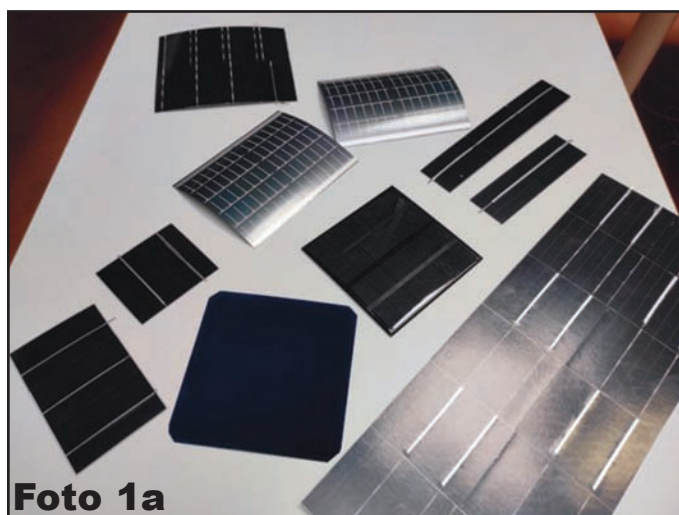


Foto 1a

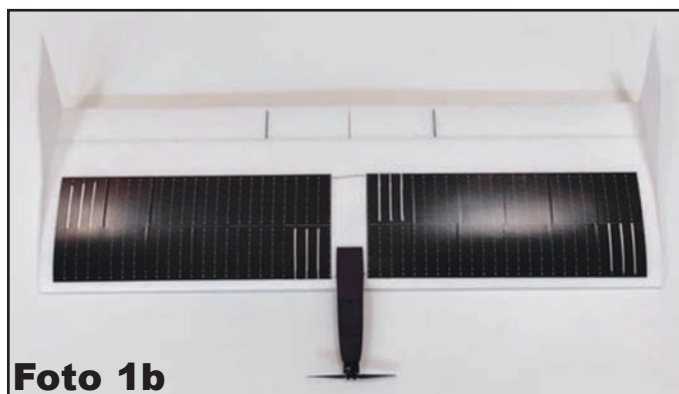


Foto 1b

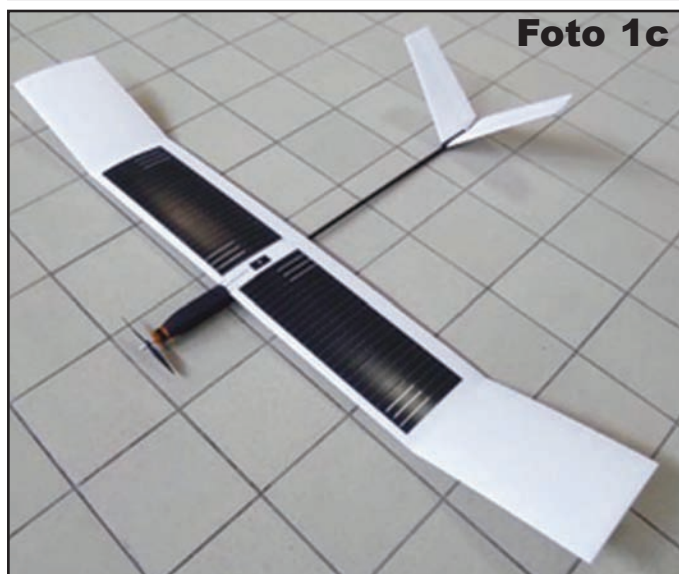


Foto 1c

Andrea Beggio ha in consegna anche le celle Solareal che hanno una resa inferiore delle Sunpower, pesano un po' di più, ma sono facilissime da mettere sull'ala e poco delicate da maneggiare. In foto le vedete anche montate su due piccoli modelli EPP che sono nel suo catalogo. Due tipi di celle: una di cm 14x49 che danno 6,5 volts e 2,2 ampere e peso di 41 grammi ed una seconda di cm 16x44 cm. che danno 6,5 Volts e 1,8 ampere e peso di 49 gr. La foto con tanti tipi di celle mette in evidenza il gran numero di proposte: al centro vedere la cella Sunpower.

un modello che abbiamo. Se volete vedere una mia intervista sul volo solare andate su YouTube e scrivete "paolo dapporto Aeromodellismo solare"

## LA CELLA MONOCRISTALLINA SUNPOWER

Sul mercato ci sono tante offerte di celle solari, ma analizzando bene le loro caratteristiche oggi il miglior compromesso è usare la Sunpower...per tanti motivi e principalmente perché il Solar Impulse (quello vero!) usava appunto le Sunpower; sull'ala ne aveva credo oltre 17.000 e se le usava ci sarà pure un motivo, anche perché il costruttore dichiara un rendimento niente male, del 23%.

Inoltre, visto che la si trova sul mercato facilmente e ad un costo più che ragionevole, non vedo la ragione di usarne altri tipi. Si legge in Internet di celle fantastiche con rendimenti incredibili, ma con costi inavvicinabili....io uso quella che ha il miglior rapporto costo/rendimento.

Qui mi limito quindi a trattare solo la cella che credo sia opportuno usare sui nostri modelli.

E' possibile comunque anche acquistare pannelli con altre caratteristiche, ma con rendimenti leggermente inferiori e dimensioni maggiori, ma molto più semplici da applicare sull'ala. In **foto 1a, 1b, 1c** si vedono questi pannelli di più celle già assemblati e la relativa descrizione.

La comune cella Sunpower che si usa misura mm 125 X 125, pesa 7,9 grammi ed eroga a pieno sole 0,63 Volt e 6 ampere perciò 3,7 Watt (volt X ampere) Le dimensioni si vedono in **foto 2a, 2b** dove vediamo pure uno dei sei contatti presenti sul retro della cella e, in piccolissimo, l'indicazione della polarità.

I valori dichiarati sono sempre con massima insolazione, valori che naturalmente cambiano con il variare dell'intensità del sole e della sua inclinazione. Sempre in Internet trovate tutti i dati: è inutile ripeterli qui, sarebbe un doppione, data la facilità con cui oggi ci possiamo documentare. La cella è abbastanza delicata da maneggiare e consiglio di indossare sempre guanti di cotone per evitare di lasciare sulla parte esposta al sole (quella blu scuro) impronte delle dita.

La cella si flette con facilità e possiamo adattarla perfettamente all'estradosso dell'ala.

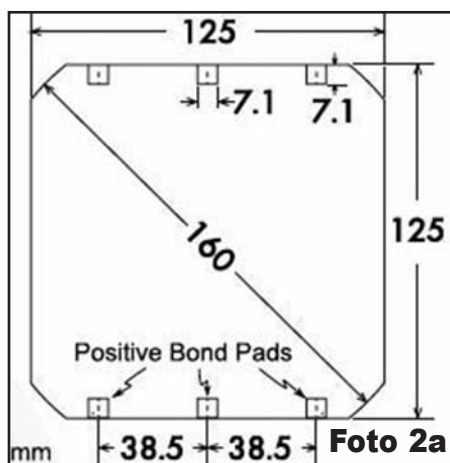


Foto 2a

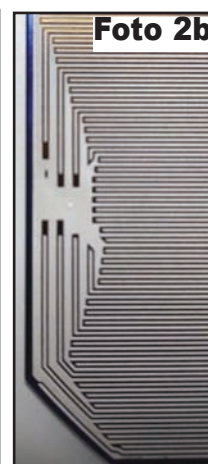


Foto 2b

Le dimensioni di una cella classica Sunpower. Sopra e sotto la posizione dei contatti per il collegamento delle varie celle.

## LA SALDATURA DELLE CELLE

Saldare le varie celle è abbastanza semplice. Le celle vanno collegate normalmente in serie cioè unendo in successione il contatto positivo con il negativo, in questo modo avremo alla fine la somma dei volt che eroga ogni singola cella (0,63 V), mentre gli ampere rimangono fissi: 6 A. esempio, (10 celle 6,3 volt, 6 ampere, 37,8 watt)

Per fare l'operazione bisogna procurarsi del nastro adesivo Kapton (**foto 3**) che resiste al calore (io lo ho trovato da Amazon) del filo di stagno sottile da 0,4/0,5 mm (**foto 4**) e della piattina Tap Wire da 2 mm, (**foto 5**), venduta da chi fornisce le celle.

Le celle che vanno unite appoggiandole ad un righello come appare in **foto 6**.

Naturalmente bisogna disporre di un buon saldatore con la possibilità di regolazione del calore. La superficie di

appoggio delle celle deve essere pulitissima: è consigliabile stendere dello scotch e lavorare sempre con guanti di cotone.

Come si nota le celle sono distanziate di circa 3 mm. Consiglio di tenere questa distanza per poter, una volta montate sull'ala, verificare con il voltmetro il loro collegamento appoggiando i puntali sui Tap Wire che risultano in questo modo accessibili.

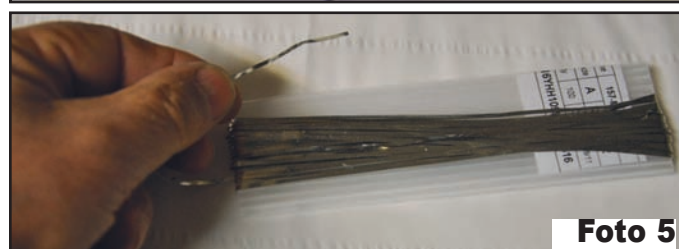
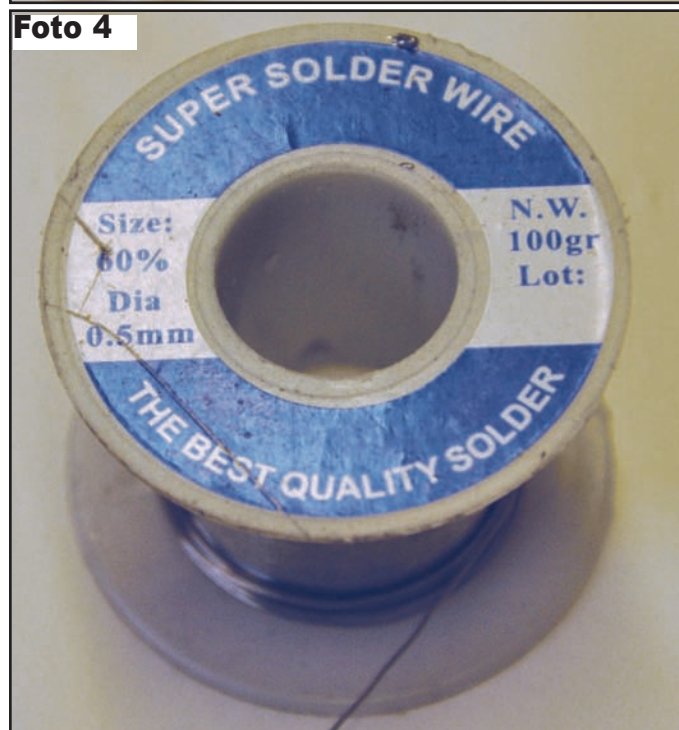
In **foto 7** vediamo le celle che sono unite con un pezzetto di Kapton per evitare che si spostino e per poi facilitare il posizionamento sull'ala le celle unite con l'adesivo che hanno.

Per unire le celle si può anche limitarsi a collegare il centrale, ma è consigliabile sceglierne almeno due o addirittura collegare tutti i tre punti. In caso di mezze celle su uniranno solo in un punto.

Nella stessa foto si nota come nei punti di unione sia stata colata una microscopica goccia di stagno. Per fare questa operazione non usate il "flusso saldante" che viene consigliato da alcuni venditori di celle prima di colare lo stagno... è sbagliatissimo. Lo stagno da 0,5 mm cola perfettamente se si usa la punta del saldatore con calore a 380°. Fate prima qualche prova per prenderci la mano. Appoggiate lo stagno sulla cella e sormontate la punta del saldatore: dopo 4 secondi si formerà la piccola goccia



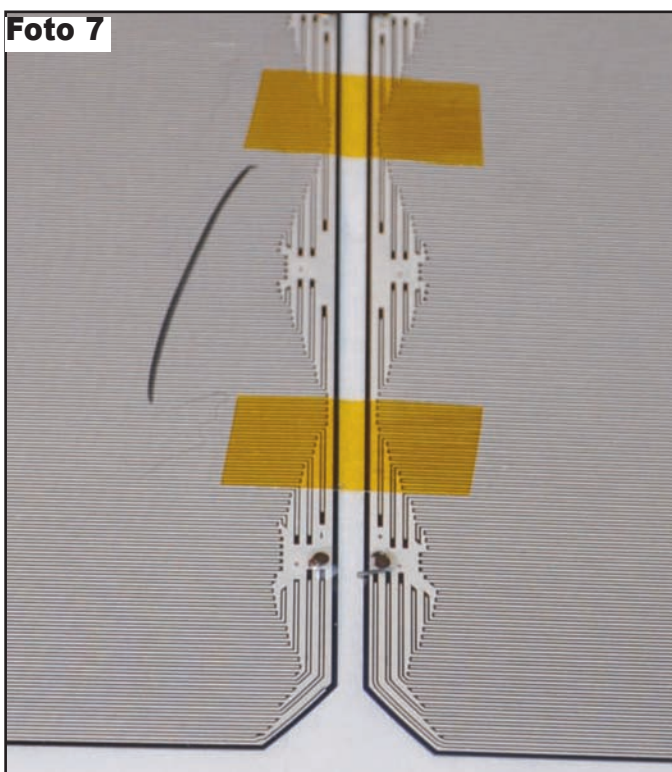
**Foto 3**



**Foto 5**



**Foto 6**



**Foto 7**

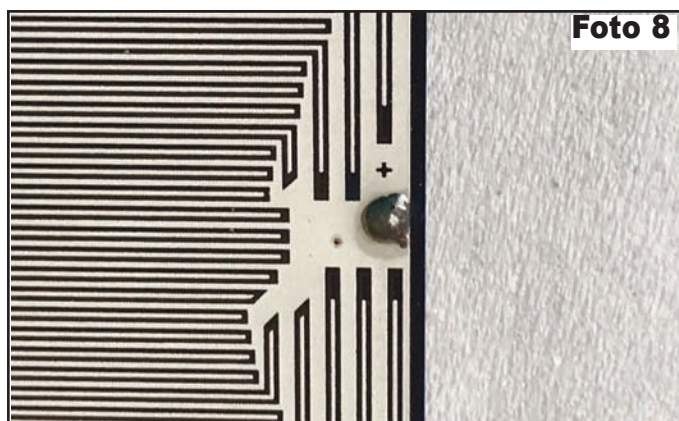


Foto 8

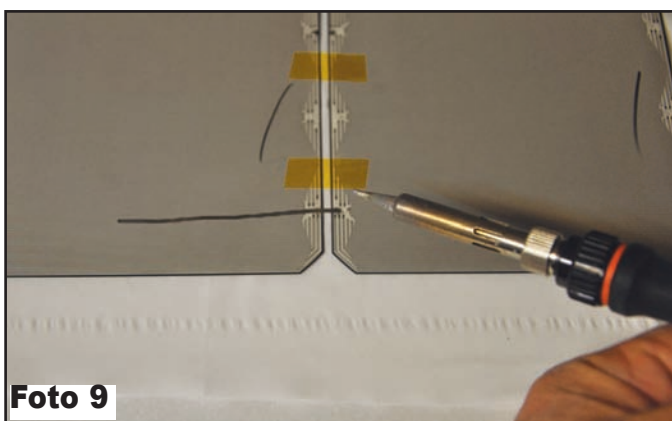


Foto 9

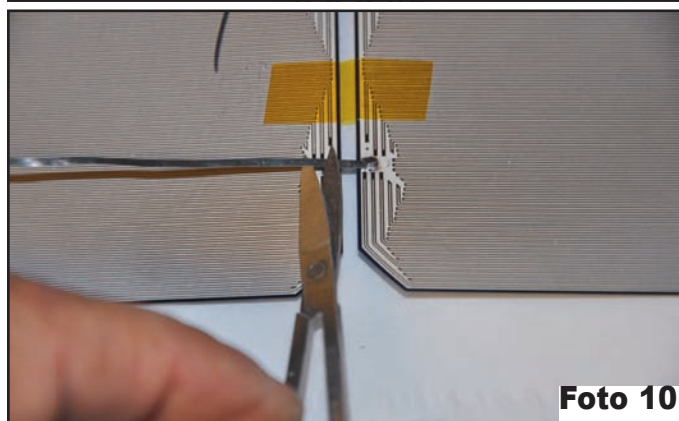


Foto 10

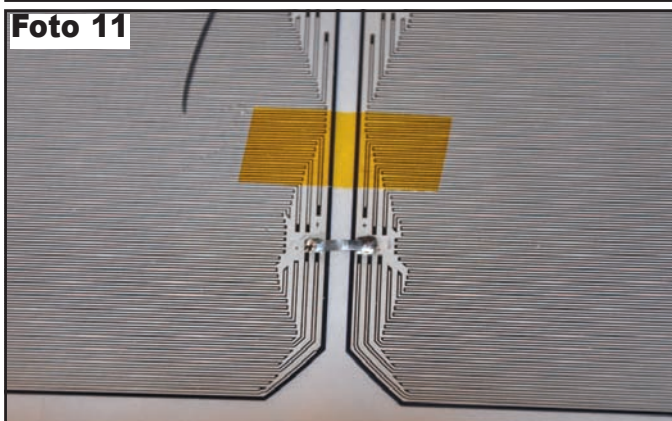


Foto 11

di stagno (foto 8)

A questo punto (foto 9) tagliate un pezzetto di Tap Wire e appoggiate sopra alla goccia di stagno la punta del saldatore, attendete 4 secondi e vedrete che si incorporerà nella goccia di stagno: ripeto di non usare nessun flusso saldante. Il Tap Wire, che è spesso 1/10 di mm: è argentato e con una bella scaldatura incorpora lo stagno perfettamente. Con una piccola forbice, foto 10, tagliate il Tap Wire in modo che sormonti la goccia di stagno e ripetete l'operazione precedente: la cella è collegata come mostra la foto 11.

Naturalmente man mano che procedete con il collegamento delle celle dovete verificare con il voltmetro che i valori si sommino. Ricordate che la cella ribaltata da ugualmente un valore in volt (da 0,35 a 0,5) che dipende dalla illuminazione dell'ambiente e questo dato vi permette di verificare comodamente che il collegamento delle celle sia corretto....ma non pretendete di avere potenza gli ampere....non ci saranno.

Nelle foto 12, 13, 14 vedete la misura dei volt con la cella ribaltata in 1/2 cella, 3/4 di cella e cella intera...il valore non si discosta di molto a conferma che i volt rimangono gli stessi indipendentemente dalla superficie mentre gli ampere calano in proporzione. Se avete molte celle collegate, per



Foto 12

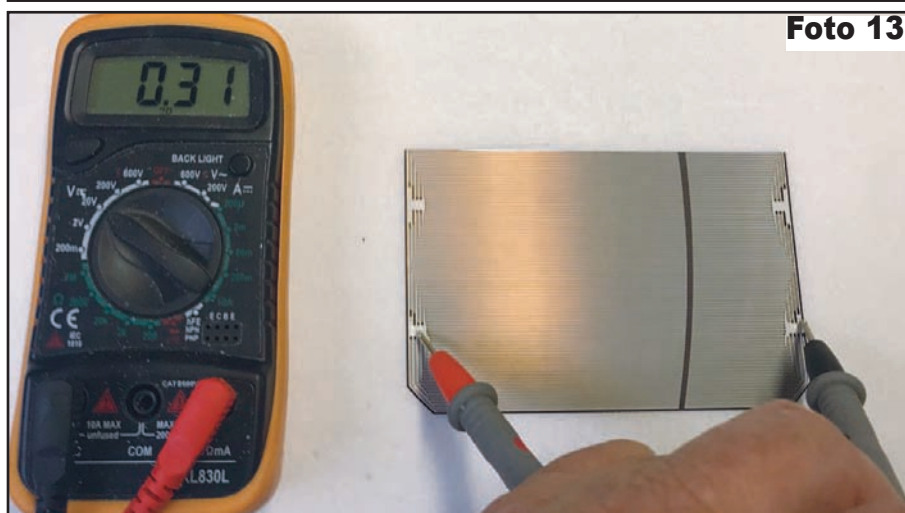
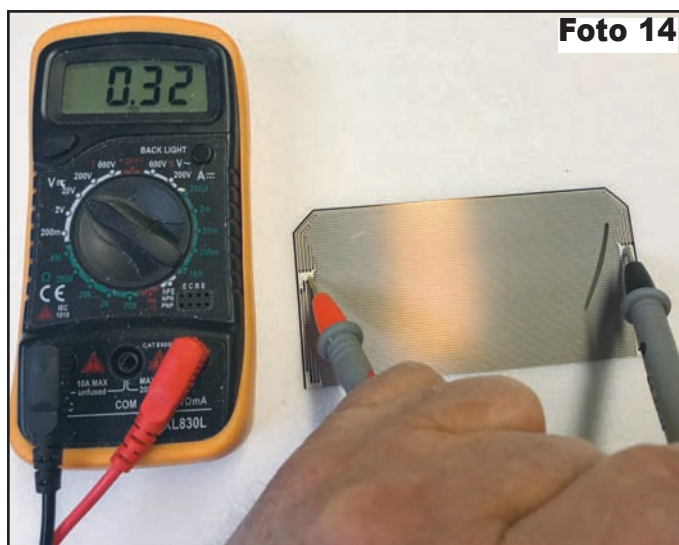


Foto 13

**Foto 14**

ribaltarle tutte insieme pena la loro rottura consiglio di inserire fra piano di lavoro e cella una tavoletta di balsa da 1,5/2 mm e trascinare le celle sulla tavoletta, poi le possiamo trasportare dove vogliamo e ribaltarle sull'ala comodamente.

### **LE CELLE .....TAGLIATE!**

La cella singola è delicata e lo diventa di più un gruppo di celle saldate fra di loro e qui bisogna fare veramente attenzione nel muoverle. Una volta posizionate sull'ala tutti i problemi scompaiono ed anche se si sporca il rendimento è identico. In **foto 15**, oltre alla cella intera, è fotografata la stessa anche nel retro. Vediamo poi anche altre celle di dimensioni diverse: sono sempre Sunpower tagliate per avere celle di diverse dimensioni per adattarle allo spazio che abbiamo sull'ala.

**Foto 15**

La cella Sunpower vista dai due lati e la stessa tagliata per ricavare celle di tre dimensioni diverse 1/4 - 1/2 - 2/3 per adattarle allo spazio che abbiamo a disposizione sull'ala. Sopra vediamo il Tap Wire che serve per collegarle

**Modellistica**

Questa possibilità, come vedremo più avanti, ci permette anche di fare piccoli modelli solari molto interessanti.

Vediamo sempre in **foto 15** la cella tagliata a metà che ha dimensioni di mm. 125 X 62 e quella tagliata a 2/3 che ha dimensioni di mm. 125 X 93 e quella piccola da mm 125 X 4 che è 1/3 che darà 2 A. La cella tagliata produrrà sempre 0,63 volt. ma gli ampere caleranno in proporzione e di conseguenza anche i Watt. Quella a metà darà 3 A. e quella 2/3 darà 4A. e quella piccola di 1/3 0,2 A.

Si usano le celle tagliate per il grande vantaggio che abbiamo nel realizzare modelli piccoli. Infatti a parità di peso delle celle, avremo un notevole aumento dei volt: 7 Sunpower danno 4,2 volt circa, mentre 14 mezze Sunpower danno 8,4 volt e naturalmente gli stessi A. Questa caratteristica ci permette di fare piccoli modelli senza bisogno della cella tampone....e non è poco....e si risparmia il peso della tampone e il motore con più volt ha un miglior rendimento....e si prova il gusto di volare in solare puro, che è impagabile.

Tenete presente comunque che se userete celle tagliate e celle intere insieme, le tagliate dovranno essere sempre collegate due a due in parallelo in modo da riformare una cella intera.

Il taglio della cella viene fatto con il laser. Provare a tagliarla con un disco diamantato non dà risultati positivi, nonostante si legga che esiste questa possibilità: il taglio risulta frastagliato e la polvere invisibile che si crea può mettere in corto la cella durante la fase di unione delle stesse, senza che ce ne accorgiamo.

Dove trovare queste celle, sia intere che tagliate?

In Italia abbiamo una ditta specializzata in volo solare il cui referente è Andrea Beggio (333-8670327-beggioandrea@libero.it) che può fornirle, unitamente a motori e regolatori dei volt in ingresso: ne parlerò più avanti.

### **COSA PERMETTONO LE CELLE SOLARI?**

Semplice: la cella la dobbiamo considerare come la batteria di bordo che aziona il motore. Tutto qui.

Per volare solo solare, senza la batteria tampone, sappiamo i watt che la cella produce a pieno sole, ma per prudenza nella valutazione considereremo un 85% dei watt erogati a pieno sole. Se poi vogliamo volare anche nelle giornate invernali, naturalmente molto soleggiate, (ma con sole inclinato sull'orizzonte) il valore dovrà scendere al 75%. Volare d'inverno è comunque una bellissima scommessa che si vince se si costruiscono modelli performanti...vedremo come.

Un alante intorno ai 3 metri di apertura alare che peserà in ordine di volo circa 1200 grammi per volare in orizzontale ha bisogno di circa 30 Watt, considerando la resa massima della cella, mentre per salire intorno ai 1,5 mt/sec i Watt salgono a 55. Perciò dovremo mettere 16 celle (0,63 volt X 16 celle X 6 Ampere = 60,5 watt) per farlo volare solare.

Se avete un alante che, con l'aggiunta delle celle che peseranno circa 130 grammi, si avvicina ai 1200 grammi in ordine di volo, con un lavoro di un pomeriggio potete solarizzarlo.

(continua)

**Paolo Dapporto**