

**AFFIDAMENTO DELLA FORNITURA DI UN APPARATO
PER ELETTROFILATURA (ELECTROSPINNING) PER LA
REALIZZAZIONE DI STRUTTURE FIBROSE
MULTIMATERIALE E MULTISTRATO 2D E 3D SU
SCALA NANO, MICRO E MILLIMETRICA (ADDITIVE
MANUFACTURING)**

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

LOTTO 5

- PARTE TECNICA -

Descrizione sintetica:

Il presente bando ha per oggetto l'acquisizione di un apparato per elettrofilatura (*electrospinning*) per la realizzazione di strutture fibrose multimateriale e multistrato 2D e 3D su scala nano, micro e millimetrica. Tale apparato deve avere la capacità di gestire in modo autonomo e sincronizzato più soluzioni di processo contemporaneamente in modo da permettere la realizzazione di fibre coassiali oppure di tessuti non tessuti (TNT) multimateriale in condizioni controllate. L'apparato dovrà essere dotato di un sistema di raccolta a nastro scorrevole (collettore *roll-to-roll*) pienamente integrato con il software di processo.

Requisiti tecnici minimi e specifiche funzionali minime della fornitura:

Le seguenti caratteristiche costituiscono requisiti tecnici minimi necessari e richiesti a pena di esclusione.

- 1) L'apparato per elettrofilatura non deve essere un prototipo ma un apparato commerciale e deve avere la marcatura CE che dimostri la rispondenza dell'apparecchio alle Direttive Comunitarie applicabili sulle apparecchiature (Direttiva macchine 2006/42/CE).
- 2) L'intero sistema deve garantire il passaggio di tutti i relativi elementi costitutivi (telaio, camera di filatura, collettori, etc.) attraverso porte tagliafuoco con apertura utile di larghezza 170 cm e altezza 200 cm e montacarichi con dimensioni di 120 cm (larghezza) x 200 cm (altezza) x 220 cm (profondità), portata 1000 Kg. L'intero sistema, assemblato ed installato, deve essere compreso in uno spazio di 140 cm in profondità, 230 cm in altezza e 150 cm in larghezza è esclusa l'area di lavoro dell'operatore.
- 3) L'apparato dovrà consentire la realizzazione di strutture fibrose multimateriale e multistrato 2D e 3D su scala nano, micro e millimetrica; a tale scopo l'oggetto dovrà avere la possibilità di produrre fibre secondo diverse geometrie e configurazioni impiegando materiali quali polimeri naturali, polimeri sintetici, materiali ceramici e compositi.
- 4) L'apparato dovrà permettere la realizzazione di fibre intrecciate o allineate per la realizzazione di tessuti non tessuti (TNT) con diversi gradi di porosità delle seguenti tipologie: *beaded*, *core-sheath*, *core shell*, *hollow*, *multi channel* e *blended* (con controllo dei profili di concentrazione), anche su scala sub-micrometrica.
- 5) L'apparato dovrà poter produrre fibre con diametri compresi fra 20 nm e 10 µm.

- 6) La struttura e il rivestimento dell'apparato devono essere realizzati in materiali sicuri e duraturi quali acciaio inox, alluminio, vetro oppure polimetilmetacrilato (PMMA). In particolare, la camera di lavoro deve essere resistente ai più comuni solventi organici e deve garantire una corretta pulizia a fine processo.
- 7) L'apparato deve sfruttare una tecnologia ad ago per avere un processo maggiormente controllabile e flessibile.
- 8) Distanza tra ago e collettore dovrà essere regolabile almeno tra 50 e 300 mm, estremi inclusi, con una precisione di almeno 1 mm (es. mediante fori filettati sul piano o strutture mobili).
- 9) L'apparato dovrà avere un sistema di traslazione motorizzato degli aghi, parallelamente all'asse dei collettori, interamente controllato mediante il software di gestione della macchina con velocità di scansione programmabile e regolabile almeno tra 0 e 500 mm/s e con una corsa di almeno 300 mm lungo l'asse del collettore rotante (precisione posizionamento ≤ 1 mm).
- 10) La struttura dell'apparato deve essere realizzata in modo tale da consentire almeno da un lato la visualizzazione del processo dall'esterno e garantire l'accessibilità alla camera di elettrofilatura per le operazioni di set-up di aghi e collettori e per il recupero delle fibre depositate.
- 11) L'apparato dovrà essere dotato di almeno un generatore di alta tensione in grado di erogare una tensione variabile da 0.1 a 40 kV con ondulazione residua pari allo 0.5% p-p della massima tensione d'uscita. La corrente di uscita massima dovrà essere pari a 1 mA. Il generatore dovrà essere controllabile e programmabile in modo autonomo e sincronizzato dal software della macchina: programmazione di livelli, cicli, e rampe di tensione, in sincronia con i movimenti degli aghi, dei collettori e dei flussi delle *syringe pumps*. La tensione e la corrente di processo dovranno essere visualizzate dal software in tempo reale.
- 12) L'apparato dovrà essere predisposto per l'installazione di un secondo generatore di tensione con le stesse caratteristiche di quello al punto 11).
- 13) L'apparato dovrà essere dotato di almeno due pompe siringa (*syringe pumps*) indipendenti per poter depositare fino a due soluzioni di processo diverse contemporaneamente. Le pompe dovranno essere controllabili e programmabili in modo autonomo e sincronizzato direttamente dal software di gestione della macchina, in modo da garantire la produzione di fibre di tipo coassiale a doppio strato concentrico e multicanale (*coaxial*, e *multichannel electrospinning*).
- 14) L'apparato deve poter utilizzare sia siringhe in plastica che in vetro con volume da un minimo di un 1 ml fino ad almeno 50 ml, con possibilità di adattamento per micro-siringhe tipo Hamilton o equivalenti. Eventuali accessori necessari per adattare le siringhe delle tipologie sopra indicate alle pompe dovranno essere inclusi nella fornitura.

- 15) Il flusso delle soluzioni di processo (*syringe pumps flow rate*) dovrà essere programmabile, mediante il software di controllo dell'apparato, e regolabile in un intervallo da 0,01 ml/h fino ad almeno 500 ml/h.
- 16) L'apparato dovrà essere dotato di sistema di aghi coassiali (*coaxial spinneret*) in acciaio inox con cui depositare 2 strati concentrici a seconda delle necessità dell'utente e completo di tutti gli accessori per il montaggio e l'uso. I diametri delle punte (*core diameter*) per il sistema di aghi coassiali saranno da concordarsi in fase di fornitura. Tale sistema ed i relativi accessori (supporti, connettori luer, tubi, etc.), necessari per il pieno utilizzo della macchina, dovranno essere parte della fornitura. Tutta la relativa raccorderia per collegare lo *spinneret* coassiale alle siringhe dovrà essere realizzata in materiale resistente ai più comuni solventi organici (es. PTFE, FEP, etc.).
- 17) L'apparato dovrà avere la possibilità di gestire processi di tipo *gas-assisted* e *gas-jacketed electrospinning*.
- 18) L'apparato dovrà essere dotato di un sistema a un nastro continuo (metallico e polimerico) su cui depositare strati di nanofibre con larghezza almeno fino a 300 mm e massima velocità di scorrimento del nastro pari ad almeno 200 mm/min. Tale velocità dovrà essere programmabile mediante il software di gestione della macchina.
- 19) L'apparato dovrà essere dotato di uno o più mandrini che consentano una velocità di rotazione dei collettori variabile in un intervallo continuo da 0 a 3000 rpm con precisione pari a +/- 1 rpm. Tale velocità dovrà essere programmabile mediante il software della macchina in entrambi i sensi di rotazione.
- 20) L'apparato dovrà poter utilizzare collettori rotanti cilindrici con diametri da 1 a 200 mm e lunghezza fino a 200 mm. Deve essere garantita la possibilità di sostituire rapidamente i collettori.
- 21) L'apparato dovrà avere la possibilità di sostituire uno o più collettori rotanti con un disco rotante (almeno fino a 100 mm di diametro) oppure con uno schermo fisso (almeno 300 x 300 mm)
- 22) L'apparato dovrà avere la possibilità di installare collettori personalizzati attraverso connessioni standard al sistema di rotazione.
- 23) L'apparato dovrà essere predisposto per un sistema di ventilazione con convogliamento esterno dei composti e solventi volatili di processo.
- 24) L'apparato deve disporre di un sistema per il monitoraggio della temperatura e dell'umidità all'interno della camera di filatura, i cui valori dovranno essere visualizzabili dal software di gestione della macchina.

- 25) Sistema di sicurezza per l'accesso alla camera di filatura: i generatori si spengono automaticamente all'apertura della porta e non si riattivano se non con la porta chiusa. Deve inoltre essere prevista una spia luminosa che riveli la presenza dell'alta tensione.
- 26) L'apparato dovrà essere dotato di un software di controllo con la possibilità di gestire in modo sincronizzato tutti i parametri di processo, in particolare: i flussi (*syringe pump flow rate*), le tensioni dei generatori, i movimenti di traslazione degli aghi e rotazione dei collettori, visualizzazione della temperatura e dell'umidità nella camera di processo. Tale software dovrà essere operativo su un dispositivo di tipo touch screen a colori $\geq 5"$ o su un PC corredato di monitor schermo piatto HD di almeno 21", tastiera e mouse, tutti compresi nella fornitura.
- 27) L'apparato dovrà essere tele-controllabile via internet per operazioni di assistenza, training, manutenzione e gestione di processi da remoto. L'apparato deve essere dotato di un modulo ethernet o di un modulo WiFi per il collegamento alla linea internet locale.
- 28) L'apparato deve essere fornito completo di Manuali d'uso/riferimento in lingua italiana o inglese.
- 29) Trasporto, installazione e formazione sull'uso dell'apparecchiatura (*training*).
- 30) Garanzia: l'apparato deve essere coperto da garanzia secondo norma di legge.
- 31) Assistenza: post-vendita, durante e dopo il periodo di garanzia, deve essere assicurata da un servizio di assistenza in loco oppure da remoto.