



Il veicolo italiano più efficiente: il prototipo realizzato dal Politecnico di Milano per la Shell Eco-marathon

G. Galmarini – Dipartimento di Meccanica

Compositi Expo Congress

14/15 ottobre 2009



2° Congresso dedicato alle tecnologie dei materiali compositi in matrice polimerica, ceramica e metallica applicata al campo dei trasporti



SOMMARIO

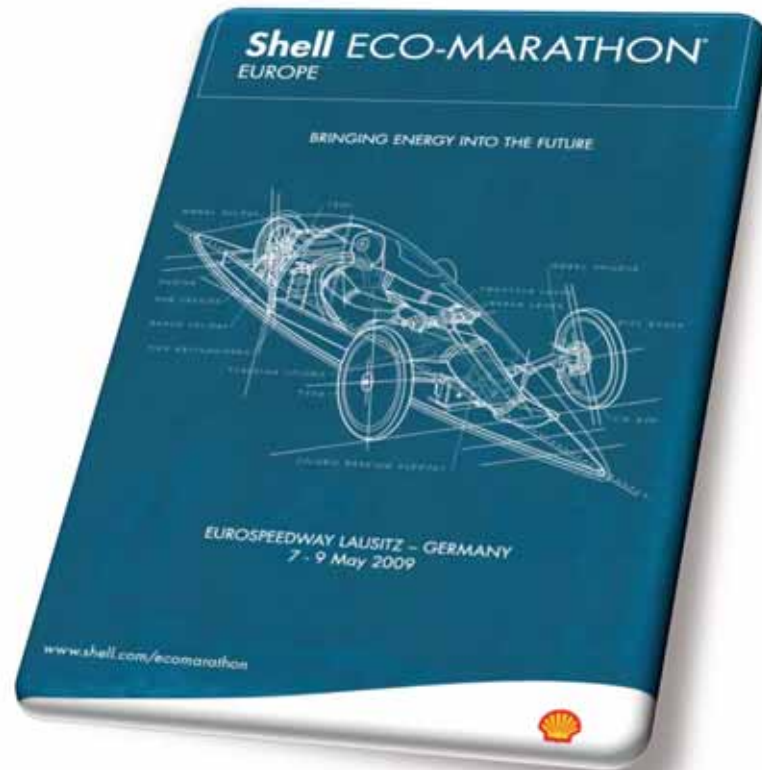
- Shell Eco-marathon
- Artemide 2009
- Scheda tecnica
- Progettazione carrozzeria
- Realizzazione stampi
- Costruzione carrozzeria
- Ciclo tecnologico
- Verifiche sperimentali
- Risultati
- Conclusioni





Il veicolo italiano più efficiente: il prototipo realizzato dal Politecnico di Milano

SHELL ECO-MARATHON



2009 Politecnico di Milano - Department of Mechanical Engineering





Il veicolo italiano più efficiente: il prototipo realizzato dal Politecnico di Milano



ARTEMIDE 2009

Aerodinamica
Rotolamento
Telaio
Elettronica
Modellazione
Idrogeno
Design



2009 Politecnico di Milano – Department of Mechanical Engineering

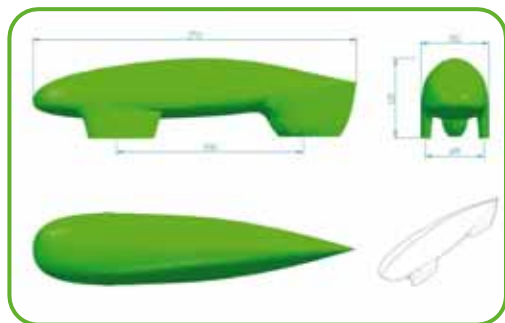




SCHEDA TECNICA

Categoria e Classe energetica

- Prototipi
- Idrogeno



Dimensioni

- Lunghezza = 2753 mm
- Larghezza = 582 mm
- Altezza = 625 mm
- Passo = 1590 mm
- Carreggiata = 500 mm

Carrozzeria

- Telaio: Fibra di carbonio con rinforzi in honeycomb
- Superficie frontale = 0.278 m²
- Coefficiente di resistenza aerodinamica = 0.09

- Massa = 35 kg



SCHEDA TECNICA

Ruote e pneumatici

- 2 ruote anteriori in lega di Al
- 1 ruota posteriore sterzante e motrice in lega di Al
- Pneumatici Michelin tubeless 45/75 R16
- Pressione di gonfiaggio 4.5-6.0 bar

Sterzo e freni

- Sistema di sterzo meccanico a cavi
- 3 freni idraulici con pinze e pompanti in lega magnesio dischi in lega di titanio



Fuel Cell

- PEM Fuel Cell MES-DEA "DEA XX Special release"
- Potenza massima max = 0.8 kW
- Tensione max = 38 V
- Pure H₂ dead end mode



SCHEDA TECNICA

Motore

- 1 motore Maxon DC
- Tensione = 18 V
- Potenza max = 60 W
- Coppia nominale = 0.075 Nm

Trasmissione

- Ad ingranaggi innesto servocpmadato
- Rapporto di trasmissione da 1:20 a 1:16

Elettronica

- Scheda di controllo motori e Fuel Cell autocostruita





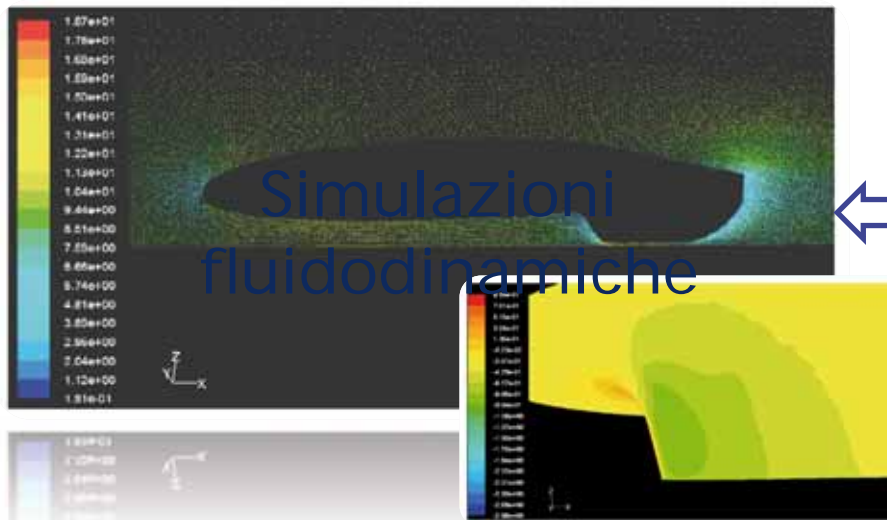
Il veicolo italiano più efficiente: il prototipo realizzato dal Politecnico di Milano



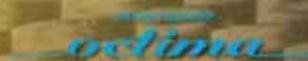
DEFINIZIONE INGOMBRI E FORMA



Geometria assialsimmetrica
ottimizzata
aerodinamicamente



2009 Politecnico di Milano - Department of Mechanical Engineering





Il veicolo italiano più efficiente: il prototipo realizzato dal Politecnico di Milano



SCOMPOSIZIONE CARROZZERIA



Visibilità

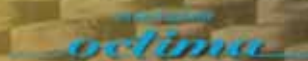
Accessibilità

Facilità di
montaggio

Realizzabilità

Rigidezza
struttura
portante

2009 Politecnico di Milano - Department of Mechanical Engineering

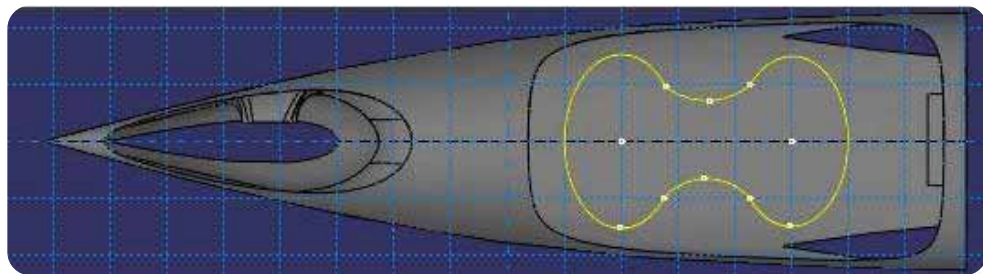




Il veicolo italiano più efficiente: il prototipo realizzato dal Politecnico di Milano

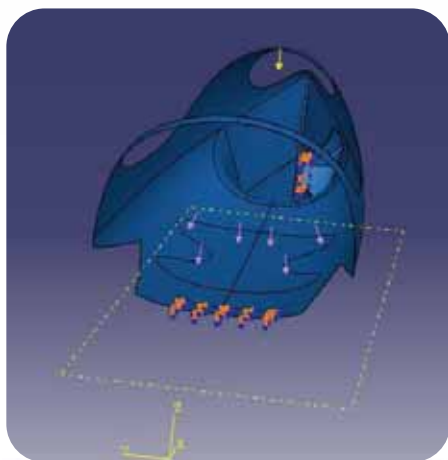


ANALISI ELEMENTI FINITI

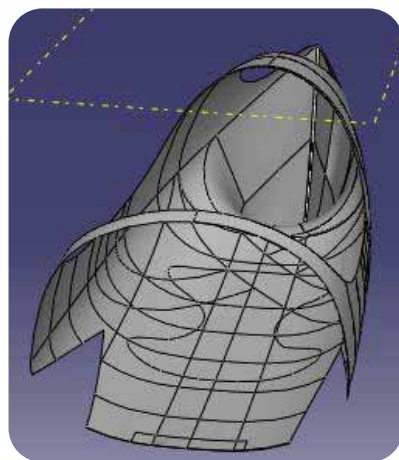


CARICHI

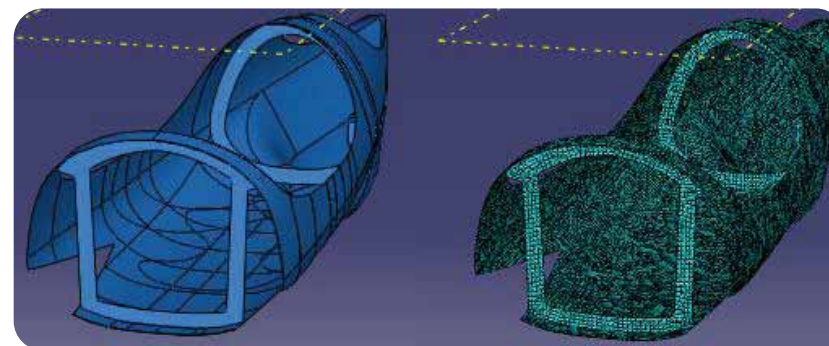
- Masse sottosistemi
- Massa pilota
- Carichi di verifica da regolamento



VINCOLI



LAYOUT

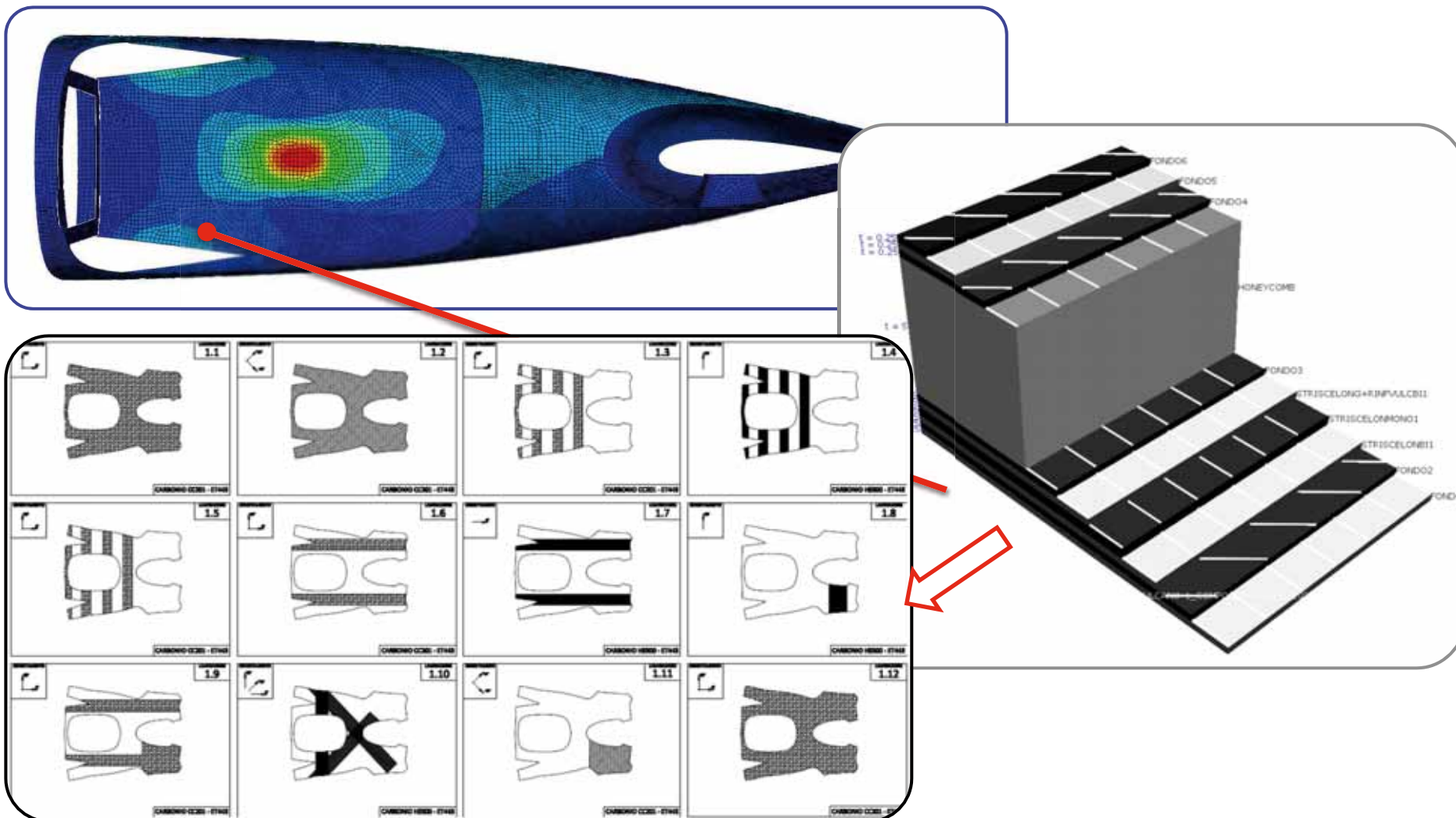


MESH + ELEMENTI DI RINFORZO



Il veicolo italiano più efficiente: il prototipo realizzato dal Politecnico di Milano

RISULTATI FEM E DEFINIZIONE LAYUP



2009 Politecnico di Milano - Department of Mechanical Engineering

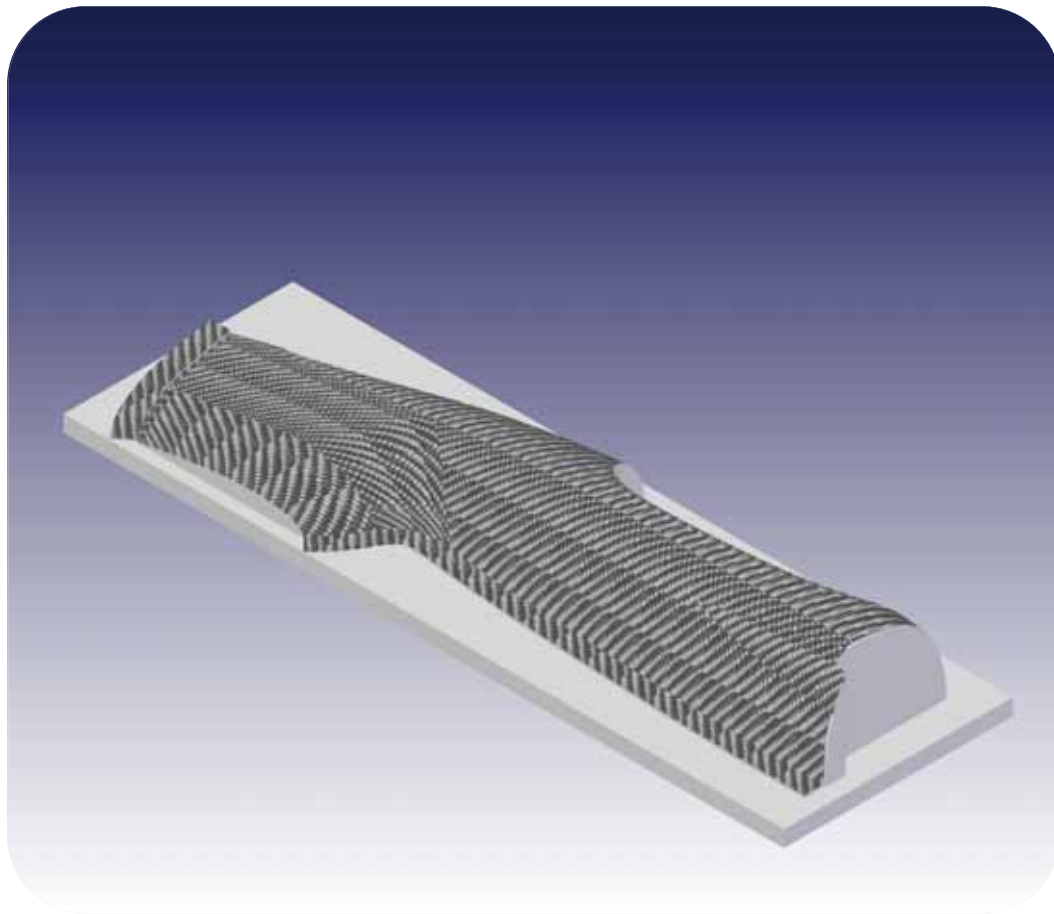




Il veicolo italiano più efficiente: il prototipo realizzato dal Politecnico di Milano



REALIZZAZIONE STAMPI



- Fresatura
- Resinatura
- Stuccatura
- Verniciatura
- Laminazione a freddo



1000 g/m²

2009 Politecnico di Milano - Department of Mechanical Engineering

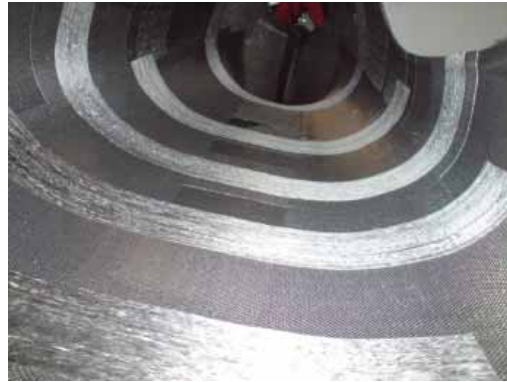
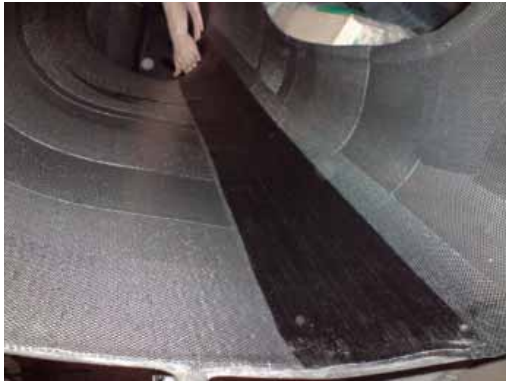




Il veicolo italiano più efficiente: il prototipo realizzato dal Politecnico di Milano



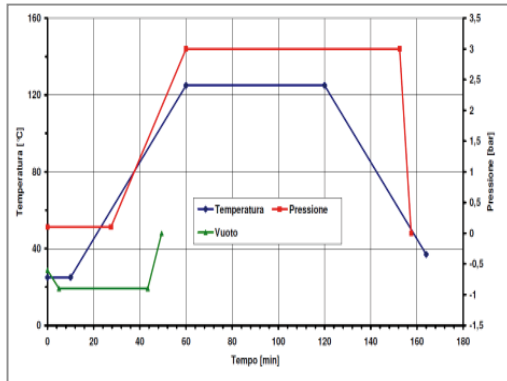
REALIZZAZIONE CARROZZERIA



**PRIMA
LAMINAZIONE**

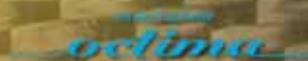


**VACUUM
BAG**



**CICLO ALTA
PRESSIONE**

2009 Politecnico di Milano – Department of Mechanical Engineering





Il veicolo italiano più efficiente: il prototipo realizzato dal Politecnico di Milano



REALIZZAZIONE CARROZZERIA



**SECONDA
LAMINAZIONE
A
BASSA
PRESSIONE**

**FINITURA,
VERNICIATURA
E
ASSEMBLAGGI
O**



**NAKO SHARK
SEAL**

2009 Politecnico di Milano – Department of Mechanical Engineering





Il veicolo italiano più efficiente: il prototipo realizzato dal Politecnico di Milano



ANALISI CICLO TECNOLOGICO

	Materiale	Macchinari/ Attrezzature	Mano d'opera
Fresatura modello	POLISTIROLO	CNC	QUALIFICATA
Preparazione modello	RESINA EPOX, FONDO ACRILICO	FORNO	NON QUALIFICATA
Laminazione e stampi	TESSUTO CARBONIO, RESINA EPOX	FORNO	QUALIFICATA
Laminazione e pezzi	CARBONIO PREPREG	AUTOCLAVE	MOLTO QUALIFICATA
Finitura verniciatura	FONDO E VERNICE ACRILICA	FORNO	NON QUALIFICATA

500 €

5.000 €

5h

30 h



5h

50 h



2009 Politecnico di Milano - Department of Mechanical Engineering



Il veicolo italiano più efficiente: il prototipo realizzato dal Politecnico di Milano



VERIFICHE SPERIMENTALI



FORMA

misure dimensionali	reverse engineering
	in fase di realizzazione

AERODINAMICA

prove in pista	prove in galleria
	in fase di realizzazione

RIGIDEZZA

prove in laboratorio	caratterizzazione struttura sandwich
	in fase di realizzazione

2009 Politecnico di Milano - Department of Mechanical Engineering





Il veicolo italiano più efficiente: il prototipo realizzato dal Politecnico di Milano



RISULTATI DI GARA

2741 km/l* @ Shell Eco-Marathon 2009

NEW ITALIAN RECORD

1st Prize for "Autodesk® Design Award"

8th overall position

5th hydrogen class position



* Equivalent consumption to Shell 95 petrol

2009 Politecnico di Milano – Department of Mechanical Engineering





CONCLUSIONI

- Progettazione di una scocca portante in CFRP per un prototipo a bassi consumi
- Modellazione FEM e CFD
- Sviluppo el ciclo produttivo
- Realizzazione scocca
- Validazione dei modelli
- Utilizzo del prototipo in gara





Il veicolo italiano più efficiente: il prototipo realizzato dal Politecnico di Milano



GRAZIE PER L'ATTENZIONE



2009 Politecnico di Milano – Department of Mechanical Engineering

