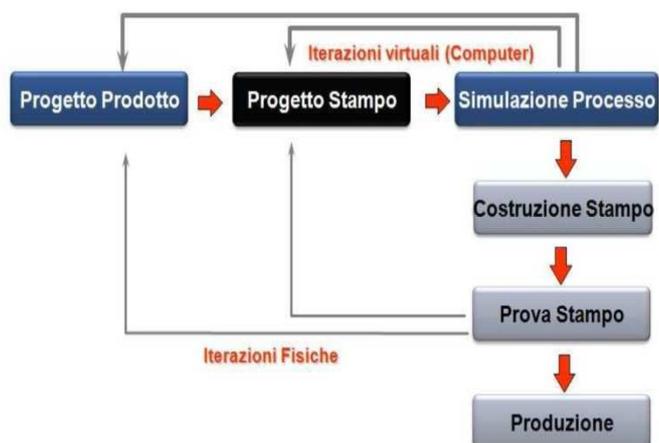


Moldex3D eDesign Modulo Viscoelasticità

A parole sembra tutto semplice, ma nella realtà del processo di stampaggio il problema è talvolta senza soluzione. Moldex3d eDesign fornisce al progettista un ulteriore aiuto anche in questa fase molto delicata, senza impegnare troppo il progettista su problematiche di processo che forse sono delegate ad altre persone d'esperienza in officina.



Tutto questo per realizzare compiutamente quello che si definisce come **DFM Design For Manufacturing**, ovvero si progetta tenendo conto il più possibile che poi ciò che si progetta deve essere fisicamente realizzato, cercando di raggiungere il più possibile quella che si chiama **Total Digital Confidence**, ovvero la "certezza" che ciò che è stato progettato possa essere realizzato secondo le specifiche stabilite.

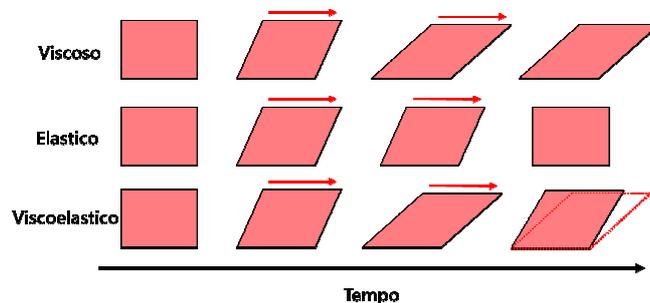
La nuova release di Moldex3D eDesign sia per i materiali termoplastici, sia per i materiali termoindurenti (RIM Reactive Injection Molding), fornisce oggi nuove funzionalità in grado di aiutare il progettista nella fase iniziale di sviluppo prodotto a meglio analizzare tutti i parametri che accompagnano il progetto, ed aiuta i responsabili di processo che poi dovranno verificare e comprendere le indicazioni che escono da eDesign e decidere i vari passi nella realizzazione dello stampo e nella definizione dei parametri di processo.

Introduzione all'argomento

La **viscoelasticità** è la proprietà dei materiali che esibiscono un comportamento reologico intermedio tra i "materiali puramente viscosi" e i "materiali elastici".

L'individuazione del comportamento viscoelastico viene svolta misurando la variazione della viscosità η in funzione della velocità di deformazione $\dot{\gamma}$; la grandezza inversa alla viscosità viene chiamata fluidità f .

La viscosità e di conseguenza la fluidità) sono delle proprietà che variano al variare della temperatura, per cui nel caso di un fluido viscoelastico la viscosità dipende sia dalla temperatura che dalla velocità di deformazione, mentre per un fluido puramente viscoso la viscosità dipende esclusivamente dalla temperatura.



Il comportamento viscoelastico è di per sé un comportamento fisico del materiale molto complicato.

I materiali puramente viscosi (es. Il miele!) rispondono ad una sollecitazione tangenziale manifestando un comportamento coerente con la legge di Newton, cioè originando al loro interno uno sforzo tangenziale pari al prodotto della velocità di deformazione e della viscosità; se sono invece sottoposti ad una sollecitazione normale non si oppongono in alcun modo.

I materiali elastici rispondono ad una sollecitazione normale manifestando un comportamento coerente con la legge di Hooke, cioè originando al loro interno uno sforzo normale pari al prodotto del modulo di Hooke e della deformazione (espressa in termini di allungamento percentuale) e ritornando al loro stato originario quando queste sollecitazioni cessano; se sono invece sottoposti ad una sollecitazione tangenziale non si oppongono in alcun modo.

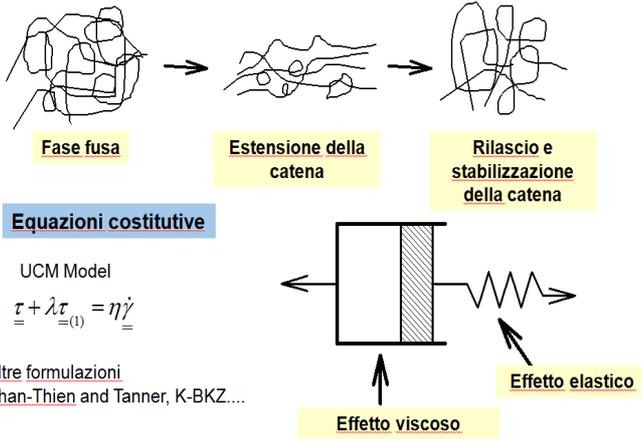
Moldex3D Italia srl

Corso Promessi Sposi 23/D - 23900 Lecco (LC) - Italy

Tel +39 0341 259.259 - Cell. +39 345 6844.016 - Fax +39 0341 259.248

www.moldex3d.com

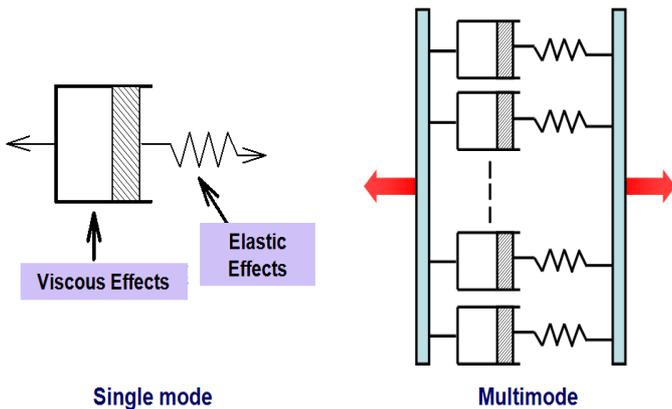
La viscoelasticità nei polimeri:



I materiali viscoelastici si oppongono sia alle sollecitazioni tangenziali sia alle sollecitazioni normali, generando quindi al loro interno sia sforzi tangenziali sia sforzi normali.

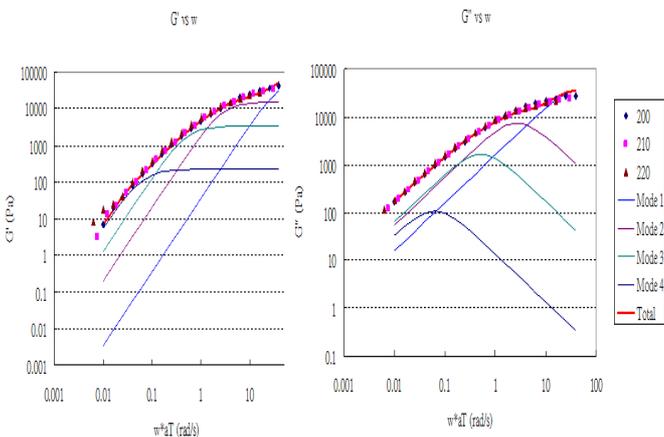
Il modulo avanzato di Moldex3D eDesigna Viscoelasticity permette anche un'analisi multi-modale.

L'analisi multimode si ottiene sovrapponendo più modelli single-mode, per un calcolo più raffinato del tempo di rilascio e delle viscosità.



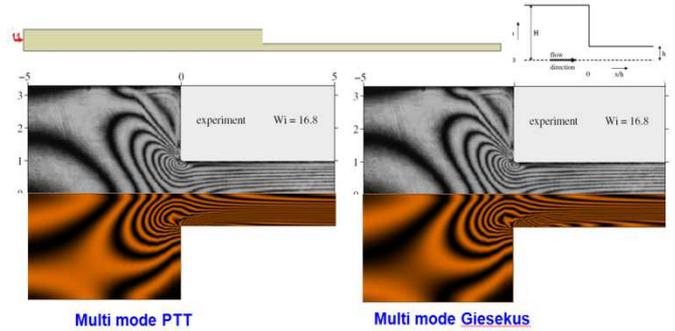
Nei parametri che definiscono il materiale ed il loro comportamento nei confronti di questo fenomeno si introduce lo **spettro di rilassamento**.

Comportamenti (modi) con diversi tempi di rilassamento (spettro risposta in frequenza).



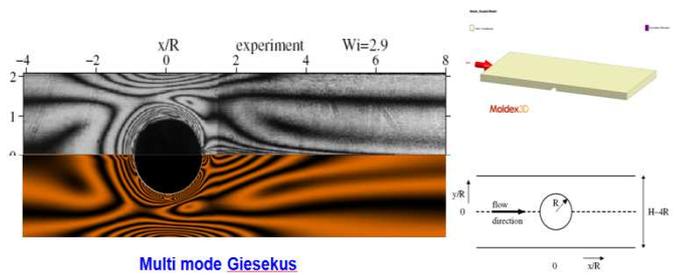
Alcune possibilità di analisi ed il confronto sperimentale

Flusso di contrazione: Simulazione del risultato dello stress in ambiente multimode e confronto sperimentale.



Ref: Wilco M. H. Verbeeten "Computational Polymer Melt Rheology"

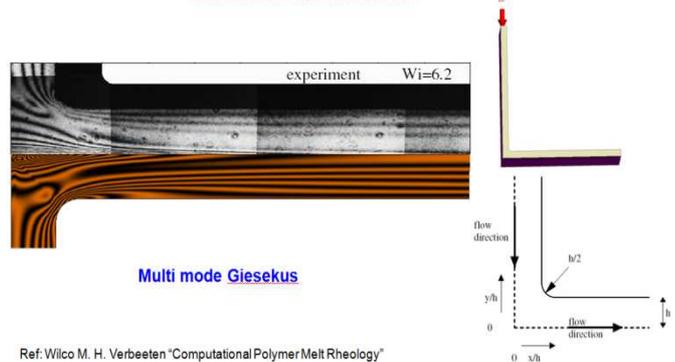
Flusso intorno ad un cilindro



Ref: Wilco M. H. Verbeeten "Computational Polymer Melt Rheology"

Flusso attraverso una fessura o cambio di direzione

Simulazione del risultato dello stress in ambiente multimode e confronto sperimentale.



Ref: Wilco M. H. Verbeeten "Computational Polymer Melt Rheology"

Esempi di materiali viscoelastici

Sebbene alcuni materiali seguano abbastanza bene la legge di Newton oppure la legge di Hooke, tutti i materiali mostrano una deviazione più o meno marcata dal comportamento elastico e dal comportamento puramente viscoso, per cui dal punto di vista pratico tutti i materiali sono viscoelastici.

Di solito i metalli e le leghe (quali ad esempio l'**acciaio** o l'**alluminio**) e il **quarzo** (a **temperatura ambiente** e per piccole deformazioni) hanno un comportamento pressoché elastico. I polimeri sintetici, il **legno**, i tessuti umani e i metalli ad alta temperatura mostrano invece effetti viscoelastici significativi.

Alcuni esempi di materiali viscoelastici di “nostro” interesse includono: polimeri amorfi, polimeri semicristallini, biopolimeri, metalli ad elevate temperature, e materiali bituminosi.

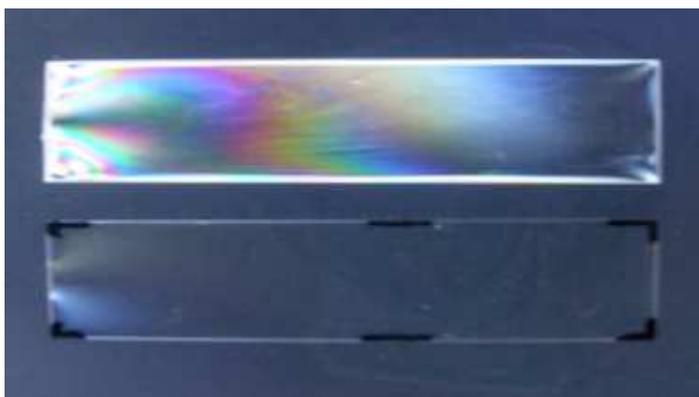
Funzionalità, caratteristiche e benefici

Il modulo **Moldex3D eDesign Viscoelasticity** fornisce una serie di caratteristiche e benefici:

- Permette di predire lo stress residuo indotto dal flusso presente nel materiale e quindi di tenere sotto controllo tale stress durante le fasi di stampaggio
- Predice il massimo stress normale al flusso e il massimo stress dovuto allo scorrimento del fronte del materiale in ogni punto della cavità
- Fornisce le informazioni base relative alla solidificazione ed allo stress di rilascio durante il processo.
- Fornisce le informazioni relative all'orientamento molecolare del materiale.
-

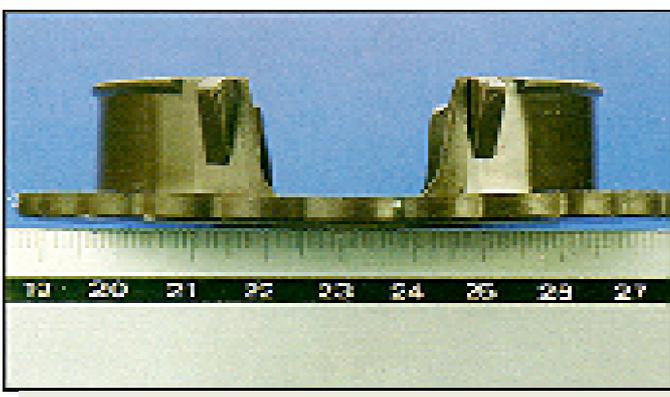
Il modulo Viscoelasticity permette di controllare lo “**stress residuo**” nel materiale stampato, particolarmente critico in certe situazioni tipo:

Fenomeno di Birifrangenza che induce proprietà ottiche scarse e non accettabili



Deformazione e problemi dimensionali.

La plastica può continuare a deformarsi per ore o anche per giorni, in ragione dello stress residuo presente nel materiale finito il processo di stampaggio.



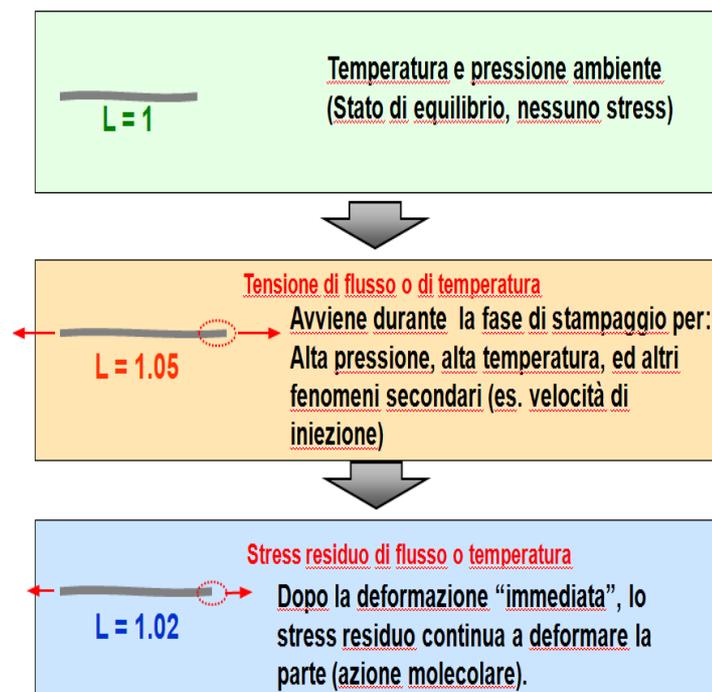
Debolezza o rottura potenziale della parte



Livello di stress troppo elevato



La catena molecolare



La classificazione dello Stress Residuo

Stress residuo indotto dalla temperatura

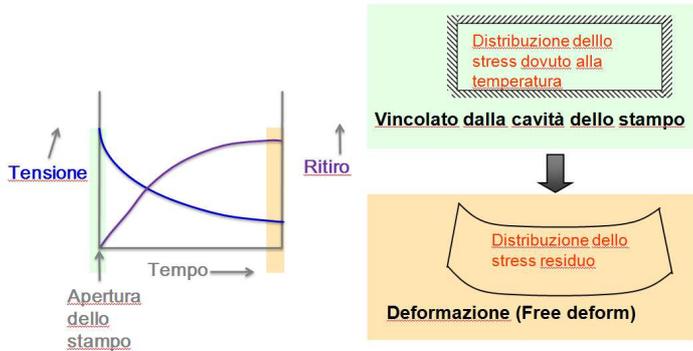
- Da pvT (Ritiro dovuto al gradiente differenza temperatura)
- Range della temperatura dominante: $<T_g$

Stress residuo indotto dal flusso del materiale

- Stiramento dovuto allo stress di scorrimento sia in compressione sia in elongazione (durante il processo)
- Range della temperatura dominante: $>T_g$

Lo stress residuo è strettamente legato alla viscoelasticità dei polimeri.

Lo stress residuo come dicevamo è indotto dalla temperatura e dalla deformazione, in particolare la cavità dello stampo riduce essa stessa questo stress, che si manifesta all'apertura dello stampo.

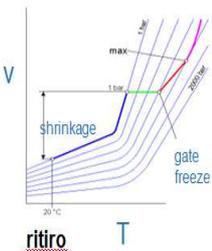


Si deve anche tener conto di un ritiro differenziale dovuto ad un fenomeno discreto indotto dagli strati di materiale (effetto layers).

La parte si deforma "per strati" dove ogni "strato" condiziona ed interagisce la deformazione dello strato sopra o sotto (comportamento discreto).



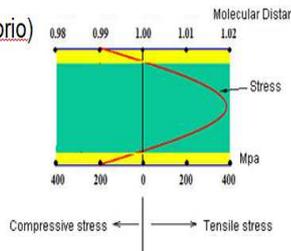
Nella cavità



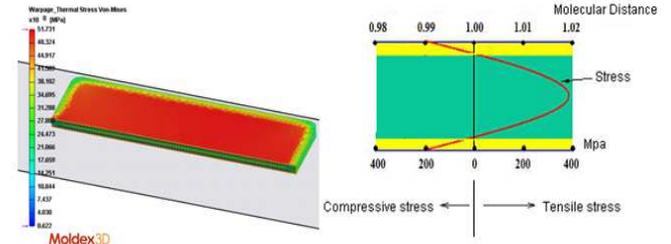
Deformazione ideale

(stato di equilibrio)

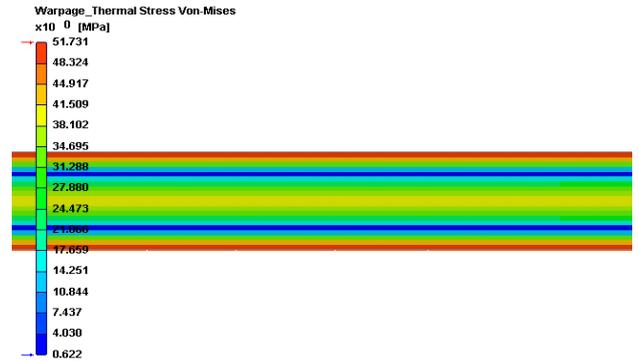
Deformazione attuale



Lo stress residuo indotto dai gradienti di temperatura, inducono dei differenziali di stress che si muovono in tutte le direzioni (vettori 3D)



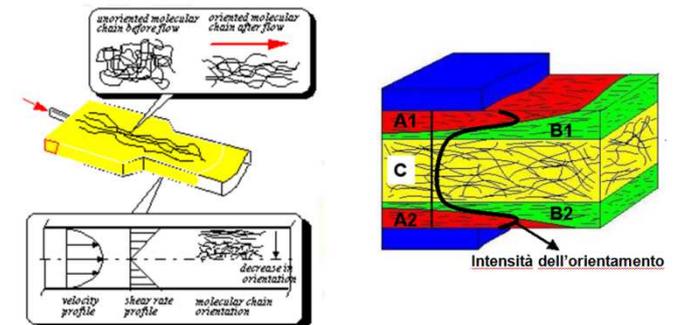
Moldex3D



Per materiali viscoelastici, lo stress indotto dalla temperatura si accompagna allo stress indotto dalla velocità del flusso.



Esso può essere generato dall'alta velocità di scorrimento del flusso della plastica durante l'operazione di riempimento della cavità, piuttosto che dal rilascio e/o stabilizzazione (frozen phase) nelle fasi post-riempimento o dopo l'apertura dello stampo.



Moldex3D Italia srl

La qualità si costruisce nel progetto

Moldex3D eDesign permette al progettista di indirizzare nel miglior modo lo sviluppo del prodotto, offrendo le opportune indicazioni anche alle fasi di fabbricazione (**DFM Design For Manufacturing**): tutto questo già dalle fasi iniziali.

Portare questa fase di studio all'interno della dinamica di progettazione e sviluppo prodotto, riduce la forbice costi/profittabilità, perché modifiche o correzioni che avvengono ormai in fase sviluppo prototipi hanno costi assolutamente superiori ed introducono ritardi elevati, quando non accettabili nei confronti del time-to-market richiesto dal cliente committente, specialmente quando si è inseriti in una filiera (Supply Chain).

Progettista ed officina possono quindi lavorare assieme per allestire anche i processi di fabbricazione, sapendo di avere analizzato i punti critici.

Tutto questo avviene indipendentemente dalla complessità del modello 3D, fornendo misure oggettive, che spesso sono impossibili se non sezionando fisicamente il pezzo.

Moldex3D eDesign è anche uno strumento estremamente veloce e quindi può essere utilizzato anche nello studio di varianti di progetto per l'ottimizzazione di forme o problematiche di riempimento.

Moldex3D eDesign fornisce un metodo analitico di lavoro ed utilizza un alto grado di accuratezza ed affidabilità.

Un sistema guidato permette all'operatore di seguire un percorso facile e sicuro, a dispetto delle difficoltà matematiche che sottintendono questa attività.

Ciò permette anche di configurare diversi ambienti con diversi parametri e criteri di analisi, sia del modello completo dello stampo sia delle macchine di stampaggio.

E' disponibile anche una funzione specifica che permette di valutare le aree o zone critiche e quindi verificare diversi scenari operativi, al fine di scegliere, in diverse situazioni di criticità, la meno critica.

Un report completo dei risultati

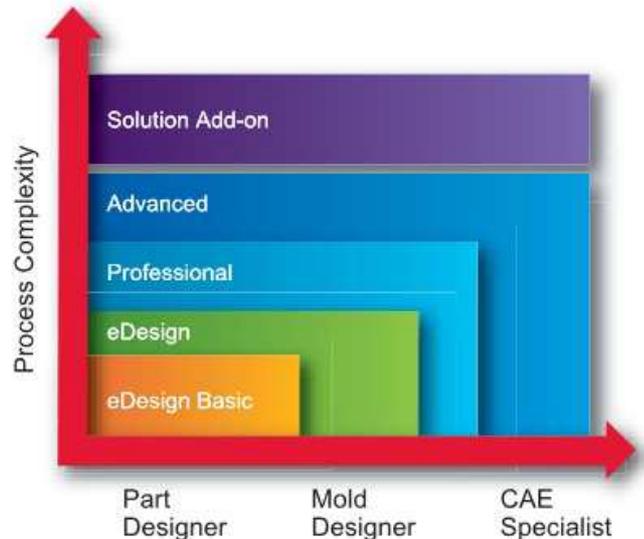
Moldex3D eDesign fornisce sia in forma grafica che tabulare un'infinità di dati che possono essere rappresentati in modo diverso sia attraverso gradienti di colore sul modello, sia attraverso **strumenti Office/XML/HTML**.

Il **Time-To-Market** viene quindi ridotto in modo drastico, ed il livello intrinseco di qualità è aumentato, indirizzando le varie fasi di fabbricazione nel migliore dei modi.

L'utilizzo di **Moldex3D eDesign** permette anche di presentare già in fase di progetto informazioni di elevato livello ingegneristico che quantomeno creano un nuovo modo e nuove potenziali opportunità di catturare nuovi clienti e mercati.

Perché Moldex3D eDesign

Per verificare rapidamente la qualità e la stampabilità di parti in plastica, termoplastica e RIM, fin dalle prime fasi di sviluppo del prodotto evitando che le modifiche a fine ciclo diventino onerose in termini di costi e di tempo.



Il PLM (Gestione del Ciclo di sviluppo e Vita del Prodotto)

Riferiti all'ambiente CAD/CAM/CAE/PDM, il Product Lifecycle Management (PLM) fornisce soluzioni di tipo collaborativo per generare, definire e gestire informazioni e processi attraverso l'azienda, intesa in senso esteso, ed attraverso l'intero ciclo di vita del prodotto, dall'idea al mercato.

Il PLM aiuta ad organizzare le informazioni legate al prodotto ed al processo produttivo, fornendo un accesso protetto ed indirizzato ad ogni utente che ne ha bisogno effettivo, a coloro che hanno avviato lo studio e lo sviluppo del progetto, a coloro che devono produrlo in officina o promuoverlo all'esterno (MKTG e vendite), a coloro che devono mantenerlo, alla logistica e a tutti i partners esterni e contoterzisti (Supply Chain Program)."

Per maggiori informazioni : Giorgionava@moldex3d.com

Moldex3D Italia srl

Corso Promessi Sposi 23/D - 23900 Lecco (LC) - Italy

Tel +39 0341 259.259 - Cell. +39 345 6844.016 - Fax +39 0341 259.248

www.moldex3d.com