

Allegato 1.1

Specifiche tecniche minime del sistema per la sinterizzazione-fusione di polveri metalliche tramite laser (tecnologia “Selective Laser Melting – SLM”)

Il presente documento descrive i requisiti fondamentali di un sistema per la realizzazione di componenti meccanici mediante la fusione di polveri metalliche tramite tecnologia “Selective Laser Melting – SLM”, composto da una macchina e da vari componenti ed accessori necessari per il funzionamento del lotto.

Requisiti minimi fondamentali (da soddisfare ed includere nella fornitura)

1. QUALITA' E MATERIALI DEL PEZZO PRODOTTO

- Spazio di lavoro ovvero involucro di costruzione del laser almeno di 240mm (asse X) x 240mm (asse Y) x 250mm (lungo asse Z = asse laser);
- Possibilità di ottenere pezzi da polveri di acciai speciali fortemente legati (quali ad esempio acciai maraging, acciai inossidabili);
- Possibilità di ottenere pezzi da polveri fortemente reattive quali leghe non ferrose (ad esempio, leghe di Alluminio e leghe di Titanio), superleghe ed altre leghe avanzate (ad esempio leghe di Nickel e leghe Cromo-Cobalto);
- Capacità di produrre pezzi con
 - precisione dimensionale almeno pari a circa ± 0.15 mm;
 - ripetibilità almeno pari a circa ± 0.1 mm;
 - pareti verticali sottili di altezza indicativa pari a 10 mm, lunghezza indicativa pari a circa 10 mm e spessore pari a 0.25mm;
- Dovranno essere dichiarate le prestazioni attese (in termini di caratteristiche pezzo, tempi e costi di produzione, efficienza processo etc.) del sistema in riferimento al caso studio proposto nell'Allegato 2.1, secondo le prescrizioni ed il questionario (allegato 2.2). A seguito dell'eventuale aggiudicazione provvisoria della fornitura in oggetto, il costruttore del sistema dovrà dimostrare di essere in grado di rispettare le prestazioni dichiarate, in accordo con quanto prescritto nel DISCIPLINARE DI GARA e nel CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO.

2. PROPRIETA' DEL PROCESSO

- Tipologia Laser: Laser in fibra pompato a diodi;
- Almeno un fascio laser con potenza maggiore o uguale a 190 W, densità di potenza massima (riferita al diametro minimo dello spot laser) maggiore o uguale a 4.5 MW/cm²;
- Possibilità di regolazione del diametro di fuoco del laser, entro un certo intervallo.

- Possibilità di regolazione della potenza del laser, entro un certo intervallo.
- Velocità massima di scansione fascio laser (moti di appostamento in rapido) pari ad almeno 4000 mm/s;
- Non si prevede l'utilizzo di Azoto come gas inerte; dovrà essere possibile alimentare la macchina con un flusso di gas Argon proveniente da bombole collocate in un sistema di stoccaggio dedicato (ad esempio, una rastrelliera di bombole) collocato nelle vicinanze della macchina; l'impianto Argon è comunque da intendersi escluso dalla presente richiesta di fornitura.
- La macchina deve essere compatibile a trattare le polveri suddette.
- Deve essere possibile modificare i parametri di processo, entro certi limiti ed a partire da eventuali valori di riferimento forniti dal costruttore, almeno per i materiali di partenza richiesti nella sezione 5.
- Capacità di depositare e trattare strati di polvere di spessore variabile fino ad un valore minimo di 40 μm (o inferiore).

3. *MONITORAGGIO DI PROCESSO: sistemi per diagnostica stato macchina e monitoraggio di processo inclusi nell'offerta*

- La macchina deve essere munita di sistemi di diagnostica dello stato della macchina e sistemi per il monitoraggio di processo di base (ad esempio, sensori per la misura delle temperature e dei quantitativi di ossigeno presenti in camera di processo). I dati di diagnostica devono essere esportabili, in tempo reale o alla fine del processo, sia sotto forma di report che di dati grezzi (ad esempio, in formato *.csv). Nell'offerta tecnica devono essere ben evidenziate le caratteristiche tecniche dei sistemi già integrati a bordo macchina ed inclusi nell'offerta.

4. *SICUREZZA ED ERGONOMIA: livello di sicurezza generale e praticità/ergonomia del sistema, soprattutto rispetto alla gestione delle polveri*

- Si richiede fornitura di macchine ed impianti ausiliari, sistemi, attrezzature e protezioni accessorie per la gestione delle polveri durante le fasi di produzione (in particolare, rimozione polvere in eccesso a fine del processo, recupero e riciclaggio delle polveri, etc.) e di set-up/manutenzione (cambio polveri, pulizia filtri, etc.), in condizioni di massima sicurezza per i tecnici che operano sulla macchina ed evitando o minimizzando l'inquinamento dell'ambiente circostante. Tra i vari elementi necessari, dovranno essere certamente inclusi:
 - un aspiratore industriale speciale portatile compatibile con polveri reattive, adatto ad aspirare le polveri in eccesso dalla piattaforma/pezzo o per usi simili (qualora vi sia un aspiratore già integrato a bordo macchina si richiede comunque un dispositivo portatile extra);
 - dei contenitori a chiusura ermetica idonei per lo stoccaggio e movimentazione delle polveri in sicurezza, supponendo che si vogliono gestire in modo pratico ed agevole almeno 2 tipologie diverse di polvere;

- dei sistemi di setaccio delle polveri per la separazione dei residui di processo e per il riciclaggio delle polveri in sicurezza ed in atmosfera protetta, possibilmente in atmosfera inerte;
- dei sistemi per la pulizia dei filtri dei fumi e dei condensati;
- dei sistemi di protezione della camera di carico/scarico della piattaforma di costruzione del pezzo affinché sia possibile eliminare in sicurezza la polvere in eccesso alla fine del processo di lavorazione, ovvero per limitare il più possibile il contatto della polvere e dei residui del processo con l'operatore e con l'ambiente circostante.

5. SOFTWARE, MATERIALI DI CONSUMO, ATTREZZATURE, ALTRI BENI E SERVIZI INTEGRATIVI

- Dovrà essere fornito un software per l'ingegnerizzazione e programmazione di prodotto e processo, in grado di adempiere le seguenti funzionalità minime:
 - Importazione geometria modello 3D del pezzo da stampare, in diversi formati (come minimo *.stl, *.iges, *.step);
 - Possibilità di apportare modifiche al modello per renderlo idoneo al processo di stampa (ad esempio, correzione di difetti del modello, chiusura di fori, aggiunta di eventuali sovrametalli/spessori, etc.);
 - Possibilità di definire il posizionamento/orientamento del pezzo sulla piattaforma, i supporti aggiuntivi, le logiche di scansione del laser, la generazione degli strati/layers, la generazione delle traiettorie laser;
 - Almeno 1 licenza commerciale ed almeno 6 licenze non commerciali per finalità di ricerca e didattiche. E' preferibile ma non obbligatoria la modalità "floating", ovvero servizio di licenze su server che comunica con PC client ove viene eseguita l'applicazione.
 - Almeno 1 anno di servizio di aggiornamento, manutenzione ed assistenza del software. Dopo un anno o dopo il periodo di aggiornamento concesso dal fornitore, le licenze software dovranno essere valide e funzionanti illimitatamente nel tempo.
- Materiale 1: polvere di una lega di Alluminio (*preferibilmente* AlSi10Mg - composizione chimica: Si 9.0-11.0%, Fe<0.55%, Cu<0.05%, Mn<0.45%, Mg 0.2-0.45%, Ni<0.05%, Zn<0.10%, Pb<0.05%, Sn<0.05%, Ti<0.15%, resto Al; *in alternativa è accettabile anche la lega* AlSi12). Nella fattispecie si richiede la fornitura di un quantitativo di polvere sufficiente per riuscire a realizzare senza problemi un pezzo ideale (pieno) di ingombro circa pari a 200mm x 200mm x 230 mm.
- Materiale 2: polvere di lega di Titanio Ti6Al4V ELI (composizione chimica: Al 5.5-6.5%, V 3.5-4.5%, Fe < 0.25%, C < 0.08%, O < 0.13%, N < 0.05%, H < 0.012%, resto Ti). Nella fattispecie si richiede la fornitura di un quantitativo di polvere sufficiente per riuscire a realizzare senza problemi un pezzo ideale (pieno) di ingombro circa pari a 200mm x 200mm x 230 mm.
- Almeno 8 piattaforme di costruzione idonee per il materiale 1 (lega di Alluminio) ed almeno 4 piattaforme idonee per il materiale 2 (Ti6Al4V ELI).
- Dovrà essere fornito il progetto di massima del layout dell'impianto, a partire dalle informazioni e prescrizioni contenute nell'Allegato 3.
- Dovranno essere fornite una o più piastre metalliche idonee per la redistribuzione del peso della macchina sulla pavimentazione dell'officina, ovvero per ridurre le pressioni massime localizzate in

corrispondenza ai punti di appoggio tra macchina e pavimentazione (il carico massimo locale ammissibile si colloca nell'intervallo 1-5 Kg/cm² circa).

- Costi di trasporto, avviamento, installazione a carico del fornitore.
- Consegna macchina e sistemi entro massimo 4 mesi dall'ordine. **A discrezione dell'Università, potrà essere concessa un'estensione dei tempi di consegna fino ad un massimo di altri 60 giorni solari per l'applicazione di eventuali personalizzazioni o modifiche proposte dal costruttore al fine di soddisfare alcuni aspetti del criterio "3. MONITORAGGIO DI PROCESSO..." descritto nel DISCIPLINARE DI GARA.)**
- Corso di formazione operatore macchina per almeno 3 persone, in loco, secondo calendario da concordare.
- Corso di formazione avanzato per ingegnerizzazione di processo/prodotto e per utilizzo del software di preparazione della produzione per almeno 10 persone, in loco, secondo calendario da concordare.
- Garanzia totale di macchina e sistemi accessori per almeno 1 anno.
- Garanzia del sistema laser di almeno 2 anni.
- Almeno un intervento di manutenzione/verifica/controllo entro i primi 2 anni, da concordare.