



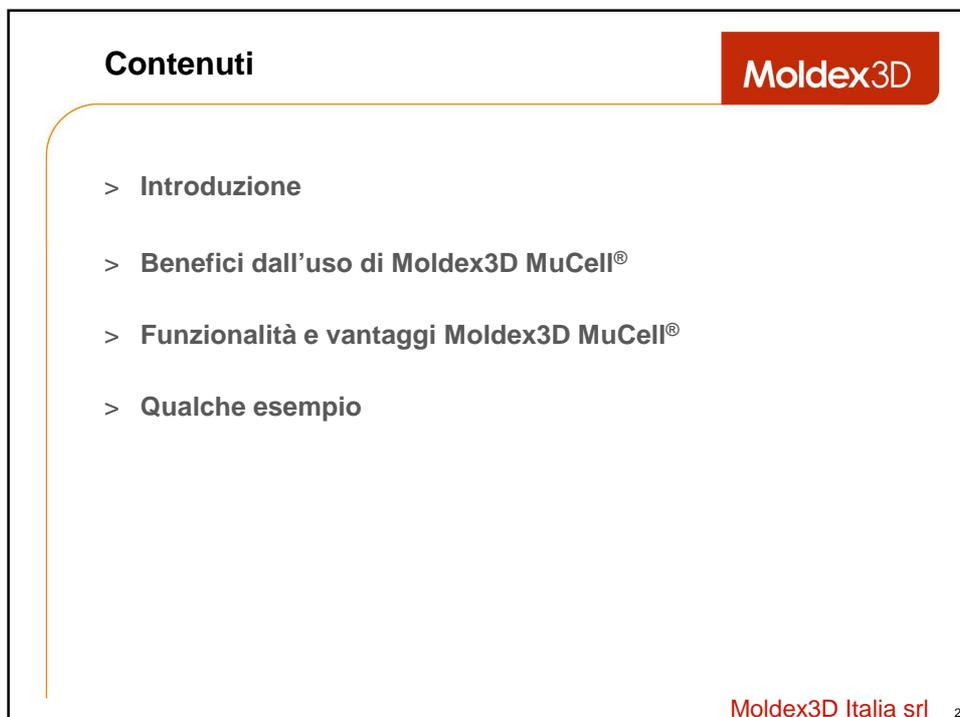
**Moldex3D**

**Moldex3D MuCell®  
Caratteristiche e Funzionalità**

May, 2013

CoreTech System Co., Ltd  
www.moldex3d.com

**Moldex3D Italia srl**  
**Corso Promessi Sposi 23/D - 23900 Lecco (LC)**  
**Tel +39 0341 259.259 - Fax +39 0341 259.248**  
**www.moldex3d.com**



**Contenuti**

**Moldex3D**

- > **Introduzione**
- > **Benefici dall'uso di Moldex3D MuCell®**
- > **Funzionalità e vantaggi Moldex3D MuCell®**
- > **Qualche esempio**

Moldex3D Italia srl 2

Moldex3D

## Introduzione

Moldex3D Italia srl

## Perché un processo di stampaggio microcellulare?

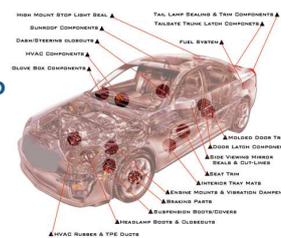
Moldex3D

### I Vantaggi

- Riduzione del peso e di materiale
- Costo del materiale
- Riduzione del tempo di ciclo
- Processo di stampaggio a basso tonnellaggio
- Riduzione della forza di chiusura dello stampo
- Eliminazione dello stress interno
- Riduzione del ritiro e della deformazione
- Proprietà meccaniche superiori
- Ambiente di processo ecologicamente rispettoso
- ....



<http://coe.hkpc.org>



<http://www.trianglerubberco.com>

Moldex3D Italia srl

4

## Dove il processo viene applicato

Moldex3D

- > Parti che non devono essere soggette a risucchi o deformazioni
- > Parti che devono avere resistenza e leggerezza
- > Parti isolanti a calore e rumore
- > Non orientamento delle fibre
- > ABS, PE, PP, PS, TPR, PU, PET, PVC, SMC, PMMA, PA, Fluoropolimeri...



Air bag cover, Source: <http://www.trexel.com/injection-molding-solutions>



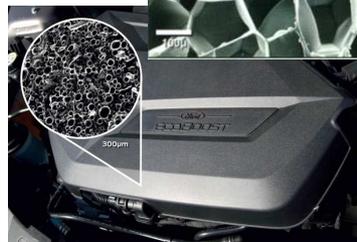
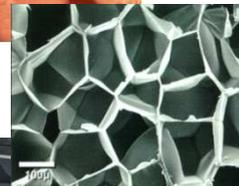
Moldex3D Italia srl

5

## Tipologie di processi a schiuma

Moldex3D

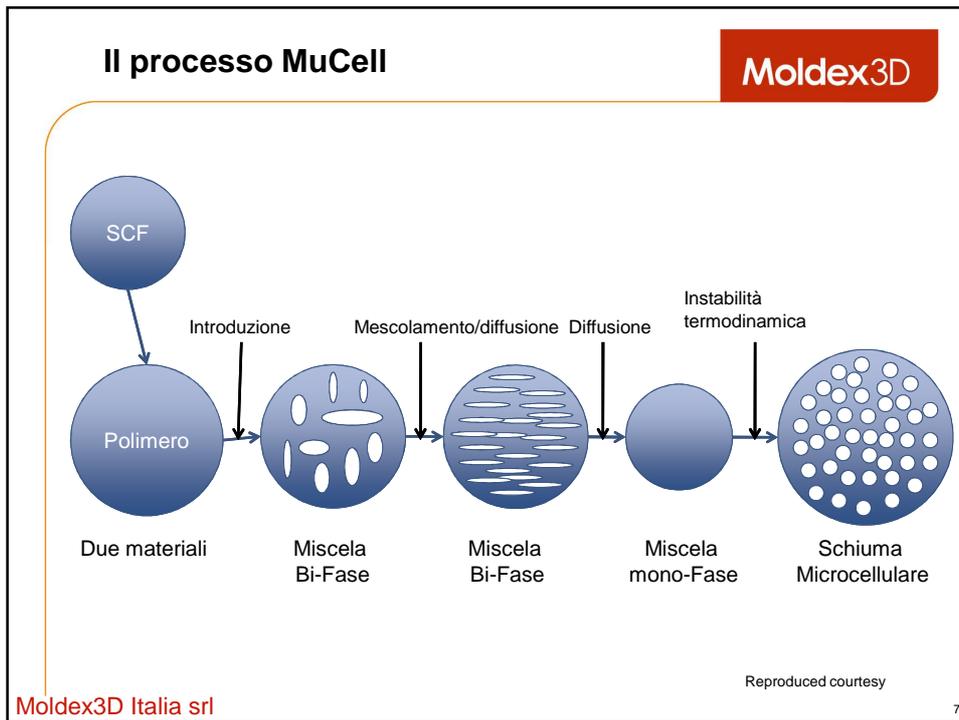
- > Stampaggio convenzionale a schiuma
  - Agenti chimici generatori
  - Celle di grosse dimensioni (100  $\mu\text{m}$  to 2 mm)
  - Struttura delle celle mista, aperta e chiusa
  - Bassa densità delle celle
  - Dimensioni non uniformi delle celle
  - Spessore elevato delle pareti
  - Proprietà meccaniche scarse
- > Stampaggio Microcellulare
  - Agente generatore naturale
  - Celle di piccole dimensioni (3  $\mu\text{m}$ , 100  $\mu\text{m}$ )
  - Struttura a celle chiuse
  - Alta densità delle celle
  - Dimensione uniforme delle celle
  - Spessore sottile delle pareti
  - Proprietà meccaniche eccellenti



Source: <http://green.autoblog.com>

Moldex3D Italia srl

6



## Utilizzo del processo MuCell in Industria

Moldex3D

### Consumer

LEXMARK  
hp invent  
EPSON  
RICOH  
Canon

### Automotive

Audi  
PORSCHE  
VW  
Mercedes-Benz  
BMW  
CHRYSLER  
Ford  
GM  
HONDA  
NISSAN  
KIA  
mazda  
TOYOTA

### Industrial & Electrical

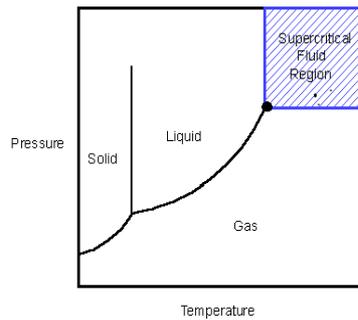
CLIPSAL  
SAMSUNG

Moldex3D Italia srl 8

## Le proprietà: Super Critical Fluid (SCF)

Moldex3D

- > SCF: Alta densità, alta capacità di diffusione, alta solubilità, bassa tensione superficiale



Fase	Densità (g/ml)	Viscosità (g/cm*s)	Diffusività (cm <sup>2</sup> /s)
Gas	$(0.6-2.0) \times 10^{-3}$	$(0.5-3.5) \times 10^{-4}$	0.01-1.0
Liquid	0.8-1.0	$(0.3-2.4) \times 10^{-2}$	$(0.5-2.0) \times 10^{-5}$
SCF	0.2-0.9	$(2.0-9.9) \times 10^{-3}$	$(0.5-3.3) \times 10^{-4}$

Punto critico	Pc (Kg/cm <sup>2</sup> ) / (psi)	Tc (°C)
CO <sub>2</sub>	72.8 / 1072	31.05
N <sub>2</sub>	33.5 / 492	-146.75

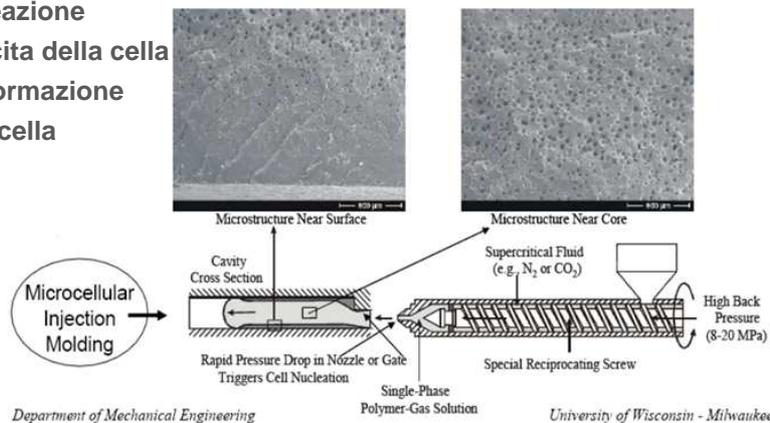
Moldex3D Italia srl

9

## I passi principali del processo MuCell®

Moldex3D

1. Dissoluzione del gas
2. Nucleazione
3. Crescita della cella
4. Conformazione della cella

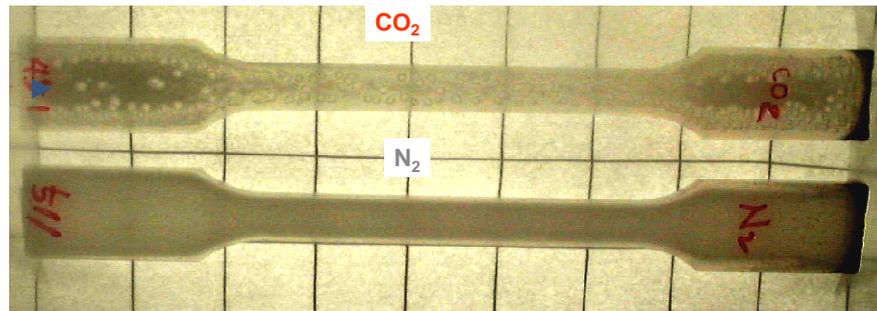


Moldex3D Italia srl

10

## Differenti tipi di Gas (risultato)

Moldex3D



From: Trexel

Moldex3D Italia srl

11

## Tecnologia CAE

Moldex3D

- > Sviluppo di un robusto ed adeguato sistema di calcolo che permetta di simulare correttamente il processo di stampaggio microcellulare fornendo un risultato affidabile
  - Comprensione delle varie combinazioni di Ppolimeri a SCFs per il processo microcellulare di iniezione
  - Comprensione e ottimizzazione del processo tramite modello di calcolo numerico affidabile ed economicamente accettabile
    - Distribuzione dimensionale e di densità delle parti microcellulari della schiuma (prodotto di qualità)
    - Determinazione della riduzione di peso, forza di chiusura dello stampo, tempo di ciclo, deformazione, risucchi, ecc.

**Il mercato richiede questa simulazione, ma per essere affidabile tale simulazione deve essere 3D**

Moldex3D Italia srl

12

**Moldex3D**

## I benefici da Moldex3D MuCell®

Moldex3D Italia srl

**Moldex3D**

## I benefici da Moldex3D MuCell®

- > **Moldex3D MuCell® prevede e simula le dimensioni delle celle e la loro distribuzione, prevede i patterns di riempimento, le linee di giunzione e la riduzione di peso derivante dall'uso del processo di iniezione microcellulare**
  
- > **Moldex3D MuCell® permette di valutare la stabilità dimensionale e il risparmio di energia**
  
- > **Moldex3D MuCell® permette di investigare al meglio il progetto della parte che deve essere prodotta, il progetto dello stampo nella sua complessità e ottimizzare le condizioni operative correlate al processo.**

Moldex3D Italia srl

14

Moldex3D

## Funzionalità e vantaggi da Moldex3D MuCell®

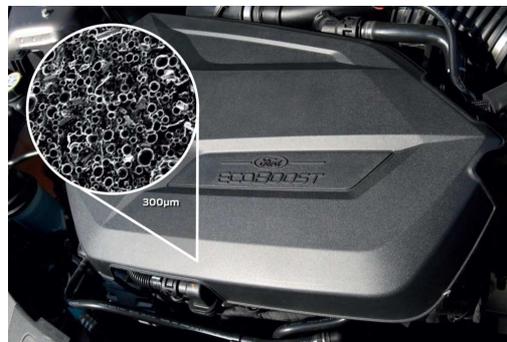
Moldex3D Italia srl

### Funzionalità principali

Moldex3D

- > Funziona in ambiente Moldex3D Solid Meshing
- > Simula il processo di stampaggio ad iniezione a schiuma microcellulare MuCell® per materiali termoplastici

MuCell® is a registered trademark of Trexel, Inc.



Moldex3D Italia srl

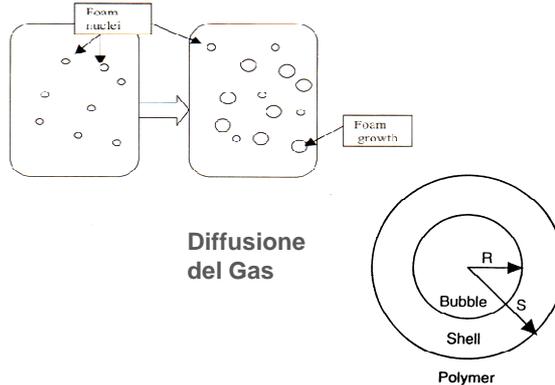
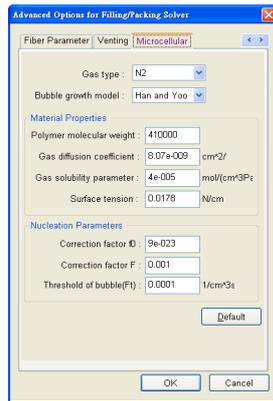
<http://www.autoevolution.com>

16

## Funzionalità principali (cont'd)

Moldex3D

- > Controlla l'utilizzo del gas per creare l'elemento schiumoso
- > Considera le fasi di nucleazione ed il comportamento del processo di crescita dimensionale delle bolle.
- > Considera la variazione di SCF nel processo di stampaggio



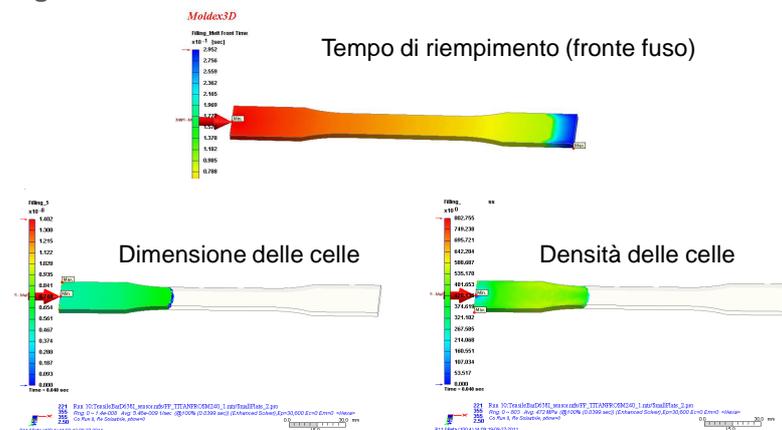
Moldex3D Italia srl

17

## Funzionalità principali (cont'd)

Moldex3D

- > Visualizzazione della densità e dimensione delle celle e la distribuzione durante e dopo il processo di generazione della schiuma



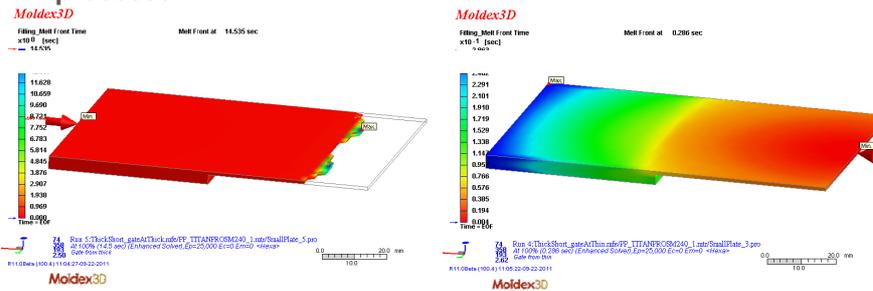
Moldex3D Italia srl

18

## Funzionalità principali (cont'd)

Moldex3D

- > Cattura e controlla la densità e il dimensionamento delle celle in fase di nucleazione e simula la loro crescita in combinazione
- > Ottimizza il progetto dello stampo e gestisce le condizioni di processo.



Es. Si raccomanda che la posizione del gate sia le punto opposto, ovvero dove lo spessore è sottile.

Moldex3D Italia srl

19

Moldex3D

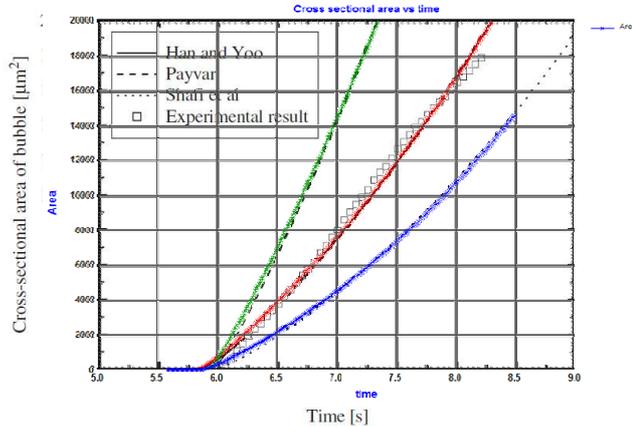
## Alcuni esempi

Moldex3D Italia srl

### Verifica della crescita delle bolle



> Risultati di laboratorio: Il dato teorico della simulazione con Moldex3D incrocia perfettamente il dato fisico di processo (0.33MPa/s release rate).



[Ref] Kentaro Taki, Experimental and numerical studies on the effects of pressure release rate on number density of bubbles and bubble growth in a polymeric foaming process, *Chemical Engineering Science* 63 (2008) 3643 -- 3653

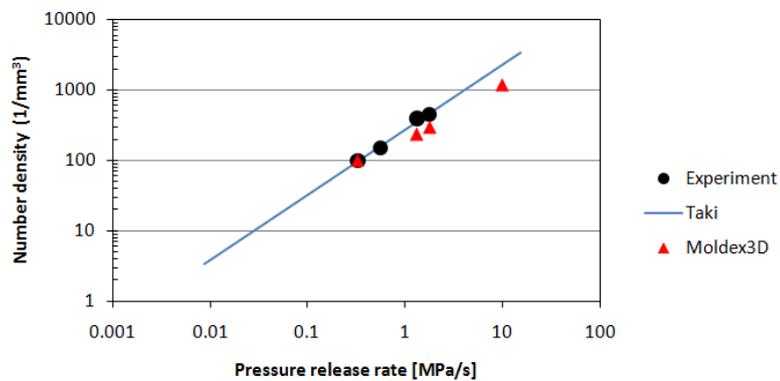
Moldex3D Italia srl

21

### Verifica finale della densità



> Più veloce è il rilascio (Mpa/s) e più alta è la densità.



[Ref] Kentaro Taki, Experimental and numerical studies on the effects of pressure release rate on number density of bubbles and bubble growth in a polymeric foaming process, *Chemical Engineering Science* 63 (2008) 3643 -- 3653

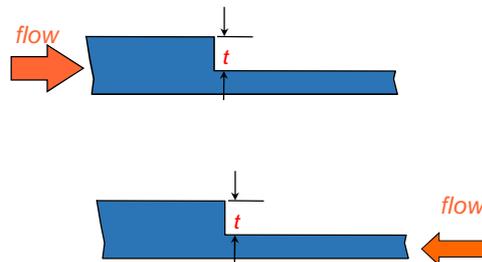
Moldex3D Italia srl

22

## Il progetto del punto di iniezione?

Moldex3D

- > Nel processo convenzionale si sceglie il punto di iniezione sulla parete a più alto spessore
  - Il processo MuCell segue la stessa indicazione?
  - No, Perché?



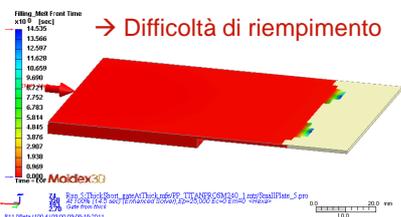
Moldex3D Italia srl

23

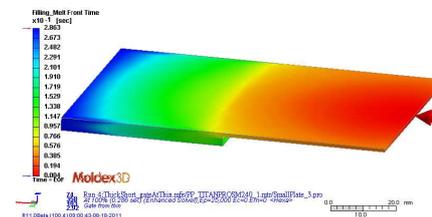
## Confronto tra tempo di riempimento e punto di iniezione

Moldex3D

- > Posizionamento su parete spessa



- > Posizionamento su parete sottile



Seguendo la raccomandazione, nel processo con metodo MuCell®, il punto di iniezione va inserito sulla parete sottile!

Moldex3D Italia srl

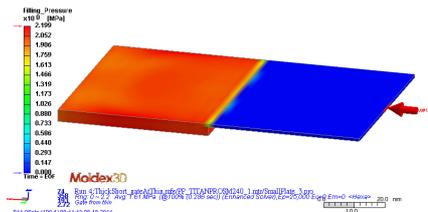
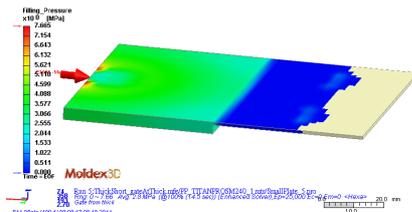
24

### Confronto tra pressione e punto di iniezione



> Posizionamento su parete spessa

> Posizionamento su parete sottile



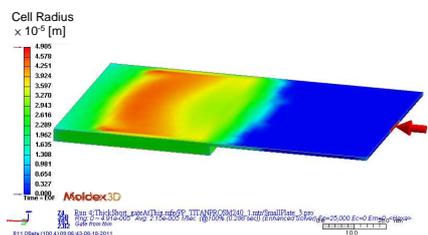
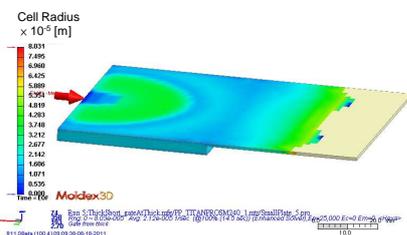
Anche la pressione cresce durante la fase di creazione della schiuma (monofase), e la parte più sottile non si riempie.

### Confronto tra dimensione (raggio) delle bolle e punto di iniezione



> Posizionamento su parete spessa

> Posizionamento su parete sottile



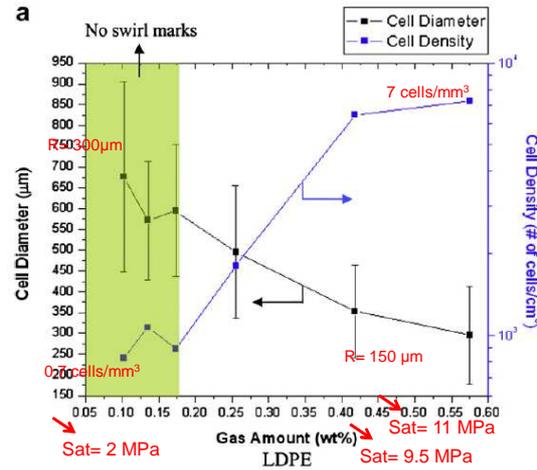
La schiuma si rapprende nella zona a spessore più alto a causa della più bassa pressione. Tale fenomeno blocca la possibilità di riempimento nella zona più sottile.

Le bolle si mantengono di dimensioni piccole in ragione del mantenimento del livello di pressione.

## N2/LDPE Risultati sperimentali

Moldex3D

- > 1. Densità e raggio delle celle
- > 2. Qualità della superficie



Ref: Turg et al, A novel method for improving the surface quality of microcellular injection molded parts, Polymer 52 (2011) 1436e1446

Moldex3D Italia srl

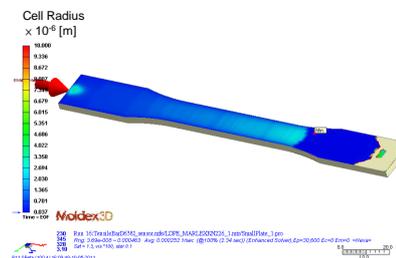
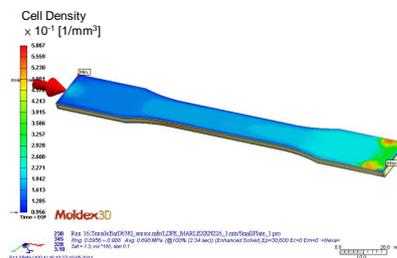
27

## N2/LDPE : Sat=1.3MPa (Gas 0.065wt%)

Moldex3D

Densità delle celle [Cells/mm<sup>3</sup>]

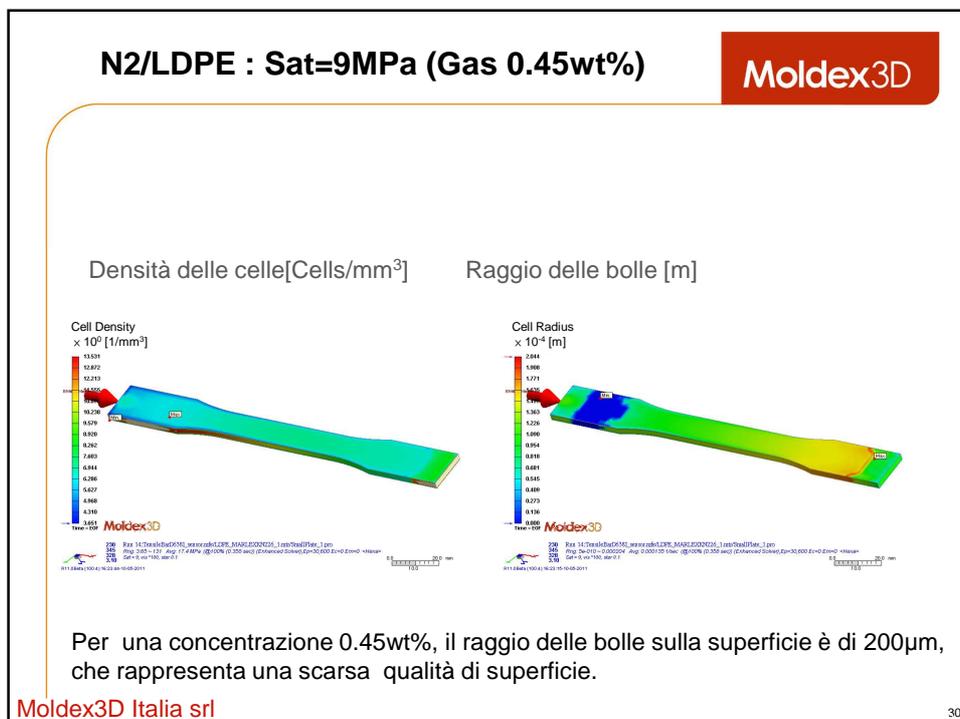
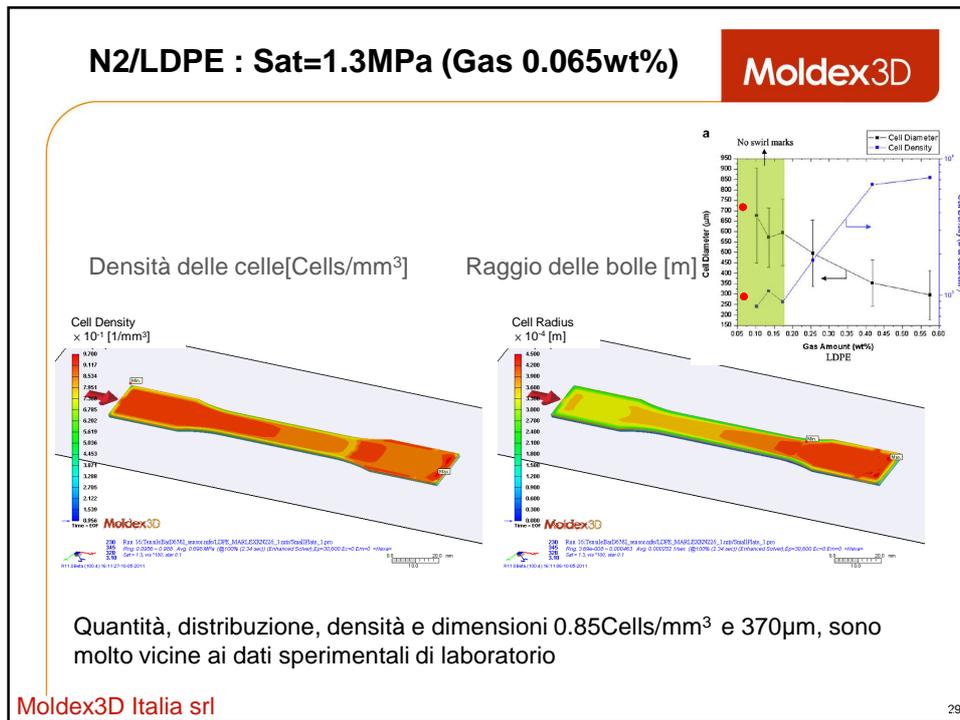
Raggio delle bolle [m]

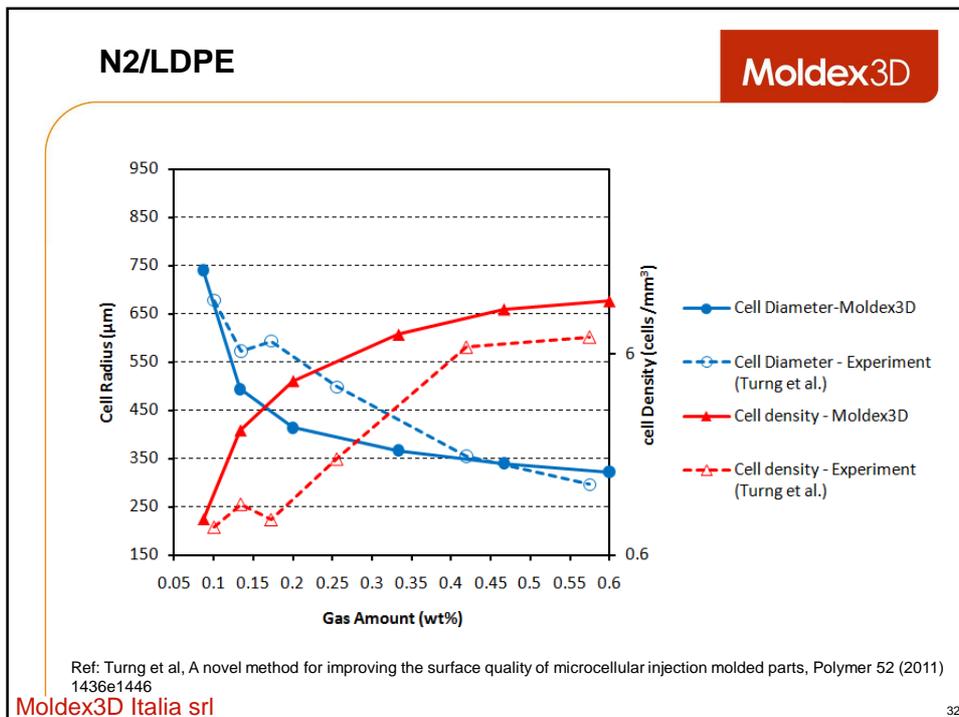
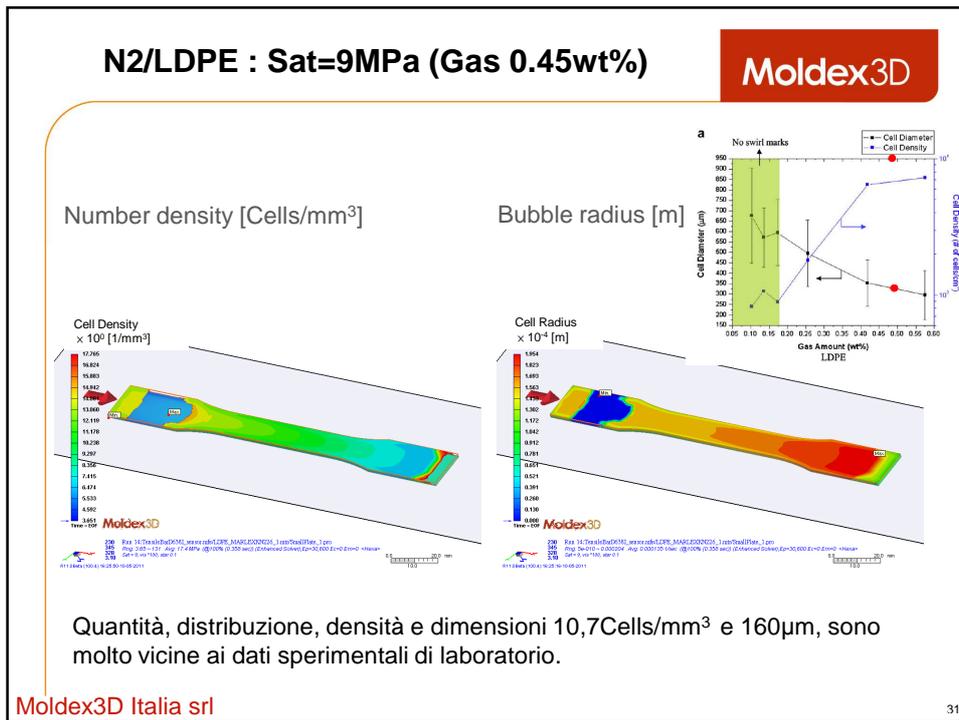


Per una concentrazione 0.065wt%, il raggio delle bolle sulla superficie è di 2µm, che rappresenta una qualità elevata di superficie.

Moldex3D Italia srl

28

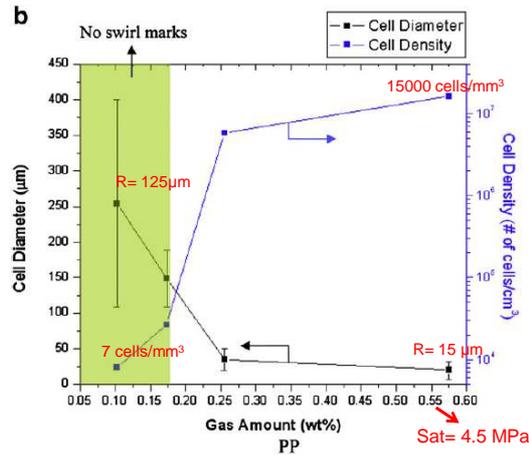




## N2/PP Experiment Results

Moldex3D

- > 1. Densità e raggio delle celle
- > 2. Qualità della superficie



Ref: Turng et al, A novel method for improving the surface quality of microcellular injection molded parts, Polymer 52 (2011) 1436e1446

Moldex3D Italia srl

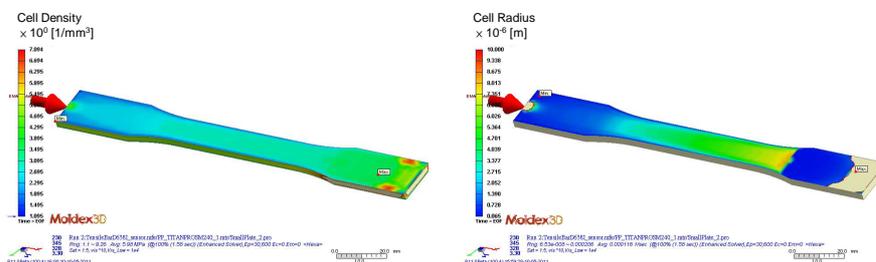
33

## N2/PP : Sat=1MPa (Gas 0.24wt%)

Moldex3D

Densità delle celle [Cells/mm<sup>3</sup>]

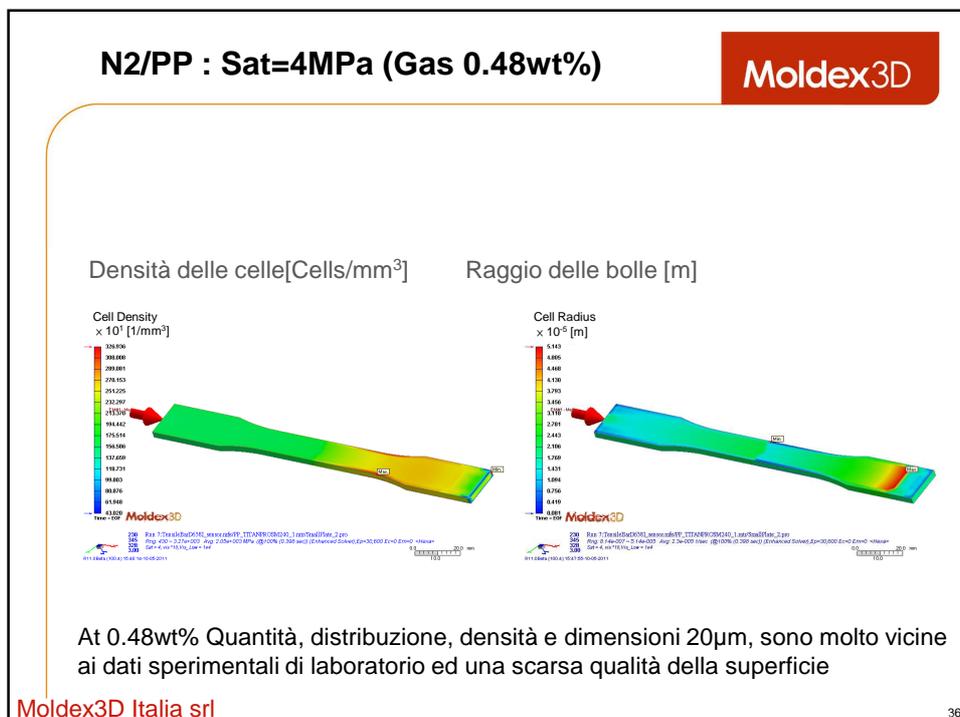
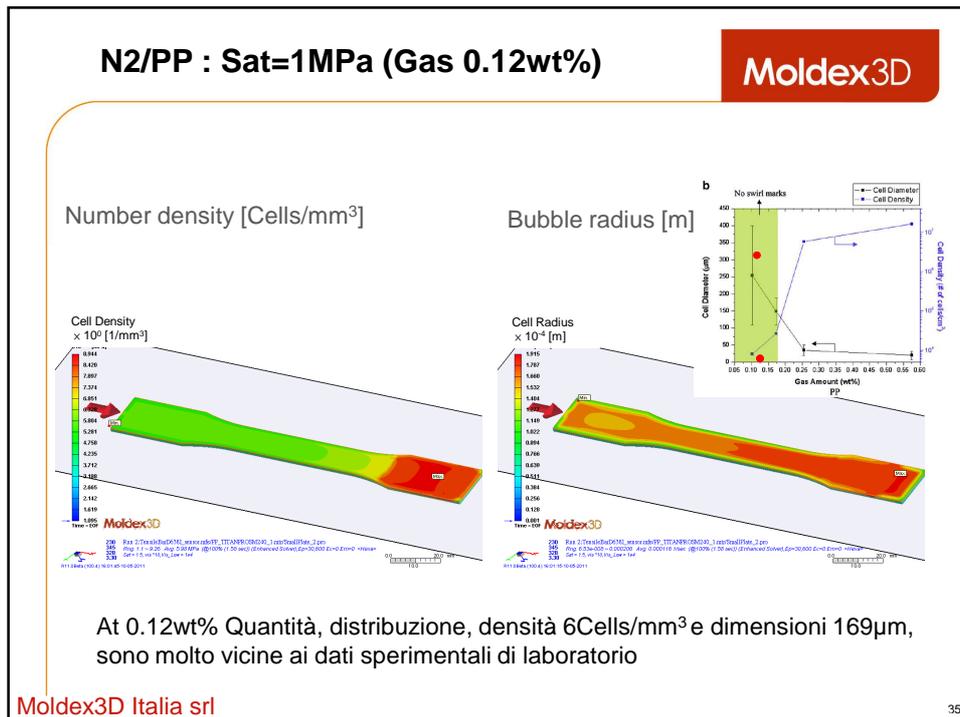
Raggio delle bolle [m]

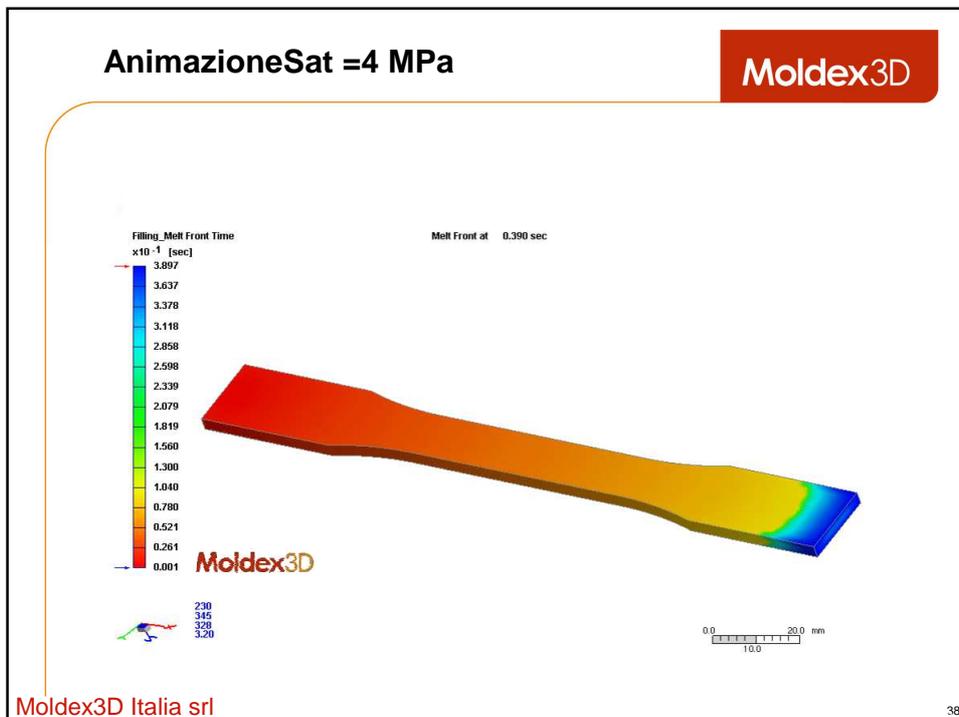
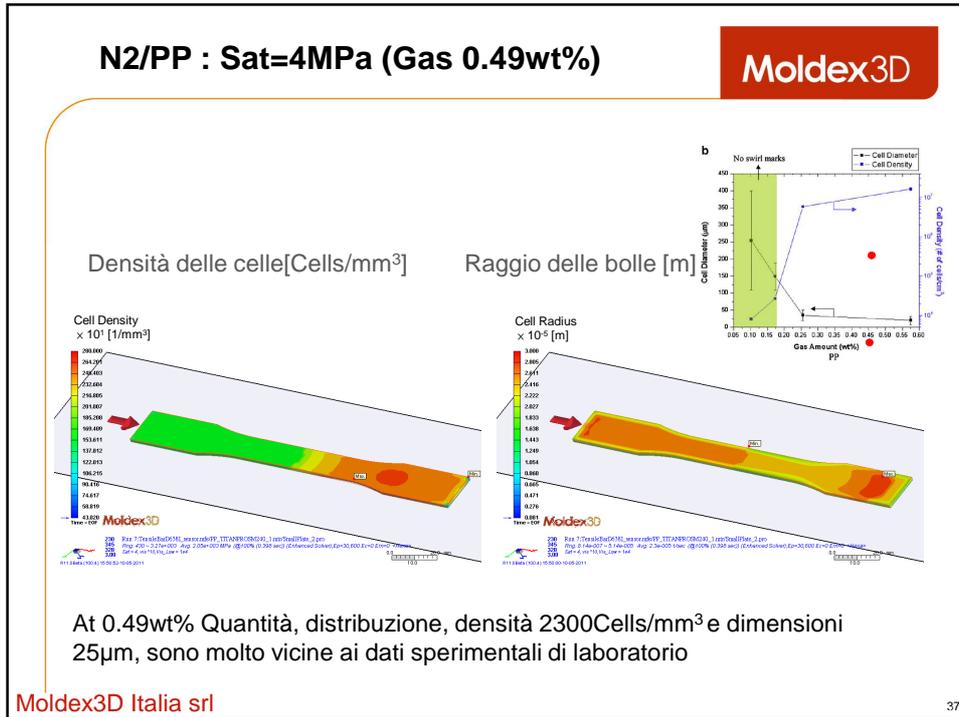


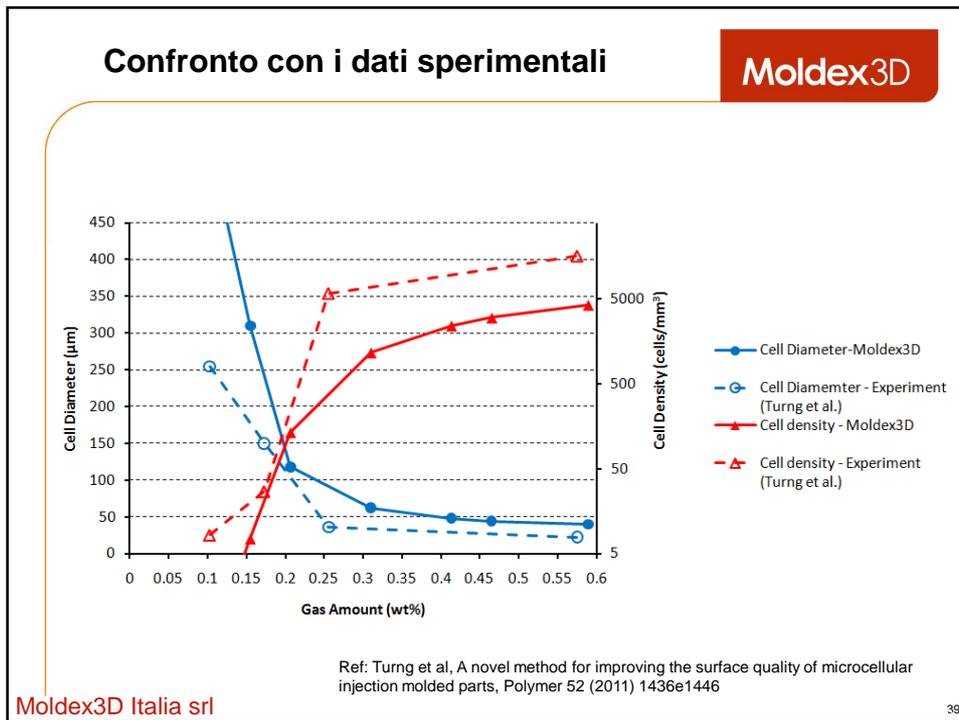
At 0.12wt% Quantità, distribuzione, densità e dimensioni 4µm, sono molto vicine ai dati sperimentali di laboratorio ed una buona qualità della superficie

Moldex3D Italia srl

34







### Confronto tra MuCell® e Conventional Injection Molding

Moldex3D

	Microcellular Injection Molding	Conventional Injection Molding
Tempo di riempimento	0.70 sec	1.14 sec
T <sub>melt</sub>	190°C	190°C
T <sub>mold</sub>	60°C	60°C
Volume riempito	94%	100%

Model\_Closed Model

Model\_Shaded Model

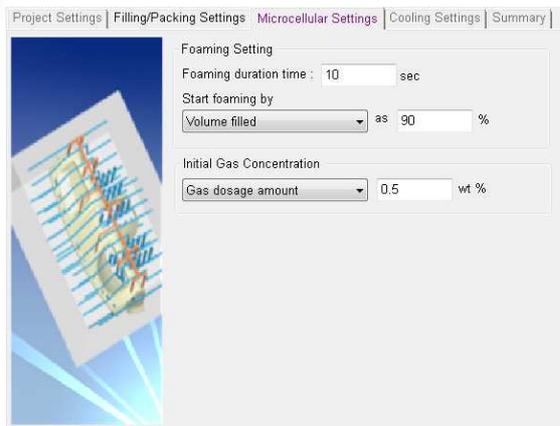
Dimensioni: 77.9 mm × 88.4 mm × 47.2 mm  
 Spessore medio: 4.49 mm  
 Sistema a schiuma: PS/N<sub>2</sub>

Moldex3D Italia srl 40

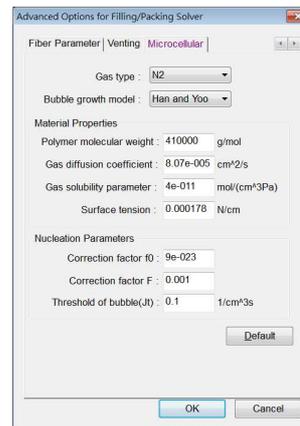
## L'interfaccia utente per il settaggio di MuCell Injection Molding

Moldex3D

### Valori di Volume



### Valori per SCF gas



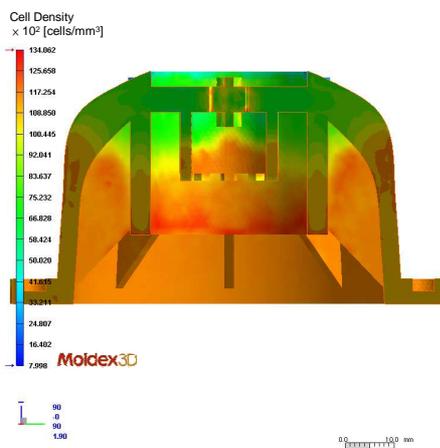
Moldex3D Italia srl

41

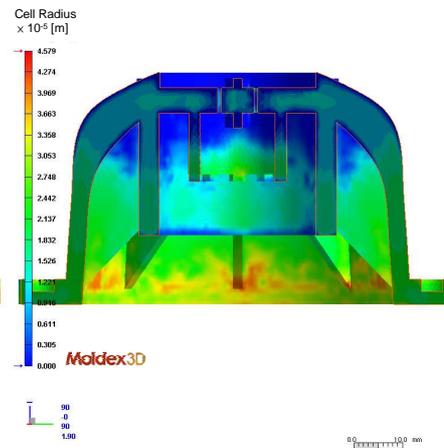
## Proprietà: Parte stampata con MuCell

Moldex3D

### Densità delle celle

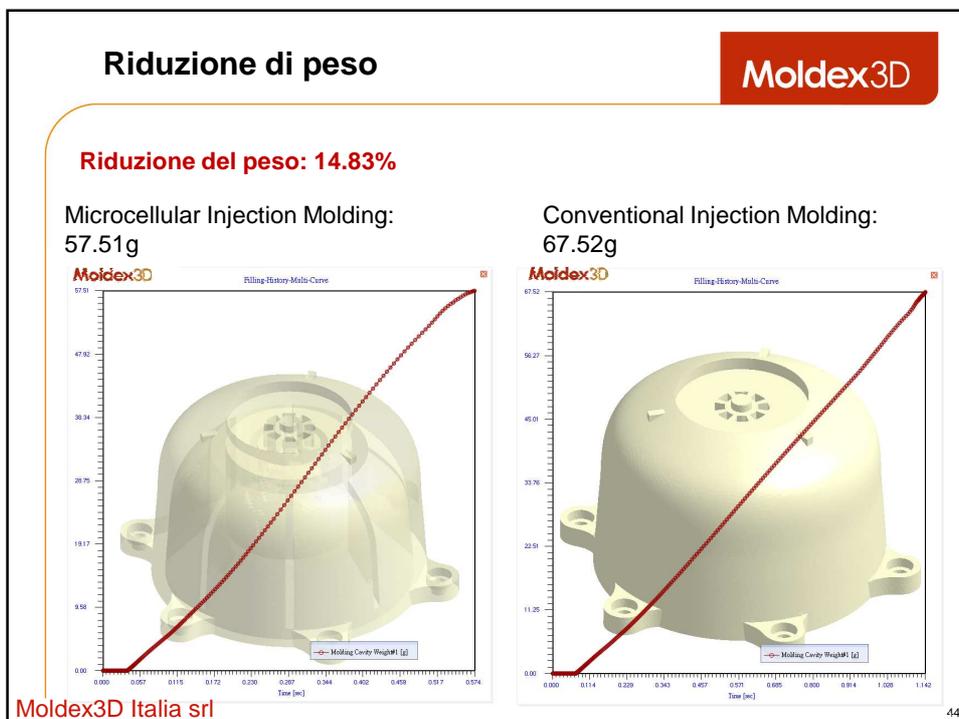
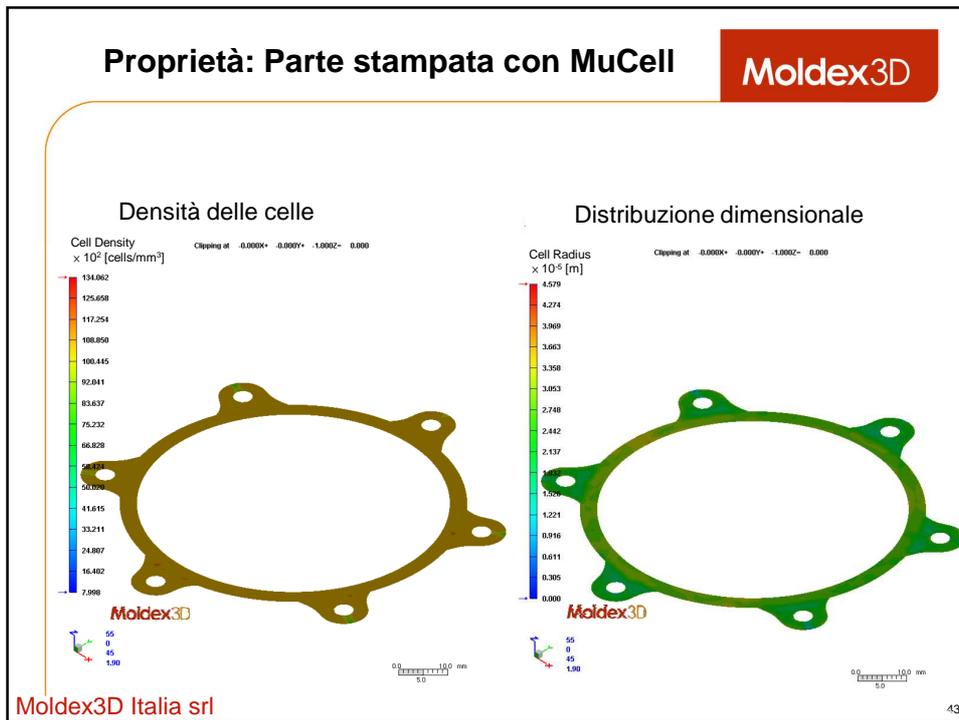


### Distribuzione dimensionale



Moldex3D Italia srl

42

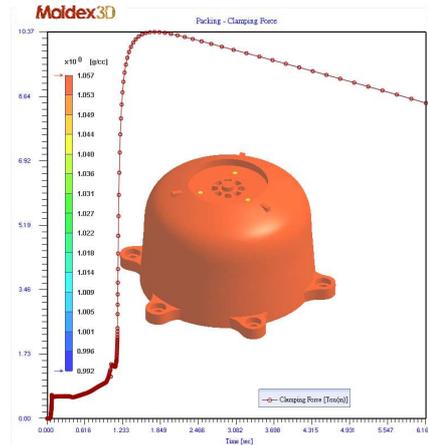
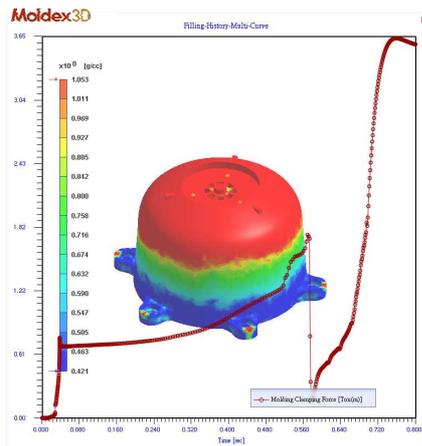


## Riduzione tonnellaggio

Moldex3D

Riduzione del tonnellaggio: 64.8%

Microcellular Injection Molding: 3.65 Ton    Conventional Injection Molding: 10.37 Ton



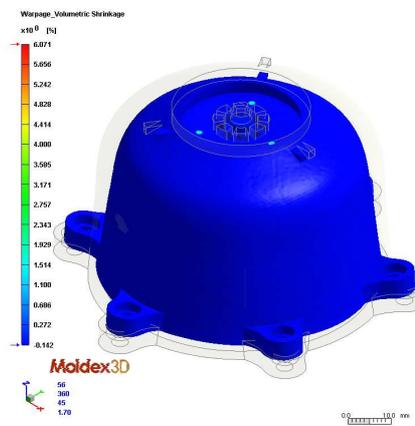
Moldex3D Italia srl

45

## Stabilità dimensionale–Riduzione del ritiro

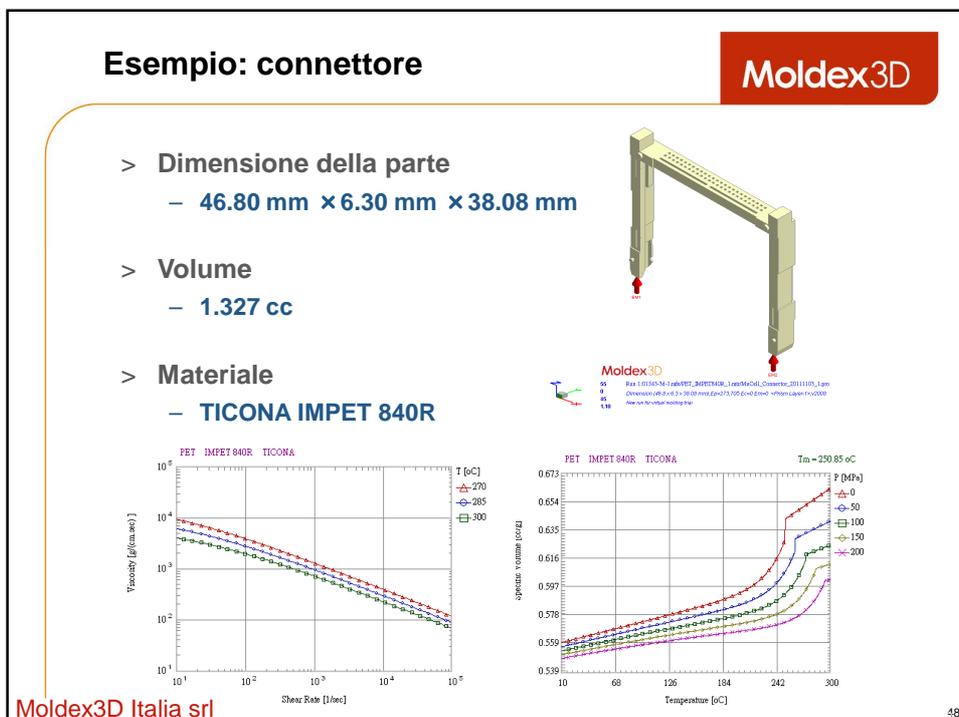
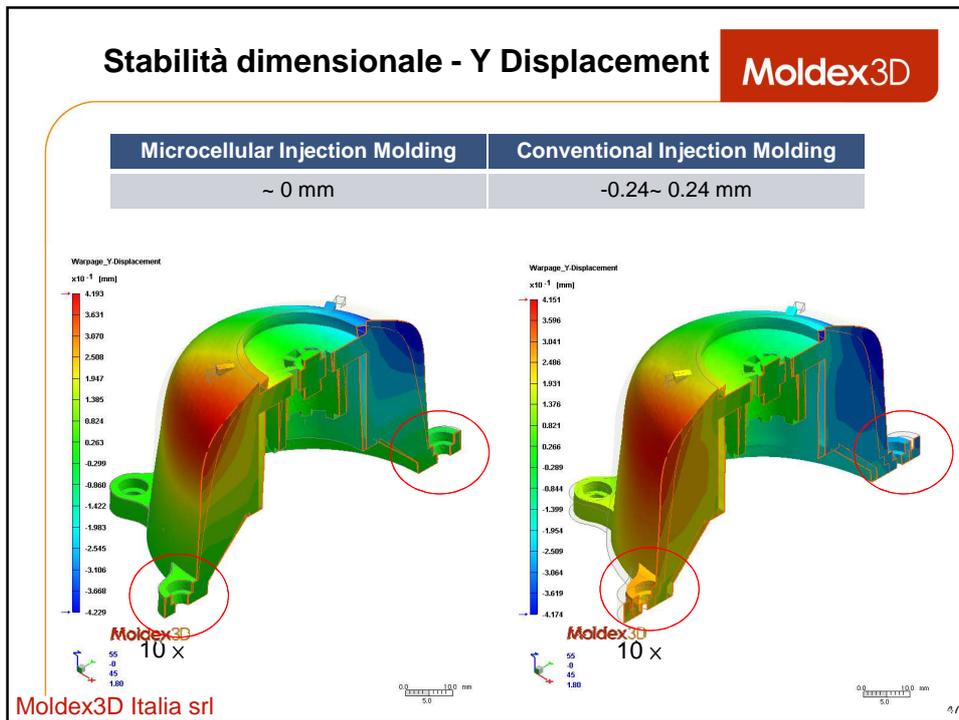
Moldex3D

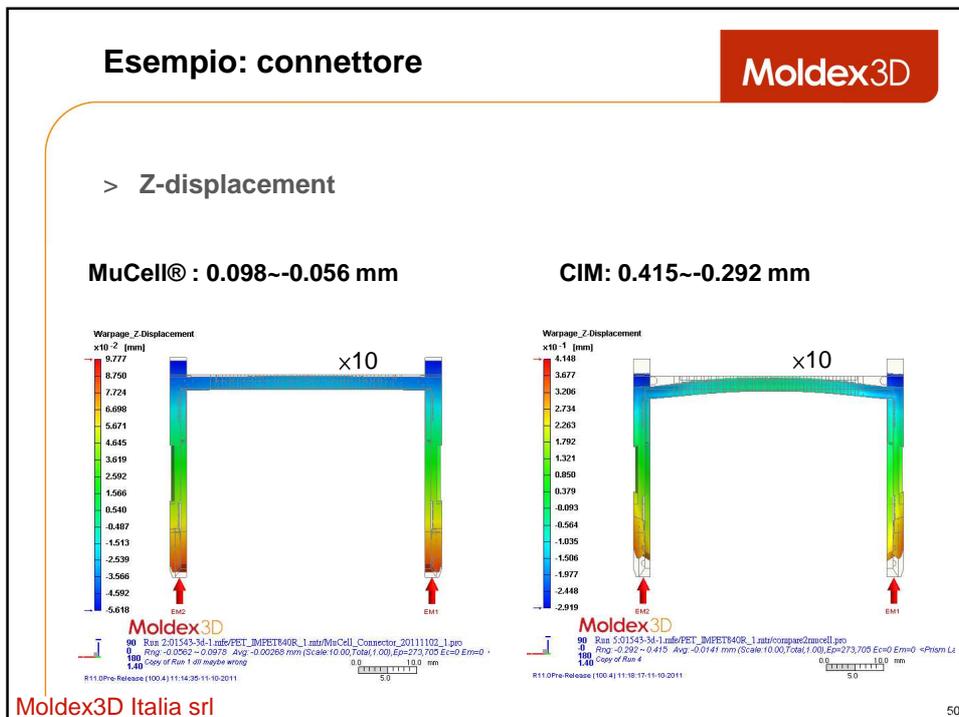
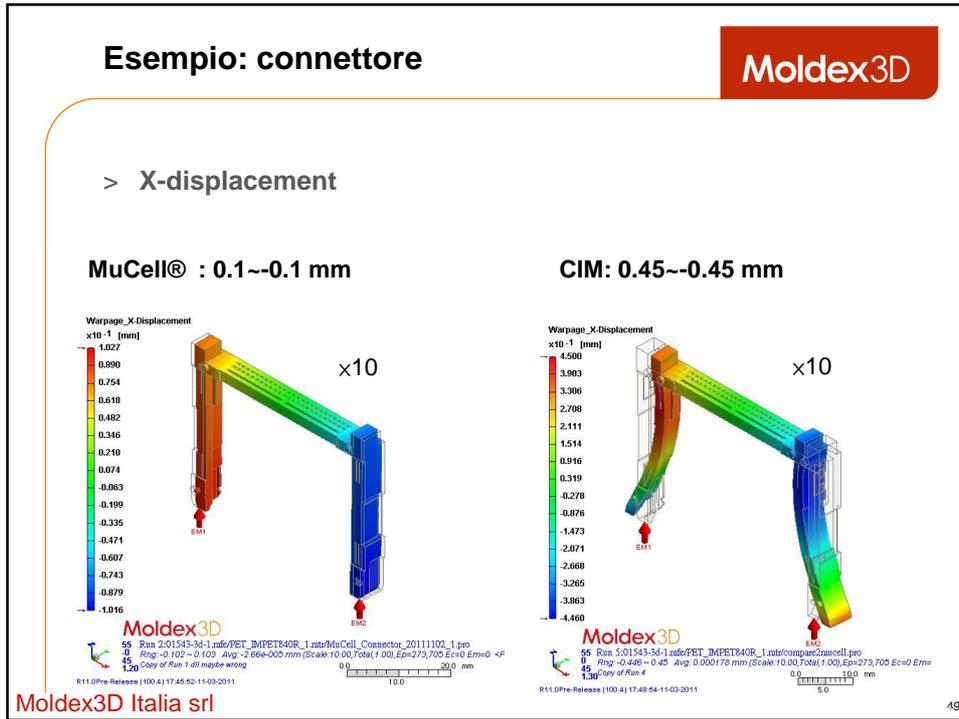
Ritiro volumetrico	MuCell Injection Molding	Conventional Injection Molding	Miglioramento
Massimo	5.87%	6.07%	3.29%
Medio	2.54%	3.09%	17.80%

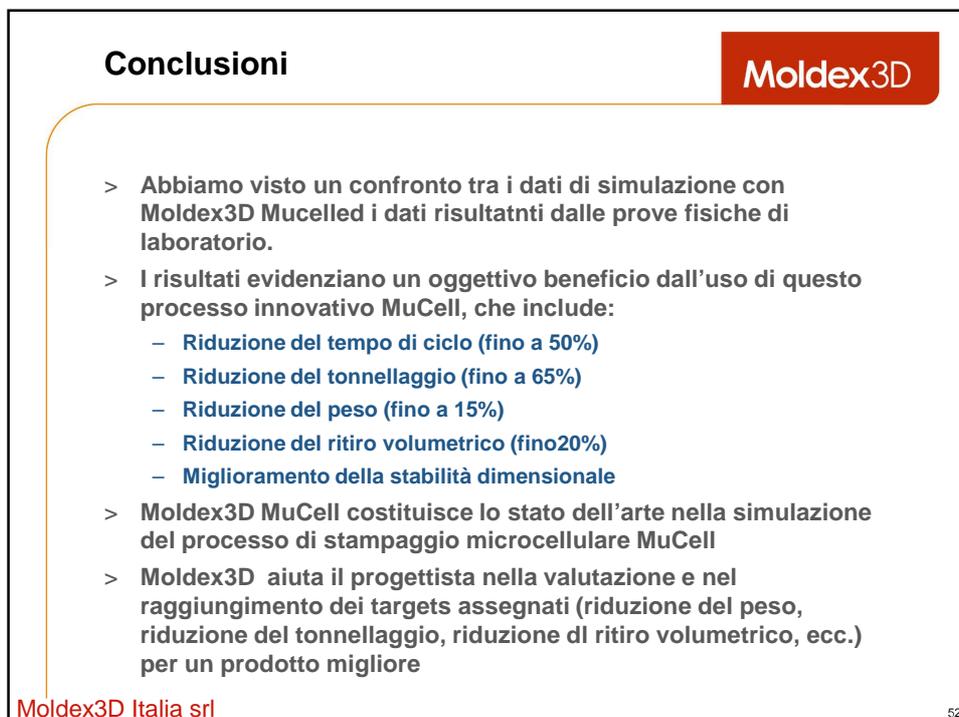
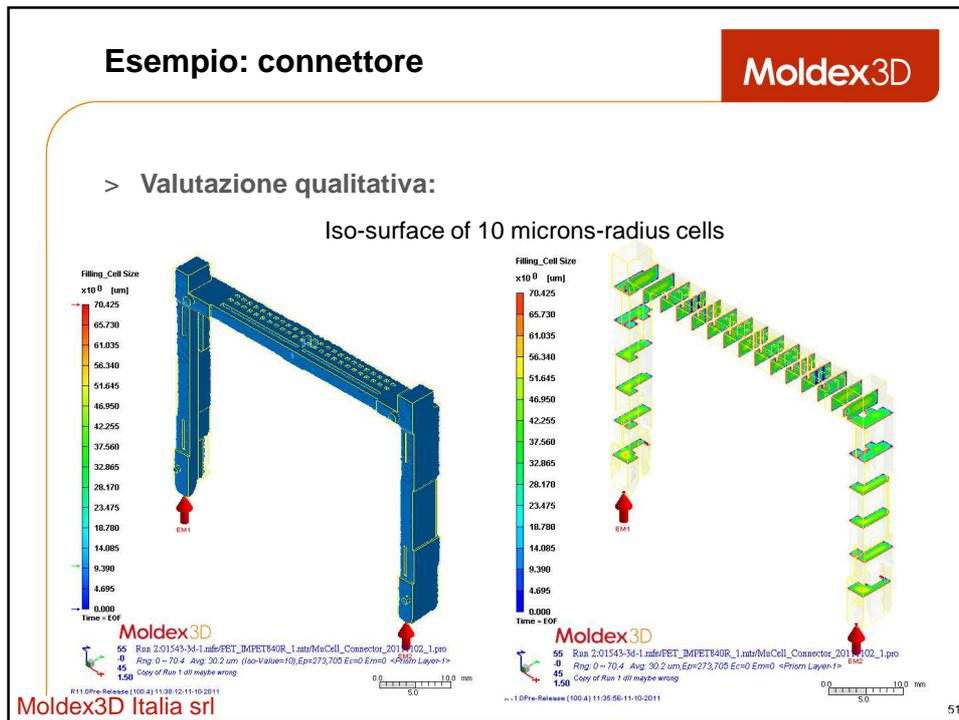


Moldex3D Italia srl

46







Moldex3D

**Thank you for your attention!**

CoreTech System Co., Ltd  
[www.moldex3D.com](http://www.moldex3D.com)

Moldex3D Italia srl