

Le metodologie
computazionali per
l'utilizzo dei software
di analisi strutturale



Galleria San Marco 4
33170 Pordenone
Tel. 0434 28465
Fax 0434 28466
E-mail info@csi-italia.eu
<http://www.csi-italia.eu>

CSiPlant
SAP2000



CSiPLANT: INTRODUZIONE

A cura di:

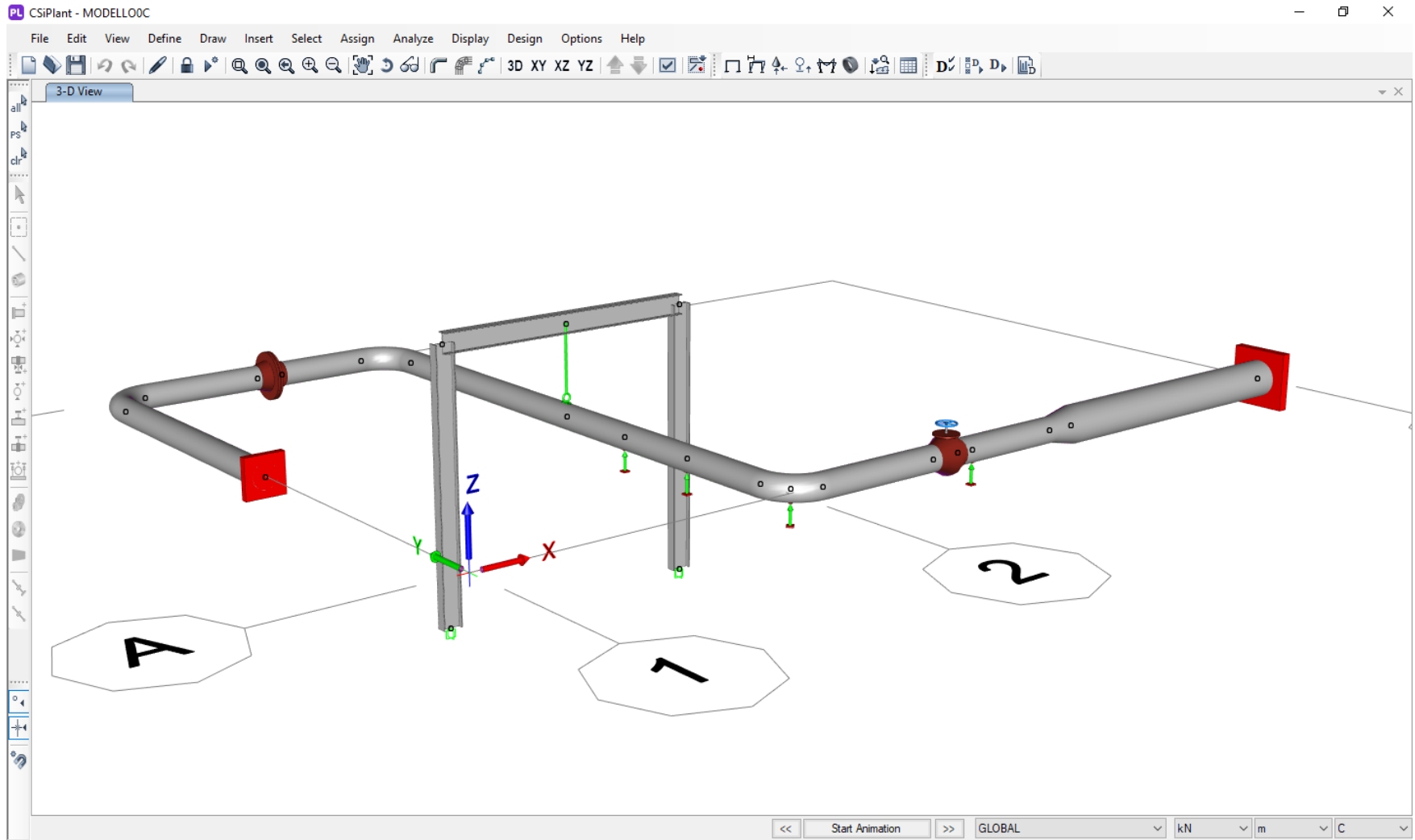
Ing. Leonardo Bandini leonardo@csi-italia.eu

CSi Italia, Tel. 0434.28465

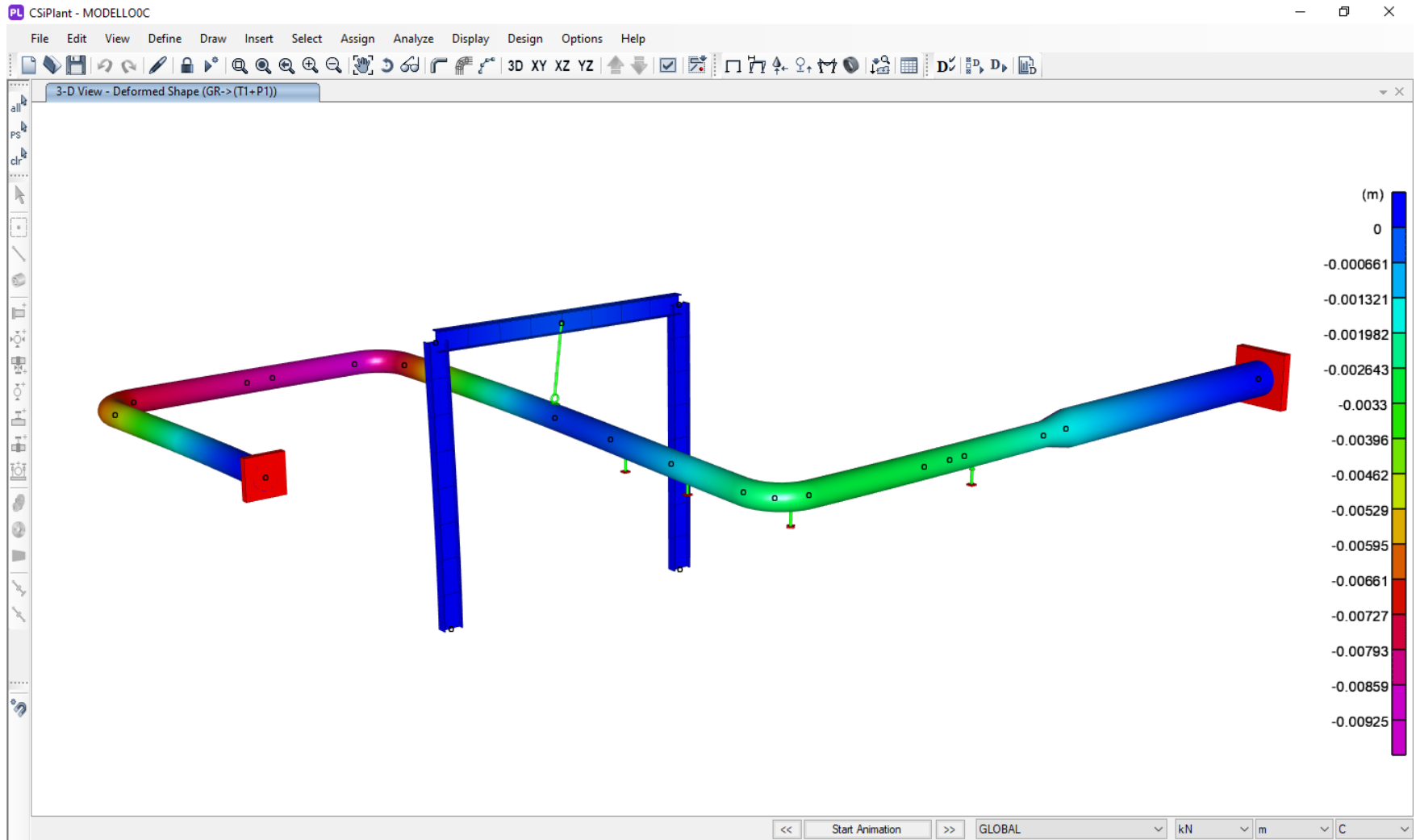
Cell. 347.1921706

MODELLAZIONE DI UNA PIPELINE

MODELLAZIONE DI UNA PIPELINE



MODELLAZIONE DI UNA PIPELINE



MODELLAZIONE DI UNA PIPELINE

Principali caratteristiche di CSiPlant:

- strumenti CAD avanzati per un tracciamento veloce delle Pipeline;
- libreria di materiali, sezioni e supporti;
- collegamento automatici dei supporti su elementi strutturali;
- proprietà dipendenti dalle temperature;
- inclusione automatica dei fattori di stress intensification factor, SIF e dei fattori correttivi delle rigidezze;
- supporti non lineari combinabili nei sei gradi di libertà;
- carichi automatici per vento e sisma

MODELLAZIONE DI UNA PIPELINE

A - ASSIGN

	Pipe Property Set...	Q
	Frame Property...	E
	Link Property...	2
	Anchor to Point...	A
	Guide to Point...	G
	Line Stop to Point...	X
	Hanger to Point...	H
	Snubber to Point...	S
	Vertical Stop to Point...	Z
	Spring Hanger to Point...	N
	Support Connection...	C
	Point Restraints...	T
	Frame Releases...	R

R - DRAW

	Point...	T
	Pipe...	Q
	Frame...	E
	Anchor...	A
	Guide...	G
	Line Stop...	X
	Vertical Stop...	Z
	Hanger...	H
	Snubber...	S
	SpringHanger...	N
	Flange...	F
	Valve...	V
	Reducer...	R
	1-Joint Link...	1
	2-Joint Link...	2

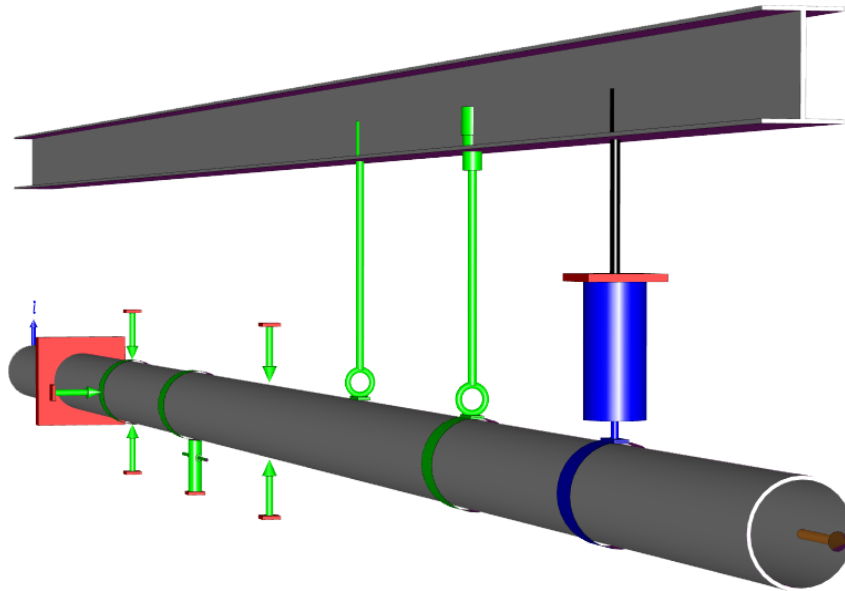
I - INSERT

	Point...	T
	Pipe...	Q
	Anchor...	A
	Guide...	G
	Line Stop...	X
	Vertical Stop...	Z
	Hanger...	H
	Snubber...	S
	Spring Hanger...	N
	Flange...	F
	Valve...	V
	Reducer...	R
	1-Joint Link...	1

F - LOAD

	Point Load...	F
	Ground Displacement...	G
	Pipe Pressure...	R
	Pipe Temperature...	T
	Pipe Concentrated Load...	C
	Pipe Distributed Load...	D
	Pipe Strain Load...	S

MODELLAZIONE DI UNA PIPELINE



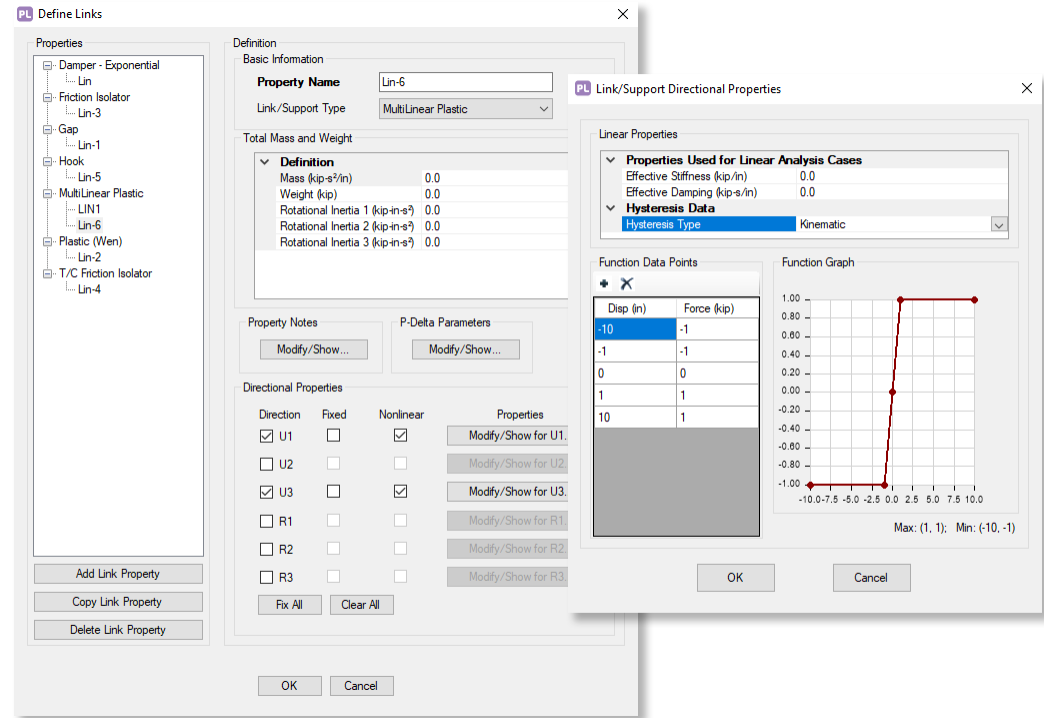
SUPPORTI PER TUBAZIONI

Anchors, Guides, Line Stops, Vertical Stops,
Rod Hangers, Snubbers, and Spring Hangers.

MODELLAZIONE DI UNA PIPELINE

LINK ELEMENTS

CSiPlant offre la possibilità di definire supporti formati dalla combinazione diversa di più link, uno per direzione. Così GAP, friction ed altri, possono essere definiti contemporaneamente nei 6 DOF.



MODELLAZIONE DI UNA PIPELINE

PL Define Load Patterns ✕

Name	Load Type		Self Weight Multiplier	Auto Pattern	Auto Load Case	Notes
Insulation	Insulation		0		<input type="checkbox"/>	
Lining	Lining		0		<input type="checkbox"/>	
Cladding	Cladding		0		<input type="checkbox"/>	
Fluid	Fluid Weight		0		<input type="checkbox"/>	
Dead	Self Weight	▼	1		<input type="checkbox"/>	
T1	Temperature	▼	0		<input type="checkbox"/>	
T2	Temperature	▼	0		<input type="checkbox"/>	
P1	Pressure	▼	0		<input type="checkbox"/>	
P2	Pressure	▼	0		<input type="checkbox"/>	

Click to

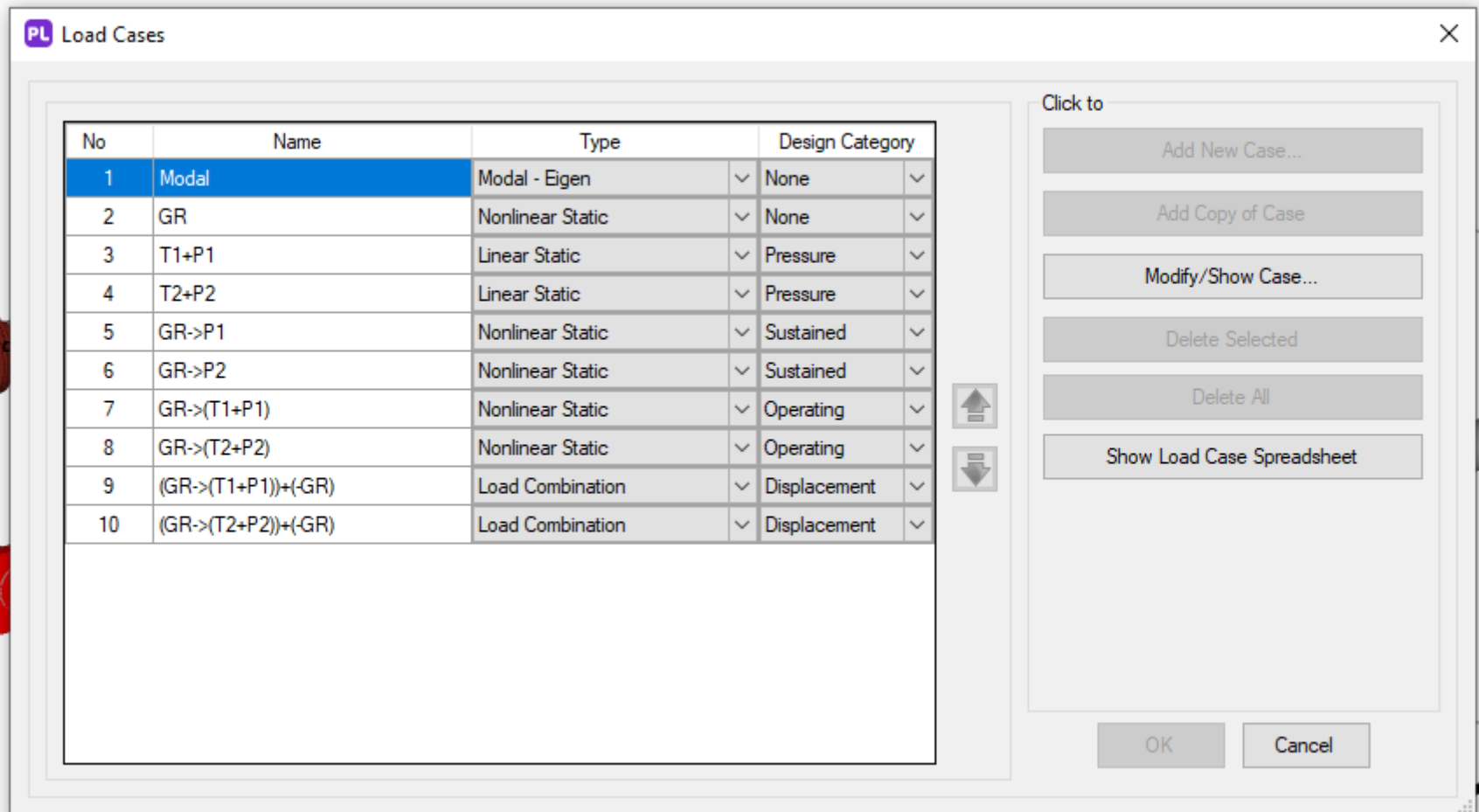
Add New Load

Modify Special Loads...

Delete Load

OK Cancel

MODELLAZIONE DI UNA PIPELINE



Loading Conditions

Principal pipe load types

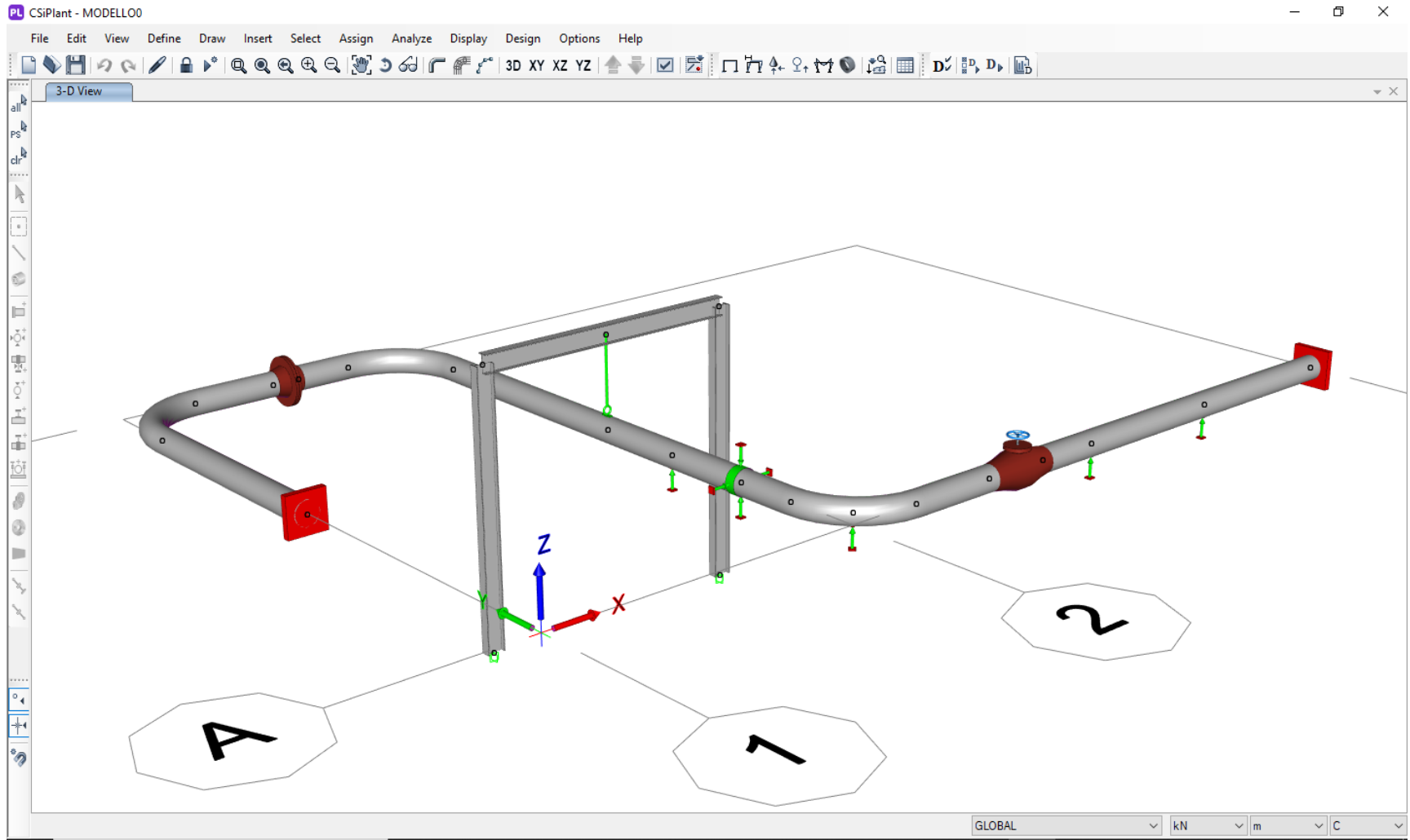
- Sustained loads
 - Act on system all or most of time
 - Consist of pressure and total weight load
- Thermal expansion loads
 - Caused by thermal displacements
 - Result from restrained movement
- Occasional loads
 - Act for short portion of operating time
 - Seismic and/or dynamic loading

43

ASME Career Development Series

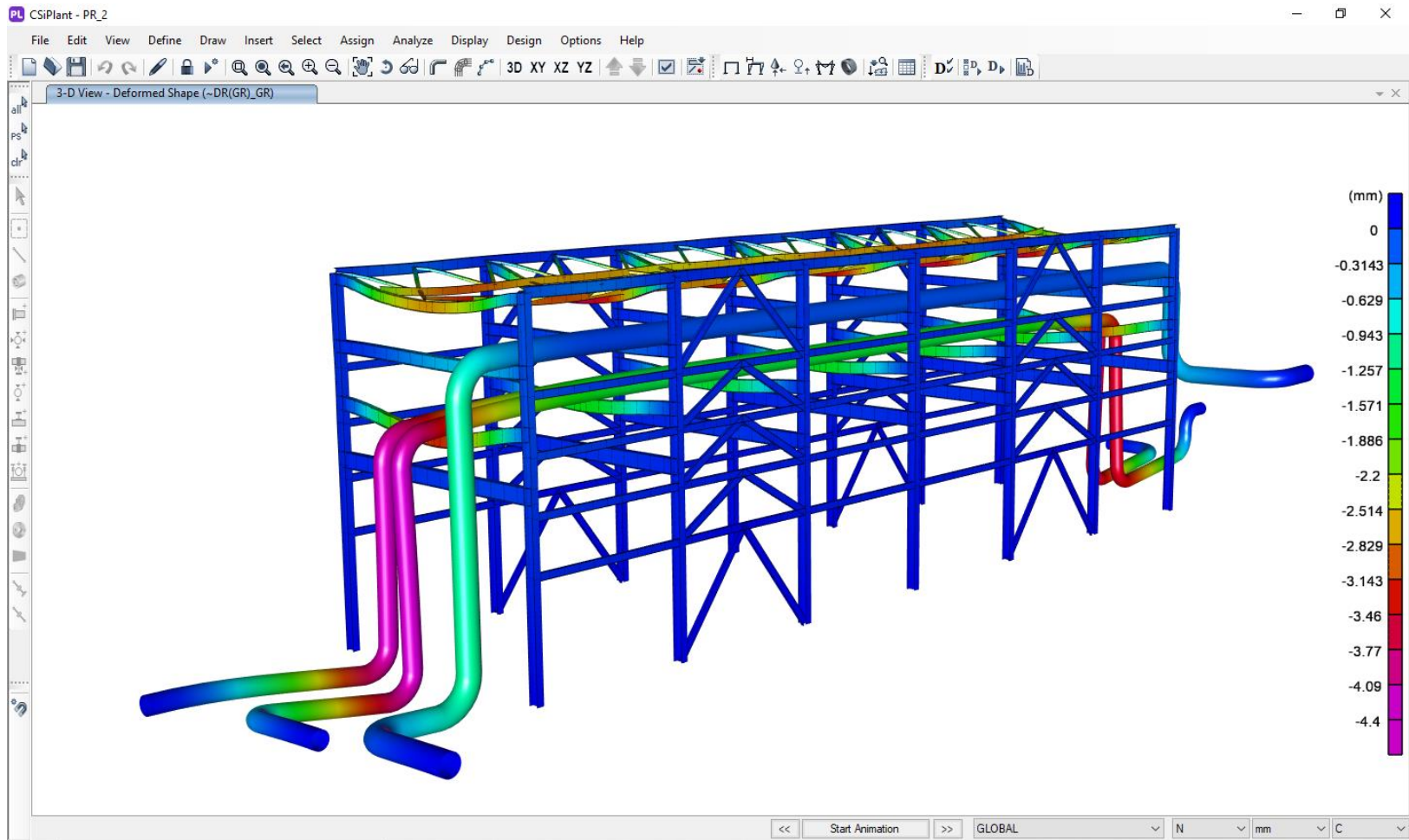


MODELLAZIONE DI UNA PIPELINE



INTERAZIONE TRA PIPELINE E PIPERACK

INTERAZIONE TRA PIPELINE E PIPERACK



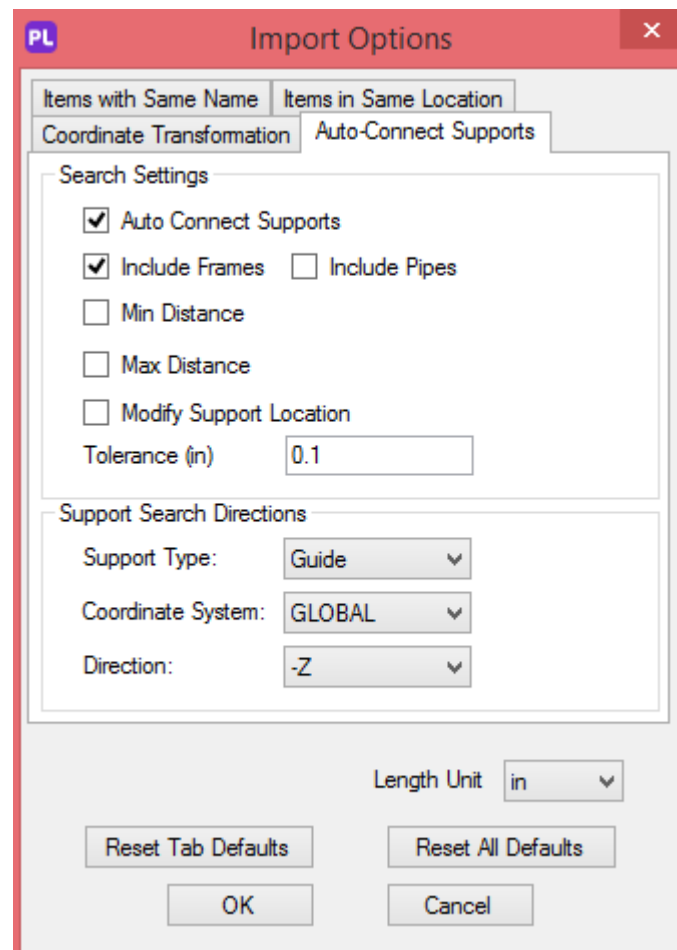
INTERAZIONE TRA PIPELINE E PIPERACK

Dopo aver modellato una o più **pipeline** è possibile importare un modello **SAP2000** relative alla sottostruttura: uno o più **piperack**.

Le impostazioni di **autoconnessioni** aiutano nella connessione tra i supporti, presenti in CSiPlant e le strutture presenti in SAP2000.

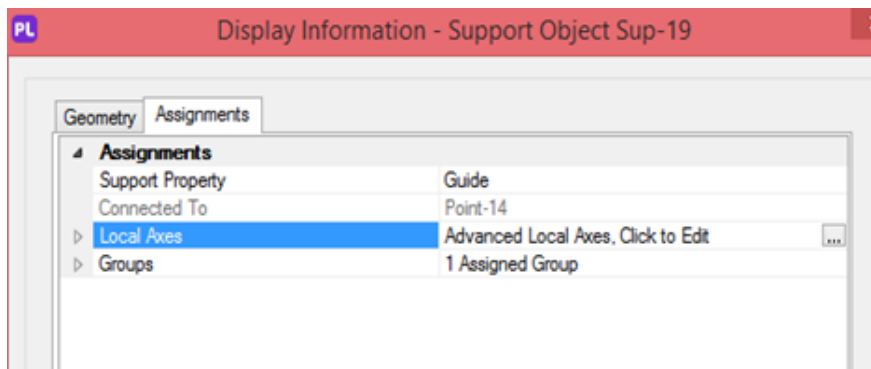
E' così possibile connettere automaticamente, supporti con elementi frame o nodi del modello rappresentativo del Piperack. Questo consente di studiare l'interazione tra i due modelli, utilizzando un unico modello FEM.

Tutti i supporti e le connessioni automatiche individuate possono essere modificati in seguito, durante la modellazione.

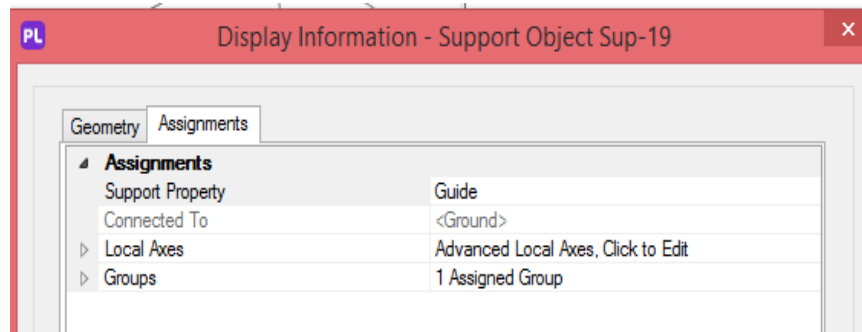


INTERAZIONE TRA PIPELINE E PIPERACK

Guide support Combined pipe/structure model

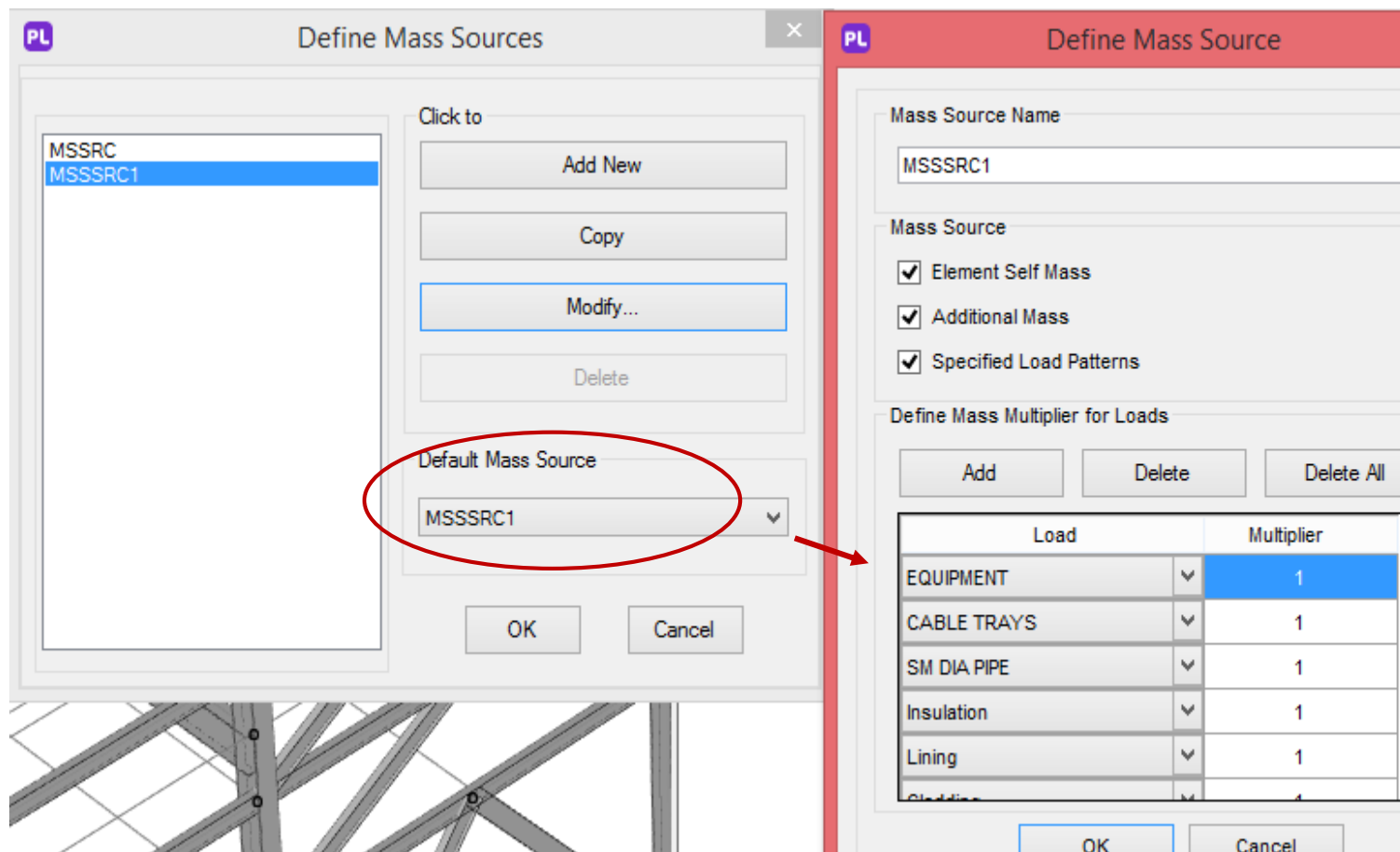


Same Guide support Piping-only model



I supporti e le loro connessioni possono essere interrogate e modificate in ogni momento

INTERAZIONE TRA PIPELINE E PIPERACK



Una volta importata la struttura di supporto, si modifica il sorgente delle masse, per fare in modo che tutti i carichi siano trasformati in massa, come in SAP2000: pipeline, equipment, sovraccarichi... tutto quello che vogliamo includere nel calcolo delle azioni inerziali.

INTERAZIONE TRA PIPELINE E PIPERACK

PL Nonlinear Static Load Case Definition

Properties

General

General

Load Case Name GR

Notes

Pipe Design

Design Category None

Advanced

Mass Source <Previous>

Continue from state at End of <None>

Nonlinear Options... Click for props.

Geometric Nonlinearity None

Reference Temperature <Ambient>

Reference Pressure <Ambient>

Loads Applied

Add Delete Delete All

No.	Load Type	Load Name	Scale Factor
1	Load Pattern	DEAD	1
2	Load Pattern	Insulation	1
3	Load Pattern	Cladding	1
4	Load Pattern	Lining	1
5	Load Pattern	Fluid	1
6	Load Pattern	EQUIPMENT	1
7	Load Pattern	CABLE TRAYS	1
8	Load Pattern	SM DIA PIPE	1
9	Load Pattern	Ambient Temperature	1
10	Load Pattern	Ambient Pressure	1

Inclusion of reference loads in analysis depends on Design Request settings

Load Case Name

Name of the load case.

OK Cancel

Il modello SAP2000 importato dentro CSiPlant eredita tutti i carichi presenti nel modello, compreso quelli di altri carichi permanenti o variabili. Essi non caricheranno gli elementi Pipe, ma l'azione sarà trasmessa sul modello complessivo, quindi le deformazioni dei supporti includeranno tutti gli effetti, questo per una più realistica interazione Pipeline-Struttura.

INTERAZIONE TRA PIPELINE E PIPERACK

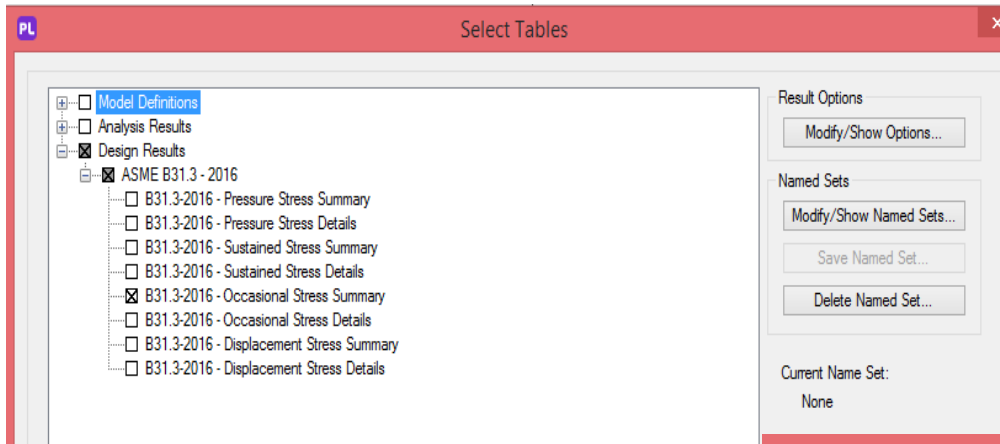
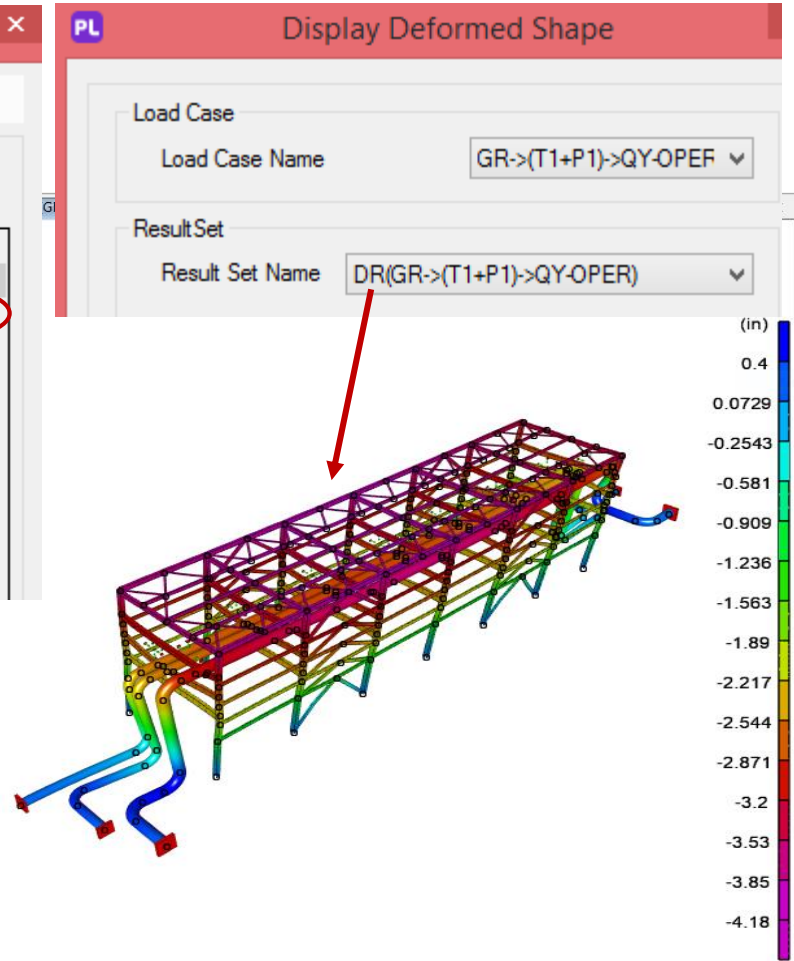


Table Display					
B31.3-2016 - Occasional Stress Summary					
Moment Term (psi)	Torsion Term (psi)	SL (psi)	Stress Limit (psi)	→ DCR	
1697.799	85.926	8438.503	26533.5	0.318032	
1348.766	17.963	8078.771	26533.5	0.304474	
1209.302	96.74	7971.641	26533.5	0.300437	
1153.526	170.634	7867.738	26533.5	0.296521	
1052.449	29.905	7795.452	26533.5	0.292797	

Per dimostrare l'utilità di un modello comune si confrontano i risultati in termini di D/C sul modello del solo Piping e sul modello di interazione

INTERAZIONE TRA PIPELINE E PIPERACK

Table Display					
B31.3-2016 - Occasional Stress Summary					
Moment Term (psi)	Torsion Term (psi)	SL (psi)	Stress Limit (psi)	DCR	
20482.09	1124.441	26865.499	26533.5	1.012512	
20482.752	1097.345	26861.783	26533.5	1.012372	
20120.286	1121.687	26522.3	26533.5	0.999578	
20117.3	1041.44	26506.667	26533.5	0.998989	
19416.747	1089.189	25850.633	26533.5	0.974264	
19395.492	958.875	25809.885	26533.5	0.972728	
18404.397	1028.196	24882.043	26533.5	0.93776	

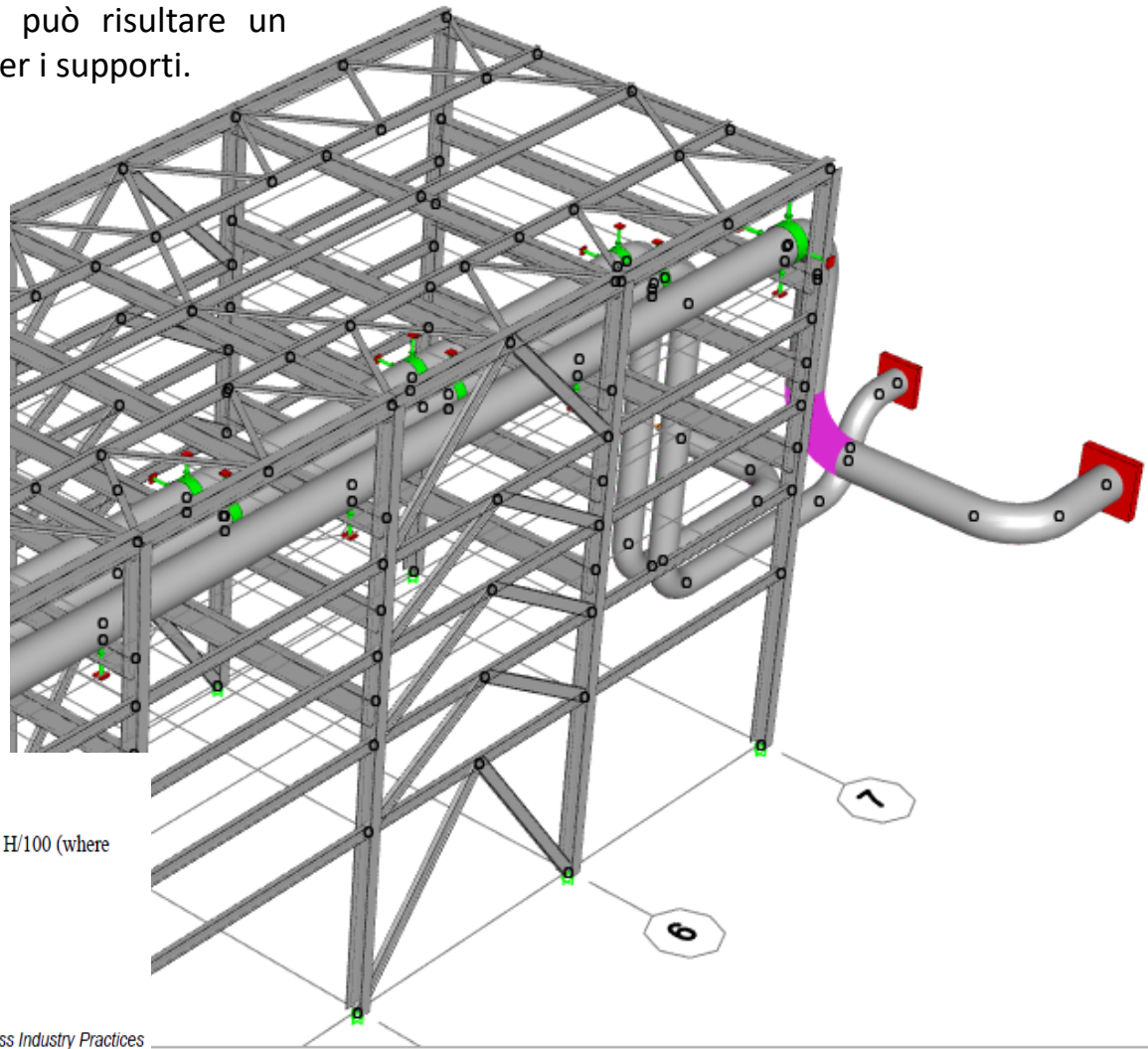


Consente di tenere in conto degli effetti locali di pressione sui gomiti (stress intensification factor, SIF) ed i fattori di flessibilità in accord alle B31J. In questo esempio sono state utilizzate le ASME-B31.3.

INTERAZIONE TRA PIPELINE E PIPERACK

Spesso si considera come spostamento ammissibile della sottostruttura il limite $H/100$, questo può risultare un problema consistente per le Pipeline e per i supporti.

Per esempio, trascurare nella curva selezionata, gli spostamenti trasmessi dal Piperack ai supporti, di conseguenza alla linea di Pipe, porterebbe ad una sottostima delle sollecitazioni del Pipe

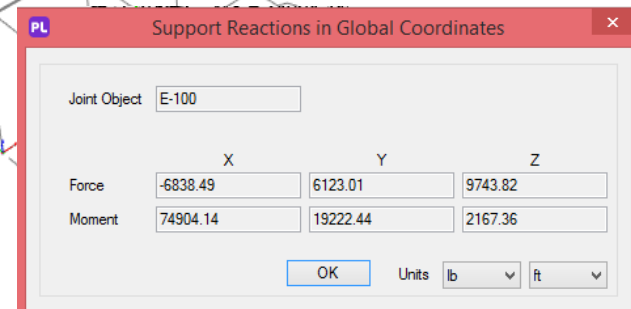
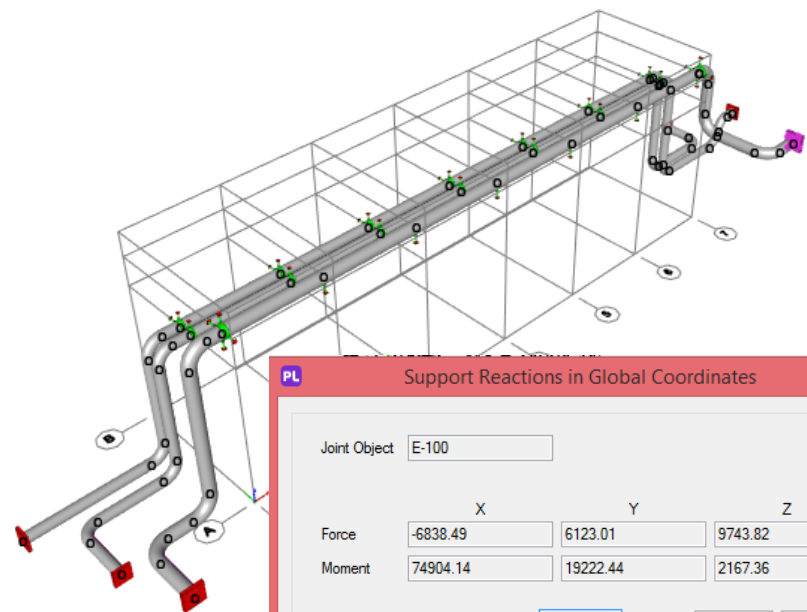
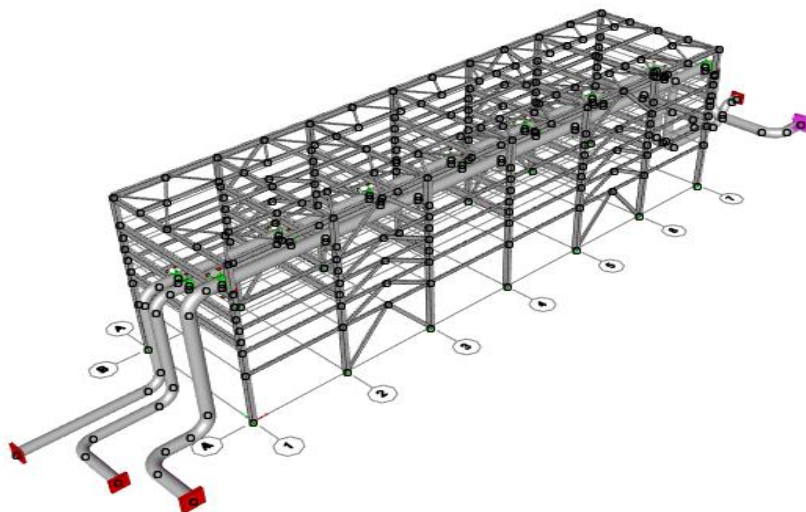
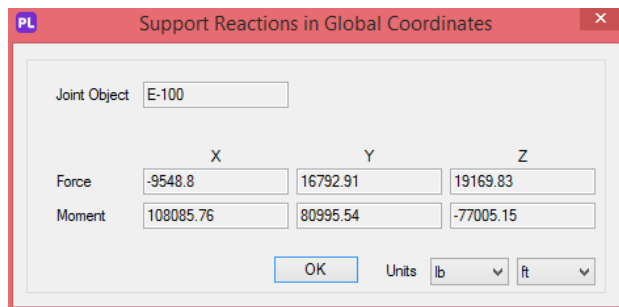


5.6 Allowable Drift Limits

5.6.1 Allowable wind drift limits for pipe racks shall not exceed $H/100$ (where H = pipe rack height).

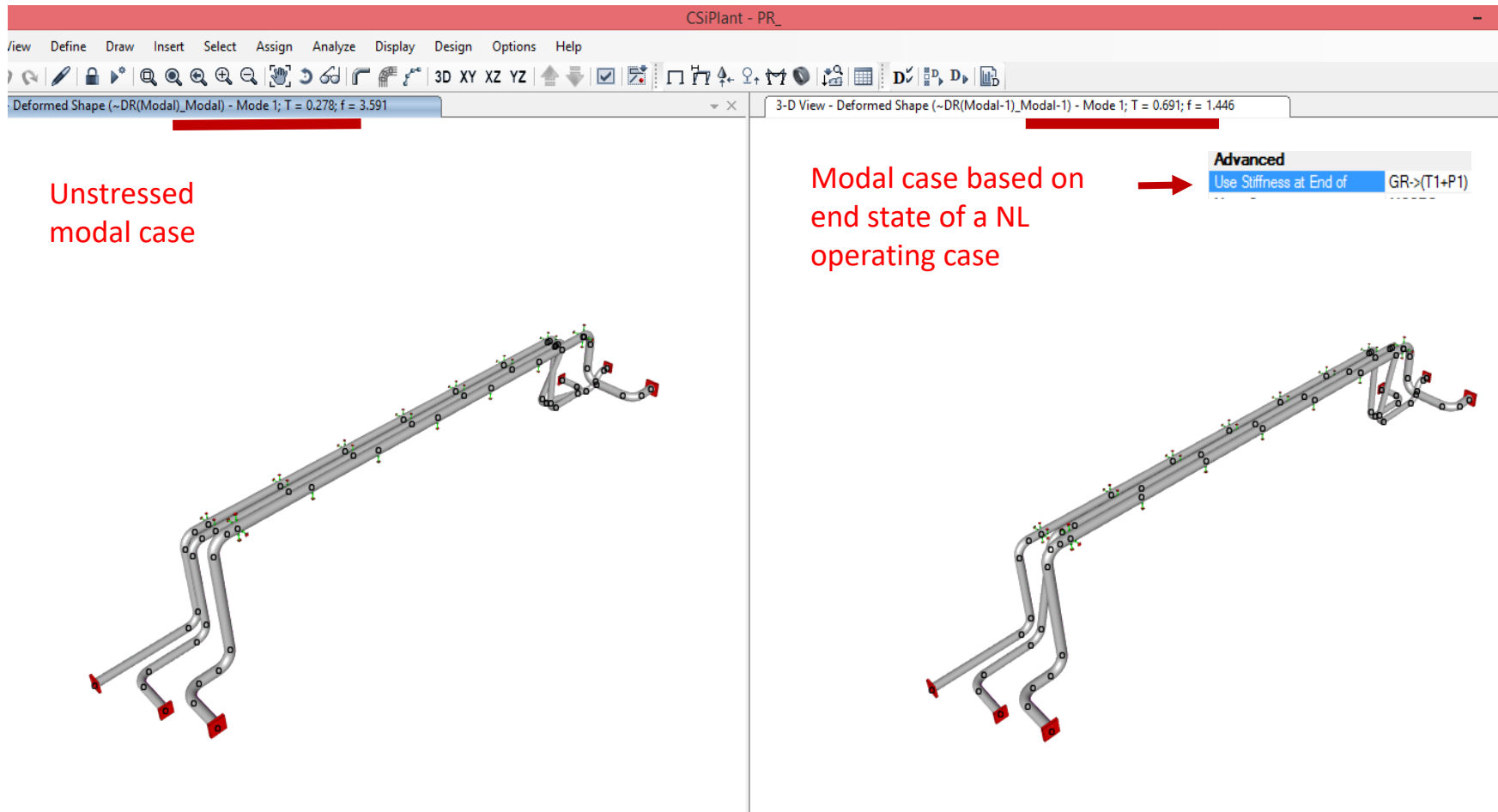
INTERAZIONE TRA PIPELINE E PIPERACK

Le stesse reazioni ai supporti nelle due configurazioni risultano notevolmente diverse

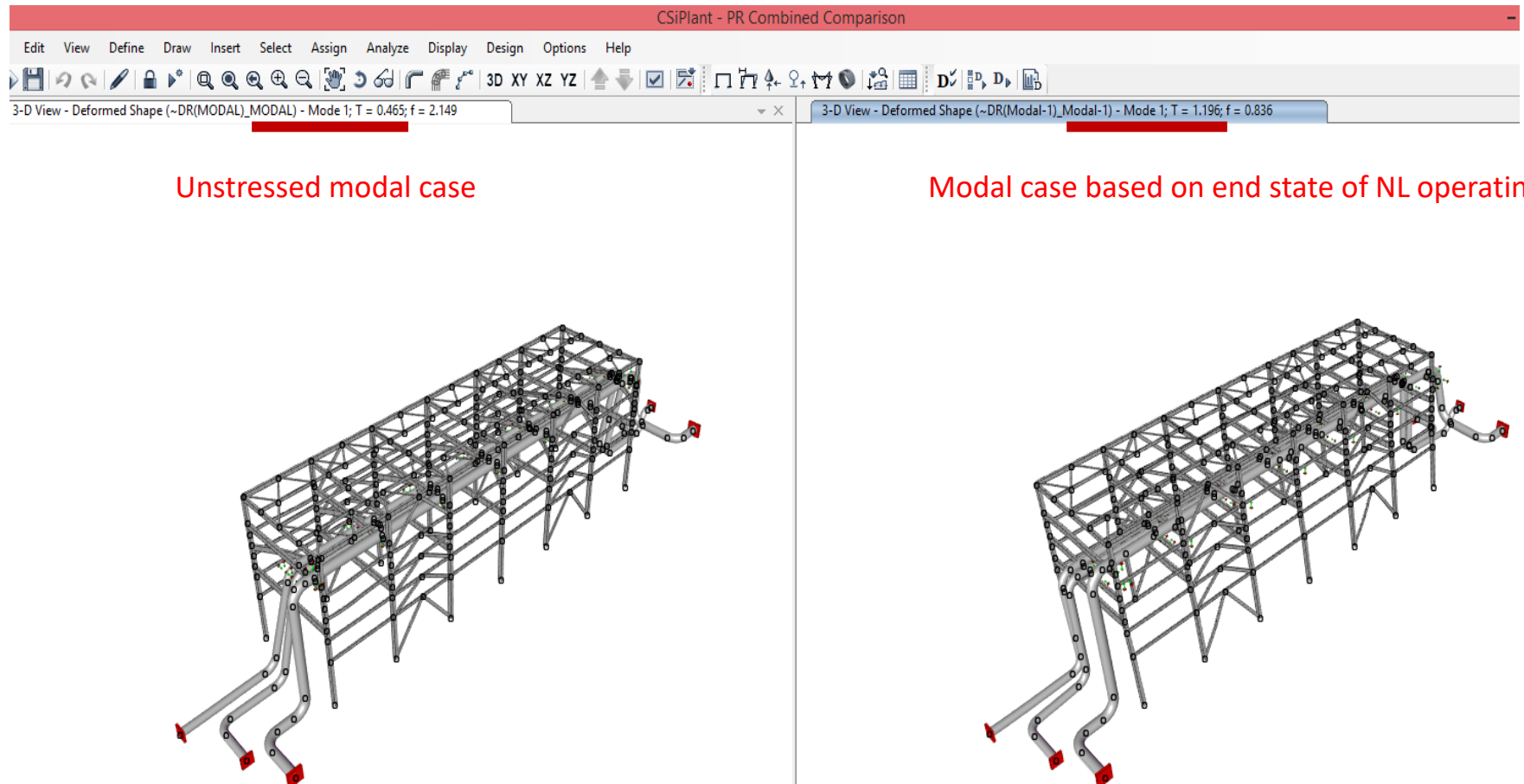


INTERAZIONE TRA PIPELINE E PIPERACK

P-Delta ed effetti sulla rigidezza, analisi modale da modello indeformato e da modello in stress.

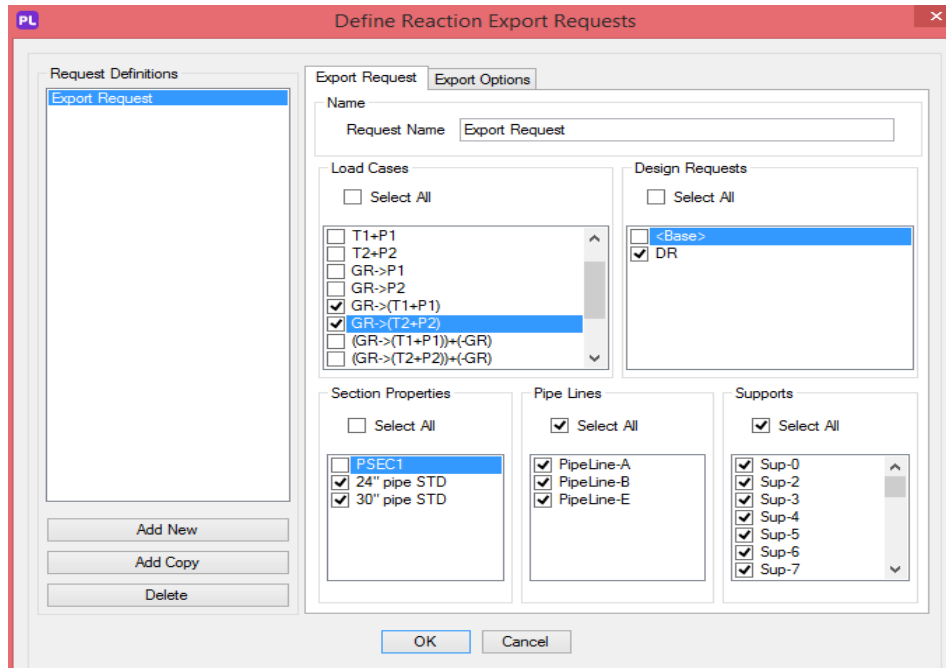


INTERAZIONE TRA PIPELINE E PIPERACK



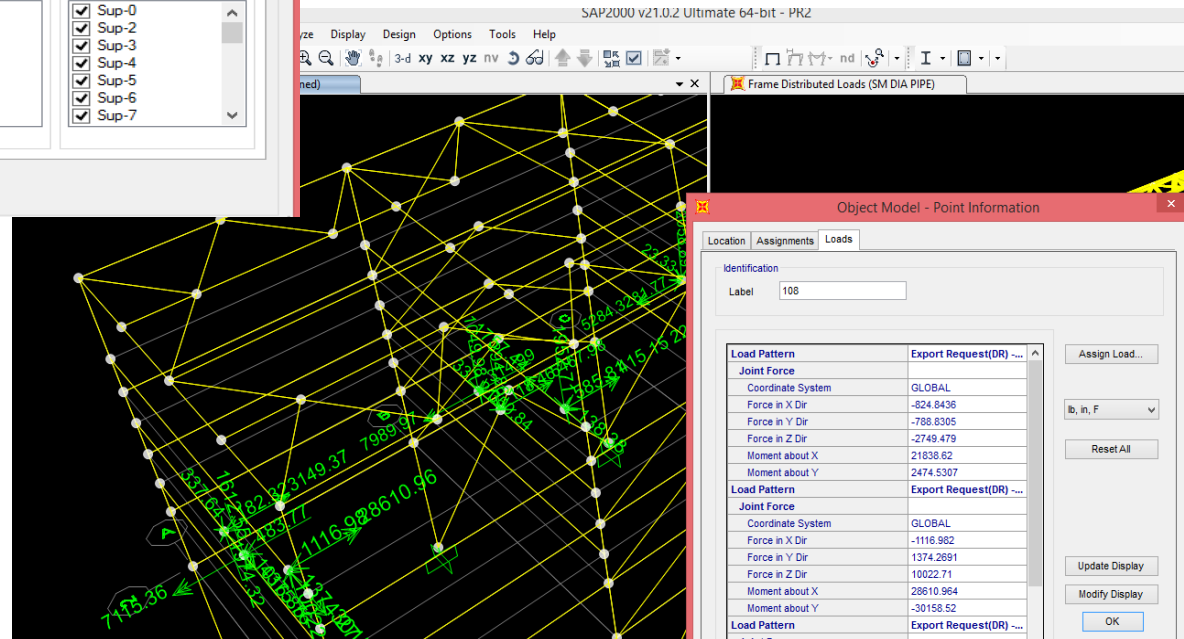
INTERAZIONE TRA PIPELINE E PIPERACK

ESPORTAZIONE DELLE AZIONI SU SAP2000



Un altro punto di forza è il passaggio delle sollecitazioni dei supporti su SAP2000. Il passaggio dei dati tra impiantisti e strutturisti è sempre molto oneroso ed insidioso nei confronti di errori: segni, contemporaneità delle azioni, modifiche delle Pipeline e delle opera di supporto in corso di progettazione.

Tutto il processo è automatico!



DESIGN REPORT

DESIGN REPORT

Pipe Object Report
ASME B31.3 - 2016
DR

03/03/2020

Pipe Object Report ASME B31.3 - 2016 DR

Pipe Information

Object ID: E-S16 Material: A106-B - ASME B31.3 - 2016 D_o: 762 (mm) A: 22520 (mm) I: 1594000000 (mm⁴)
Object Type: Elbow Property Set: 30" t_o: 9.52 (mm) Z: 4180000 (mm³) J: 3190000000 (mm⁴)
Length: 1616 (mm) Pipe Tolerance: 12.5 (%)

Design Preferences

Request Name: DR SIF Method: ASME B31.3 2016 Appendix D Increase S_u per § 302.3.5(d): Yes
Design Code: ASME B31.3 - 2016 Flexibility Method: ASME B31.3 2016 Appendix D
Consider Pressure Correction: No Stress Factor Method: Program Determined Pipe Reference diameter: Outside

Pressure Check (§ 304.1)

Load case = T1+P1, Station = 0, Step = 1

Eq	P	T	SE	A	I	Y	W	t _o	t _{min}	P _{thick}	DCR
	(MPa)	(C)	(MPa)	(mm)				(mm)	(mm)	(MPa)	
Eq. (3c)	2.413	176.7	137.6	0	(1.0, 1.25, 0.875)	0.4	1	(6.6, 8.3,)	8.33	3.035	0.79

Sustained Check (§ 320.2)

Load case = GR→P1, Station = 0, Step = 1

SIF = (4.976, 4.147, 1.0)

Eq	P	T	F _s	M _t	M _o	M _i	σ _o	σ _o	σ _i	S _o	S _i	DCR
	(MPa)	(C)	(N)	(N-mm)	(N-mm)	(N-mm)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	
Eq. (23a)	2.413	176.7	1048000	3051000	6380000	6510000	46.5	5.47	0.78	52.02	137.55	0.38

Occasional Check (§ 320.2)

Load case = GR→(T1+P1)→QY, Station = 0.5, Step = 1

SIF = (4.976, 4.147, 1.0)

Eq	P	T	k	F _s	M _t	M _o	M _i	σ _o	σ _o	σ _i	S _o	kS _o	DCR
	(MPa)	(C)		(N)	(N-mm)	(N-mm)	(N-mm)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	
Eq. (23a)	2.413	176.7	1.33	976000	158300000	-3600000	64900000	43.4	141.2	7.75	185.2	182.9	1.01

Displacement Check (§ 319.4.4)

Controlling Load case = 0° - 1°, Station = 0

Reference Load case = (GR→(T1+P1))±(-GR)

0° : (GR→(T1+P1))±(-GR) ΔP = 1062000 (N) ΔM_o = 257700000 (N-mm) ΔM_o = 192000000 (N-mm) ΔM_i = 78600000 (N-mm) SIF = (4.976, 4.147, 1.0)
1° : (GR→(T2+P2))±(-GR) ΔP = 9550 (N) ΔM_o = 66200000 (N-mm) ΔM_o = 60200000 (N-mm) ΔM_i = 25550000 (N-mm) SIF = (4.976, 4.147, 1.0)
Allowable Hot Stress, S_h = 137.6 (MPa) Allowable Cold Stress, S_c = 137.9 (MPa) Stress factor, f = 1

EQUIPMENT

EQUIPMENT

