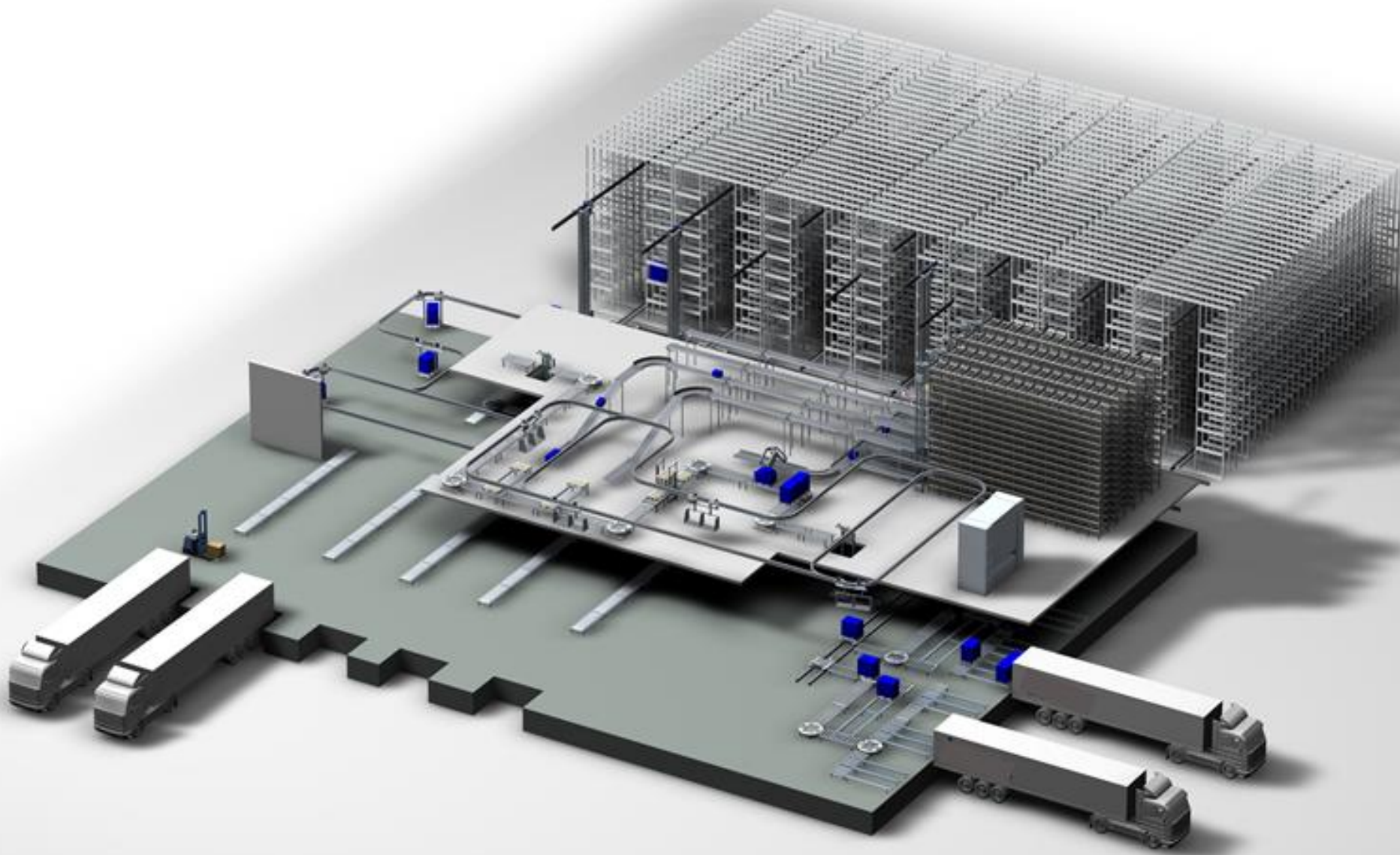


## **Dimensionamento di un sistema trasloelevatore per magazzini automatici: le interazioni tra i componenti meccatronici**

Giuseppe Testa – Sales Director

**LENZE ITALIA**

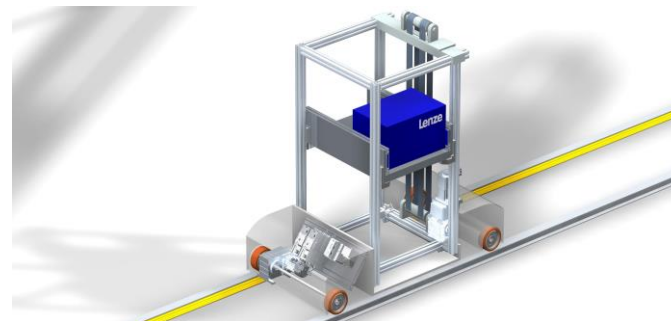
[giuseppe.testa@lenze.com](mailto:giuseppe.testa@lenze.com)



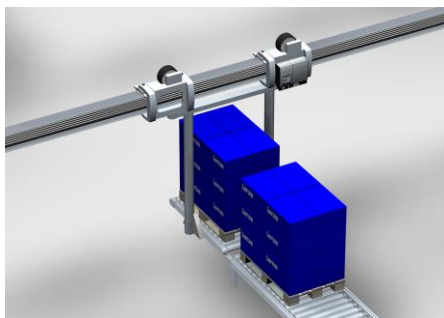
il convogliatore



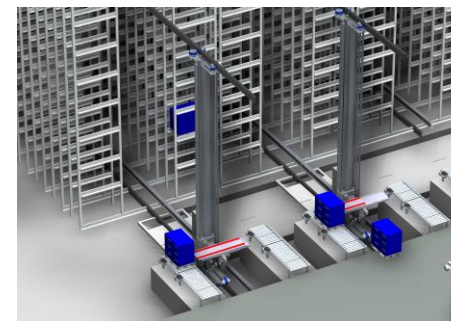
lo shuttle



l'Automotore - EMS



il trasloelevatore



# l'idea perfetta per le soluzioni di trasporto

- Riduzione dei tempi inoperosi, attraverso una simulazione di warehouse management system
- Alte cadenze
- Velocità di trasferimento rapide
- Riduzione dei consumi energetici
- Garanzia di elevati livelli di sicurezza
- Adozione di tecnologie innovative che arrivano all'impiego di RFID, WIFI oppure induttive
- Scelta di un "appropriato direttore d'orchestra" nel management del sistema



# TRASLOELEVATORI

Dati caratteristici:

## ASSE ORIZZONTALE

**Corsia:** 70 m  
**Massa:** 4.000 kg, totali  
**Vel. max:** 6,5 m/s  
**Acc. max:** 6,5 m/s<sup>2</sup>  
**Dec. max:** 6,5 m/s<sup>2</sup>  
**Ruote gommaste contrapposte**

## SOLLEVAMENTO

**Altezza:** 14,0 m  
**Massa:** 1000 kg, totali  
**Vel. max:** 3 m/s  
**Acc. max:** 3 m/s<sup>2</sup>  
**Dec. max:** 3 m/s<sup>2</sup>  
**Sollevamento a cinghia**



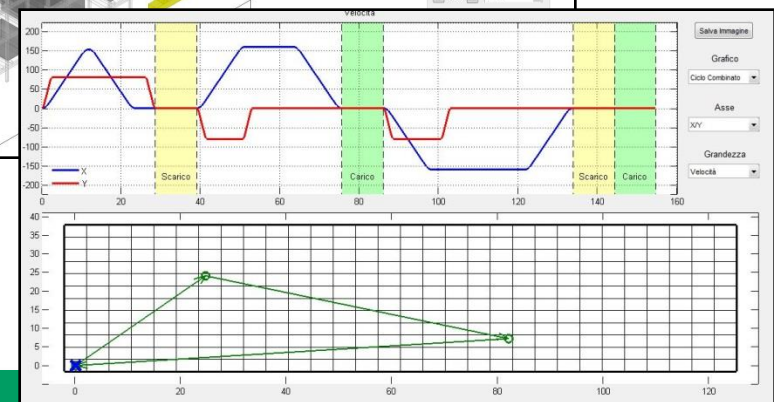
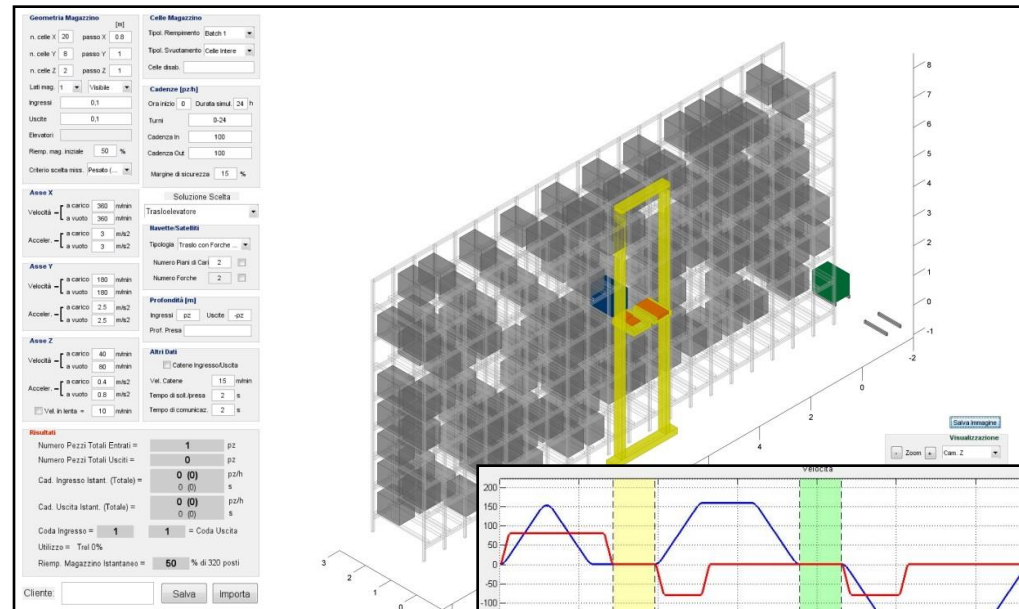
**Dimensionamento in accordo a FEM-Profile 9.851**

## Carichi:

- Scelta delle caratteristiche generali della macchina sulla base della tipologia e del peso dell'UDC, dell'altezza del magazzino, delle funzionalità richieste
- Stima dei pesi sulla base delle caratteristiche individuate e del progetto preliminare della macchina

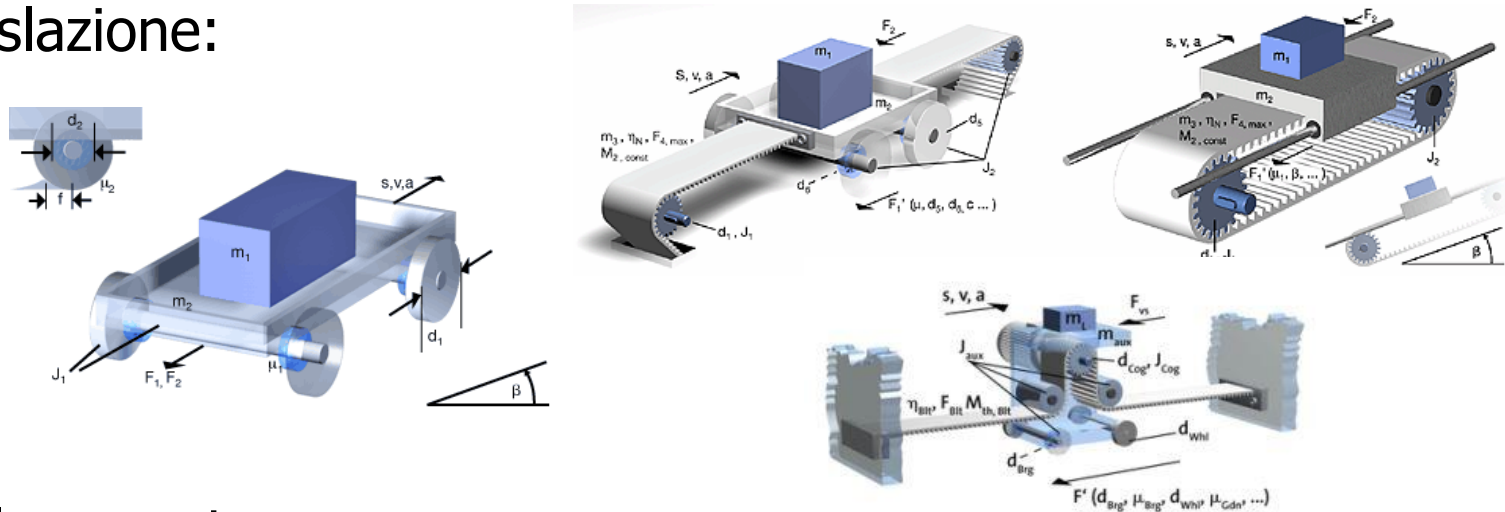
## Prestazioni:

- Calcolo delle velocità e accelerazioni necessarie per rispettare i tempi cicli richiesti dal cliente (secondo la norma FEM 9.851)
- Per cicliche e fisionomie di magazzino più complesse, simulazione dei flussi in ingresso e uscita dal magazzino tramite software interno

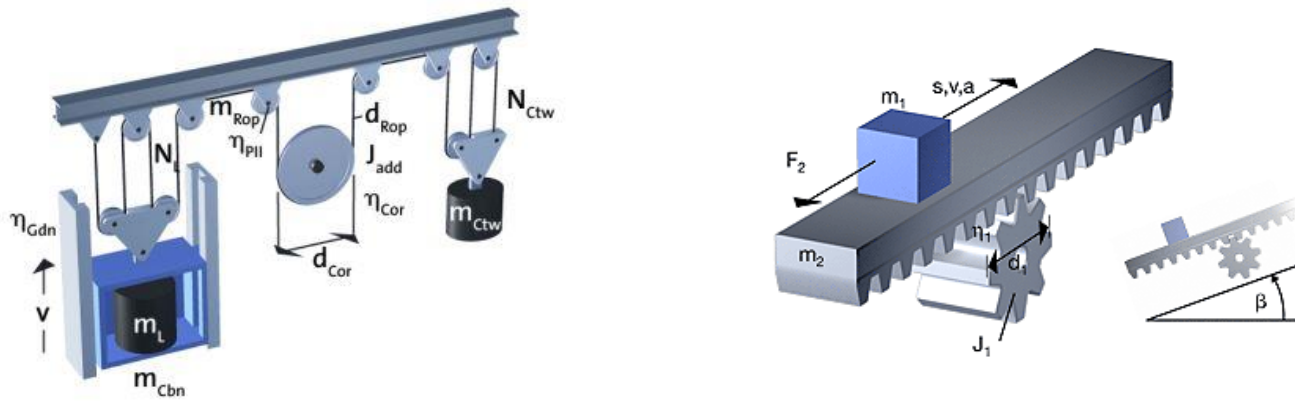


# LA SCELTA DSD: VELOCE E COMPLETA

Traslazione:



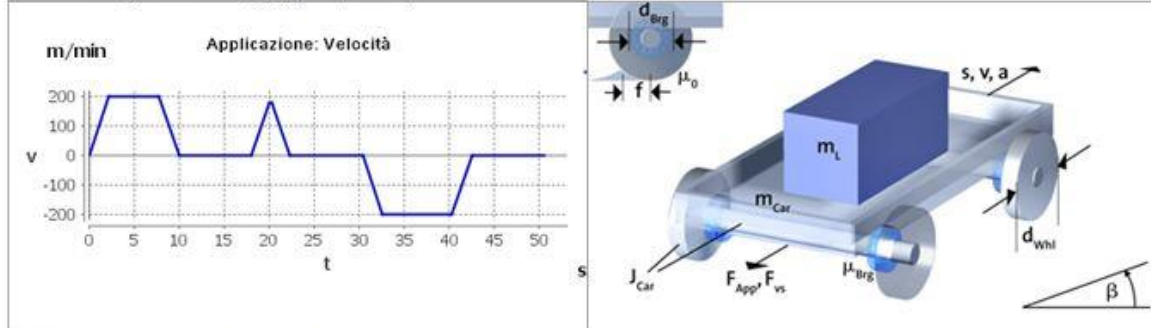
Sollevaramento:



# DRIVE SOLUTION DESIGNER

<b>Cliente: Cassioli</b>		<b>Azionamento di trazione</b>	
Contatto:		Diametro ruota	$d_{whl}$ 300 mm
Telefono:		Massa veicolo	$m_{car}$ 2400 kg
E-mail:		Momento d'inerzia addizionale	$J_{add}$ 0 kgm <sup>2</sup>
<b>Progetto: Rinascimento Tecnologico</b>		Inclinazione	$\beta$ 0°
Asse di azionamento: Asse X		Resistenza specifica all'avanzamento	$F'$ 323 N/t

<b>Dati di riferimento cinematici</b>	
Tempo di ciclo	$t$ 50,5 s
Velocità max.	$v_{max}$ 3,33 m/s
Accelerazione max.	$a_{max}$ 1,50 m/s <sup>2</sup>
Massa max. spostata	$m_{sum,max}$ 2400 kg

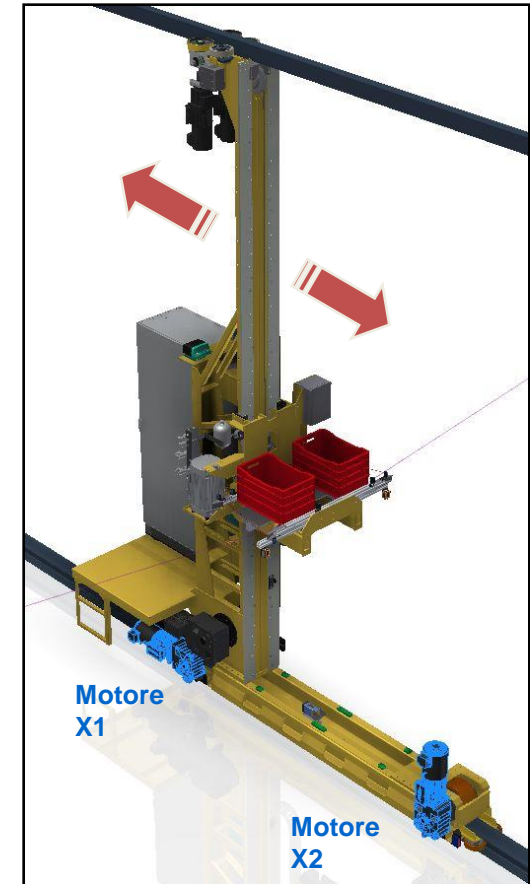


<b>Rete elettrica e condizioni ambientali</b>	
Rete elettrica	$U$ 400 V / 50 Hz / 3
Temperatura ambiente max. motore/inverter	$\theta_{op}$ 30.C / 40.C
Altitudine	$h$ 1000 m

<b>Fabbisogno calcolato dell'applicazione</b>	
Punto di lavoro max.	$op_{r,max}$ 212 1/min / 328 Nm / 7,29 kW
Potenza limite applicazione	$P_{cto}$ 7,29 kW (x2)
Momento d'inerzia max. carico	$J_{max}$ 27,0 kgm <sup>2</sup>

Prodotti selezionati	Dati nominali	Utilizzo	
		Termico	Massimo
Motore	2 x MFFMABS 100-32		
	$P_N, n_N, M_N$	7,5 kW / 3515 1/min / 20,3 Nm	M 42 % 92 %
Riduttore	2 x GKS06-3M (Accoppiamento diretto)		
	$i_g / M_{car,out}$	17,8090 / 518 Nm	M 37 % 89 % n 61 % 84 %
Inverter	2 x E94ASHE0174		
	$I_N, I_{max}$	16,5 A / 49,5 A	I 70 % 34 % P 11 % 11 %
Transistor di frenatura integrato			
Resistenza di frenatura	2 x ERBD018R01K6		P 16 % 14 %
Freno elettromeccanico	2 x A molle BFK458		
Retroazione	2 x Resolver RS1		

# Asse X





## Cliente: Cassioli

Contatto:  
Telefono:  
E-mail:

## Progetto: Rinascimento Tecnologico

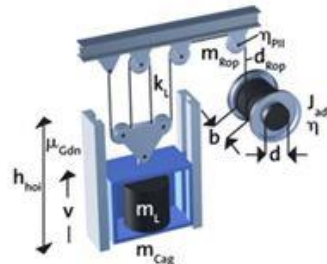
Asse di azionamento: Asse Y

### Dati di riferimento cinematici

Tempo di ciclo	t	38,8 s
Velocità max.	$v_{max}$	1,00 m/s
Accelerazione max.	$a_{max}$	0,800 m/s <sup>2</sup>
Massa max. spostata	$m_{sum,max}$	500 kg

### Azionamento di sollevamento senza contrappeso

Diametro tamburo della fune	d	210 mm
N. taglie lato carico	$k_L$	1
Massa gabbia	$m_{cag}$	500 kg
Diametro fune	$d_{rop}$	0 mm
Larghezza tamburo della fune	b	1000 mm
Altezza di sollevamento max.	$h_{hol}$	20,0 m
Massa fune	$m_{rop}$	0 kg
Massa attiva fune	$m_{rop,1}$	0 kg
Numero max. strati di avvolgimento		0
Momento d'inerzia addizionale	$J_{add}$	0 kgm <sup>2</sup>
Rendimento pozzo	$\eta_{con}$	1,00
Rendimento rulli	$\eta_{rll}$	1,00
Rendimento tamburo della fune	$\eta$	0,900



### Rete elettrica e condizioni ambientali

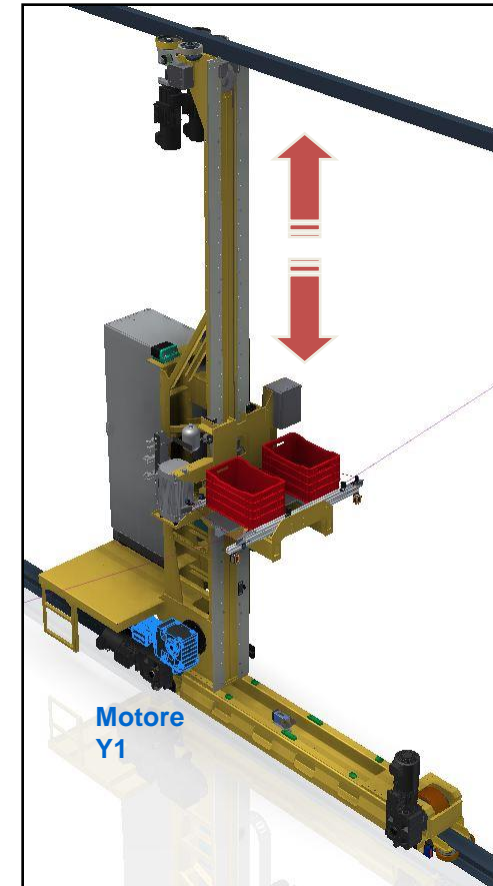
Rete elettrica	U	400 V / 50 Hz / 3
Temperatura ambiente max. motore/inverter	$\theta_{sup}$	30.C / 40.C
Altitudine	h	1000 m

### Fabbisogno calcolato dell'applicazione

Punto di lavoro max.	$opr_{max}$	90,9 1/min / 614 Nm / 5,85 kW
Potenza limite a applicazione	$P_{cto}$	5,85 kW
Momento d'inerzia max. carico	$J_{max}$	5,51 kgm <sup>2</sup>

Prodotti selezionati	Dati nominali	Utilizzo			
		Termico	Massimo		
Motore	1 x MFFMABS 100-32 $P_N, n_N, M_N$	7,5 kW / 3515 1/min / 20,3 Nm	M	68 %	68 %
Riduttore	1 x GKS07-3M (Accoppiamento diretto) $i_3/M_{per,out}$	36,0630 / 1290 Nm	M	40 %	48 %
			n	35 %	73 %
Inverter	1 x E94ASHE0174 $I_N, I_{max}$	16,5 A / 49,5 A	I	86 %	32 %
Transistor di frenatura integrato			P	26 %	26 %
Resistenza di frenatura	1 x ERBD018R01K6				
			P	33 %	15 %
Freno elettromeccanico	1 x A molle BFK458				
Retroazione	1 x Resolver RS1				

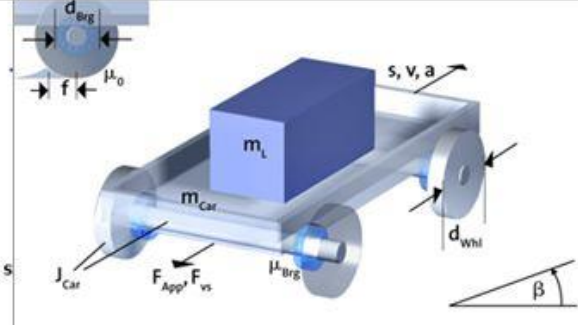
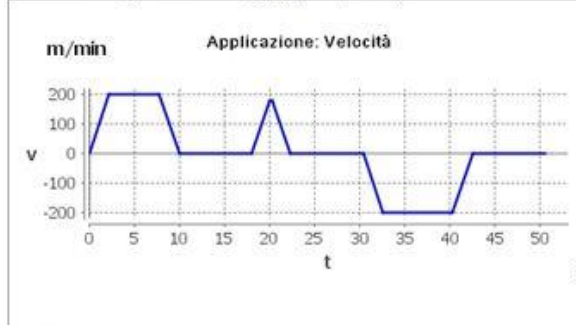
# Asse Y



# DRIVE SOLUTION DESIGNER

<b>Cliente: Cassioli</b>		<b>Azionamento di trazione</b>	
Contatto:		Diametro ruota	$d_{whl}$ 200 mm
Telefono:		Massa veicolo	$m_{car}$ 800 kg
E-mail:		Momento d'inerzia addizionale	$J_{acc}$ 0 kgm <sup>2</sup>
<b>Progetto: Rinascimento Tecnologico</b>		Inclinazione	$\beta$ 0 °
Asse di azionamento: Asse X antipendolo		Resistenza specifica all'avanzamento	$F'$ 472 N/t

<b>Dati di riferimento cinematici</b>	
Tempo di ciclo	$t$ 50,5 s
Velocità max.	$v_{max}$ 3,33 m/s
Accelerazione max.	$a_{max}$ 1,50 m/s <sup>2</sup>
Massa max. spostata	$m_{sum,max}$ 800 kg

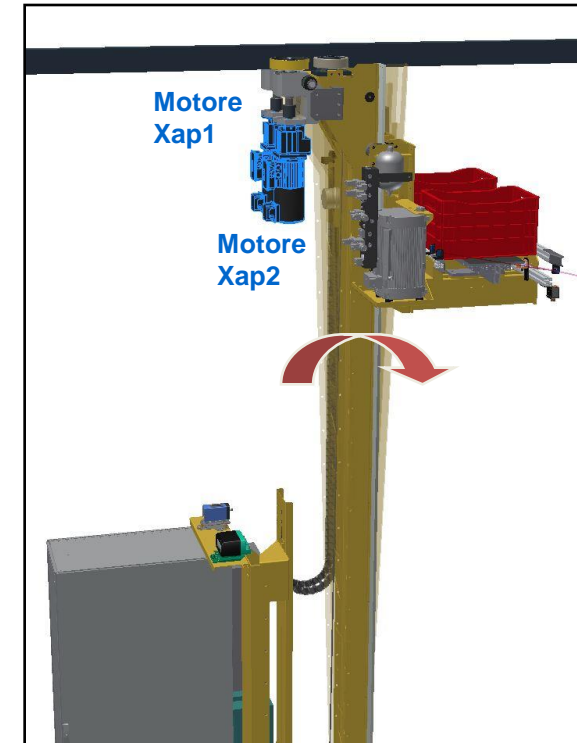


<b>Rete elettrica e condizioni ambientali</b>	
Rete elettrica	$U$ 400 V / 50 Hz / 3
Temperatura ambiente max. motore/inverter	$\vartheta_{op}$ 30.C / 40.C
Altitudine	$h$ 1000 m

<b>Fabbisogno calcolato de l'applicazione</b>	
Punto di lavoro max.	$opr_{max}$ 318 1/min / 78,9 Nm / 2,63 kW
Potenza limite applicazione	$P_{cto}$ 2,63 kW (x2)
Momento d'inerzia max. carico	$J_{max}$ 4,00 kgm <sup>2</sup>

Prodotti selezionati	Dati nominali	Utilizzo		
			Termico	Massimo
Motore	2 x MFFMARS 080-42			
	$P_N, n_N, M_N$	3,0 kW / 3480 1/min / 8,20 Nm	M 43 %	77 %
Riduttore	2 x GST05-2M (Accoppiamento diretto)			
	$i_g / M_{in,out}$	11,2000 / 128 Nm	M 36 % n 53 %	87 % 79 %
Inverter	1 x E94ASHE0174			
	$I_N, I_{max}$	16,5 A / 49,5 A	I 50 %	26 %
Transistor di frenatura integrato			P 7 %	7 %
Resistenza di frenatura	1 x ERBD047R01K2		P 6 %	10 %
Freno elettromeccanico	Senza freno			
Retroazione	2 x Resolver RS1			

# Asse X-ap



# RISULTATI PER PRODOTTI

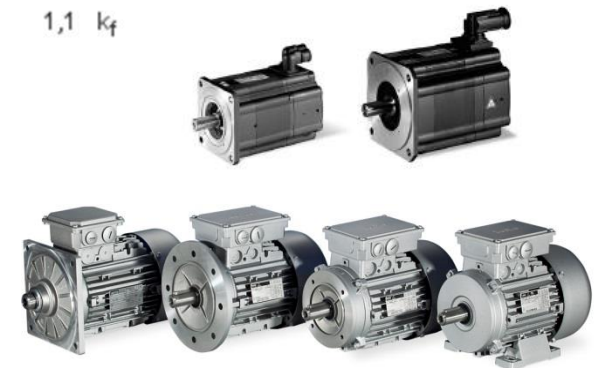
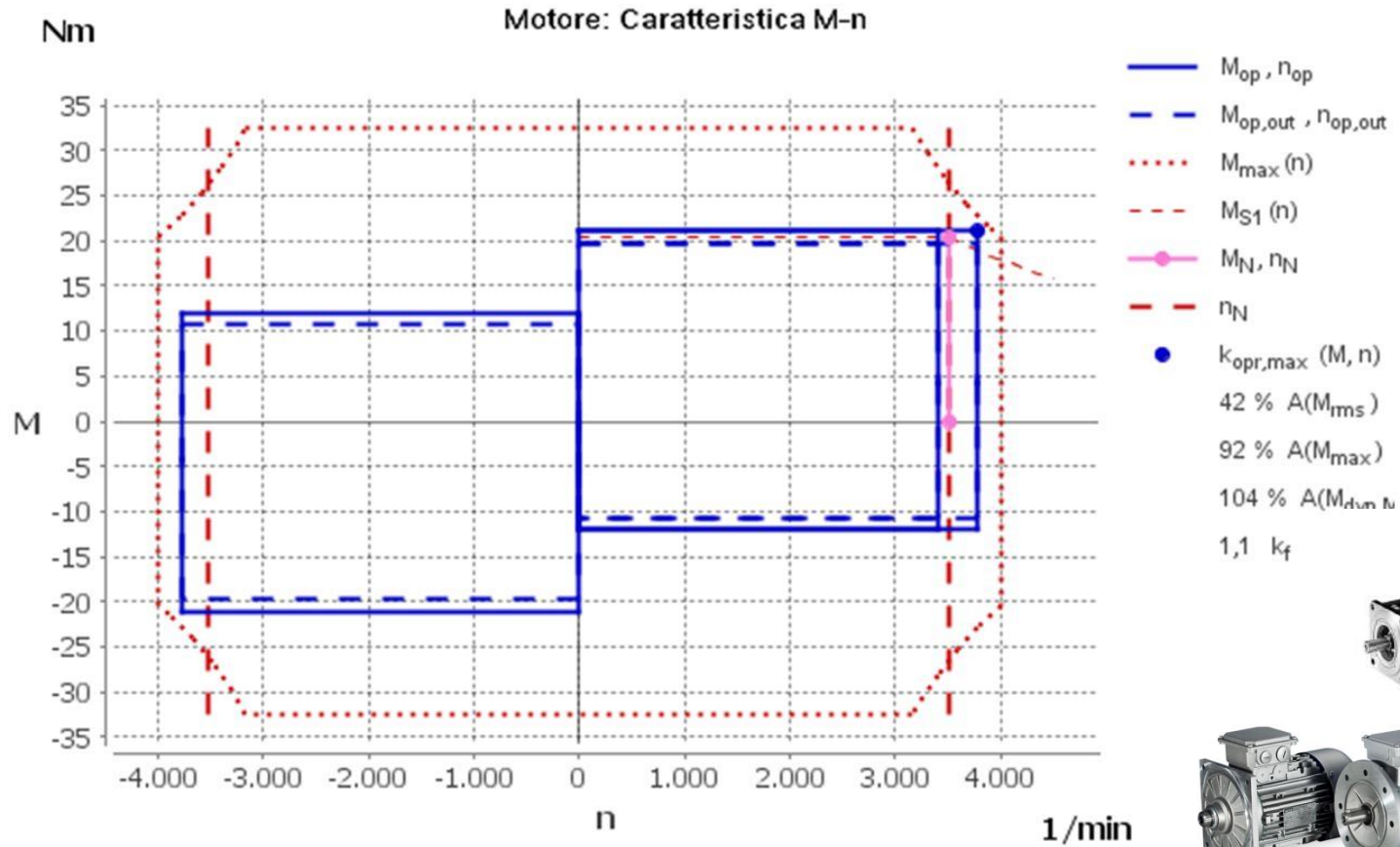
## Il dettaglio motore (asse X)

### Motore

Dati tecnici		
Tipo motore:	Motore	MFFMABS 100-32
Tipo motore C 86:	C 86	1594
Dati meccanici:	$P_N, n_N, M_N$	7,5 kW / 3515 1/min / 20,3 Nm
Dati nominali:		375 V (Y) / 120 Hz / 15,9 A
Fattore di potenza:	$\cos \varphi$	0,81
Raffreddamento:	Raffreddamento	Servoventilatore
Momento d'inerzia:		66,0 kgcm <sup>2</sup>
Momento d'inerzia addizionale sull'albero motore:	$J_{add,M}$	0 kgcm <sup>2</sup>
Retroazione:		Resolver RS1
Combinazione inverter / retroazione:		Possibile
Freno elettromeccanico:		BFK458 12 / 23,0 Nm
Dati di dimensionamento		
Utilizzo coppia efficace:	$A(M_{rms})$	42 %
Utilizzo coppia max.:	$A(M_{max})$	92 %
Sovraccarico per brevi periodi:	$A(M_{dyn,M})$	104 %
Fattore di deflussaggio del campo:	$k_f$	1,1
Fattore di bilanciamento inerzie:	$k_J$	12
Fattore di correzione temperatura ambiente:		1,0
Fattore di correzione altitudine:		1,0
Potenza dissipata media:	$P_{th,ave,M}$	0,40 kW
Coppia nominale freno / coppia di frenatura configurata:	$M_N / M_0$	7,04

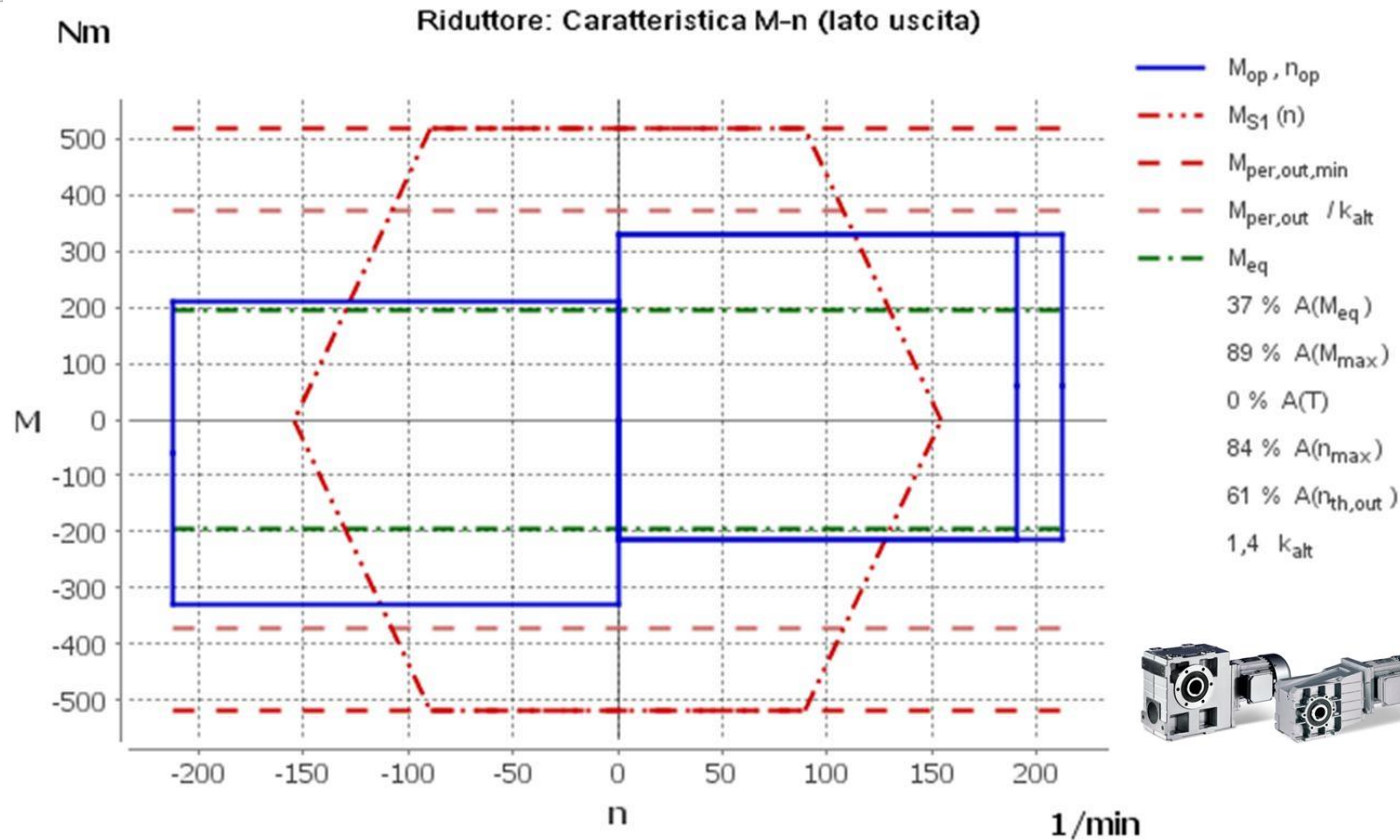
# RISULTATI PER PRODOTTI

## Il dettaglio motore (asse X)



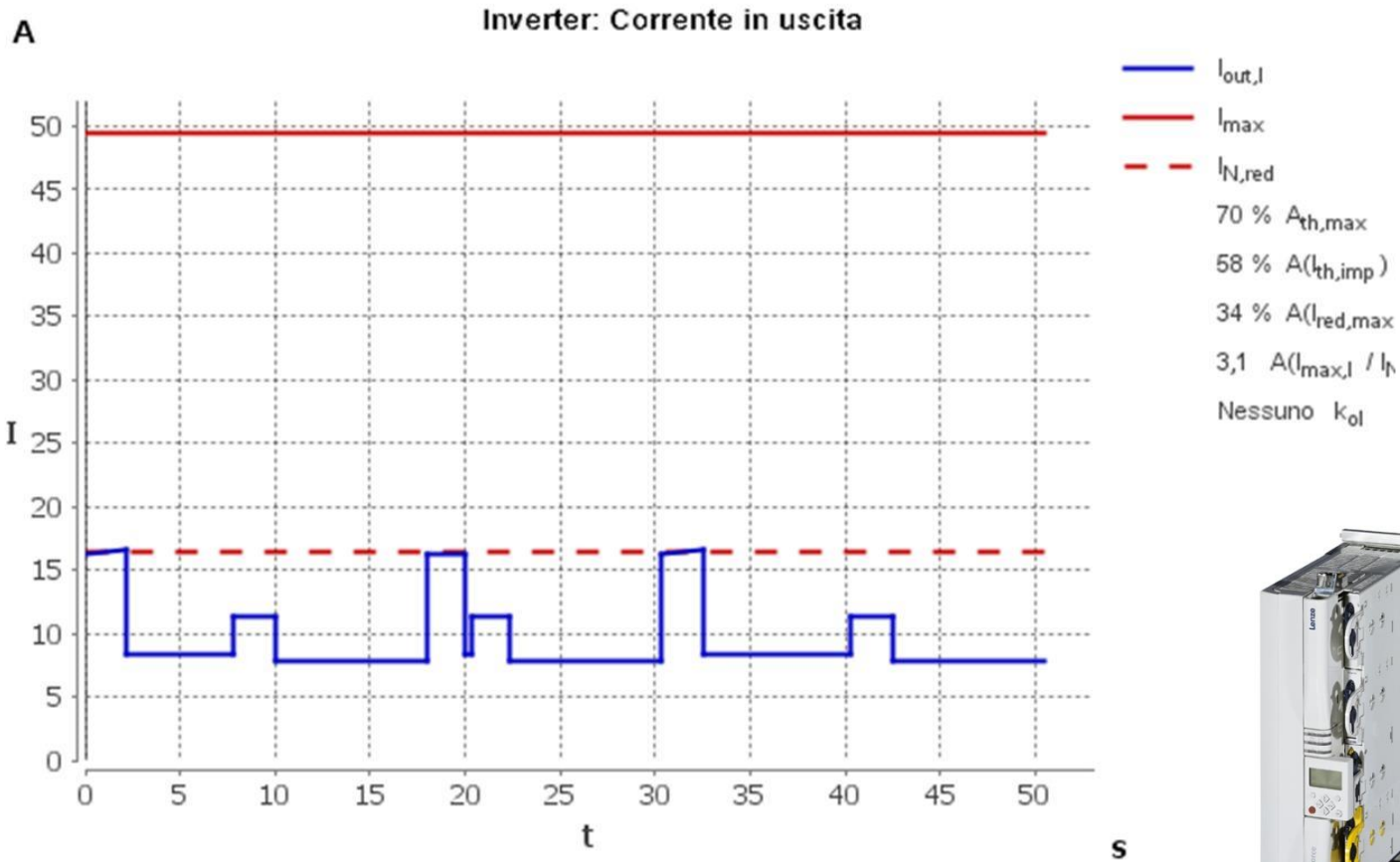
# RISULTATI PER PRODOTTI

## Il dettaglio riduttore (asse X)



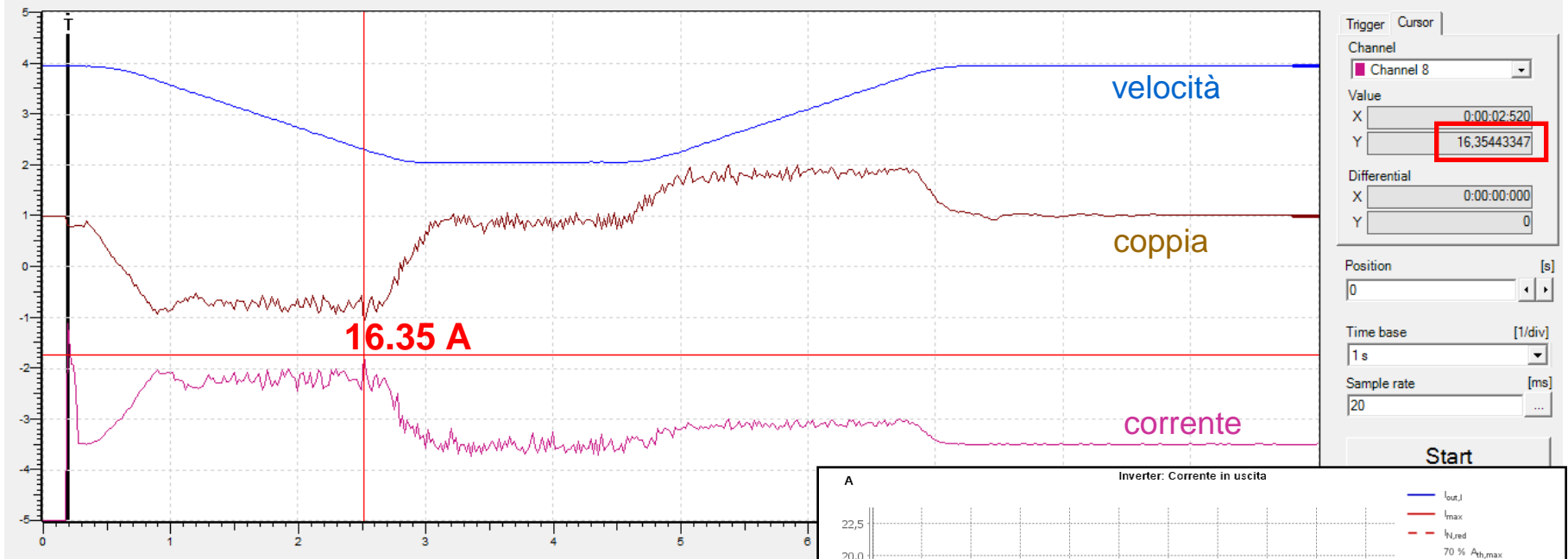
# RISULTATI PER PRODOTTI

## Il dettaglio azionamento (asse X)

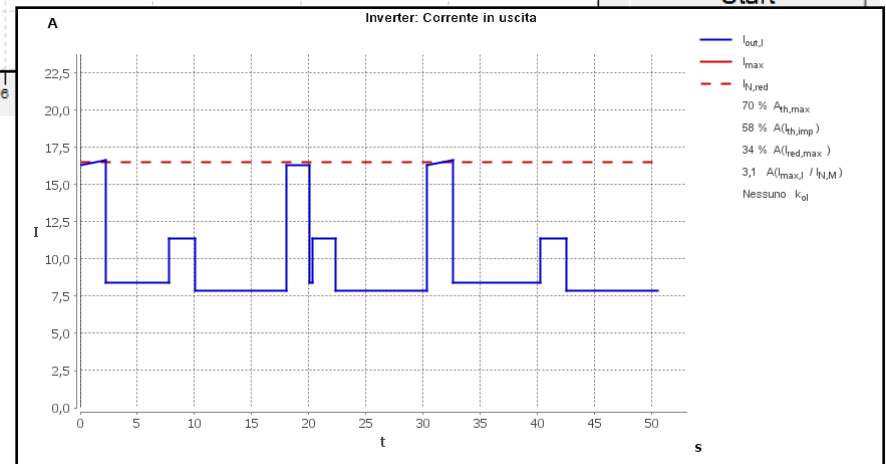


# CONFRONTO TEORIA / REALTA'

## Oscilloscopio



Assorbimenti teorici



# POST-PROCESSOR

## Application Tuner (dal DSD 4.0)

ApplicationTuner

Modifica dati dell'applicazione:

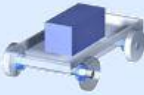


$d_{whl} =$  550,0 550,0 mm  
 $m_{Car} =$  9500 11000 kg  
 $J_{add} =$  0 0 kgm<sup>2</sup>  
 $\beta =$  0 0 60,00 °  
 $F' =$  43,88 43,88 NA

Modifica movimento:

MotionDesigner

Confronto risultati

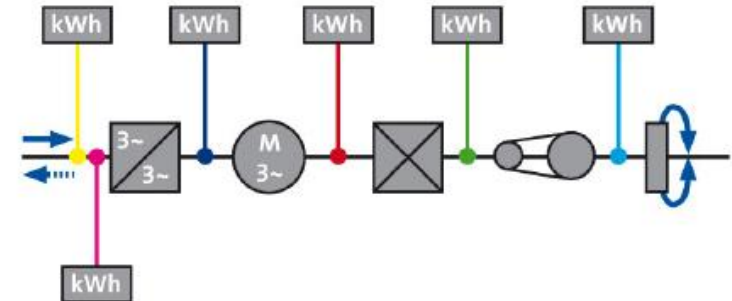
Panoramica | Applicazione | Riduttore | Motore | Inverter | Costi energetici | Cor

	$P_{cto}$	20 kW <b>22 kW</b>
	$P_{rms,cto}$	9,37 kW <b>10,8 kW</b>
	$P_{max}$	20 kW <b>22 kW</b>
	$M_{max}$	1793 Nm <b>2058 Nm</b>
	$n_{max}$	104 1/min 104 1/min
	$a_{max}$	0,600 m/s <sup>2</sup> 0,600 m/s <sup>2</sup>
	$i_{req}$	34,174 34,174
	$i_{act,G}$	32,940 32,940
	Esecuzione	Accoppiamento diretto Accoppiamento diretto
	$M_{per,out}$	2984 Nm 2984 Nm
	$k_G$	0,953 0,953
	$n_{per,in,max}$	4000 1/min 4000 1/min
	$P_N$	18,5 kW 18,5 kW
	$n_N$	3560 1/min 3560 1/min
	$M_N$	49,6 Nm 49,6 Nm
	$I_N$	39,0 A 39,0 A
	$A(M_{rms})$	54 % <b>62 %</b>
	$A(M_{max})$	64 % <b>73 %</b>
	$P_N$	15,0 kW 15,0 kW
	$I_N$	32,0 A 32,0 A
	$I_{max}$	76,8 A 76,8 A
	$A_{th,max}$	81,9 % <b>87,5 %</b>
	$A(I_{imp,max})$	71,2 % <b>78,3 %</b>
	$A(I_{load,max})$	63,5 % <b>71,6 %</b>

Guida Speichern Chiudi



## Analisi energetica



## Analisi energetica della movimentazione

☎ :

@ :

### Progetto:

Asse di azionamento:

### Dati essenziali cinematici

Tempo di ciclo	64,0 s
Velocità max.	0,420 m/s
Accelerazione max.	0,500 m/s <sup>2</sup>
Massa max. carico utile	2500 kg

### Azionamento di sollevamento senza contrappeso

Diametro tamburo di avvolgimento	d	184 mm
N. taglie lato carico	$k_L$	1
Massa gabbia	$m_{Cag}$	2500 kg
Diametro fune	$d_{Rop}$	0 mm
Larghezza tamburo di avvolgimento	b	1000 mm
Altezza di sollevamento max.	$h_{noi}$	20,0 m
Massa fune	$m_{Rop}$	0 kg
Massa attiva fune	$m_{Rop,1}$	0 kg
Numero max. strati di avvolgimento		
Momento d'inerzia addizionale	$J_{add}$	0 kgm <sup>2</sup>
Rendimento pozzo	$\eta_{Gdn}$	1,00
Rendimento rulli	$\eta_{Pll}$	1,00
Rendimento tamburo della fune	$\eta$	0,900

# MOVIMENTAZIONE

## Analisi energetica

### Considerazione dell'efficienza energetica

#### Grandezze di riferimento predefinite:

Intervallo di controllo	5,0 a
Prezzo per kW/ora	0,1000 €/kWh
Numero di cicli	1,1E06
Durata d'esercizio media macchina	46 %

#### Intero sistema:

	Fabbisogno di energia	Costi energia	Quota CO <sub>2</sub>
Un ciclo	0,076 kWh	7,6E-03 €	0,042 kg
Intervallo di controllo totale	85629 kWh	8563 €	47096 kg
Risparmio con recupero in rete	42626 kWh	4263 €	23444 kg

#### Componenti di azionamento:

	Fabbisogno di energia	Costi energia	Tipo
Inverter	3848 kWh	385 €	E94AMxE0244
Motore	17607 kWh	1761 €	MDFMABS 160-22
Riduttore	7848 kWh	785 €	GKS09-3 / Accoppiamento diretto

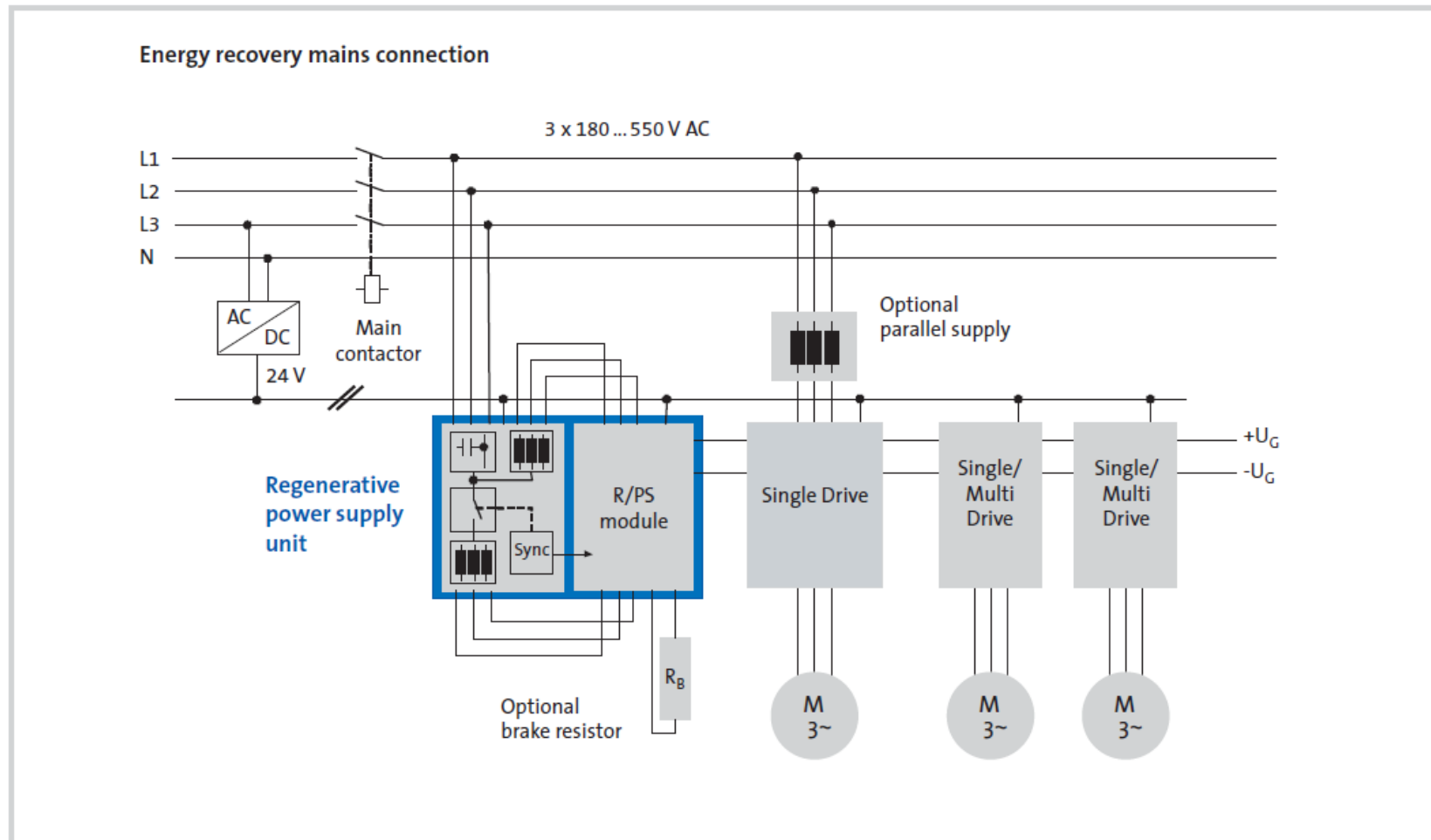
#### Applicazione:

	Fabbisogno di energia	Costi energia	Tipo
Fabbisogno di energia dell'applicazione	13701 kWh	1370 €	Azionamento di sollevamento senza contrappeso

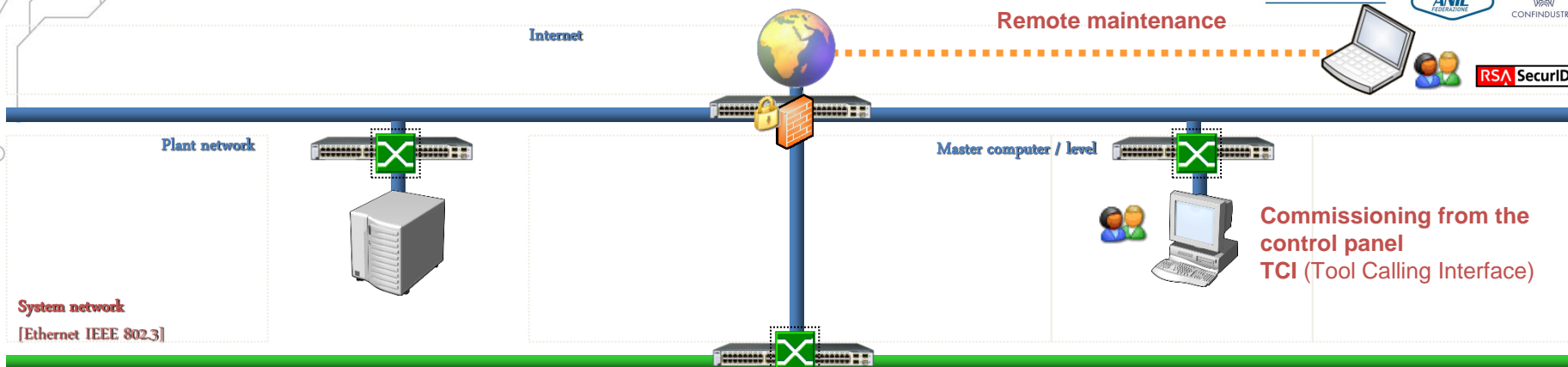


# IL RECUPERO IN RETE

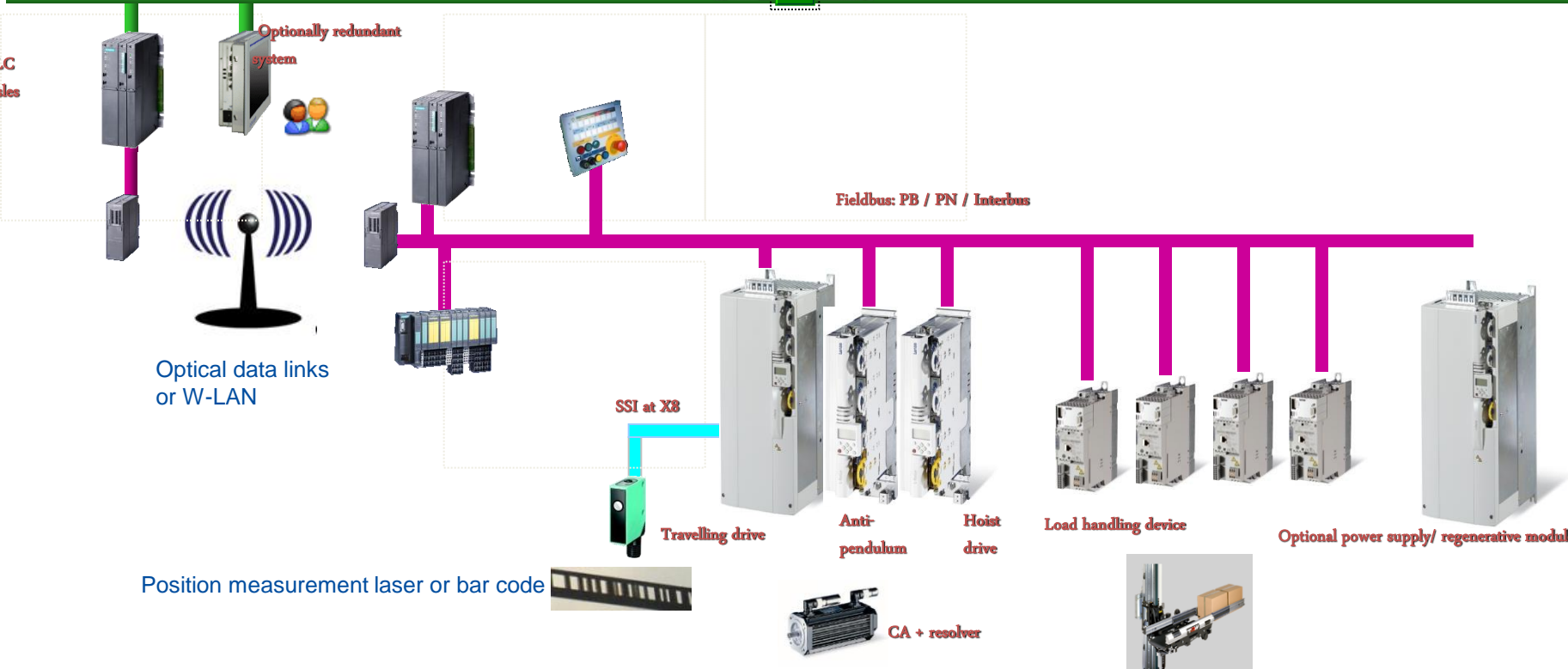
## I Moduli di Rigenerazione



# L'ARCHITETTURA di impianto

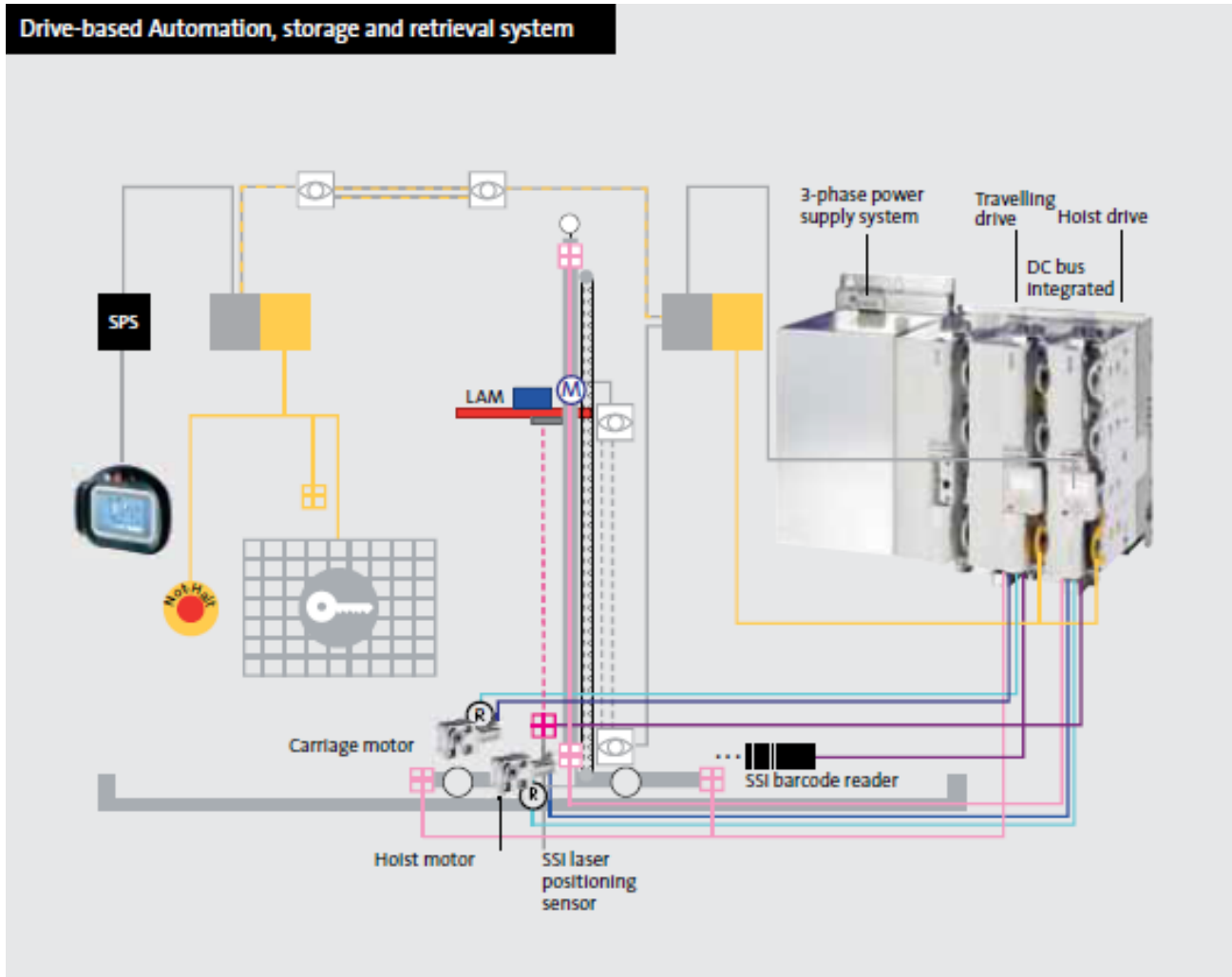


Commissioning from the control panel  
TCI (Tool Calling Interface)



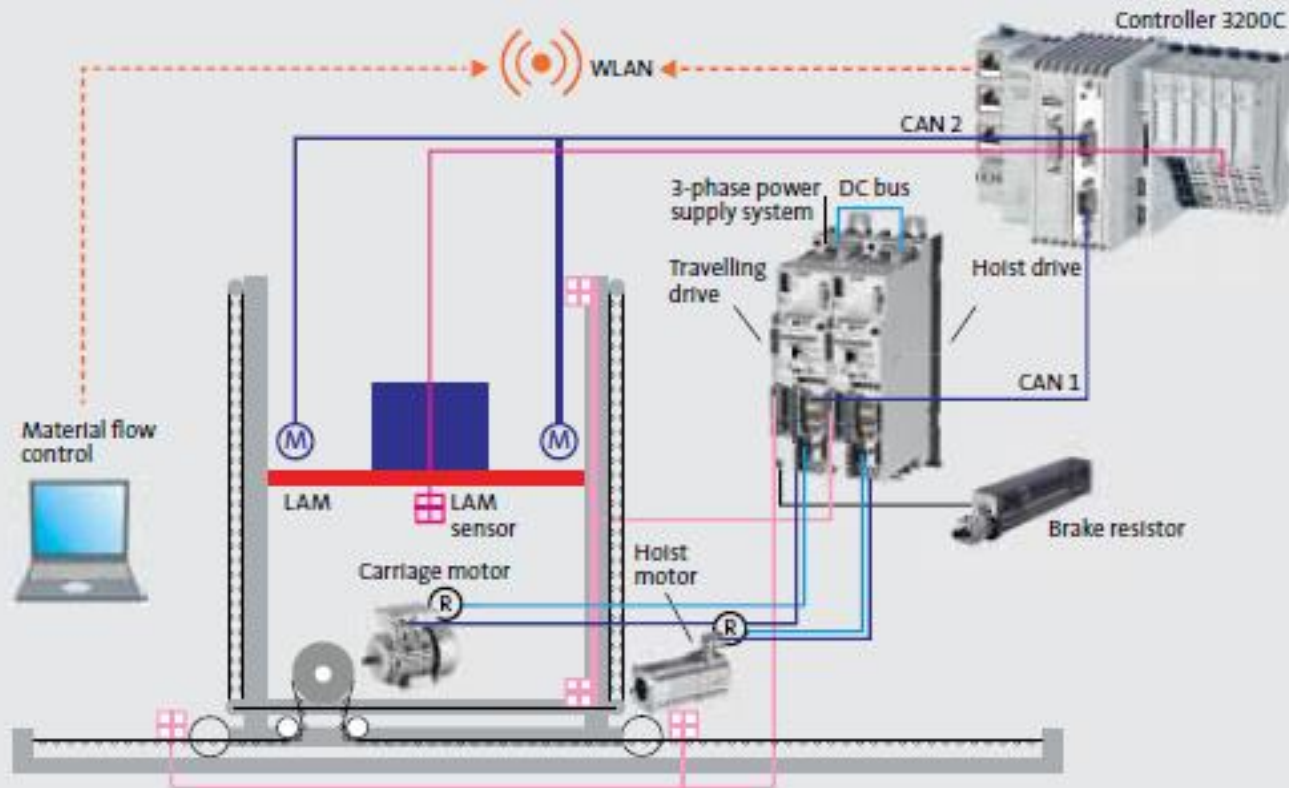
# L'ARCHITETTURA per un trasloelevatore

Drive-based Automation, storage and retrieval system

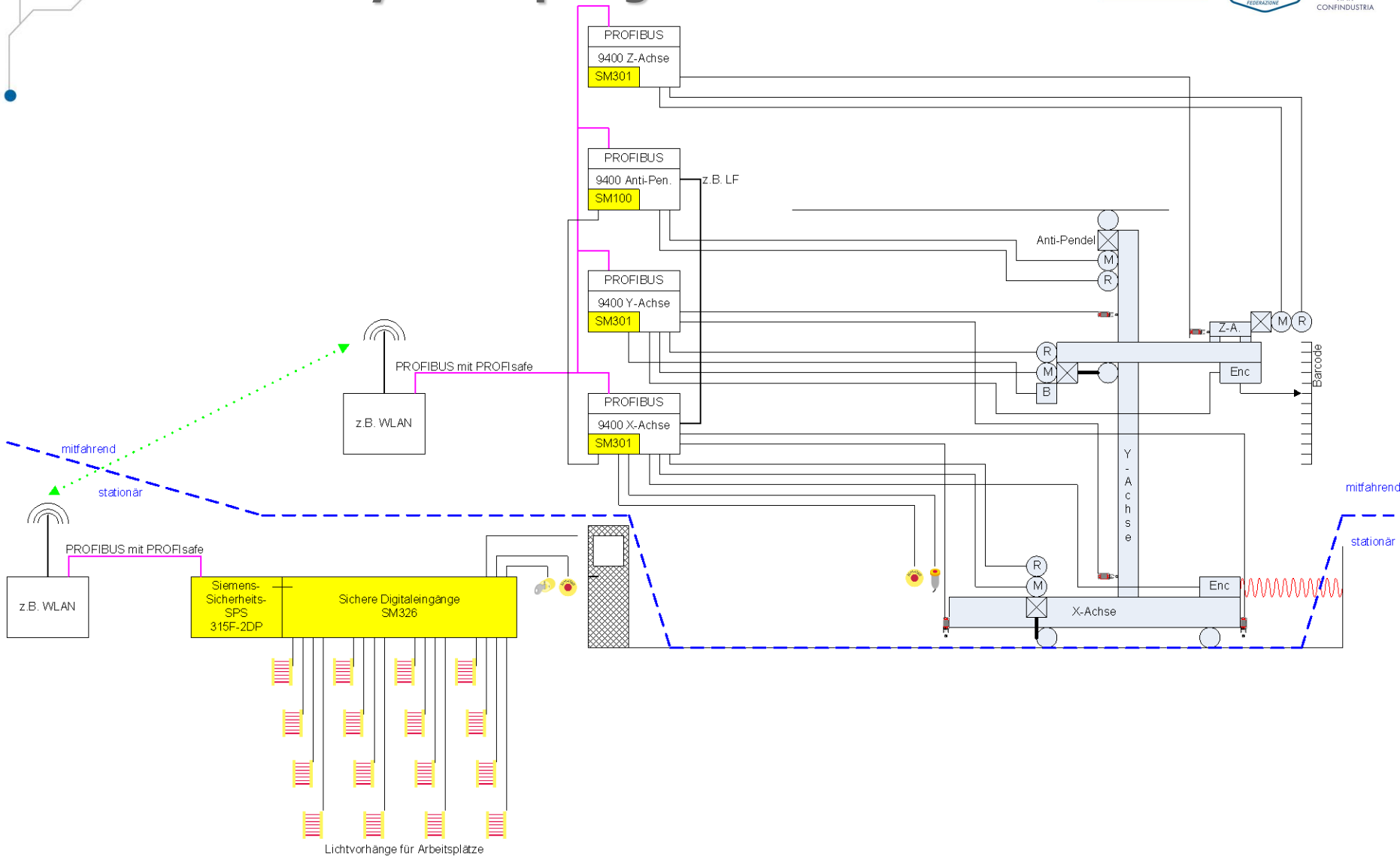


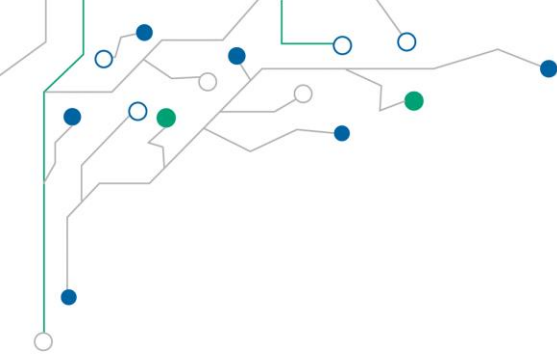
# L'ARCHITETTURA per una navetta

## Controller-based Automation, shuttle system



# Safety concept : globale





## IN CONCLUSIONE I GOAL da raggiungere

- Ottenere un'alta densità di stoccaggio in relazione alle aree disponibili, sfruttando l'altezza;
- Ridurre il numero di addetti al trasporto interno ed ottimizzare il flusso delle merci in ingresso e uscita;
- Aumentare qualità e quantità del servizio;
- Conoscere quantità e disponibilità delle merci in giacenza e il loro grado di movimentazione nel tempo, fissando le regole per un controllo gestionale automatico;
- Utilizzare il magazzino su più turni o a ciclo continuo;
- Movimentare Unità di Carico in ambienti gravosi (es: celle frigorifere)
- Garantire un ridotto consumo di energia effettuando una accurata selezione dei componenti



## IN CONCLUSIONE I GOAL da raggiungere

- Ottenere un'alta densità di stoccaggio in relazione alle aree disponibili, sfruttando l'altezza;
- Ridurre il numero di addetti al trasporto interno ed ottimizzare il flusso delle merci in ingresso e uscita;
- Aumentare qualità e quantità del servizio;
- Conoscere quantità e disponibilità delle merci in giacenza e il loro grado di movimento automatizzato;
- Utilizzare le soluzioni MECCATRONICHE;
- Movimentare le merci in modo efficiente;
- Garantire la sicurezza e la qualità dei componenti.

**... Ma su tutto,  
alle soluzioni MECCATRONICHE  
è demandato il compito di assicurare  
il MASSIMO  
DELLE PRESTAZIONI OPERATIVE.**