



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS

UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA



**ANÁLISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE
CENTROS EDUCATIVOS CON ZAPATAS CORRIDAS EN LA
URB. NICOLAS GARATEA - NUEVO CHIMBOTE**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL:**

TESITAS :
BACH. JESÚS ENRIQUE MENDOZA CUELLAR
BACH. HUBER IVÁN RODAS HUERTA

ASESOR :
ING. FELIPE VILLAVICENCIO GONZALEZ

CO-ASESOR:
Ph.D. ING. GENNER VILLAREAL CASTRO

**NUEVO CHIMBOTE - PERU
ENERO 2015**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL
DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

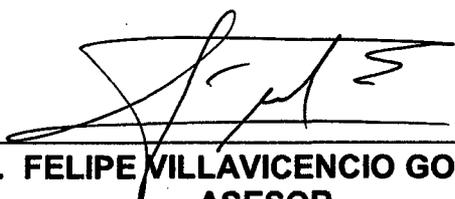
La presente tesis ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto reúne las condiciones formales y metodológicas, estando elaborada dentro de las áreas y líneas de investigación conforme al Reglamento General para obtener el título profesional en la Universidad Nacional del Santa. De acuerdo a la denominación siguiente:

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TITULO: "ANÁLISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE CENTROS EDUCATIVOS CON ZAPATAS CORRIDAS EN LA URB. NICOLAS GARATEA – NUEVO CHIMBOTE"

AUTORES :

BACH. JESÚS ENRIQUE MENDOZA CUELLAR
BACH. HUBER IVÁN RODAS HUERTA



Ing. FELIPE VILLAVICENCIO GONZALEZ
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL
DE INGENIERÍA CIVIL

CARTA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

Damos conformidad del presente estudio, desarrollado en cumplimiento del objetivo propuesto y presentado conforme al Reglamento General para obtener el título profesional en la Universidad Nacional del Santa titulado:

“ANÁLISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE CENTROS EDUCATIVOS CON ZAPATAS CORRIDAS EN LA URB. NICOLAS GARATEA – NUEVO CHIMBOTE”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

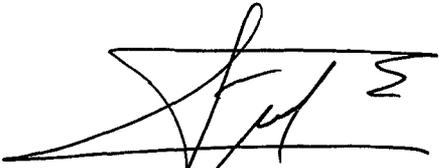
Sustentado por:

BACH. JESÚS ENRIQUE MENDOZA CUELLAR
BACH. HUBER IVÁN RODAS HUERTA

Y aprobado el día miércoles 14 de enero de 2015 por el jurado evaluador, el que firma a continuación:



Ing. Julio César Rivasplata Diaz
Presidente



Ing. Felipe Villavicencio Gonzalez
Secretario



Ing. Iván Eliseo Leon Malo
Integrante

DEDICATORIA

Al profundo y al maestro Jesús quienes me brindan la energía para poder seguir trabajando en la misión por la humanidad y me permite ser su herramienta.

A mis padres y familia, por todo el apoyo brindado a lo largo de toda mi formación académica y por permitirme seguir avanzando en mi camino.

Mendoza Cuellar Jesús Enrique

A Dios por derramar sus bendiciones sobre mí y llenarme de su fuerza para poder vencer todos los obstáculos desde el principio de mi vida.

A mi madre, por todo el esfuerzo y sacrificio para brindarme todo el amor, la comprensión, el apoyo incondicional y la confianza en cada momento de mi vida.

Huber Iván Rodas Huerta.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis en primer lugar nos gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirnos para poder llegar hasta donde hemos llegado, y porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A nuestros padres que siempre estuvieron presentes en cada momento de nuestras vidas y con su esfuerzo lograron que culminemos nuestra carrera universitaria.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA por darme la oportunidad de estudiar y ser profesionales.

Agradecerle también a PhD. Genner Alvarito Villarreal Castro, quien desinteresadamente, con sus amplios conocimientos y experiencia, nos supo guiar en la realización de esta investigación.

De la misma manera al Ing. Felipe Villavicencio González quien ha logrado a lo largo de la vida universitaria inculcar en nosotros la pasión hacia nuestra carrera.

También nos gustaría agradecer a nuestros profesores que durante toda nuestra carrera profesional aportaron sus conocimientos obtenidos en su experiencia profesional para poder lograr en nosotros unos buenos profesionales a futuro.

Así mismo a la empresa CYPE Ingenieros Perú, por las facilidades brindadas, las cuales hicieron posible la realización de esta tesis.

Son muchas las personas que han formado parte de nuestras vidas en el ámbito profesional a las que nos encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles y más alegres de nuestra vida. Algunas están aquí con nosotros y otras en nuestros recuerdos y en nuestro corazón, sin importar en donde estén queremos darles las gracias por formar parte de nuestras vidas, por todo lo que nos han brindado y por todas sus bendiciones.

Los Autores.

INDICE

1.	ASPECTOS GENERALES	2
1.1.	ASPECTOS INFORMATIVOS	2
1.2.	PLAN DE INVESTIGACIÓN	2
1.2.1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2.2.	OBJETIVOS	3
1.2.3.	HIPOTESIS	3
1.2.4.	VARIABLES	3
1.2.5.	DISEÑO EXPERIMENTAL	4
1.2.6.	ESTRATEGIA DEL TRABAJO	4
2.	GENERALIDADES	6
2.1.	GEOTECNIA.....	6
2.1.1.	EL SUELO.....	9
2.1.2.	PROPIEDADES GEOTECNICAS DEL SUELO.....	9
2.1.3.	ORIGEN DE LOS SUELOS	10
2.1.4.	TIPOS DE SUELOS	15
2.1.5.	PROPIEDADES ELEMENTALES. PARAMETROS DE ESTADO	19
2.1.6.	PARAMETROS DE IDENTIFICACION	21
2.1.7.	ESTADOS DE CONSISTENCIA.....	25
2.1.8.	CLASIFICACION DE SUELOS.....	29
2.2.	ESTRUCTURAL.....	31
2.2.1.	MODULO DE BALASTO	31
2.3.	LA INTERACCION SUELO ESTRUCTURA	37
2.3.1.	DEFINICION DE LA INTERACCION SUELO ESTRUCTURA	37
2.3.2.	ESQUEMAS DE CALCULO DE EDIFICACIONES, CONSIDERANDO LA FLEXIBILIDAD DE LA BASE DE FUNDACIÓN.....	38
2.3.3.	INVESTIGACIONES SOBRE LA INTERACCIÓN SÍSMICA SUELO-ESTRUCTURA.	43
2.3.4.	ESTUDIOS RECIENTES SOBRE LA INTERACCIÓN SÍSMICA SUELO-ESTRUCTURA. .	44
2.3.5.	CIMENTACIONES SOBRE BASES ELASTICAS	48
3.	MATERIALES Y METODOS	51
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	51
3.2.	VARIABLES.....	51
3.3.	RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	51
3.4.	POBLACION	52

3.5.	MUESTRA	52
3.6.	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	52
3.7.	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	52
4.	RESULTADOS Y DISCUSION	55
4.1.	MODULO DE BALASTO	55
4.1.1.	BALASTOS VERTICALES Y HORIZONTALES EN 01 Y 02 ESTRATOS.	55
4.2.	DESPLAZAMIENTOS, PERIODOS, FRECUENCIAS Y DERIVAS CON ETABS.....	60
4.3.	DESPLAZAMIENTOS, PERIODOS, FRECUENCIAS Y DERIVAS CON CYPECAD	79
4.4.	FUERZAS INTERNAS CON CYPECAD	97
4.5.	FUERZAS INTERNAS CON ETABS.....	167
5.	DISCUSIÓN.	238
5.1.	DE LA EDIFICACIÓN REGULAR.	238
5.2.	DE LA EDIFICACIÓN IRREGULAR.	246
5.3.	CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.	256
5.3.1.	PRUEBA CHI-CUADRADO (χ^2)	256
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	268
6.1.	CONCLUSIONES	268
6.2.	RECOMENDACIONES.....	270
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	273
8.	ANEXOS.....	276
8.1.	PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTICULAS MÁS IMPORTANTES DE LOS SUELOS	276
8.2.	PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTICULAS MÁS IMPORTANTES DE LOS SUELOS	277
8.3.	VALORES TIPICO DE CONSISTENCIA DE SUELOS.....	277
8.4.	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS.....	278
8.5.	ENSAYOS DPL.....	279
8.6.	CÁLCULO DEL BALASTO HORIZONTAL Y VERTICAL.....	283
8.7.	MODELACIÓN ESTRUCTURAL CON CYPECAD.....	305
8.8.	PLANOS	334

Índice de tablas

TABLA 4.1.1. BALASTOS VERTICALES EN 01 ESTRATOS Y 02 ESTRATOS.	55
TABLA 4.1.2 BALASTOS HORIZONTALES EN 01 ESTRATOS Y 02 ESTRATOS.	56
TABLA 4.2.1. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO.....	60
TABLA 4.2.3. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA	61
TABLA 4.2.4. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA.....	61
TABLA 4.2.5. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO.....	62
TABLA 4.2.6. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO.....	62
TABLA 4.2.7. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA	63
TABLA 4.2.8. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA	63
TABLA 4.2.9. PERIODO (SEG) - REGULAR - ESTÁTICO.....	65
TABLA 4.2.10. PERIODO (SEG) - REGULAR - DINAMICO	65
TABLA 4.2.11. PERIODO (SEG) - IRREGULAR - ESTÁTICO.....	66
TABLA 4.2.12. PERIODO (SEG) - IRREGULAR - DINAMICO.....	66
TABLA 4.2.13. FRECUENCIA (CYC/SEG) - REGULAR - ESTÁTICO.....	68
TABLA 4.2.14. FRECUENCIA (CYC/SEG) - REGULAR - DINAMICO	68
TABLA 4.2.15. FRECUENCIA (CYC/SEG) - IRREGULAR - ESTÁTICO.....	69
TABLA 4.2.16. FRECUENCIA (CYC/SEG) - IRREGULAR - DINAMICO	69
TABLA 4.2.17. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO.....	71
TABLA 4.2.18. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO.....	71
TABLA 4.2.19. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA	72
TABLA 4.2.20. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA	72
TABLA 4.2.21. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO.....	74
TABLA 4.2.22. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO.....	74
TABLA 4.2.23. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA	75
TABLA 4.2.24. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA	75
TABLA 4.3.1. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO.....	79
TABLA 4.3.2. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO.....	79
TABLA 4.3.3. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA	80
TABLA 4.3.4. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA.....	80
TABLA 4.3.5. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO.....	82
TABLA 4.3.6. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO.....	82
TABLA 4.3.7. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA	83

TABLA 4.3.8. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA	83
TABLA 4.3.9. PERIODO (SEG) - REGULAR - DINAMICO	85
TABLA 4.3.10. PERIODO (SEG) - IRREGULAR - DINAMICO	85
TABLA 4.3.11. FRECUENCIA (CYC/SEG) - REGULAR - DINAMICO	87
TABLA 4.3.12. FRECUENCIA (CYC/SEG) - IRREGULAR - DINAMICO	87
TABLA 4.3.13. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO.....	89
TABLA 4.3.14. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO.....	89
TABLA 4.3.15. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA	90
TABLA 4.3.16. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA	90
TABLA 4.3.17. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO.....	92
TABLA 4.3.18. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO.....	92
TABLA 4.3.19. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA	93
TABLA A-01 – CORTANTE 2-2.....	97
TABLA A-02 – MOMENTO 3-3.....	98
TABLA A-03 – CORTANTE 3-3.....	99
TABLA A-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2	100
TABLA A-05 – FUERZA AXIAL	101
CORTANTE 2-2	103
TABLA B-02 – MOMENTO 3-3.....	104
TABLA B-03 – CORTANTE 3-3.....	105
TABLA B-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2	106
TABLA B-05 – FUERZA AXIAL	107
TABLA C-01 – CORTANTE 2-2.....	109
TABLA C-02 – MOMENTO 3-3.....	110
TABLA C-03 – CORTANTE 3-3.....	111
TABLA D-01 – CORTANTE 2-2	113
TABLA D-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3	114
TABLA D-03 – CORTANTE 3-3	115
TABLA D-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2	116
TABLA D-05 – FUERZA AXIAL	117
TABLA E-01 – CORTANTE 2-2	119
TABLA E-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3	120
TABLA E-03 – CORTANTE 3-3	121
TABLA E-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2	122

TABLA E-05 – FUERZA AXIAL.....	123
TABLA F-01 – CORTANTE 2-2.....	125
TABLA F-02 –MOMENTO FLECTOR 3-3.....	126
TABLA F-03 – MOMENTO TORSOR	127
TABLA G-01 – CORTANTE 2-2	129
TABLA G-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3	130
TABLA G-03 – CORTANTE 3-3	131
TABLA G-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2.....	132
TABLA G-05 – FUERZA AXIAL	133
TABLA G-06 – MOMENTO TORSOR.....	134
TABLA H-01 – CORTANTE 2-2	136
TABLA H-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3	137
TABLA H-03 – CORTANTE 3-3	138
TABLA H-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2.....	139
TABLA H-05 – FUERZA AXIAL	140
TABLA H-06 – MOMENTO TORSOR.....	141
TABLA I-01 – CORTANTE 2-2.....	143
TABLA I-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3	144
TABLA I-03 – MOMENTO TORSOR	145
TABLA J-01 – CORTANTE 2-2.....	147
TABLA J-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3	148
TABLA J-03 – CORTANTE 3-3.....	149
TABLA J-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2	150
TABLA J-05 – FUERZA AXIAL	151
TABLA J-05 – MOMENTO TORSOR	152
TABLA K-01 – CORTANTE 2-2	154
TABLA K-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3	155
TABLA K-03 – CORTANTE 3-3	156
TABLA K-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2	157
TABLA K-05 – FUERZA AXIAL.....	158
TABLA K-06 – MOMENTO TORSOR	159
TABLA L-01 – CORTANTE 2-2	161
TABLA L-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3.....	162
TABLA L-03 – MOMENTO TORSOR	163

TABLA M-01 – CORTANTE 2-2	167
TABLA M-02 – MOMENTO 3-3.....	168
TABLA M-03 – CORTANTE 3-3	169
TABLA M-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2	170
TABLA M-05 – FUERZA AXIAL	171
TABLA N-06 – MOMENTO TORSOR.....	172
TABLA N-01 – CORTANTE 2-2	174
TABLA N-02 – MOMENTO 3-3.....	175
TABLA N-03 – CORTANTE 3-3	176
TABLA N-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2.....	177
TABLA N-05 – FUERZA AXIAL	178
TABLA N-06 – MOMENTO TORSOR.....	179
TABLA O-01 – CORTANTE 2-2	181
TABLA O-02 – MOMENTO 3-3	182
TABLA O-03 – MOMENTO TORSOR.....	183
TABLA P-01 – CORTANTE 2-2.....	185
TABLA P-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3	186
TABLA P-03 – CORTANTE 3-3.....	187
TABLA P-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2	188
TABLA P-05 – FUERZA AXIAL.....	189
TABLA P-06 – MOMENTO TORSOR	190
TABLA Q-01 – CORTANTE 2-2	192
TABLA Q-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3.....	193
TABLA Q-03 – CORTANTE 3-3	194
TABLA Q-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2.....	195
TABLA Q-05 – FUERZA AXIAL.....	196
TABLA Q-05 – MOMENTO TORSOR.....	197
TABLA R-01 – CORTANTE 2-2.....	199
TABLA R-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3	200
TABLA R-03 – MOMENTO TORSOR	201
TABLA S-01 – CORTANTE 2-2	203
TABLA S-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3.....	204
TABLA S-03 – CORTANTE 3-3	205
TABLA S-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2.....	206

TABLA S-05 – FUERZA AXIAL	207
TABLA S-06 – MOMENTO TORSOR	208
TABLA T-01 – CORTANTE 2-2	210
TABLA T-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3	211
TABLA T-03 – CORTANTE 3-3	212
TABLA T-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2	213
TABLA T-05 – FUERZA AXIAL.....	214
TABLA T-06 – MOMENTO TORSOR	215
TABLA U-01 – CORTANTE 2-2	217
TABLA U-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3.....	218
TABLA U-03 – MOMENTO TORSOR.....	219
TABLA V-01 – CORTANTE 2-2.....	221
TABLA V-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3	222
TABLA V-03 – CORTANTE 3-3.....	223
TABLA V-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2	224
TABLA V-05 – FUERZA AXIAL	225
TABLA V-05 – MOMENTO TORSOR	226
TABLA W-01 – CORTANTE 2-2	228
TABLA W-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3	229
TABLA W-03 – CORTANTE 3-3	230
TABLA W-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2	231
TABLA W-05 – FUERZA AXIAL	232
TABLA W-06 – MOMENTO TORSOR.....	233
TABLA X-01 – CORTANTE 2-2	235
TABLA X-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3	236
TABLA X-03 – MOMENTO TORSOR	237
TABLA 4.6.1: FUERZAS INTERNAS PARA EL ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA EDIFICACIÓN REGULAR CON ETABS, SISMO X	240
TABLA 4.6.2: FUERZAS INTERNAS PARA EL ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA EDIFICACIÓN REGULAR CON ETABS, SISMO Y.....	240
TABLA 4.6.3: FUERZAS INTERNAS PARA EL ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA EDIFICACIÓN REGULAR CON ETABS, ENVOLVENTE DE CARGAS	241
TABLA 4.6.4: FUERZAS INTERNAS PARA EL ANÁLISIS DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN REGULAR CON ETABS, SISMO X	241

TABLA 4.6.5: FUERZAS INTERNAS PARA EL ANÁLISIS DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN REGULAR CON ETABS, SISMO Y.....	242
TABLA 4.6.6: FUERZAS INTERNAS PARA EL ANÁLISIS DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN REGULAR CON ETABS, ENVOLVENTE DE CARGAS	242
TABLA 4.6.7: FUERZAS INTERNAS PARA EL ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA EDIFICACIÓN REGULAR CON CYPE, SISMO X	243
TABLA 4.6.8: FUERZAS INTERNAS PARA EL ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA EDIFICACIÓN REGULAR CON CYPE, SISMO Y.....	243
TABLA 4.6.9: FUERZAS INTERNAS PARA EL ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA EDIFICACIÓN REGULAR CON CYPE, ENVOLVENTE DE CARGAS	244
TABLA 4.6.10: FUERZAS INTERNAS PARA EL ANÁLISIS DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN REGULAR CON CYPE, SISMO X	244
TABLA 4.6.11: FUERZAS INTERNAS PARA EL ANÁLISIS DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN REGULAR CON CYPE, SISMO Y.....	245
TABLA 4.6.12: FUERZAS INTERNAS PARA EL ANÁLISIS DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN REGULAR CON CYPE, ENVOLVENTE DE CARGAS	245
TABLA 4.6.13: FUERZAS INTERNAS PARA EL ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA EDIFICACIÓN IRREGULAR CON ETABS, SISMO X	248
TABLA 4.6.14: FUERZAS INTERNAS PARA EL ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA EDIFICACIÓN IRREGULAR CON ETABS, SISMO Y.....	248
TABLA 4.6.15: FUERZAS INTERNAS PARA EL ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA EDIFICACIÓN IRREGULAR CON ETABS, ENVOLVENTE DE CARGAS	249
TABLA 4.6.16: FUERZAS INTERNAS PARA EL ANÁLISIS DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN IRREGULAR CON ETABS, SISMO X.....	249
TABLA 4.6.17: FUERZAS INTERNAS PARA EL ANÁLISIS DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN IRREGULAR CON ETABS, SISMO Y	250
TABLA 4.6.18: FUERZAS INTERNAS PARA EL ANÁLISIS DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN IRREGULAR CON ETABS, ENVOLVENTE DE CARGAS	250
TABLA 4.6.19: FUERZAS INTERNAS PARA EL ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA EDIFICACIÓN IRREGULAR CON CYPE, SISMO X	251
TABLA 4.6.20: FUERZAS INTERNAS PARA EL ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA EDIFICACIÓN IRREGULAR CON CYPE, SISMO Y.....	251
TABLA 4.6.21: FUERZAS INTERNAS PARA EL ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA EDIFICACIÓN IRREGULAR CON CYPE, ENVOLVENTE DE CARGAS	252
TABLA 4.6.22: FUERZAS INTERNAS PARA EL ANÁLISIS DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN IRREGULAR CON CYPE, SISMO X	252
TABLA 4.6.23: FUERZAS INTERNAS PARA EL ANÁLISIS DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN IRREGULAR CON CYPE, SISMO Y	253

TABLA 4.6.24: FUERZAS INTERNAS PARA EL ANÁLISIS DINÁMICO DE LA EDIFICACIÓN IRREGULAR CON CYPE, ENVOLVENTE DE CARGAS.....	253
TABLA 4.6.25: DATOS DE CYPECAD – ANÁLISIS ESTÁTICO – ELEMENTO C22	258
TABLA 4.6.26: DATOS DE CYPECAD – ANÁLISIS DINÁMICO – ELEMENTO C22.....	258
TABLA 4.6.27: DATOS DE ETABS – ANÁLISIS ESTÁTICO – ELEMENTO C22	258
TABLA 4.6.28: DATOS DE ETABS – ANÁLISIS DINÁMICO – ELEMENTO C22	258
TABLA 4.6.29: FRECUENCIA OBSERVADA PARA LA COLUMNA C22.....	258
TABLA 4.6.30: FRECUENCIA ESPERADA PARA LA COLUMNA C22.....	258
TABLA 4.6.31: DATOS DE CYPECAD – ANÁLISIS ESTÁTICO – ELEMENTO V-130	260
TABLA 4.6.32: DATOS DE CYPECAD – ANÁLISIS DINÁMICO – ELEMENTO V-130.....	260
TABLA 4.6.33: DATOS DE ETABS – ANÁLISIS ESTÁTICO – ELEMENTO V-130.....	260
TABLA 4.6.34: DATOS DE ETABS – ANÁLISIS DINÁMICO – ELEMENTO V-130	260
TABLA 4.6.35: FRECUENCIA OBSERVADA PARA LA VIGA V-130	261
TABLA 4.6.36: FRECUENCIA ESPERADA PARA LA VIGA V-130	261
TABLA 4.6.37: DATOS DE CYPECAD – ANÁLISIS ESTÁTICO – ELEMENTO C3	262
TABLA 4.6.38: DATOS DE CYPECAD – ANÁLISIS DINÁMICO – ELEMENTO C3.....	262
TABLA 4.6.39: DATOS DE ETABS – ANÁLISIS ESTÁTICO – ELEMENTO C3	262
TABLA 4.6.40: DATOS DE ETABS – ANÁLISIS DINÁMICO – ELEMENTO C3	262
TABLA 4.6.41: FRECUENCIA OBSERVADA PARA LA COLUMNA C3.....	263
TABLA 4.6.42: FRECUENCIA ESPERADA PARA LA COLUMNA C3.....	263
TABLA 4.6.43: DATOS DE CYPECAD – ANÁLISIS ESTÁTICO – ELEMENTO V-123	264
TABLA 4.6.44: DATOS DE CYPECAD – ANÁLISIS DINÁMICO – ELEMENTO V-123.....	264
TABLA 4.6.45: DATOS DE ETABS – ANÁLISIS ESTÁTICO – ELEMENTO V-123.....	264
TABLA 4.6.46: DATOS DE ETABS – ANÁLISIS DINÁMICO – ELEMENTO V-123	264
TABLA 4.6.47: FRECUENCIA OBSERVADA PARA LA VIGA V-123.	265
TABLA 4.6.48: FRECUENCIA ESPERADA PARA LA VIGA V-123.	265

Índice de Gráficos

GRÁFICO 4.2.1. MÓDULO DE BALASTO VERTICAL.....	55
GRÁFICO 4.2.2. MÓDULO DE BALASTO HORIZONTAL	56
GRÁFICO 4.2.3. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA	61
GRÁFICO 4.2.4. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA.....	61
GRÁFICO 4.2.5. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO.....	62
GRÁFICO 4.2.6. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO.....	62
GRÁFICO 4.2.7. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA	63
GRÁFICO 4.2.8. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA.....	63
GRÁFICO 4.2.13. FRECUENCIA (CYC/SEG) - REGULAR - ESTÁTICO.....	68
GRÁFICO 4.2.14. FRECUENCIA (CYC/SEG) - REGULAR - DINAMICO	68
GRÁFICO 4.2.15. FRECUENCIA (CYC/SEG) - IRREGULAR - ESTÁTICO.....	69
GRÁFICO 4.2.16. FRECUENCIA (CYC/SEG) - IRREGULAR - DINAMICO	69
GRÁFICO 4.2.17. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO.....	71
GRÁFICO 4.2.18. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO.....	71
GRÁFICO 4.2.19. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA	72
GRÁFICO 4.2.20. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA	72
GRÁFICO 4.2.21. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO.....	74
GRÁFICO 4.2.22. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO.....	74
GRÁFICO 4.2.23. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA	75
GRÁFICO 4.2.24. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA	75
GRÁFICO 4.3.1. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO.....	79
GRÁFICO 4.3.2. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO.....	79
GRÁFICO 4.3.3. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA	80
GRÁFICO 4.3.3. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA	80
GRÁFICO 4.3.5. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO.....	82
GRÁFICO 4.3.6. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO.....	82
GRÁFICO 4.3.7. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA	83
GRÁFICO 4.3.8. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA.....	83
GRÁFICO 4.3.9. PERIODO (SEG) - REGULAR - DINAMICO	85
GRÁFICO 4.3.10. PERIODO (SEG) - IRREGULAR - DINAMICO	85
GRÁFICO 4.3.11. FRECUENCIA (CYC/SEG) - REGULAR - DINAMICO	87
GRÁFICO 4.3.12. FRECUENCIA (CYC/SEG) - IRREGULAR - DINAMICO	87

GRÁFICO 4.3.13. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO.....	89
GRÁFICO 4.3.14. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO.....	89
GRÁFICO 4.3.15. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA	90
GRÁFICO 4.3.16. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA	90
GRÁFICO 4.3.17. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO.....	92
GRÁFICO 4.3.18. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO.....	92
GRÁFICO 4.3.19. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA	93
GRÁFICO 4.3.20. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA	93
GRÁFICO 4.4.01. A-01 CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)	97
GRÁFICO 4.4.02. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M).....	98
GRÁFICO 4.4.03. CORTANTE 3-3 / MAX (TONF)	99
GRÁFICO 4.4.04. MOMENTO FLECTOR 2-2 / MAX (TONF-M).....	100
GRÁFICO 4.4.05. FUERZA AXIAL / MAX (TONF)	101
GRÁFICO 4.4.06. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)	103
GRÁFICO 4.4.07. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M).....	104
GRÁFICO 4.4.08. CORTANTE 3-3 / MAX (TONF)	105
GRÁFICO 4.4.09. MOMENTO FLECTOR 2-2 / MAX (TONF-M).....	106
GRÁFICO 4.4.10. FUERZA AXIAL / MAX (TONF)	107
GRÁFICO 4.4.11. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)	109
GRÁFICO 4.4.12. CORTANTE 2-2 / MIN (TONF)	109
GRÁFICO 4.4.13. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M).....	110
GRÁFICO 4.4.14. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MIN (TONF-M)	110
GRÁFICO 4.4.15. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)	111
GRÁFICO 4.4.16. MOMENTO TORSOR / MIN (TONF-M)	111
GRÁFICO 4.4.17. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)	113
GRÁFICO 4.4.18. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M).....	114
GRÁFICO 4.4.19. CORTANTE 3-3 / MAX (TONF)	115
GRÁFICO 4.4.20. MOMENTO FLECTOR 2-2 / MAX (TONF-M).....	116
GRÁFICO 4.4.21. FUERZA AXIAL / MAX (TONF)	117
GRÁFICO 4.4.22. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)	119
GRÁFICO 4.4.23. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M).....	120
GRÁFICO 4.4.24. CORTANTE 3-3 / MAX (TONF).....	121
GRÁFICO 4.4.25. MOMENTO FLECTOR 2-2 / MAX (TONF-M).....	122
GRÁFICO 4.4.26. FUERZA AXIAL / MAX (TONF)	123

GRÁFICO 4.4.27. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)	125
GRÁFICO 4.4.28. CORTANTE 2-2 / MIN(TONF-M).....	125
GRÁFICO 4.4.29. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF).....	126
GRÁFICO 4.4.30. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MIN(TONF-M)	126
GRÁFICO 4.4.31. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)	127
GRÁFICO 4.4.32. MOMENTO TORSOR / MIN (TONF-M)	127
GRÁFICO 4.4.33. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)	129
GRÁFICO 4.4.34. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF)	130
GRÁFICO 4.4.35. CORTANTE 3-3 / MAX (TONF)	131
GRÁFICO 4.4.36. MOMENTO FLECTOR 2-2 / MAX (TONF).....	132
GRÁFICO 4.4.37. FUERZA AXIAL / MAX (TONF)	133
GRÁFICO 4.4.38. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)	134
GRÁFICO 4.4.39. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)	136
GRÁFICO 4.4.40. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M).....	137
GRÁFICO 4.4.41. CORTANTE 3-3 / MAX (TONF)	138
GRÁFICO 4.4.42. MOMENTO FLECTOR 2-2 / MAX (TONF-M).....	139
GRÁFICO 4.4.43. FUERZA AXIAL / MAX (TONF)	140
GRÁFICO 4.4.44. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)	141
GRÁFICO 4.4.45. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)	143
GRÁFICO 4.4.46. CORTANTE 2-2 / MIN (TONF)	143
GRÁFICO 4.4.47. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M).....	144
GRÁFICO 4.4.48. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MIN(TONF-M)	144
GRÁFICO 4.4.49. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)	145
GRÁFICO 4.4.50. MOMENTO TORSOR / MIN (TONF-M)	145
GRÁFICO 4.4.51. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)	147
GRÁFICO 4.4.53. CORTANTE 3-3 / MAX (TONF)	149
GRÁFICO 4.4.56. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)	152
GRÁFICO 4.4.57. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)	154
GRÁFICO 4.4.58. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M).....	155
GRÁFICO 4.4.59. CORTANTE 3-3 / MAX (TONF)	156

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objeto demostrar que al considerar la interacción suelo-estructura se obtiene un diseño más eficiente y cercano a la realidad frente al modelamiento clásico de base empotrada e infinitamente rígida. Al asignarle al suelo grados de libertad y rigideces, este absorbe parte de la energía liberada por el sismo, con lo cual se consigue disminuir las fuerzas de diseño en los elementos estructurales a costa de un aumento en la deriva de entrepiso del modelo. En la presente investigación se han considerado 02 pabellones de un centro educativo, uno regular y otro irregular. Ambas edificaciones se han analizado con 2 programas, ETABS y CYPECAD, estática y dinámicamente. Se han obtenido resultados que demuestran que la reducción de fuerzas de diseño se da en las columnas, mientras que en las vigas tienden a aumentar el momento flector, condicionante en el diseño de vigas. Así también se ha podido determinar que el modelo del semiespacio elástico linealmente deformable es el más recomendable para su uso pues idealiza de manera más real el comportamiento del suelo, a coste de aumentar los desplazamientos.

ABSTRACT

The present paper aims to demonstrate that by considering soil structure interaction more efficient and closer to reality design versus classical modeling embedded and infinitely rigid base is obtained. By assigning degrees of freedom to the ground and rigidities, it absorbs some of the energy released by the earthquake, which we can reduce the design forces in the structural elements at the expense of an increase in interstory drift model. In the present investigation have been considered 02 halls of a school, one regular and one irregular. Both buildings have been analyzed with 2 programs, ETABS and CYPECAD statically and dynamically. Results have been obtained which show that the design force reduction occurs in the columns, while the beams tend to increase the bending moment, constraint in designing beams. So too has been determined that the model of linearly deformable elastic half is the most recommended for use as idealizes more realistically soil behavior, a cost of increasing displacement.



CAPÍTULO I

ASPECTO GENERALES



1. ASPECTOS GENERALES

1.1. ASPECTOS INFORMATIVOS

TITULO

ANALISIS DE LA INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE CENTROS EDUCATIVOS CON ZAPATAS CORRIDAS EN LA URB. NICOLAS GARATEA – NUEVO CHIMBOTE

TIPO DE INVESTIGACIÓN

DESCRIPTIVA - CORRECIONAL

UBICACIÓN

REGIÓN	:	ANCASH
DEPARTAMENTO	:	ANCASH
PROVINCIA	:	SANTA
DISTRITO	:	NUEVO CHIMBOTE

1.2. PLAN DE INVESTIGACIÓN

1.2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente la normativa sísmica, los criterios de modelamiento y diseño consideran el empotramiento perfecto del suelo de fundación al modelar la superestructura de los proyectos, esto asemeja los cálculos con el comportamiento real de las estructuras, por lo cual se hace necesario un modelo que considere la rigidez del suelo en el modelamiento. Vemos por ejemplo el caso de los centros educativos, en los cuales por esta consideración, las dimensiones de sus elementos estructurales son considerables y son un factor determinante en el momento de hacer un presupuesto de estos.

Formulación del problema

¿La inadecuada idealización del modelo matemático de los centros educativos con cimientos continuos refleja un diseño real?



1.2.2. OBJETIVOS

1.2.2.1. Objetivos Generales

- Analizar la interacción sísmica suelo-estructura en centros educativos con zapatas corridas.

1.2.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar las características geotécnicas del suelo, para obtener sus perfiles estratigráficos, capacidad portante, módulo de balasto.
- Adecuar los modelos dinámicos de interacción suelo-estructura a edificaciones con zapatas corridas.
- Desarrollar el modelo estructural para las edificaciones, cumpliendo los requisitos establecidos en el RNE.
- Evaluar la estructura mediante el método estático.
- Evaluar la estructura mediante el método modal-espectral.
- Obtener desplazamientos de la estructura, así como los esfuerzos de los elementos estructurales.

1.2.3. HIPOTESIS

"En el análisis de interacción suelo-estructura, la rigidez del suelo de fundación absorbe parte de la energía liberada por el sismo, lo cual logra idealizar de una forma más real el comportamiento sismorresistente de la edificación."

1.2.4. VARIABLES

DEPENDIENTES

Esfuerzos en elementos estructurales.

INDEPENDIENTE

Rigidez del suelo de fundación.



1.2.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Descriptivo - correlacional

1.2.6. ESTRATEGIA DEL TRABAJO

METODO DE ESTUDIO

Recopilación y análisis de información sobre estudios relacionados.

Recopilación de datos de los suelos.

Toma de datos de las estructuras mediante análisis en gabinete.

POBLACIÓN

Se tomará como población los 15 pabellones del centro educativo "República Argentina".

MUESTRA

Se tomará como muestra 02 pabellones de dicho centro educativo, uno regular y otro irregular.



CAPÍTULO II

MARCO TEORICO



2. GENERALIDADES

2.1. GEOTECNIA

Se puede definir la Geotecnia como el conjunto de técnicas, tanto de campo como de laboratorio, que permiten conocer el terreno para utilizarlo adecuadamente como elemento de construcción, bien directamente como material (en caminos, diques, canales, etc.), bien como soporte de una estructura determinada (cimentaciones).

Es durante el presente siglo, en concreto a partir del año 1925 en que el profesor Dr. Karl Von Terzaghi publicó su teoría sobre mecánica de suelos, lo que ha dado lugar a la actual geotecnia.

Así fue como nació "La Geotecnia", que se llama con frecuencia "Mecánica del suelo", puede parecer en algunos casos como una rama de la Geología aplicada, mientras que, en realidad es una adaptación de un conjunto de teorías de la mecánica racional; elasticidad, plasticidad, hidráulica, por citar sólo las principales.

Pero todas estas teorías no son aplicables más que a medios homogéneos y continuos, mientras que el suelo es, por naturaleza incluso, discontinuo, heterogéneo y anisótropo. Resulta, pues, que sólo se podría utilizar para los suelos que cumpliera estos postulados. Esto no quiere decir que no haga falta teoría, ni matemáticas, sino simplemente que no hay que ver en un razonamiento matemático o en el resultado de un cálculo más que un medio de apreciar el aspecto cualitativo de los fenómenos, y no siempre es razonable ni prudente dar demasiada importancia al rigor de las cifras.



Para aplicar los métodos de la Mecánica del Suelo, el proyectista necesita conocer en la forma más perfecta posible, y con los mínimos detalles, el medio sobre el que va a trabajar, y para ello hay que reconocer el suelo. Esta idea de reconocimiento del suelo implica, ante todo, una idea de descripción física de la materia propiamente dicha, con todas las sutilezas que ello comporta; aspecto visual, color, consistencia, estructura, espesor de las capas, inclinación, estratificación, nivel freático, etc. Toda esta información debe ir completada con ensayos de laboratorio identificación y/o resistentes, a efectos del posterior cálculo.

Por lo tanto la geotecnia es la rama de la Ingeniería que se ocupa del estudio de la interacción de las construcciones con el terreno. Se trata por tanto de una disciplina no sólo de la Ingeniería Civil, sino también de otras actividades, como la Arquitectura y la Ingeniería Minera, que guardan relación directa con el terreno.

El problema geotécnico básico en la ingeniería civil es:

- **El terreno como cimiento:** todas las obras deben apoyarse en el terreno; debe por tanto definirse la forma de este apoyo, y la transmisión de cargas de la estructura al terreno, para lo que debe estudiarse la deformabilidad y resistencia de éste.

Los terrenos sobre los que se construyen las obras civiles son de naturaleza muy variada, desde un macizo granítico sano hasta un fango de marisma en el que no es posible caminar. Las diferencias de comportamiento obedecen a varias causas:

- Diferencias de naturaleza mineralógica de los componentes: silíceos, calcáreos, orgánicos, etc.



-
- Diferencias de tamaño de las partículas:
 - De milímetros o centímetros en gravas.
 - De décimas de milímetro en arenas.
 - De centésimas de mm (decenas de micras) en limos.
 - De inferiores a una micra en arcillas.

 - Diferencias de la forma de contacto y unión entre granos; puede tratarse de:
 - Una simple yuxtaposición, en el caso de una arena seca,
 - Uniones por meniscos capilares entre granos si está húmeda.
 - Fuerzas eléctricas entre partículas en el caso de arcillas.
 - Soldadura entre granos o cristales en rocas.

 - Diferencias del proceso de deposición y de tensiones a que está sometido: la compacidad o consistencia de un elemento de terreno varía entre los casos:
 - Recién sedimentado, a pequeña profundidad, y por tanto a pequeñas compresiones.
 - Profundo y, por tanto, sometido a un gran peso de terreno situado por encima; que haya estado a gran profundidad y luego por erosión se haya eliminado parte de la presión (procesos de sobre consolidación).
 - En rocas, por la fracturación producida por plegamiento y empujes tectónicos, o con diferentes grados de meteorización por agentes atmosféricos.
-



2.1.1. EL SUELO

Los suelos están constituidos por partículas sueltas, mientras que en las rocas los granos están cementados o soldados. Sin embargo, esta separación no es tan clara: existen, por una parte, suelos con algún grado de cementación entre sus partículas y, por otro, rocas en las que la cementación es relativamente ligera.

Desde el punto de vista práctico, en construcción es habitual considerar como suelos, aquellos terrenos que pueden excavarse sin necesidad de recurrir a explosivos. Sin embargo, en las últimas décadas la evolución de las técnicas de excavación (martillos picadores, rozadoras) permite la excavación mecánica de rocas de resistencia media, lo que ha hecho más difuso este límite.

2.1.2. PROPIEDADES GEOTECNICAS DEL SUELO

Antes de nada lo primero para poder saber las propiedades de los suelos es de vital importancia realizar la granulometría de los suelos, de este ensayo podemos determinar el tipo de suelo con el que se va tratar. En esta tesis trataremos con arenas, por lo cual pasamos a describirlas a continuación.

Las arenas, son cuerpos complejos que se encuentran en numerosas canteras, resultan de la disgregación de rocas graníticas, arrastradas por las agua y depositadas por orden de densidad en capas sensiblemente paralelas, metal o mineral reducido por la naturaleza o el hombre a partes muy pequeñas, se componen esencialmente de sílice, arcilla e impurezas diversas.



Para determinar la calidad esencial de la arena de fundición se hace necesaria algunas pruebas periódicas. Las propiedades cambian por contaminación con materiales extraños, por la acción del desmoldeo, por el cambio gradual y la distribución de los tamaños de gramo y por la continua exposición de esta a altas temperaturas, las pruebas pueden ser tanto químicas como mecánicas.

2.1.3. ORIGEN DE LOS SUELOS

Los suelos provienen de la alteración –tanto física como química- de las rocas más superficiales de la corteza terrestre. Este proceso, llamado meteorización, favorece el transporte de los materiales alterados que se depositarán posteriormente formando alterita, a partir de la cual y mediante diversos procesos se consolidará el suelo propiamente dicho.

Aunque posteriormente se establecerán diversas clasificaciones específicas, pueden diferenciarse en una primera aproximación, diversos tipos de suelo en función de la naturaleza de la roca madre y del tamaño de las partículas que lo componen. (Manual de carreteras 2, Luis Bañón Blazques, Capítulo 15, página 02).

Los suelos provienen de las rocas a través de procesos de erosión. El proceso formativo puede incluir las siguientes fases:

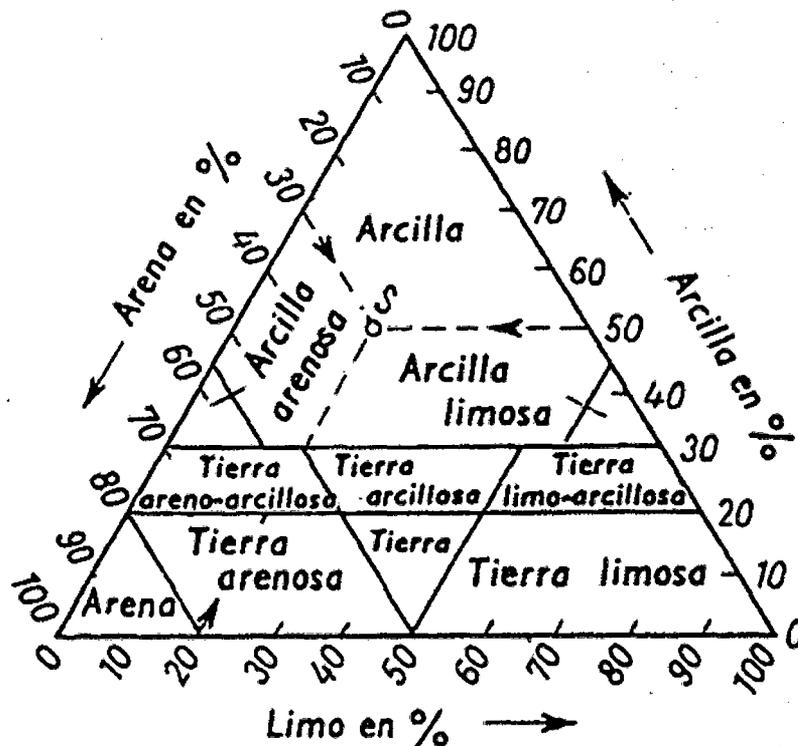


FIGURA 02.01: TRIÁNGULO DE CLASIFICACIÓN DE UN SUELO

2.1.3.1. EROSION

Proceso natural de movimiento de las partículas del suelo de un sitio a otro principalmente por medio de la acción del agua o del viento.

- **La erosión física** consiste en la reducción de la roca a fragmentos progresivamente más pequeños, pero sin alterar su composición química. Puede ser por acción del agua, aire, temperatura u otros factores, ya sea actuando solos o en combinación. Así se forman los suelos granulares (gravas, arenas, limos). Las acciones entre partículas son puramente mecánicas.
- **La erosión química** consiste en procesos de hidratación, hidrolisis, oxidación o disolución, por los que se forma un suelo cuya composición química difiere de la de la roca original. El proceso más importante es la



hidrolisis de los silicatos de las rocas para pasar a arcillas. Debido al proceso, las partículas tienen cargas eléctricas no compensadas (o no uniformemente distribuidas), por lo que aparecen fuerzas eléctricas de interacción entre sí y con el agua intersticial. Esto confiere a estos suelos propiedades particulares (plasticidad).

2.1.3.2. TRANSPORTE Y SEDIMENTACIÓN

El suelo, una vez formado por la erosión, puede quedarse donde se formó o ser transportado y sedimentado en otros lugares. En función de ello se habla de:

- **Suelos residuales, o eluviales** se originan cuando los suelos producto de la meteorización no son transportados como sedimentos, sino que se acumulan en el sitio en que se van formando. Si la velocidad de descomposición de la roca supera a la de arrastre de los productos de la descomposición se produce una acumulación de suelo residual. Entre los factores que influyen en la velocidad de alteración de la naturaleza de los productos de la meteorización están el clima (Temperatura y lluvia), la naturaleza de la roca original, el drenaje y la actividad bacteriana.

El perfil de un suelo residual puede dividirse en tres zonas:

- a) **La zona superior:** en la que existe un elevado grado de meteorización, pero también cierto arrastre de materiales.
- b) **la zona intermedia:** en cuya parte superior existe una cierta meteorización, pero también cierto grado de deposición hacia la parte inferior de la misma; y,



c) **la zona parcialmente meteorizada:** que sirve de transición del suelo residual a la roca original inalterada.

La temperatura y otros factores han favorecido el desarrollo de espesores importantes de suelos residuales en muchas partes del mundo.

- **Suelos transportados y sedimentados.** Puede ser mediante el agua de ríos (suelos aluviales), mar, lagos, glaciares, o del viento (dunas, depósitos eólicos), o por gravedad en laderas (suelos coluviales).

El medio de transporte (que actúa a la vez como agente de erosión y medio de sedimentación), tiene una gran influencia en las propiedades del suelo resultante: distribución de tamaños de partículas, y forma y textura de las mismas. Así, los suelos eólicos suelen ser muy uniformes, mientras que los aluviales presentan un mayor grado de mezcla de tamaños, y los glaciares aún más.

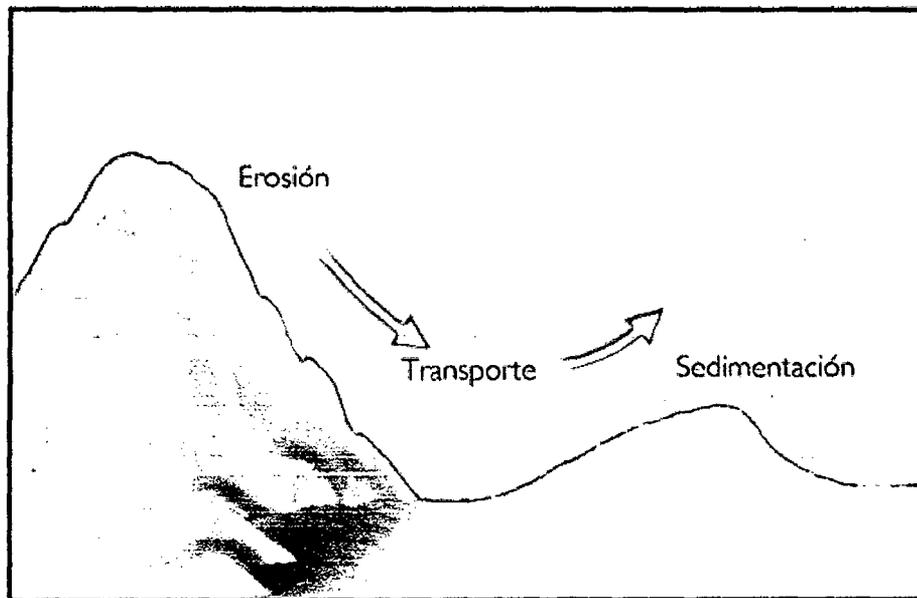


FIGURA 02.02: IMAGEN QUE REPRESENTA LA EROSIÓN, TRANSPORTE Y SEDIMENTACIÓN DEL SUELO.



2.1.3.3. PROCESOS SECUNDARIOS

Ocurren una vez formado y sedimentado el suelo. Los más importantes son:

- **Consolidación** por el peso de sedimentos. Cuando el suelo se deposita, está sometido a una tensión nula, y está por tanto con una consistencia muy floja. Al continuar depositándose sedimentos encima, va consolidándose, aumentando su compacidad y consistencia.

Si un suelo ha estado sometido en su historia a una presión mayor de la que tiene actualmente, se dice que está sobre consolidado; en caso contrario, normalmente consolidado (ver esquema de la Figura 3). La causa más obvia de sobre consolidación es la erosión de material representada en la figura, pero también puede deberse a desecaciones asociadas a ascensos y descensos del nivel freático. Como resultado, solo los suelos muy recientes (fangos costeros, de marisma o aluviales) están normalmente consolidados, y todos los suelos de consistencia media han sido sobre consolidados por alguno de los procesos citados.

- **Cementación** entre partículas, que se presenta en algunas ocasiones: caliches y costras, suelos cementados por sulfatos o carbonatos, etc.

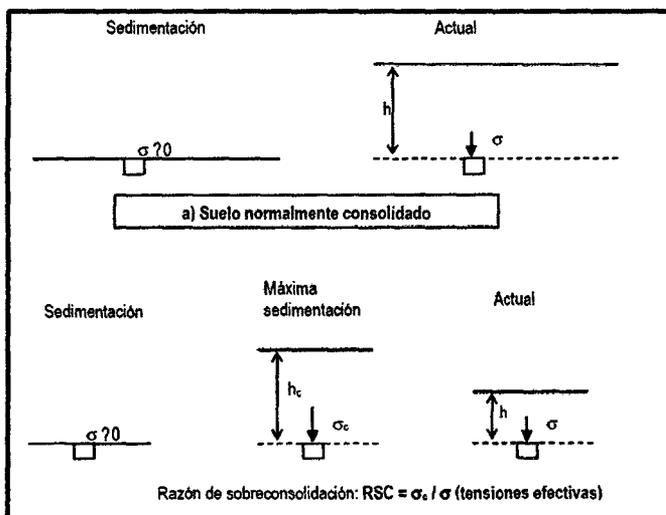


FIGURA 02.03: PROCESO DE CONSOLIDACIÓN Y SOBRE CONSOLIDACIÓN.



2.1.4. TIPOS DE SUELOS

2.1.4.1. SUELOS GRANULARES

Este tipo de suelos está formado por partículas agregadas y sin cohesión entre ellas dado el gran tamaño de las mismas. Su origen obedece fundamentalmente a procesos de meteorización física: lajamiento, termoclastia, o fenómenos de hidratación física.

Las características principales de este tipo de suelos son su buena capacidad portante y su elevada permeabilidad, lo que permite una rápida evacuación del agua en presencia de cargas externas. Esta capacidad de drenaje es proporcional al tamaño de las partículas, o dicho de otro modo, al volumen de huecos o porosidad del suelo. Es destacable que para un determinado grado de humedad, las partículas más finas presentan una cohesión aparente que desaparece al variar el contenido de agua.

Dentro de esta clase de suelos se distinguen dos grandes grupos: el de las gravas y el de las arenas. El límite entre ambos grupos viene dado por su granulometría, considerándose arena la fracción de suelo de tamaño inferior a 2 mm.

Las características mecánicas y resistentes de los suelos granulares vienen en buena parte determinadas por el ángulo de rozamiento interno entre partículas, así como por su módulo de compresibilidad.

2.1.4.2. SUELOS COHESIVOS

A diferencia de los anteriores, esta categoría de suelos se caracteriza por un tamaño más fino de sus partículas constituyentes (inferior a 0.08 mm.), lo que les confiere unas propiedades de superficie ciertamente importantes. Esto se debe a que la superficie específica –relación entre la



superficie y el volumen de un cuerpo- de dichas partículas es más que considerable.

La cohesión es la principal propiedad desde el punto de vista mecánico de este tipo de suelos; se define como la fuerza interparticular producida por el agua de constitución del suelo, siempre y cuando este no esté saturado. La cohesión es importante desde el punto de vista de la estabilidad de taludes, ya que aumenta la resistencia de un suelo frente a esfuerzos cortantes o de cizalla.

Dentro de los suelos cohesivos también puede establecerse una subdivisión en dos grandes grupos: **los limos de origen físico** formados por partículas de grano muy fino (entre 0.02 y 0.002 mm) y **las arcillas**, compuestas por un agregado de partículas microscópicas procedentes de la meteorización química de las rocas.

Lo que realmente diferencia a los limos de las arcillas son sus propiedades plásticas: mientras que los primeros son arcillas finísimas de comportamiento inerte frente al agua, las arcillas debido a la forma lajosa de sus granos y a su reducido tamaño- acentúan los fenómenos de superficie, causa principal de su comportamiento plástico.

Este tipo de suelos se caracteriza por su baja permeabilidad, al dificultar el paso del agua por el reducido tamaño de sus poros, y su alta compresibilidad; tan es así que los suelos arcillosos, limosos e incluso arenosos como el loess pueden colapsar comprimirse de forma brusca- simplemente aumentando su grado de humedad hasta un valor crítico (entre el 85% para arcillas y el 40-60% para arenas y limos), al romperse los débiles enlaces que unen unas partículas con otras.

Esta importante propiedad se emplea de forma directa en la compactación de suelos.

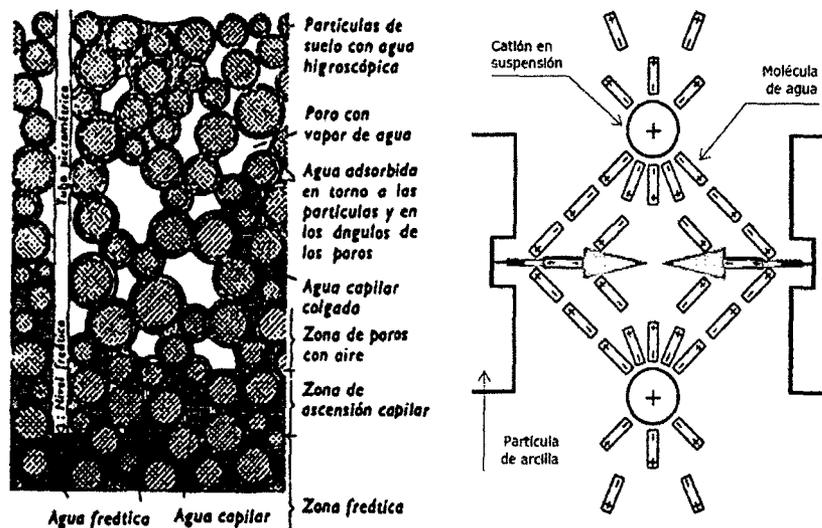


FIGURA 02.04: ORIGEN DE LA COHESIÓN EN LOS SUELOS ARCILLOSOS.

2.1.4.3. SUELOS ORGANICOS

Dentro de esta categoría se engloban aquellos suelos formados por la descomposición de restos de materia orgánica de origen animal o vegetal predominando esta última y que generalmente cubren los primeros metros de la superficie.

Se caracterizan por su baja capacidad portante, **alta compresibilidad** y mala tolerancia del agua, a lo que debe unirse la existencia de procesos orgánicos que pueden reducir sus propiedades resistentes. Este tipo de suelos es **nefasto** para la ubicación de cualquier obra de infraestructura, por lo que deben eliminarse mediante operaciones previas de desbroce. En el caso de existir formaciones más profundas de materia orgánica,



como puede ser el caso de depósitos de turba, es preferible evitar el paso del camino por ellas.

Cuando esto no sea posible, deberán tomarse precauciones especiales que garanticen la estabilidad del terreno, estabilizándolo física o químicamente.

2.1.4.4. SUELOS DE RELLENOS

Se entiende por relleno todo depósito de materiales procedentes de aportes de tierras procedentes de otras obras. También puede entenderse por relleno todo depósito de escombros procedentes de demoliciones, vertederos industriales, basureros, etc., aunque como es lógico jamás pueden ser considerados como terrenos aptos para la ubicación de cualquier tipo de construcción.

La problemática que presentan este tipo de suelos artificiales es su baja fiabilidad, ya que por lo general no suelen compactarse al ser depositados (recordemos que la compactación de las tierras sobrantes supone un coste adicional innecesario desde el punto de vista del empresario que realiza la obra).

El comportamiento mecánico esperable es muy malo, ya que al no estar compactados presentarán altos índices de compresibilidad y la aparición de asientos excesivos e impredecibles. Para mitigar este problema, debe mejorarse la compacidad del mismo empleando métodos de precarga del terreno (método muy lento) o inundarlo para provocar su colapso, en el caso de que su estructura interna sea inestable. También puede optarse por reemplazarlo por otro tipo de terreno, opción que casi nunca suele escogerse por ser antieconómica.



2.1.5. PROPIEDADES ELEMENTALES. PARAMETROS DE ESTADO

El estado de compacidad de un suelo se define mediante unas relaciones entre volúmenes y pesos de sus elementos constitutivos. La Figura 5 representa los volúmenes, V , de materia sólida y huecos (parcialmente rellenos de agua en el caso más general). Los pesos respectivos, W , se relacionan con ellos a través de los pesos específicos respectivos.

Se definen los siguientes parámetros:

- **POROSIDAD:** "n" cociente entre volúmenes de huecos y total.

$$n = \frac{V_h}{V_t} \dots \dots \dots \text{Ecuación 01}$$

- **INDICE DE HUECOS O POROS:** "e" cociente entre volúmenes de huecos y sólidos.

$$e = \frac{V_h}{V_s} \dots \dots \dots \text{Ecuación 02}$$

- **HUMEDAD:** "w" cociente de pesos de agua y sólidos (suele expresarse en %).

$$w = \frac{W_w}{W_s} \dots \dots \dots \text{Ecuación 03}$$

- **GRADO DE SATURACION:** "Sr" fracción de poros llenos de agua (suele expresarse en %).

$$S_r = \frac{V_w}{V_h} \dots \dots \dots \text{Ecuación 04}$$

- **PESO ESPECIFICO APARENTE, NATURAL O HUMEDO:**

" γ " cociente entre el peso total y volumen total.

$$\gamma = \frac{W_t}{V_t} = \frac{W_s + W_w}{V_s + V_h} = \frac{\gamma_s * V_s + \gamma_w * V_w}{V_s + V_h} \dots \dots \dots \text{Ecuación 05}$$



- **PESO ESPECIFICO SECO:** “ γ_d ” peso específico, descontando el peso del agua, es decir, el peso específico aparente que tendría el suelo si extrajéramos su agua sin modificar su volumen total.

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V_t} = \frac{W_s}{V_s + V_h} = \frac{\gamma_s * V_s}{V_s + V_h} \dots \dots \dots \text{Ecuación 06}$$

- **PESO ESPECÍFICO SATURADO** γ_{sat} : peso específico aparente que tendría el suelo si se saturasen totalmente sus poros, sin modificar su volumen total.

$$\gamma_{sat} = \frac{W_s + W_w^{sat}}{V_t} = \frac{\gamma_s * V_s + \gamma_w * V_h}{V_s + V_h} \dots \dots \dots \text{Ecuación 07}$$

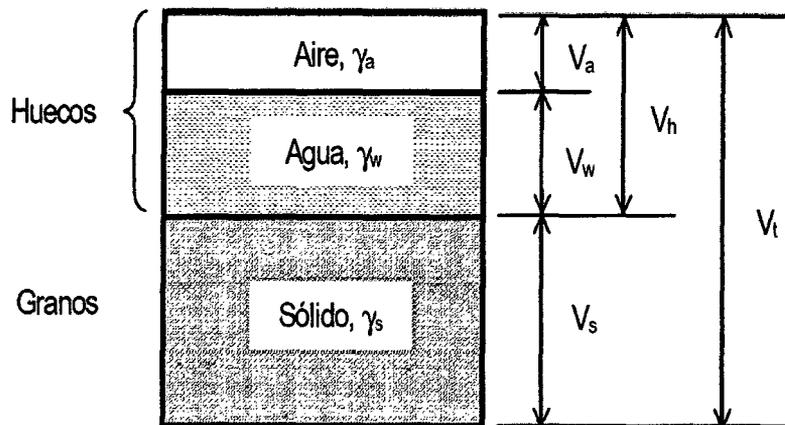


FIGURA 02.05: DISTRIBUCIÓN DE VOLUMENES AL SUELO.

Sobre estos parámetros cabe hacer las siguientes observaciones:

- En el lenguaje geotécnico, es habitual referirse impropriamente a los anteriores pesos específicos como “densidades” (seca, saturada, etc.); sin embargo, se trata siempre de peso (y no masa).



- Los parámetros anteriores no son independientes, sino que existen relaciones entre ellos, que pueden obtenerse fácilmente. Son especialmente útiles las siguientes. Ver **ANEXO 2.1** (Peso específico relativo de las partículas más importantes de los suelos) y **ANEXO 2.2** (VALORES ORIENTATIVOS DE PESOS ESPECIFICOS DE DIVERSOS SUELOS).

$$n = \frac{e}{1 + e} \dots\dots\dots \text{Ecuación 08}$$

$$e = \frac{n}{1 - n} \dots\dots\dots \text{Ecuación 09}$$

$$e = \frac{\gamma_s * W}{\gamma_w * S_r} \left(= \frac{\gamma_s * W}{\gamma_w} \text{ si esta saturado} \right) \dots\dots\dots \text{Ecuación 09}$$

$$\gamma_d = \frac{\gamma_s}{1 + e} = \frac{\gamma_s}{1 + \frac{\gamma_s * W}{\gamma_w * S_r}} \dots\dots\dots \text{Ecuación 10}$$

$$\gamma_{sat} = \frac{\gamma_s + \gamma_w * e}{1 + e} \dots\dots\dots \text{Ecuación 11}$$

$$\gamma = \frac{\gamma_s * (1 + w)}{1 + e} = \gamma_d * (1 + w) \dots\dots\dots \text{Ecuación 12}$$

2.1.6. PARAMETROS DE IDENTIFICACION

Se denominan parámetros de identificación a aquellos que dependen de la naturaleza de las partículas del suelo, pero no de su estado de agregación o compacidad. Para su determinación, por tanto, no se requieren muestras inalteradas del suelo, sino que basta que sean representativas de sus componentes.

Los más importantes son la granulometría y la plasticidad.



2.1.6.1. GRANULOMETRIA

La finalidad de este ensayo (MTC – E107-2000) no es otra que determinar las proporciones de los distintos tamaños de grano existentes en el mismo, o dicho de otro modo, su granulometría.

El tamiz es la herramienta fundamental para efectuar este ensayo; se trata de un instrumento compuesto por un marco rígido al que se halla sujeta una malla caracterizada por un espaciamiento uniforme entre hilos denominado abertura o luz de malla, a través del cual se hace pasar la muestra de suelo a analizar.

Se emplea una serie normalizada de tamices de malla cuadrada y abertura decreciente, a través de los cuales se hace pasar una determinada cantidad de suelo seco, quedando retenida en cada tamiz la parte de suelo cuyas partículas tengan un tamaño superior a la abertura de dicho tamiz. Existen diversas series normalizadas de tamices, aunque las más empleadas son la ASTM D 422 Y AASHTO T88.

Una vez realizado el proceso de tamizado y sedimentación, se procede a pesar las cantidades retenidas en cada uno de los tamices, construyéndose una gráfica semilogarítmica donde se representa el porcentaje en peso de muestra retenida (o el que pasa) para cada abertura de tamiz.

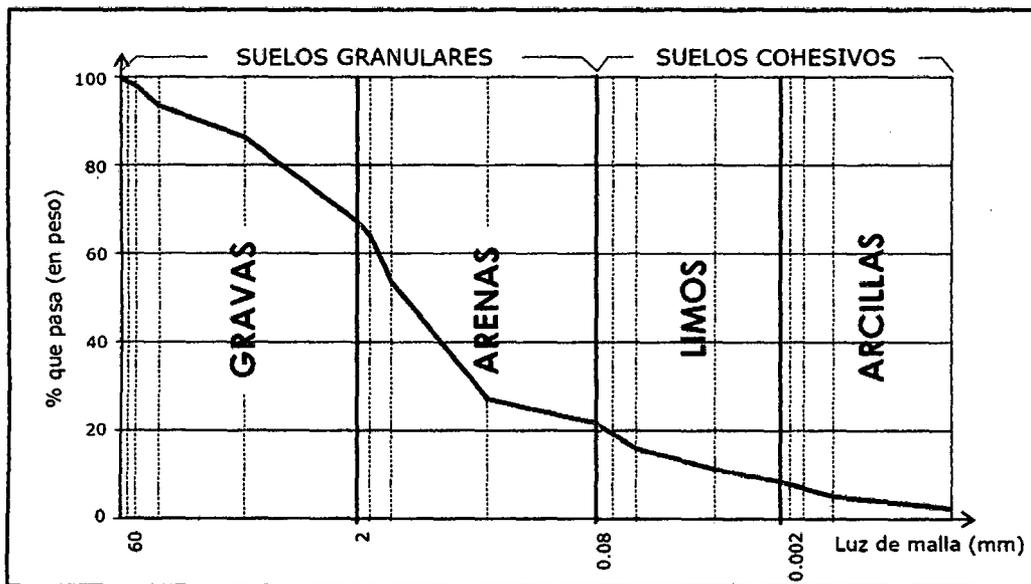


FIGURA 02.06: Curva granulométrica de un suelo

Como aplicación directa de este ensayo, puede establecerse una clasificación genérica de suelos atendiendo a su granulometría:

TIPO	DENOMINACIÓN		TAMAÑO (mm)
SUELOS GRANULARES	Bolos y bloques		> 60
	Grava	Gruesa	60 - 20
		Media	20 - 6
		Fina	2 - 6
	Arena	Gruesa	0.6 - 2
		Media	0.2 - 0.6
Fina		0.08 - 0.2	
SUELOS COHESIVOS	Limo	Grueso	0.02 - 0.08
		Medio	0.006 - 0.02
		Fino	0.002 - 0.006
	Arcilla		< 0.002

FIGURA 02.07: Clasificación granulométrica de los suelos.

La interpretación de una curva granulométrica puede proporcionarnos información acerca del comportamiento del suelo. Si estudiamos la regularidad de la curva podremos diferenciar dos tipos de granulometrías:



a) GRANULOMETRIA DISCONTINUA

La curva presenta picos y tramos planos, que indican que varios tamices sucesivos no retienen material, lo que evidencia que la variación de tamaños es escasa. En este caso, se habla de suelos mal graduados. La arena de playa es un claro ejemplo de este tipo de suelos.

b) GRANULOMETRIA CONTINUA

La práctica totalidad de los tamices retienen materia, por lo que la curva adopta una disposición suave y continua. A este tipo de suelos se les denomina bien graduados. Las zahorras se engloban dentro de este grupo.

De cara a determinar numéricamente la graduación de un suelo se emplea el coeficiente de curvatura, definido por la siguiente expresión.

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} * D_{60}} \dots \dots \dots \text{Ecuación 13}$$

Donde DX es la abertura del tamiz o diámetro efectivo (mm) por donde pasa el X% en peso de la totalidad de la muestra de suelo analizada.

Otro parámetro muy empleado para dar idea del grado de uniformidad de un suelo es el llamado coeficiente de uniformidad, definido por Hazen como la relación entre las aberturas de tamices por donde pasan el 60% y el 10% en peso de la totalidad de la muestra analizada:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \dots \dots \dots \text{Ecuación 14}$$

Según este coeficiente, un suelo que arroje valores inferiores a 2 se considera muy uniforme, mientras que un coeficiente inferior a 5 define un suelo uniforme.

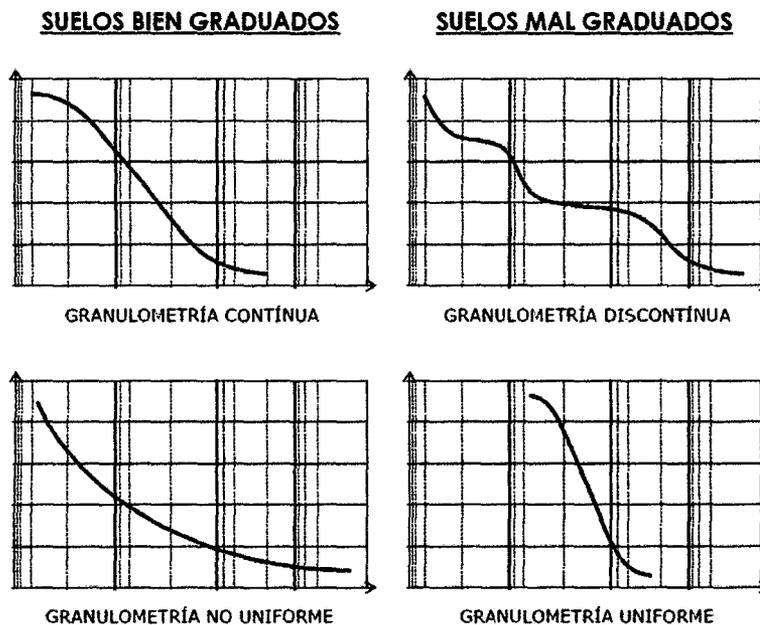


FIGURA 02.08:
Interpretación
de la curva
granulométrica.

2.1.7. ESTADOS DE CONSISTENCIA

El comportamiento de un suelo está muy influenciado por la presencia de agua en su seno. Este hecho se acentúa cuanto menor es el tamaño de las partículas que componen dicho suelo, siendo especialmente relevante en aquéllos donde predomine el componente arcilloso, ya que en ellos los fenómenos de interacción superficial se imponen a los de tipo gravitatorio.

En un suelo granular seco, si se añade agua progresivamente, esta va rellenando los poros hasta saturar el suelo; a partir de este momento, el suelo no admite más agua, y si se sigue añadiendo, el suelo queda en el fondo del recipiente y por encima de él, agua limpia.

En cambio, en arcillas, y en cierta medida en los limos, las partículas, merced a su actividad eléctrica, admiten agua de forma progresiva, separándose unas de otras hasta llegar a formar una suspensión cada vez más diluida. Presentan así todos los estados de consistencia, desde un sólido frágil, pasando por un sólido plástico amasable, hasta un líquido.



Por ello, resulta muy útil estudiar los límites entre los diversos estados de consistencia que pueden darse en los suelos coherentes en función de su grado de humedad: líquido, plástico, semisólido y sólido.

a) **Líquido:** La presencia de una cantidad excesiva de agua anula las fuerzas de atracción interparticular que mantenían unido al suelo –la cohesión- y lo convierte en una papilla, un líquido viscoso sin capacidad resistente.

b) **Plástico:** El suelo es fácilmente moldeable, presentando grandes deformaciones con la aplicación de esfuerzos pequeños. Su comportamiento es plástico, por lo que no recupera su estado inicial una vez cesado el esfuerzo.

Mecánicamente no es apto para resistir cargas adicionales.

c) **Semisólido:** El suelo deja de ser moldeable, pues se quiebra y resquebraja antes de cambiar de forma. No obstante, no es un sólido puro, ya que disminuye de volumen si continúa perdiendo agua. Su comportamiento mecánico es aceptable.

d) **Sólido:** En este estado el suelo alcanza la estabilidad, ya que su volumen no varía con los cambios de humedad. El comportamiento mecánico es óptimo.

Las humedades correspondientes a los puntos de transición entre cada uno de estos estados definen los límites líquido (LL), plástico (LP) y de retracción (LR) respectivamente.

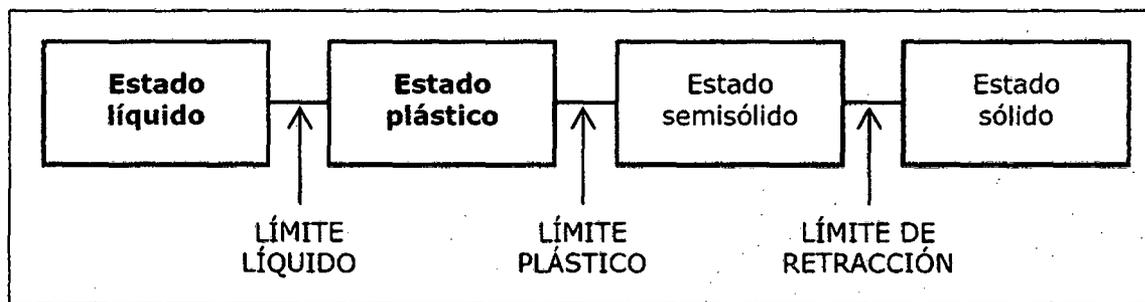


FIGURA 02.09: Estados de consistencia de un suelo.

Para realizar esta tarea, existen dos procedimientos de ensayo muy extendidos: Los límites de Atterberg (**MTC E 110 -2000, MTC E 111 – 2000**).

LIMITES DE ATTERBERG

Atterberg fue el primero que relacionó el grado de plasticidad de un suelo con su contenido en agua o humedad, expresado en función del peso seco de la muestra.

También fue él quien definió los cuatro estados de consistencia de los suelos vistos anteriormente y determinó los límites entre ellos, observando la variación de diferentes propiedades físicas y mecánicas.

De los límites anteriormente mencionados, interesa especialmente la determinación de los umbrales de los estados líquido (límite líquido) y plástico (límite plástico), ya que éstos presentan una alta deformabilidad del suelo y una drástica reducción de su capacidad portante. Afinando más todavía, el interés se centra en determinar el intervalo de humedad para el cual el suelo se comporta de manera plástica, es decir, su plasticidad.

- El **límite líquido** se determina mediante el método de la copa de Casagrande (**MTC E 110 – 2000 / DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS**). El ensayo se basa en la determinación de la cantidad



de agua mínima que puede contener una pasta formada por 150 - 200 g. de suelo seco que haya pasado por el tamiz N°40 (0.425mm). Para ello, se coloca sobre el mencionado artefacto y se acciona el mecanismo de éste, contándose el número de golpes necesario para cerrar una ranura – realizado previamente con una espátula normalizada de hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud y 20mm (3/4") de ancho aproximadamente. El ensayo se dará por válido cuando se obtengan dos determinaciones, una de entre 15 y 25 golpes, y otra de entre 25 y 35. La humedad correspondiente al límite líquido será la correspondiente a 25 golpes, y se determinará interpolando en una gráfica normalizada las dos determinaciones obtenidas experimentalmente.

Para determinar el límite líquido para cada espécimen de acuerdo al número de golpes y contenido de humedad, usando una de las siguientes ecuaciones.

$$LL = W^n \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121} \dots \dots \dots \text{Ecuación 15}$$

$$LL = K * W^n \dots \dots \dots \text{Ecuación 16}$$

N = Número de golpes que causan el cierre de la ranura para el contenido de humedad.

Wⁿ = Contenido de humedad del suelo, para N golpes.

K = Factor dado en la tabla del Anexo I.2 (Relación de golpes por el factor del límite líquido).

- El **límite plástico** es la humedad para la cual el suelo pasa de ser un sólido frágil a plástico, es decir, que puede moldearse sin agrietarse. Se determina mediante ensayo normalizado (MTC E 111-2000 / DETERMINACION DEL



LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD). Se amasa la arcilla entre la palma de la mano y una superficie lisa, formando un pequeño cilindro hasta la aparición de grietas. Cuando el agrietamiento comienza a producirse para un diámetro del cilindro de arcilla de unos 3.2 mm (1/8"), se dice que la arcilla tiene la humedad correspondiente al límite plástico y para calcularlo se usa la siguiente formula.

$$L.P = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} * 100 \dots \dots \dots \text{Ecuación 17}$$

- El **índice de plasticidad** no es más que la diferencia entre las humedades de los límites líquido y plástico.

$$IP. = LL - LP \dots \dots \dots \text{Ecuación 18}$$

VER ANEXO 2.3 (VALORES TÍPICOS DE CONSISTENCIA DEL SUELO)

2.1.8. CLASIFICACION DE SUELOS

La determinación y cuantificación de las diferentes propiedades de un suelo, efectuadas mediante los ensayos vistos en el anterior apartado, tienen como objetivo último el establecimiento de una división sistemática de los diferentes tipos de suelos existentes atendiendo a la similitud de sus caracteres físicos y sus propiedades geomecánicas.

Una adecuada y rigurosa clasificación permite al ingeniero de geotécnico tener una primera idea acerca del comportamiento que cabe esperar de un suelo como cimiento del firme, a partir de propiedades de sencilla determinación; normalmente, suele ser suficiente conocer la granulometría y plasticidad de un suelo para predecir su comportamiento mecánico. Además,



facilita la comunicación e intercambio de ideas entre profesionales del sector, dado su carácter universal.

De las múltiples clasificaciones existentes, se tomará en cuenta la que sin duda es la más racional y completa – clasificación de Casagrande modificada.

- **CLASIFICACION DE CASAGRANDE MODIFICADA.**

Fue A. Casagrande quien en 1.942 ideó este sistema genérico de clasificación de suelos, que fue empleado por el Cuerpo de Ingenieros del ejército de los EE.UU. para la construcción de pistas de aterrizaje durante la II Guerra Mundial.

Diez años más tarde, y vista la gran utilidad de este sistema en Ingeniería Civil, fue ligeramente modificado por el Bureau of Reclamation, naciendo el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS); este sistema fue adoptado por la ASTM (American Society of Testing Materials) como parte de sus métodos normalizados.

Dicha clasificación se vale de unos símbolos de grupo, consistentes en un prefijo que designa la composición del suelo y un sufijo que matiza sus propiedades. En el siguiente esquema se muestran dichos símbolos y su significación.

VER ANEXO 2.4 (CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS)



2.2. ESTRUCTURAL

2.2.1. MODULO DE BALASTO

En todo problema geotécnico, el conocimiento o la estimación de las deformaciones en relación a las cargas asociadas que transfiere una fundación al terreno natural, es uno de los problemas más importantes de los proyectos de ingeniería.

Para resolver esta situación, se utiliza muy frecuentemente, el "Coeficiente de Balasto" o "Módulo de Reacción del Suelo" también conocido como "Coeficiente de Sulzberger", estudiado muy en profundidad por Terzaghi.

Este parámetro asocia la tensión transmitida al terreno por una placa rígida con la deformación o la penetración de la misma en el suelo, mediante la relación entre la tensión aplicada por la placa " $\Delta\sigma$ " y la penetración o asentamiento de la misma " $\Delta\delta$ ". Generalmente se la identifica con la letra "K"

$$\Delta\sigma = K\Delta\delta \dots\dots\dots Ecuación 19$$

Este módulo, se obtiene mediante un simple ensayo de carga sobre el terreno, que se realiza utilizando una placa metálica rígida de sección cuadrada de 30,5 cm de lado o de sección circular con un diámetro de 30,5 cm, que se monta como se muestra en el esquema

027234

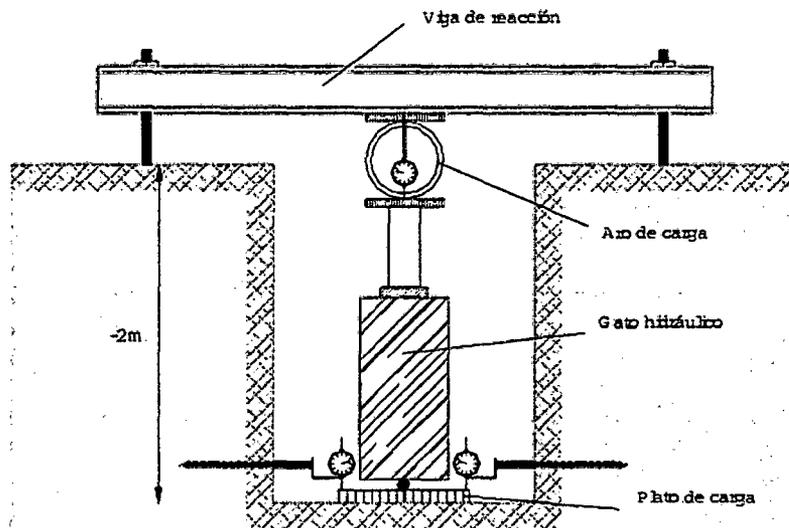


FIGURA 02.10: Ensayo de placa de carga.

El módulo de Reacción o Coeficiente de Balasto se define como: *La relación entre la tensión capaz de generar una penetración de la placa en el terreno de 1" que equivale a una deformación de 0,0254 m, es decir que este coeficiente es la pendiente de la recta secante que une el origen de coordenadas con el punto de la curva "tensión – deformación" que genera un asentamiento de la placa de 0,0254 m, como se aprecia en la figura siguiente.*

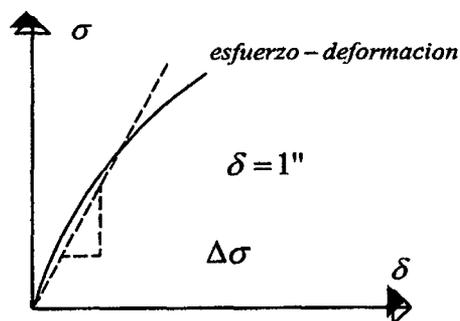


FIGURA 02.11: Curva de esfuerzo - deformación.



Los resultados de estos ensayos se expresan con la letra "k" donde por lo general se asocia el subíndice 1 adosado a la letra k, para indicar que el valor corresponde a una placa rígida de 1 pie² "k₁".

2.2.1.1. CALCULO DEL MÓDULO DE BALASTO CON ENSAYOS DE CAMPO APROXIMADOS.

2.2.1.1.1. RELACIONES ENTRE DPL Y SPT

Partiremos de un ensayo muy usado en nuestro medio para realizar auscultaciones en el suelo, como es el ensayo de penetración dinámica ligera o DPL.

Según la tesis, "*estudio experimental sobre correlaciones en suelos granulares finos (arenas) compactados, usando equipos de penetración*", la cual concluye en una serie de correlaciones entre diferentes equipos de penetración; una de las cuales es la relación SPT vs n_{DPL}, el número de golpes del DPL se puede relacionar con el número de golpes obtenidos al realizar un ensayo SPT con la siguiente ecuación:

$$N_{60} = 0.1277n_{DPL} + 5.5492 \dots \dots \dots \text{Ecuación 20}$$

Obteniendo un coeficiente de determinación de 0.9833, lo cual nos da una muy buena aproximación y confiabilidad de los datos.

2.2.1.1.2. RELACIONES ENTRE SPT Y MÓDULO DE BALASTO

Obtenido este dato, es posible calcular el módulo de balasto en base a relaciones obtenidas por el Ing. Karl Terzaghi, en su publicación "Evaluation of coefficients of subgrade reaction"; la cual nos da distintas relaciones para módulos de balasto, tanto para arenas como para arcillas.



Para arenas, en caso de necesitar calcular el balasto para estructuras horizontales, se usa el módulo de balasto vertical; el cual puede ser calculado mediante las siguientes fórmulas:

- Para arenas secas o húmedas

$$k_{30} \left(\frac{kg}{cm^3} \right) = 10^{\frac{N_{SPT}+2}{34}} \dots \dots \dots Ecuación 21$$

- Para arenas sumergidas

$$k_{30} \left(\frac{kg}{cm^3} \right) = 0.6 * 10^{\frac{N_{SPT}+2}{34}} \dots \dots \dots Ecuación 22$$

Siendo k_{30} el módulo de balasto para una placa de 1 pie cuadrado de área. Mientras que un investigador de la universidad nacional de la plata, argentina, el ingeniero José Leoni Augusto propone 02 fórmulas para el cálculo del coeficiente de balasto en función del ensayo SPT corregido para arenas; las cuales son:

- Para arenas secas o húmedas

$$k = (N * 0.04)^{4.3} + N * 0.25 \dots \dots \dots Ecuación 23$$

- Para arenas sumergidas

$$k = (N * 0.04)^{3.7} + N * 0.12 \dots \dots \dots Ecuación 24$$

Así mismo un gráfico para el cálculo de este, del cual se desprenden las fórmulas antes mencionadas:

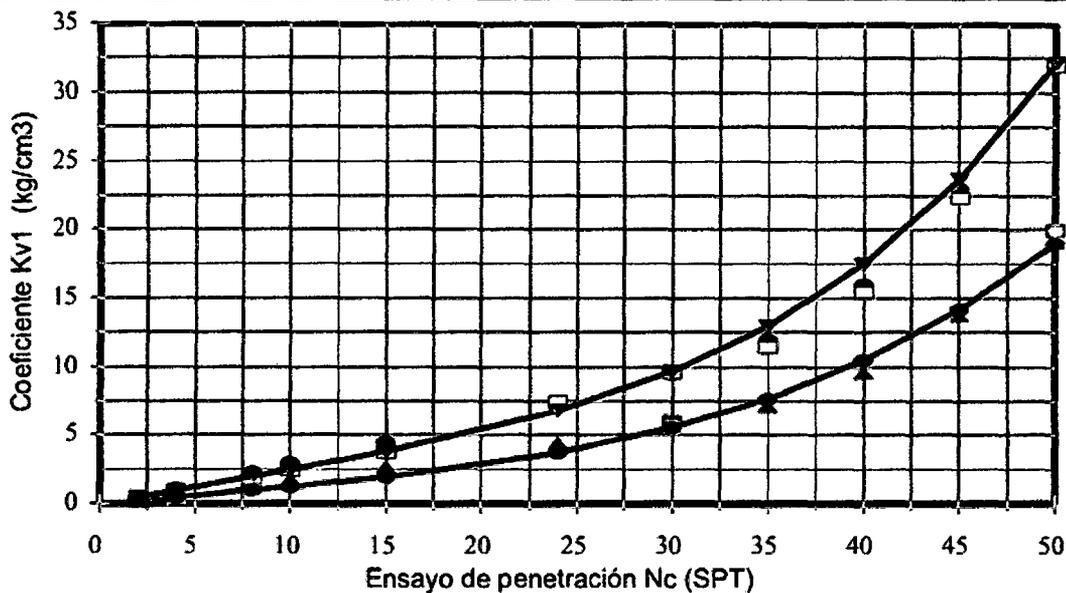


FIGURA 02.11 (a): Relación entre SPT y módulo de balasto.

2.2.1.1.3. RELACION ENTRE LA CAPACIDAD PORTANTE Y EL MODULO DE BALASTO

Se tiene además una tabla, la cual fue extraída de la tesis "Interacción suelo - estructura: Semi espacio de Winkler" del Ing. Morrison, la cual se muestra a continuación.

Módulo de Reacción del Suelo Datos para SAFE					
Esf Adm (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ²)	Esf Adm (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ²)	Esf Adm (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ²)
0.25	0.65	1.55	3.19	2.85	5.70
0.30	0.78	1.60	3.28	2.90	5.80
0.35	0.91	1.65	3.37	2.95	5.90
0.40	1.04	1.70	3.46	3.00	6.00
0.45	1.17	1.75	3.55	3.05	6.10
0.50	1.30	1.80	3.64	3.10	6.20
0.55	1.39	1.85	3.73	3.15	6.30
0.60	1.48	1.90	3.82	3.20	6.40
0.65	1.57	1.95	3.91	3.25	6.50
0.70	1.66	2.00	4.00	3.30	6.60
0.75	1.75	2.05	4.10	3.35	6.70
0.80	1.84	2.10	4.20	3.40	6.80
0.85	1.93	2.15	4.30	3.45	6.90
0.90	2.02	2.20	4.40	3.50	7.00
0.95	2.11	2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20	2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29	2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.39	2.40	4.80	3.70	7.40
1.15	2.47	2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56	2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65	2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74	2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83	2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92	2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01	2.75	5.50		
1.50	3.10	2.80	5.60		

FIGURA 02.11 (b): Módulo de reacción del suelo



2.2.1.2. EL MODULO DE POISSON

Partiendo de conceptos básicos de resistencia de materiales, pasaremos a tratar el módulo de poisson. Se tiene una barra sometida a fuerzas axiales únicamente, esta barra al estar sometida a fuerzas axiales presentara una deformación axial, y además una deformación lateral. Si estas fuerzas actúan en la barra haciendo que esta se deforme únicamente entre los límites elásticos, la relación entre la deformación lateral y axial de la barra es constante y se representa por la relación de Poisson " ν ".

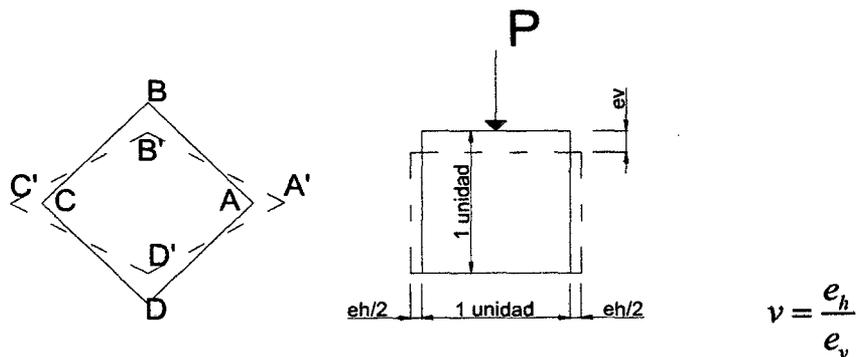


FIGURA 02.12: Definición del módulo de poisson.

En el caso de los suelos, el módulo de poisson se usa en estudios tanto de presión como de asentamiento. Tiene signo positivo cuando la carga está comprimiendo al suelo y ocasiona que la deformación lateral sea positiva, o en el caso de que la carga esté traccionando al suelo y esto ocasione que la deformación lateral disminuya.



2.3. LA INTERACCION SUELO ESTRUCTURA

2.3.1. DEFINICION DE LA INTERACCION SUELO ESTRUCTURA

La interacción suelo-estructura consiste en hacer participar al suelo como parte del análisis estructural, haciendo que este absorba parte de la energía generada por los eventos sísmicos que puedan presentarse durante la vida útil de la estructura. Para lograr esto existen varios modelos; de acuerdo al tipo de cimentación a usar. Para cimientos continuos o zapatas corridas se tienen principalmente 03 modelos de interacción suelo estructura, el modelo de Winkler, el de Pasternak y el modelo del semiespacio elástico linealmente deformable.

La respuesta sísmica de la estructura está íntimamente ligada a la forma como los movimientos sísmicos del terreno afectan a la superestructura a través de la cimentación. Las características dinámicas del suelo subyacente, el tipo de cimentación, la rigidez y disposición de esta y el tipo de sistema estructural de la edificación interactúan entre sí para caracterizar los efectos sísmicos sobre ella. El hecho de que no se tome en cuenta la rigidez de la cimentación y las características dinámicas del suelo subyacente en el análisis sísmico de la edificación puede conducir a variaciones apreciables entre la respuesta sísmica estimada y la respuesta real de la estructura. Por las razones anotadas es conveniente incluir los efectos de la interacción suelo - estructura en el modelo matemático, análisis y por consiguiente diseño de la edificación.



2.3.2. ESQUEMAS DE CALCULO DE EDIFICACIONES, CONSIDERANDO LA FLEXIBILIDAD DE LA BASE DE FUNDACIÓN.

2.3.2.1. MODELO DE WINKLER

Winkler propone que el desplazamiento transversal Δ en cualquier punto del suelo que actúa como soporte es directamente proporcional a la presión q aplicada en dicho punto y además independiente de los demás puntos adyacentes al mismo, es decir:

$$q(x) = K\Delta(x) \dots \dots \dots \text{Ecuación 25}$$

Siendo K el coeficiente de balasto del terreno. Según este modelo el comportamiento de cualquier punto del terreno es completamente independiente de los demás puntos del mismo. Imaginemos una viga apoyada sobre el terreno con una carga distribuida constante en toda su longitud, los desplazamientos del terreno en contacto con la viga serían constantes e independientes de que la viga sea flexible o infinitamente rígida, ver figura siguiente.

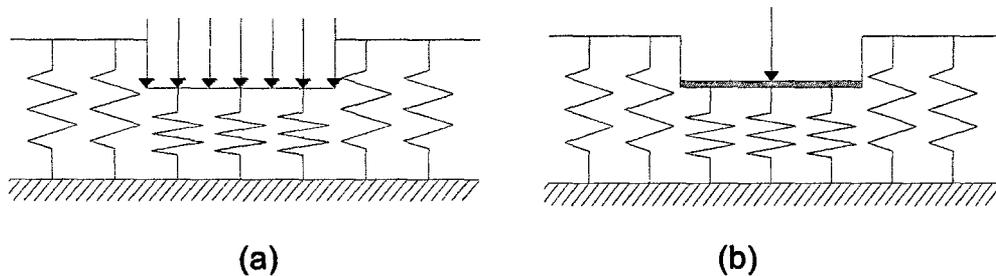


FIGURA 02.13: a) Placa flexible sometida a una carga uniforme.
(b).- Placa rígida sometida a una carga concentrada

Este modelo es incapaz de contemplar las deformaciones fuera del área cargada y por tanto no es recomendable su aplicación cuando el terreno tiene cohesión o capacidad a cortante, tampoco su



aplicación cuando se quiere analizar el comportamiento del suelo al aplicarse cargas en elementos que se encuentran juntos.

Para el caso de cimientos corridos, y en caso de que el suelo de fundación que interactúa con la estructura se componga de un solo estrato procedemos a usar la siguiente ecuación:

$$C_1 = \frac{K_1}{h_1(1-\nu_1^2)} \dots \dots \dots \text{Ecuación 26}$$

En caso de que el suelo de fundación se componga de 2 estratos usamos la siguiente ecuación:

$$C_1 = \frac{1}{\frac{h_1}{K_1}(1-\nu_1^2) + \frac{h_2}{K_2}(1-\nu_2^2)} \dots \dots \dots \text{Ecuación 27}$$

Donde C_1 es el coeficiente de balasto del suelo para un cimiento corrido, h es la altura del estrato, ν es el módulo de poisson del estrato y K el coeficiente de balasto de cada estrato.

2.3.2.2. MODELO DE PASTERNAK

Este modelo considera 2 constantes de rigidez del suelo de fundación, el coeficiente K ya estudiado y un coeficiente T que corresponde a un coeficiente de balasto horizontal, que considera la interacción del suelo en los bordes de la cimentación.

Podemos definir el modelo de Pasternak como la interacción entre resortes adyacentes conectando estos a través de un elemento a cortante puro. Este elemento introduce una interacción de cortante entre los elementos de resorte produciendo tensiones tangenciales.

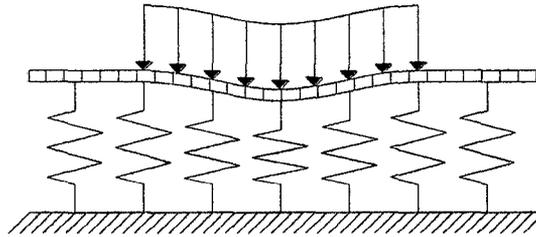


FIGURA 02.14: Definición del modelo de Pasternack

Aunque propiamente no es un modelo basado en el de Winkler, está definido a partir de éste. Para su definición, Pasternak se basa en las dos hipótesis siguientes:

- Bajo la acción de una carga P se produce un desplazamiento vertical w proporcional a la intensidad de la carga.
- La variación de la deformada produce una tensión de corte que es también proporcional a ésta.

Con estas dos hipótesis se obtiene la definición matemática.

Debido a la existencia de las dos constantes K y T , donde la primera es totalmente análoga a la definida por Winkler y a la cual tiende al tender T a cero, a este modelo se le denomina también en el de los «dos coeficientes de balasto».

Actualmente el desarrollo de este modelo es bastante completo, pues se dispone de la solución completa de los siguientes casos:

- Vigas tanto en estado plano como tridimensional.
- Elementos con simetría axial.
- Algunos casos de losas de cimentación.



Basándose en métodos numéricos existe el planteamiento general tanto en elementos finitos como en diferencias finitas.

Para el caso de cimientos corridos, el coeficiente de balasto vertical C_1 es el mismo calculado mediante el método de Winkler. Para el caso del coeficiente de balasto horizontal T ; o llamado también C_2 , usamos las ecuaciones siguientes.

En caso de considerar que en la profundidad del suelo de fundación que tiene interacción con la estructura solo hay 1 estrato:

$$C_2 = \frac{K_1 h_1}{6(1+\nu_1)} \dots \dots \dots \text{Ecuación 28}$$

En caso de que el suelo de fundación se componga de 2 estratos usamos la siguiente ecuación:

$$C_2 = \frac{1}{6(1+\varepsilon_1)^2} \left[\frac{K_1 h_1}{1+\nu_1} (3+3\varepsilon_1 + \varepsilon_1^2) + \frac{K_2 h_2}{1+\nu_2} \right] \dots \dots \dots \text{Ecuación 29}$$

Donde ε_1 :

$$\varepsilon_1 = \frac{K_2}{K_1} * \frac{1-\nu_1^2}{1-\nu_2^2} * \frac{h_1}{h_2} \dots \dots \dots \text{Ecuación 30}$$

Donde C_2 es el coeficiente de balasto horizontal del suelo para un cimiento corrido, h_1 , h_2 es la altura del estrato, ν_1 , ν_2 es el módulo de poisson del estrato y K_1 , K_2 el coeficiente de balasto del primer y segundo estrato.

2.3.2.3. MODELO DEL SEMIESPACIO ELASTICO LINEALMENTE DEFORMABLE

Es la corriente más importante en las investigaciones actuales a nivel mundial, considerando las deformaciones no homogéneas en la



superficie de contacto suelo-cimentación. Asume al suelo como homogéneo, isotrópico y elástico caracterizado por su módulo de corte G y por la razón de Poisson ν .

Para este modelo se tienen también 02 coeficientes de rigidez, uno vertical y uno horizontal. La ecuación para definir el coeficiente de balasto vertical C_1 es:

$$C_1 = \frac{K_s}{[H_c(1-\nu_s^2)]} \dots \dots \dots \text{Ecuación 31}$$

Y el coeficiente de balasto horizontal C_2 se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$C_2 = \frac{K_s * H_c}{6(1+\nu_s)} \dots \dots \dots \text{Ecuación 32}$$

Observamos aquí unos valores K_s y ν_s ; valores de coeficiente de balasto para varios estratos y módulo de poisson para varios estratos respectivamente, se calculan mediante las ecuaciones siguientes:

$$K_s = \frac{\sum(\sigma_{z_{pn}} * h_n)}{\sum\left(\frac{\sigma_{z_{pn}} * h_n}{K_n}\right)} \dots \dots \dots \text{Ecuación 33}$$

$$\nu_s = \frac{\sum(\nu_n * h_n)}{H_c} \dots \dots \dots \text{Ecuación 34}$$

Donde:

n = número de subestratos.

$\sigma_{z_{pn}}$ = esfuerzo medio vertical en el subestrato n.

h_n = espesor del subestrato n.

K_n = módulo de balasto del subestrato n.



V_n = coeficiente de poisson del subestrato n.

H_c = profundidad del suelo comprimido o espesor del estrato.

2.3.3. INVESTIGACIONES SOBRE LA INTERACCIÓN SÍSMICA SUELO-ESTRUCTURA.

La interacción de Suelo-Estructura es un campo de la ingeniería civil, que une a la Ingeniería Geotécnica con la Ingeniería Estructural. La necesidad de esta unificación ha sido evidente por el simple hecho de que ningún edificio al momento de su diseño podría evitar la interacción con el suelo de fundación, existiendo muchos espectros y parámetros a resolver. El cambio de las capacidades de los equipos computarizados, ha creado la premisa para la realización de éste cálculo juntando la interacción suelo-cimentación - superestructura, mediante el uso del computador.

Los cálculos de la Interacción Suelo-Estructura han llegado a ser altamente relevantes para los edificios debido a que el diseño estructural en condiciones de campo es complicado. Las deformaciones diferenciadas del subsuelo afectan perceptiblemente en la distribución de las fuerzas a través de toda la estructura y de no hacer caso a ésta amenaza, pone en riesgo la seguridad de los edificios.

El rol de los Ingenieros Geotécnicos aumenta exponencialmente, por ello el tema de la Interacción Suelo-Estructura aspira a ser un eje principal de información que proporciona la exactitud de la predicción de los cálculos al momento de diseñar una edificación, ya que toda obra está construida sobre o en el terreno.



2.3.4. ESTUDIOS RECIENTES SOBRE LA INTERACCIÓN SÍSMICA SUELO-ESTRUCTURA.

Aunque los efectos de interacción suelo-estructura han sido el propósito de numerosas investigaciones en el pasado, generalmente en ellas se ha excluido el comportamiento no lineal de la estructura. Jennings y Bielak (1973) y Veletsos y Meek (1974) hicieron los primeros estudios de interacción con sistemas elásticos, usando una analogía con un oscilador simple equivalente.

Ellos mostraron que los efectos de interacción inercial pueden ser suficientemente aproximados modificando simplemente el periodo fundamental y el amortiguamiento asociado de la estructura con base rígida. Después de estas investigaciones, el incremento en el periodo natural y el cambio en el amortiguamiento debidos a la flexibilidad del suelo y a la radiación de ondas, respectivamente, han sido extensamente estudiados por varios autores (Bielak, 1975; Wolf, 1985; Avilés y Pérez-Rocha, 1996), empleando como excitación en la base un movimiento armónico de amplitud constante. Con la misma analogía del oscilador equivalente, los efectos de interacción cinemática en las propiedades dinámicas relevantes de la estructura se han evaluado para diferentes tipos de ondas sísmicas incidentes (Todorovska y Trifunac, 1992; Avilés y Pérez-Rocha, 1998; Avilés et al., 2002).

En su forma actual, el enfoque del oscilador de reemplazo es estrictamente aplicable sólo para tomar en cuenta los efectos elásticos de interacción. No obstante que no se considera el comportamiento inelástico de la estructura, este enfoque ha sido adoptado en normas de



diseño sísmico avanzadas (ATC, 1984; FEMA, 1994) por la conveniencia de usar espectros de respuesta de campo libre en combinación con el periodo y amortiguamiento efectivos del sistema. Puesto que los efectos de interacción pueden diferir apreciablemente entre sistemas elásticos e inelásticos, las recomendaciones sobre interacción que aparecen en la mayoría de los actuales reglamentos, basadas en estudios de respuesta elástica, podrían no resultar apropiadas para el diseño sísmico de edificios típicos. Como es sabido, para estas estructuras se espera la ocurrencia de deformaciones considerablemente mayores que el límite de fluencia durante temblores intensos.

Los primeros estudios de la respuesta inelástica de estructuras con apoyo indeformable corresponden a Veletsos et al. (1965) y Veletsos (1969), quienes examinaron osciladores de un grado de libertad, y a Veletsos y Vann (1971) que analizaron sistemas de varios grados de libertad. Ellos obtuvieron reglas aproximadas simples que relacionan la deformación máxima y la resistencia de fluencia de estructuras no lineales con los valores correspondientes de la estructura lineal asociada. Para ello, emplearon ondículas sencillas y temblores de banda ancha como excitación. No existen relaciones similares que tomen en cuenta la flexibilidad del suelo, mediante las cuales pueda estimarse la respuesta máxima de estructuras inelásticas a partir de un análisis lineal de interacción. Se requiere de una investigación más completa para mejorar el entendimiento de los efectos de interacción en sistemas no lineales. Los resultados pueden servir de base para la formulación de criterios de diseño sísmico para edificios apoyados flexiblemente.



Veletsos y Verbic (1974) examinaron brevemente la respuesta transitoria de una estructura elastoplástica apoyada en la superficie de un semiespacio. Ellos sugirieron que el comportamiento no lineal reduce la rigidez de la estructura respecto al suelo y, por tanto, decrecen los efectos de interacción suelo -estructura. Basado en la respuesta armónica de una estructura con comportamiento histerético bilineal apoyada en la superficie de un semiespacio viscoelástico, Bielak (1978) ha mostrado que la deformación estructural resonante puede ser significativamente más grande que la que resultaría si el medio de soporte fuera rígido. Un estudio reciente de Rodríguez y Montes (1998) ha señalado que los efectos de interacción en la Ciudad de México son en general más importantes para sistemas elásticos que para inelásticos, conclusión similar a la que previamente habían llegado Bazán et al. (1992) para otros escenarios de interacción. Estos autores también han sugerido que la respuesta inelástica de edificios sobre suelo blando puede aproximarse usando espectros de respuesta de base rígida junto con el periodo efectivo del sistema suelo-estructura, despreciando con ello los efectos de interacción en el amortiguamiento y la ductilidad estructurales. Para edificios diseñados conforme al reglamento, sin embargo, hace falta desarrollar reglas prácticas que permitan estimar fácilmente la resistencia requerida y el desplazamiento esperado de estructuras inelásticas con base flexible a partir de los valores correspondientes de estructuras elásticas con base rígida.

Los efectos de interacción suelo-estructura en la ductilidad no han sido suficientemente esclarecidos hasta el momento.



Estudios recientes usan como fuente el ruido cultural, investigadores como Midorikawa (1990) relaciono las frecuencias de vibración forzada con la frecuencia de vibración ambiental.

Conclusiones hechas por el científico Muriá-Vila et 1989, define que el periodo medido con vibración ambiental y sismo durante un terremoto, el periodo fundamental de un edificio puede ser mucho mayor que el obtenido usando vibración ambiental.

Savak y Selebi, 1992; definen que la interacción suelo estructura y el comportamiento no lineal del suelo y del sistema de cimentación son determinantes en el movimiento de la estructura durante un sismo.

Midorikawa (1990) afirma que el aumento de rigidez de los elementos no estructurales contribuye a la rigidez total del edificio a un nivel de amplitud de vibración ambiental, mientras que dichos elementos no intervienen en la rigidez de la estructura a niveles de amplitudes mayores. Por consiguiente el análisis elástico usando el periodo de vibración ambiental podía dar una buena aprox. de la respuesta cuando la aceleración del edificio es más pequeña que 200 cm/s².

El periodo fundamental depende del tipo de resistencia estructural lateral y no del material con que se construye.

Formulas empíricas:

Muros de corte	$p = 0.081*(H)^{1/2}$
Aporticado	$p = 0.036*(H)^{1/2}$
Acero	$p = 0.040*(H)^{1/2}$
Muros de corte+mixto+mampostería	$p = 0.019*(H)^{1/2}$

TABLA 02.15: Periodo fundamental del tipo de resistencia estructural lateral



Al analizar una edificación ante excitaciones dinámicas hay que tener en cuenta los efectos de interacción suelo estructura, los efectos de torsión, la flexibilidad del diafragma de piso, la efectividad de las juntas constructivas y la participación de los elementos no estructurales.; los parámetros predominantes en un diseño dinámico son los periodos de vibración y el amortiguamiento natural de los edificios.

2.3.5. CIMENTACIONES SOBRE BASES ELASTICAS

Teniendo ya la idealización de la elasticidad del suelo de fundación y sus diferentes modelos, estos tienen que tener influencia en el modelo matemático de la edificación y en el comportamiento de los elementos estructurales, de cimentación principalmente. En el caso de un cimiento continuo o zapata corrida, esta puede idealizarse como una losa de cimentación de largo infinito y un ancho B , por lo cual procedería su análisis e idealización como una losa de cimentación.

La discretización de las losas de cimentación puede realizarse mediante elementos área o elementos línea, en ambos casos en los nudos es que se colocarán los resortes que idealizan la elasticidad del suelo. Analizaremos como es que se discretiza este comportamiento en los programas de cálculo usados en el modelamiento.

En CYPECAD, de la empresa CYPE ingenieros, se ingresa las losas de cimentación como tales, para idealizar el comportamiento de los cimientos continuos, dentro de su proceso de cálculo CYPECAD realiza el modelamiento de las losas haciendo un emparrillado de elementos barra cada 25 cm y en los nudos coloca los resortes, asignando a cada uno la



carga generada por su área tributaria de 25 x 25 cm. El programa asume el modelo de Winkler en el modelo matemático, no brindando directamente la opción de otros modelos en el ingreso de datos.

Mientras tanto, ETABS, de la empresa computers and structures (CSI), se realiza el modelo ingresando elementos frame, a los cuales se le asigna la sección del cimiento, y en estos elementos es que se asignan los resortes cada cierto tramo, el cual depende del calculista. Es posible asumir el modelo de interacción suelo estructura deseado en el modelo matemático. En el caso de ingresar elementos Shell o elementos de área se puede asignar cualquiera de los otros modelos de ISE que se mencionaron anteriormente, pero de acuerdo al comportamiento de los cimientos continuos como unidades del cimiento y la viga de cimentación se recomienda modelarlos como elementos frame.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS



3. MATERIALES Y METODOS

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Descriptiva - correlacional

3.2. VARIABLES

✓ **Dependientes:**

Esfuerzos en los elementos estructurales.

✓ **Independiente:**

Rigidez del suelo de fundación.

3.3. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Para la recopilación de datos se tuvo que hacer el análisis estructural de la edificación ante efectos sísmicos generados por el análisis estático, análisis dinámico con espectro de aceleración. En ambos casos se consideró el empotramiento en la base (común) y la interacción suelo-estructura con los 3 modelos de suelo considerados.

Primera etapa

Recopilación de datos del análisis estructural generado por el análisis estático, considerando empotramiento en la base de la estructura (común), y análisis estructural considerando la interacción suelo - estructura.

Segunda etapa

Recopilación de datos del análisis estructural generado por el análisis dinámico con espectro de aceleración, considerando empotramiento en la base de la estructura (común), y análisis estructural considerando la interacción suelo estructura.



3.4. POBLACION

La población fueron 15 pabellones de la institución educativa "República Argentina".

3.5. MUESTRA

La muestra fueron 02 pabellones de la institución educativa "República Argentina".

3.6. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Los datos fueron recolectados directamente del software CYPECAD V. 2015.f y del ETABS v13.1.3

3.7. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Los datos fueron procesados en dos etapas, en la cual se hizo el control de derivas y desplazamientos permisibles según la norma E.030 del RNE del 2006:

Primera etapa

Procesamiento de datos generado por el análisis estático considerando empotramiento en la base y la interacción suelo-estructura, para la edificación de configuración regular.

Segunda etapa

Procesamiento de datos generado por el análisis dinámico considerando empotramiento en la base y la interacción suelo-estructura, para la edificación de configuración regular.

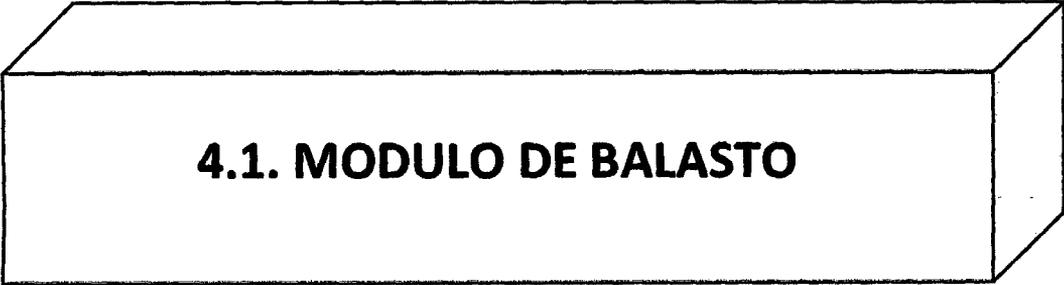
El mismo procedimiento se realizó para la edificación de configuración irregular.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES





4.1. MODULO DE BALASTO



4. RESULTADOS Y DISCUSION

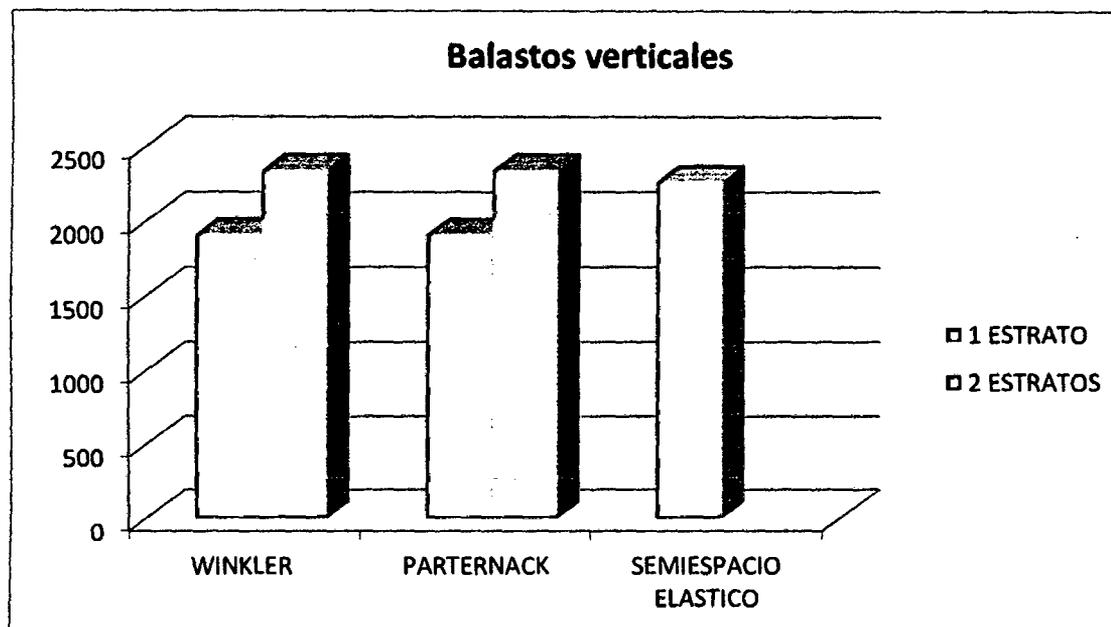
4.1. MODULO DE BALASTO

4.1.1. BALASTOS VERTICALES Y HORIZONTALES EN 01 Y 02 ESTRATOS.

Tabla 4.1.1. Balastos verticales en 01 estratos y 02 estratos.

BALASTOS VERTICALES		
	1 ESTRATO	2 ESTRATOS
WINKLER	1914,526	2343,006
PARTERNACK	1914,526	2343,006
SEMIESPACIO ELASTICO	2269,611	

FUENTE: Propia (2014)



FUENTE: Propia (2014)

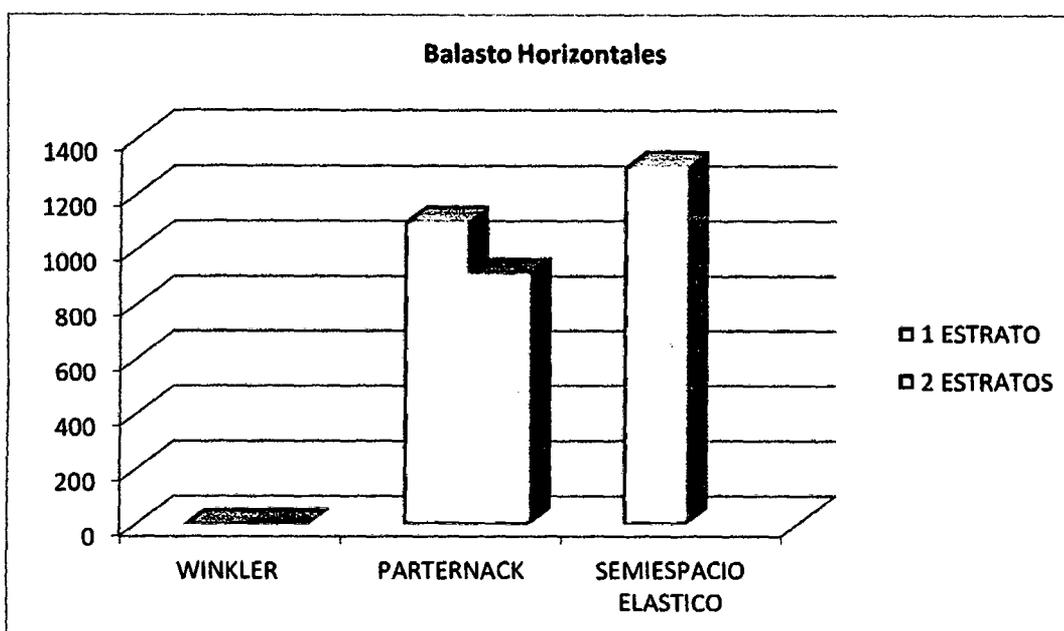
GRÁFICO 4.1.1. Balastos verticales en 01 estratos y 02 estratos.



Tabla 4.1.2 Balastos horizontales en 01 estratos y 02 estratos.

BALASTOS HORIZONTALES		
	1 ESTRATO	2 ESTRATOS
WINKLER	0	0
PARTERNACK	1100,31	911,404
SEMIESPACIO ELASTICO	1300,676	

FUENTE: Propia (2014)



FUENTE: Propia (2014)

Gráfico 4.2.2. Balastos verticales en 01 estratos y 02 estratos.

*Ver ANEXO 4.1.1: CALCULO DE BALASTOS VERTICALES Y HORIZONTALES.



4.2. DESPLAZAMIENTOS, PERIODOS, FRECUENCIAS Y DERIVAS CON ETABS



ETABS[®]



DESPLAZAMIENTO REGULAR

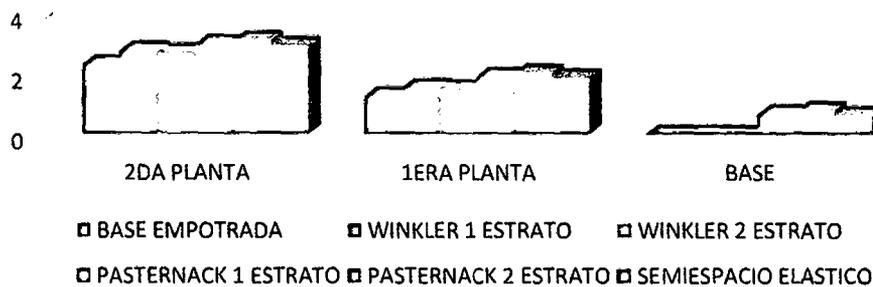


4.2. DESPLAZAMIENTOS, PERIODOS, FRECUENCIAS Y DERIVAS CON ETABS

Tabla 4.2.1. Desplazamientos en eje x - edificación regular - estático

			WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
PISO	ALTURA	BASE EMPOTRADA	WINKLER 1 ESTRATO	WINKLER 2 ESTRATO	PASTERNAK 1 ESTRATO	PASTERNAK 2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
2DA PLANTA	855	2.307180	2.756748	2.699685	2.975652	3.095603	2.922247
1ERA PLANTA	430	1.254202	1.515599	1.486797	1.901626	2.022446	1.847303
BASE	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.669460	0.790638	0.619039

FUENTE: PROPIA (2014)



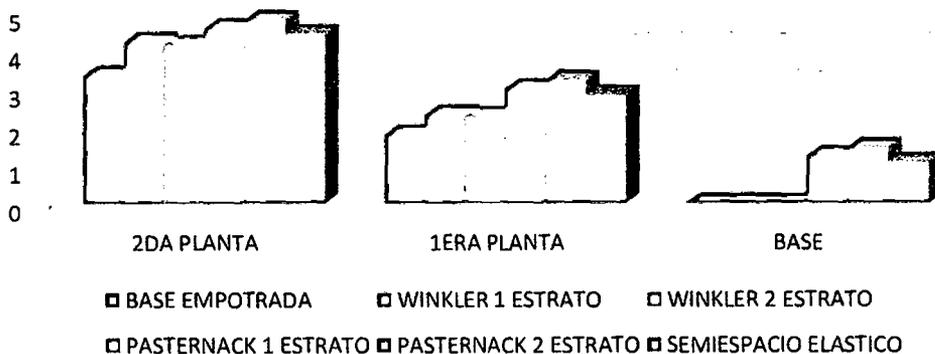
FUENTE: PROPIA (2014)

GRAFICO 4.2.1. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR – ESTÁTICO

TABLA 4.2.2. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO

ALTURA	BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
ALTURA	BASE EMPOTRADA	WINKLER 1 ESTRATO	WINKLER 2 ESTRATO	PASTERNAK 1 ESTRATO	PASTERNAK 2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
855	3.357410561	4.235741962	4.161989507	4.592809452	4.816030866	4.428644637
430	1.796730112	2.323440717	2.284945401	2.99891683	3.22329421	2.832807878
0	0	0	0	1.218104149	1.443361713	1.050634454

FUENTE: Propia (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

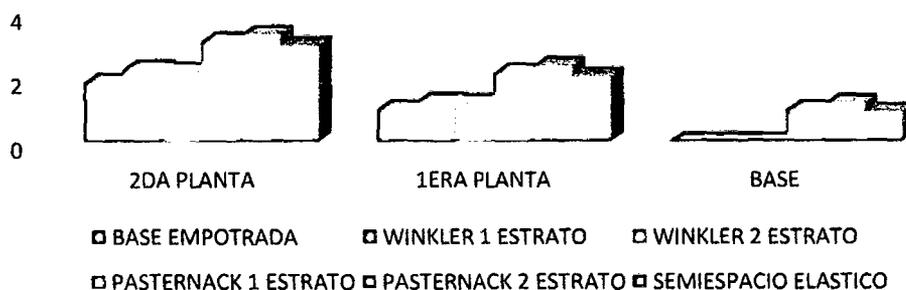
GRAFICO 4.2.2. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO



TABLA 4.2.3. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA						
	BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
ALTURA	BASE EMPOTRADA	WINKLER 1 ESTRATO	WINKLER 2 ESTRATO	PASTERNAK 1 ESTRATO	PASTERNAK 2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
855	1.836243266	2.241360771	2.182148658	3.10649093	3.315039195	2.971801082
430	1.006089502	1.245620781	1.215540294	2.13073796	2.344158766	2.012381719
0	0	0	0	0.989857522	1.198308764	0.904307033

FUENTE: PROPIA (2014)

Gráfico 4.2.3. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA



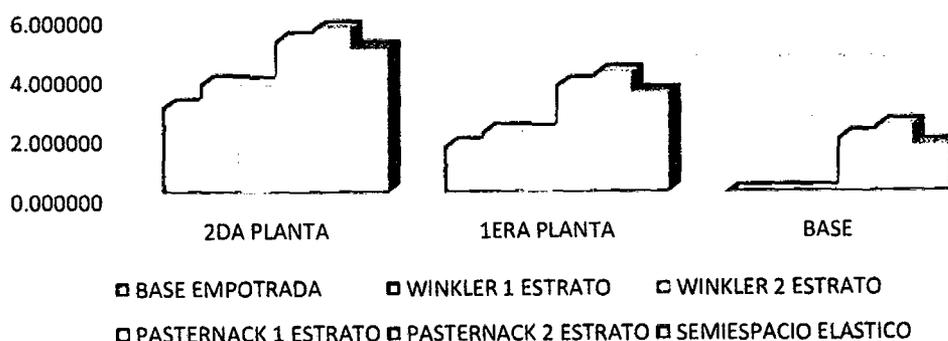
FUENTE: PROPIA (2014)

GRAFICO 4.2.3. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA

TABLA 4.2.4. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA						
		WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
ALTURA	BASE EMPOTRADA	WINKLER 1 ESTRATO	WINKLER 2 ESTRATO	PASTERNAK 1 ESTRATO	PASTERNAK 2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
855.000000	2.891748	3.679049	3.613779	5.111627	5.496000	4.822253
430.000000	1.563823	2.040042	2.006262	3.603457	4.001000	3.306853
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.801824	2.195000	1.514118

FUENTE: Propia (2014)

Gráfico 4.2.4. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA



FUENTE: PROPIA (2014)

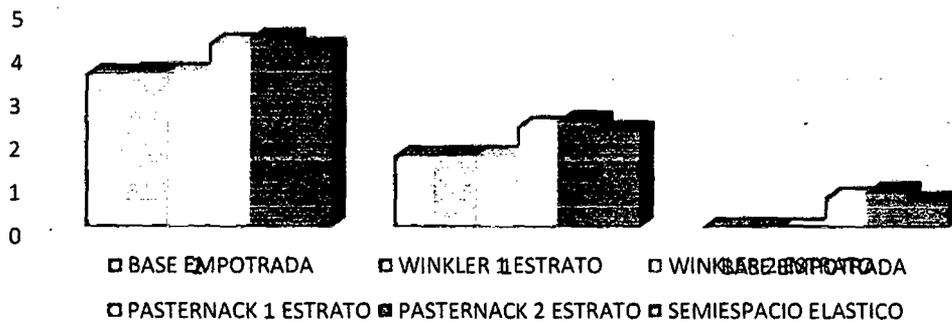
GRAFICO 4.2.4. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA



		BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
Piso	Altura	Base empotrada	Winkler 1 estrato	Winkler 2 estrato	Pasternack 1 estrato	Pasternack 2 estrato	Semiespacio elástico
2	830	3.519717743	3.555996874	3.555324651	4.230671442	4.357818497	4.137702261
1	455	1.645422771	1.659355225	1.659092459	2.33171345	2.458553937	2.23796832
BASE EMPOTRADA	0	0	0	0	0.705429235	0.83343845	0.61004939

FUENTE: Propia (2014)

Grafico 4.2.5. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO



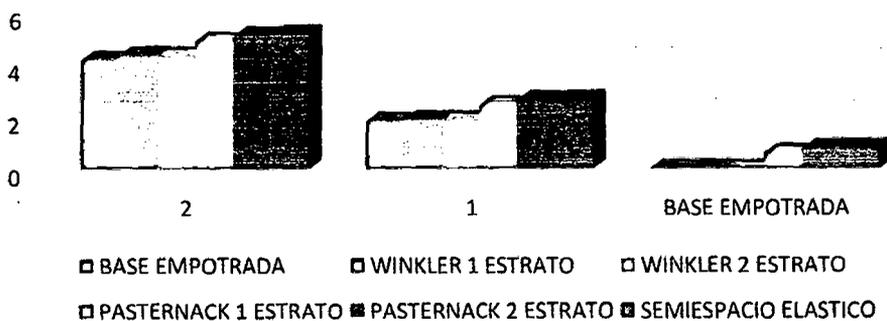
FUENTE: PROPIA (2014)

GRAFICO 4.2.5. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO

		BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
Piso	Altura	Base empotrada	Winkler 1 estrato	Winkler 2 estrato	Pasternack 1 estrato	Pasternack 2 estrato	Semiespacio elástico
2	830	4.174256174	4.350111435	4.328746981	4.885616136	5.087705264	5.153660812
1	455	1.810019874	1.878387718	1.870120852	2.433581626	2.630779481	2.657066247
BASE EMPOTRADA	0	0	0	0	0.58368277	0.775538996	0.779223598

FUENTE: Propia (2014)

Grafico 4.2.6. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO



FUENTE: PROPIA (2014)

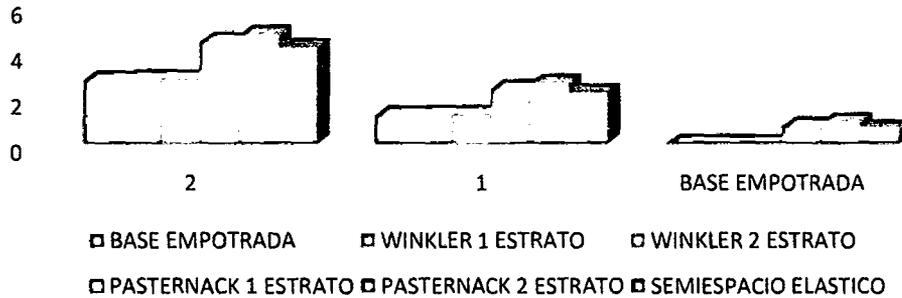
GRAFICO 4.2.6. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO



TABLA 4.2.7. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA							
		BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
Piso	Altura	Base empotrada	Winkler 1 estrato	Winkler 2 estrato	Pasternack 1 estrato	Pasternack 2 estrato	Semiespacio elástico
2	830	2.769454249	2.821818785	2.820803807	4.445812519	4.769240687	4.196882036
1	455	1.251880179	1.273403687	1.272983694	2.387232243	2.63491098	2.205809209
BASE EMPOTRADA	0	0	0	0	0.750343828	0.930570115	0.624211092

FUENTE: Propia (2014)

Grafico 4.2.7. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA



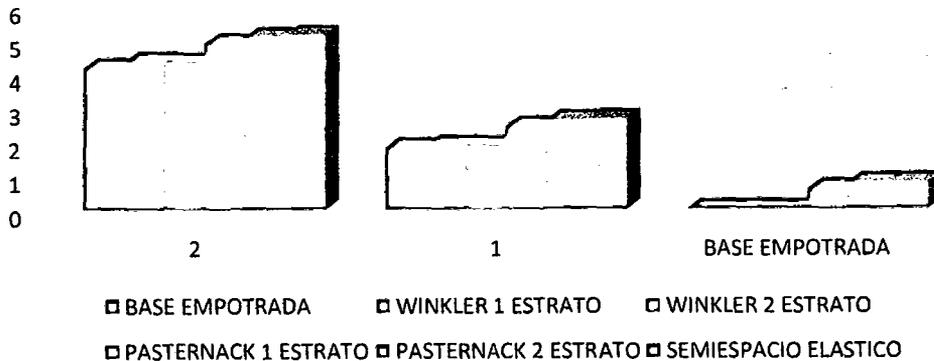
FUENTE: PROPIA (2014)

GRAFICO 4.2.7. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA

TABLA 4.2.8. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA							
		BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
Piso	Altura	Base empotrada	Winkler 1 estrato	Winkler 2 estrato	Pasternack 1 estrato	Pasternack 2 estrato	Semiespacio elástico
2	830	3.603488884	3.760436518	3.741454864	4.90361921	5.053099014	5.111008332
1	455	1.528121234	1.588299514	1.581055285	2.447027616	2.654683965	2.674329739
Base empotrada	0	0	0	0	0.590362915	0.927748847	0.925607744

FUENTE: Propia (2014)

Grafico 4.2.8. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA



FUENTE: PROPIA (2014)

GRAFICO 4.2.8. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA



PERIODO



CASO	MODO	TABLA 4.2.9. PERIODO (SEG) - REGULAR - ESTÁTICO					
		BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
		BASE EMPOTRADA	1 ESTRATO	2 ESTRATO	1 ESTRATO	2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
MODAL	1	0.254	0.288	0.285	0.328	0.345	0.319
MODAL	2	0.216	0.228	0.226	0.254	0.265	0.252
MODAL	3	0.206	0.225	0.224	0.223	0.223	0.223
MODAL	4	0.09	0.092	0.092	0.129	0.141	0.131
MODAL	5	0.077	0.078	0.078	0.099	0.109	0.102
MODAL	6	0.072	0.073	0.073	0.08	0.082	0.081

FUENTE: PROPIA (2014)

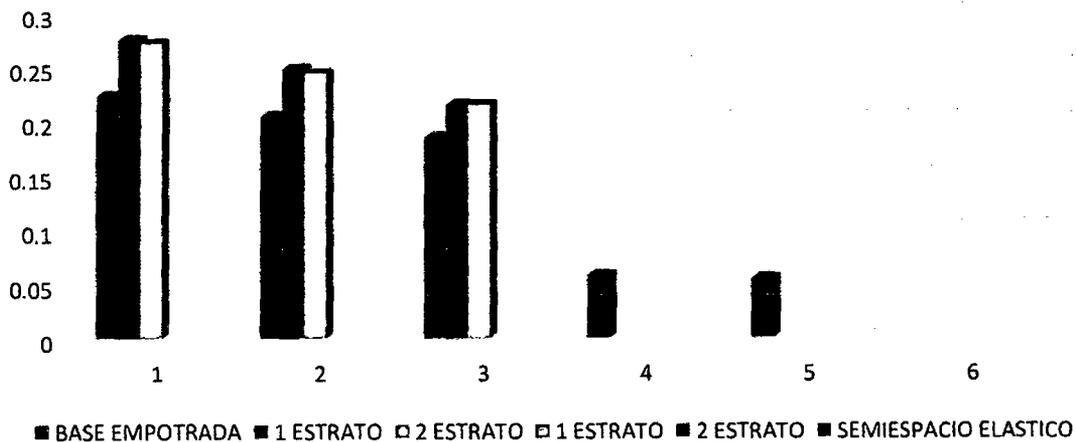


FUENTE: PROPIA (2014)

GRAFICO 4.2.9. PERIODO (SEG) - REGULAR - ESTÁTICO

TABLA 4.2.10. PERIODO (SEG) - REGULAR - DINAMICO							
CASO	MODO	BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
		BASE EMPOTRADA	1 ESTRATO	2 ESTRATO	1 ESTRATO	2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
MODAL	1	0.254	0.288	0.285	0.33	0.345	0.319
MODAL	2	0.216	0.228	0.226	0.255	0.265	0.252
MODAL	3	0.206	0.225	0.224	0.223	0.223	0.223
MODAL	4	0.09	0.092	0.092	0.136	0.141	0.131
MODAL	5	0.077	0.078	0.078	0.104	0.109	0.102
MODAL	6	0.072	0.073	0.073	0.082	0.082	0.081

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

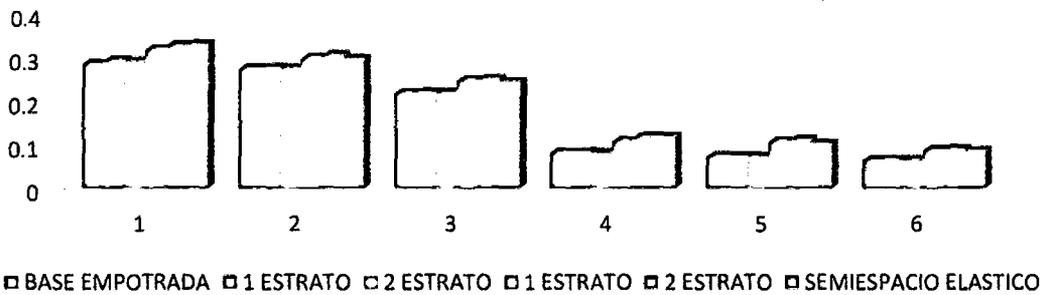
GRAFICO 4.2.10. PERIODO (SEG) - IRREGULAR - DINAMICO



TABLA 4.2.11. PERIODO (SEG) - IRREGULAR - ESTÁTICO

CASO	MODO	BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNACK		SEMIESPACIO ELASTICO
		BASE EMPOTRADA	1 ESTRATO	2 ESTRATO	1 ESTRATO	2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
MODAL	1	0.285	0.292	0.291	0.317	0.327	0.329
MODAL	2	0.274	0.275	0.275	0.299	0.305	0.296
MODAL	3	0.219	0.22	0.22	0.247	0.251	0.244
MODAL	4	0.082	0.082	0.082	0.108	0.118	0.119
MODAL	5	0.073	0.073	0.073	0.107	0.112	0.103
MODAL	6	0.065	0.065	0.065	0.088	0.091	0.085

FUENTE: PROPIA (2014)



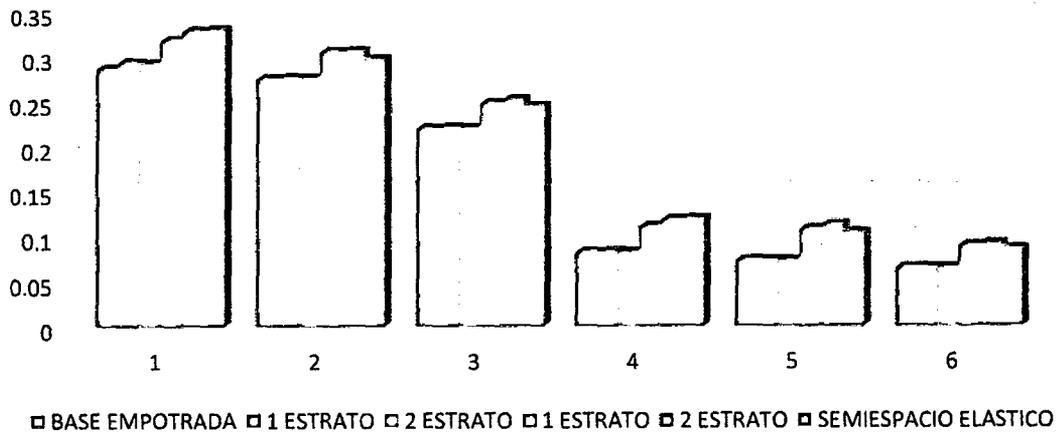
FUENTE: PROPIA (2014)

GRAFICO 4.2.11. PERIODO (SEG) - IRREGULAR - ESTÁTICO

TABLA 4.2.12. PERIODO (SEG) - IRREGULAR - DINAMICO

CASO	MODO	BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNACK		SEMIESPACIO ELASTICO
		BASE EMPOTRADA	1 ESTRATO	2 ESTRATO	1 ESTRATO	2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
MODAL	1	0.285	0.292	0.291	0.317	0.327	0.329
MODAL	2	0.274	0.275	0.275	0.304	0.305	0.296
MODAL	3	0.219	0.22	0.22	0.247	0.251	0.244
MODAL	4	0.082	0.082	0.082	0.11	0.118	0.119
MODAL	5	0.073	0.073	0.073	0.107	0.112	0.103
MODAL	6	0.065	0.065	0.065	0.089	0.091	0.085

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRAFICO 4.2.12. PERIODO (SEG) - IRREGULAR - DINAMICO



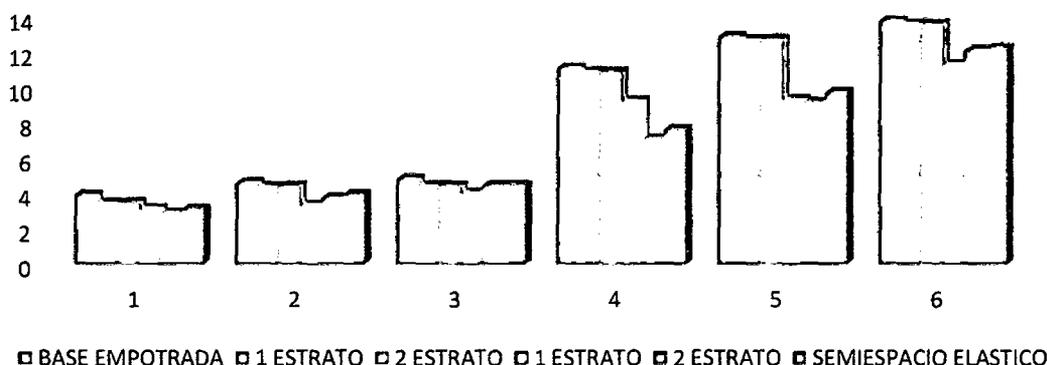
FRECUENCIA



TABLA 4.2.13. FRECUENCIA (CYC/SEG) - REGULAR - ESTÁTICO

CASO	MODO	BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNACK		SEMIESPACIO ELASTICO
		BASE EMPOTRADA	1 ESTRATO	2 ESTRATO	1 ESTRATO	2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
MODAL	1	3.934	3.473	3.504	3.154	2.899	3.133
MODAL	2	4.624	4.394	4.428	3.34	3.771	3.972
MODAL	3	4.854	4.444	4.466	4.049	4.485	4.488
MODAL	4	11.154	10.914	10.919	9.274	7.098	7.644
MODAL	5	12.949	12.803	12.804	9.367	9.201	9.778
MODAL	6	13.867	13.684	13.687	11.366	12.174	12.299

FUENTE: PROPIA (2014)



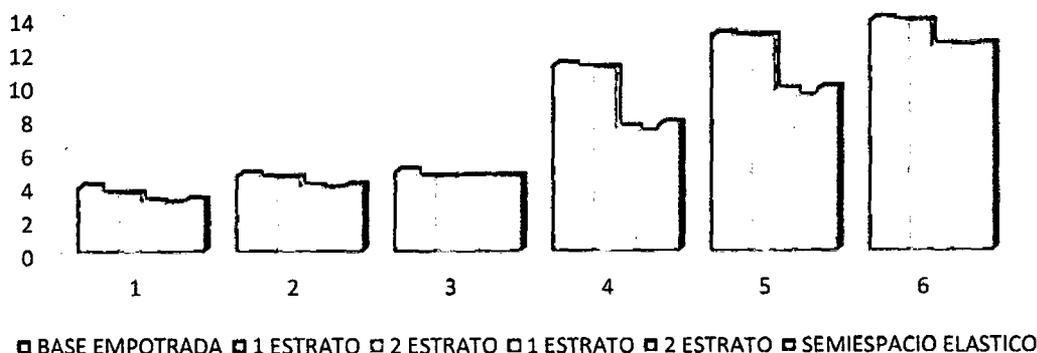
FUENTE: PROPIA (2014)

GRAFICO 4.2.13. FRECUENCIA (CYC/SEG) - REGULAR - ESTÁTICO

TABLA 4.2.14. FRECUENCIA (CYC/SEG) - REGULAR - DINAMICO

CASO	MODO	BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNACK		SEMIESPACIO ELASTICO
		BASE EMPOTRADA	1 ESTRATO	2 ESTRATO	1 ESTRATO	2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
MODAL	1	3.934	3.473	3.504	3.029	2.899	3.133
MODAL	2	4.624	4.394	4.428	3.917	3.771	3.972
MODAL	3	4.854	4.444	4.466	4.488	4.485	4.488
MODAL	4	11.154	10.914	10.919	7.372	7.098	7.644
MODAL	5	12.949	12.803	12.804	9.606	9.201	9.778
MODAL	6	13.867	13.684	13.687	12.234	12.174	12.299

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

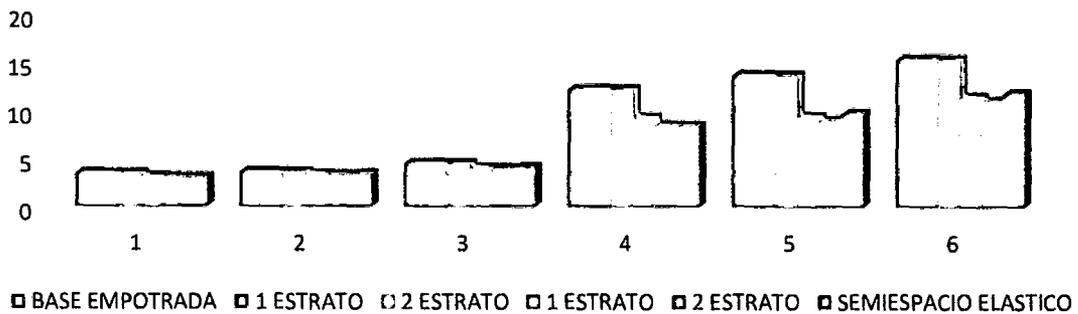
GRAFICO 4.2.14. FRECUENCIA (CYC/SEG) - REGULAR - DINAMICO



TABLA 4.2.15. FRECUENCIA (CYC/SEG) - IRREGULAR - ESTÁTICO

CASO	MODO	BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
		BASE EMPOTRADA	1 ESTRATO	2 ESTRATO	1 ESTRATO	2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
MODAL	1	3.509	3.429	3.439	3.154	3.062	3.041
MODAL	2	3.648	3.639	3.639	3.34	3.279	3.383
MODAL	3	4.557	4.538	4.538	4.049	3.987	4.1
MODAL	4	12.223	12.216	12.216	9.274	8.465	8.425
MODAL	5	13.68	13.649	13.653	9.367	8.967	9.714
MODAL	6	15.274	15.268	15.268	11.366	10.939	11.741

FUENTE: PROPIA (2014)



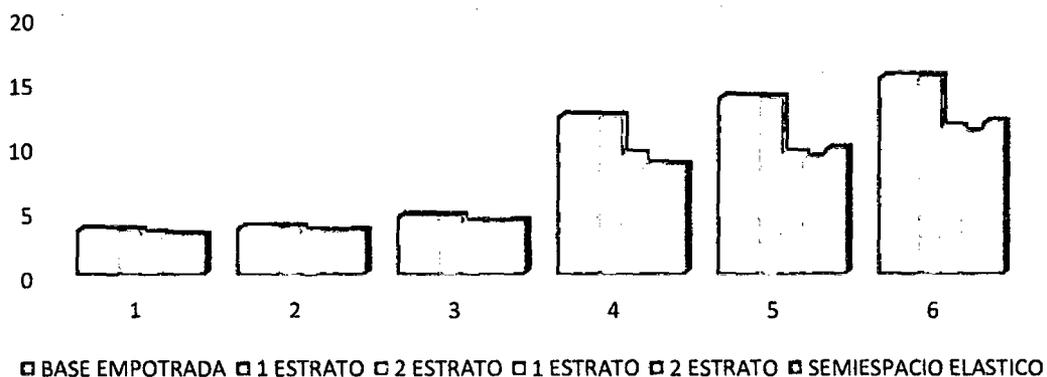
FUENTE: PROPIA (2014)

GRAFICO 4.2.15. FRECUENCIA (CYC/SEG) - IRREGULAR - ESTÁTICO

TABLA 4.2.16. FRECUENCIA (CYC/SEG) - IRREGULAR - DINAMICO

CASO	MODO	BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
		BASE EMPOTRADA	1 ESTRATO	2 ESTRATO	1 ESTRATO	2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
MODAL	1	3.509	3.429	3.439	3.154	3.06	3.041
MODAL	2	3.648	3.639	3.639	3.34	3.279	3.383
MODAL	3	4.557	4.538	4.538	4.049	3.987	4.1
MODAL	4	12.223	12.216	12.216	9.274	8.448	8.425
MODAL	5	13.68	13.649	13.653	9.367	8.967	9.714
MODAL	6	15.274	15.268	15.268	11.366	10.939	11.741

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRAFICO 4.2.16. FRECUENCIA (CYC/SEG) - IRREGULAR - DINAMICO

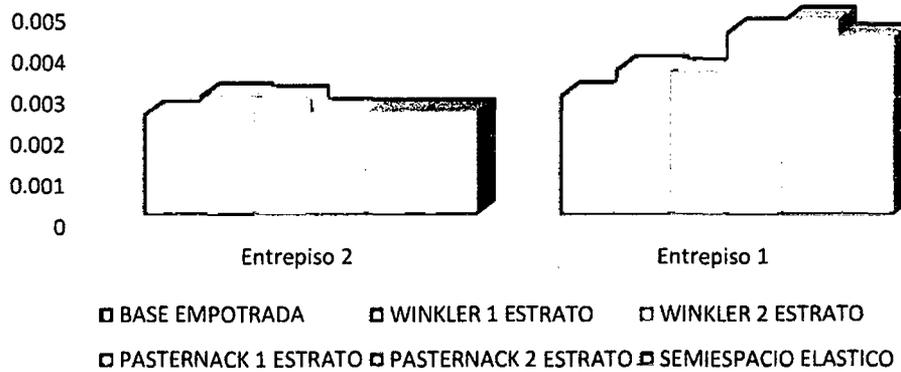


DERIVA REGULAR



TABLA 4.2.17. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO							
		BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
PISO	ALTURA DE ENTREPISO	BASE EMPOTRADA	WINKLER 1 ESTRATO	WINKLER 2 ESTRATO	PASTERNAK 1 ESTRATO	PASTERNAK 2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
2	425	0.002477595	0.00292035	0.002853855	0.002527121	0.002525075	0.00252928
1	430	0.002951063	0.003566116	0.003498345	0.004474414	0.004758696	0.004346595

FUENTE: PROPIA (2014)

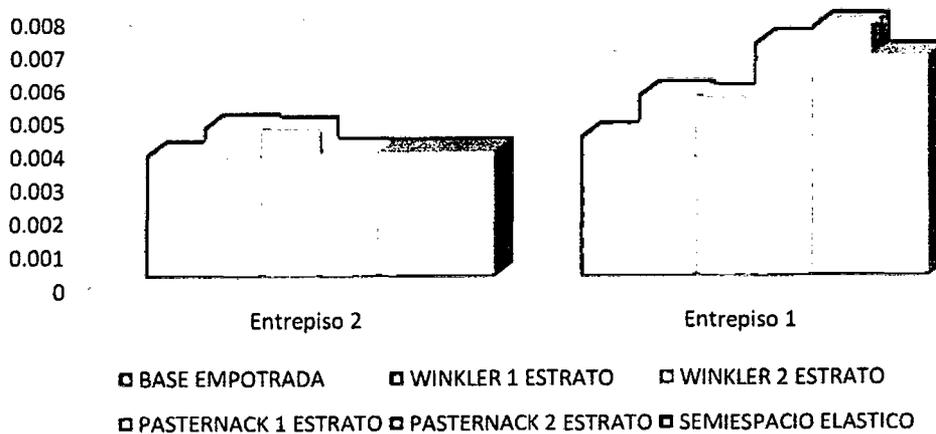


FUENTE: PROPIA (2014)

GRAFICO 4.2.17. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO

TABLA 4.2.18. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO							
		BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
Piso	Altura de entrepiso	Base empotrada	Winkler 1 estrato	Winkler 2 estrato	Pasternack 1 estrato	Pasternack 2 estrato	Semiespacio elástico
2	425	0.003672189	0.004499532	0.004416574	0.003750336	0.003747616	0.00375491
1	430	0.0042276	0.005466919	0.005376342	0.007056275	0.007584222	0.00666543

FUENTE: PROPIA (2014)



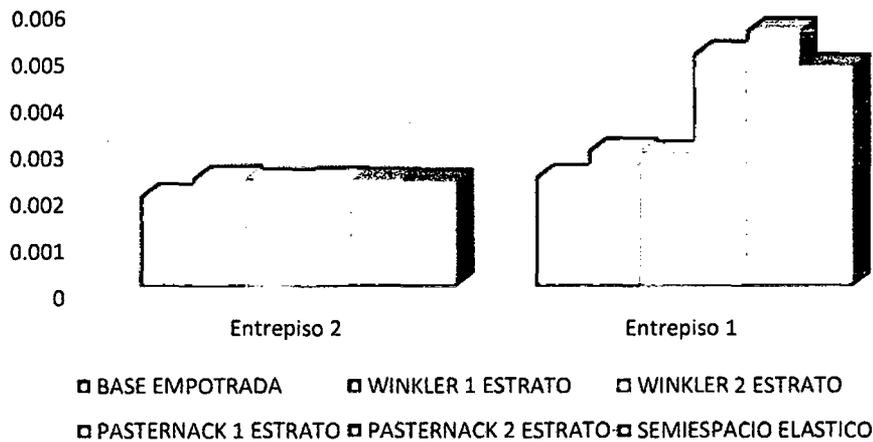
FUENTE: PROPIA (2014)

GRAFICO 4.2.18. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO



		BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
PISO	ALTURA DE ENTREPISO	BASE EMPOTRADA	WINKLER 1 ESTRATO	WINKLER 2 ESTRATO	PASTERNAK 1 ESTRATO	PASTERNAK 2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
Entrepiso 2	425	0.001953303	0.002342918	0.002274373	0.002295889	0.002284425	0.002257457
Entrepiso 1	430	0.002367269	0.002930872	0.002860095	0.005013501	0.005515668	0.004735016

FUENTE: PROPIA (2014)

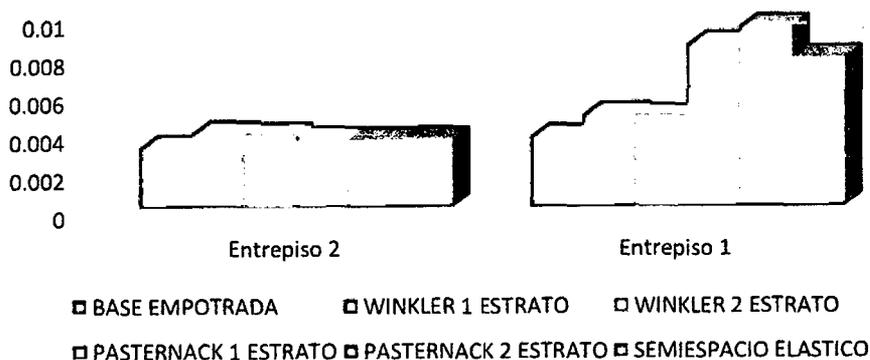


FUENTE: PROPIA (2014)

GRAFICO 4.2.19. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA

		BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
PISO	ALTURA DE ENTREPISO	BASE EMPOTRADA	WINKLER 1 ESTRATO	WINKLER 2 ESTRATO	PASTERNAK 1 ESTRATO	PASTERNAK 2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
Entrepiso 2	425	0.003124529	0.003856485	0.003782394	0.003548634	0.003517647	0.003565646
Entrepiso 1	430	0.003679584	0.0048001	0.004720616	0.008478723	0.009414118	0.007780831

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRAFICO 4.2.20. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA

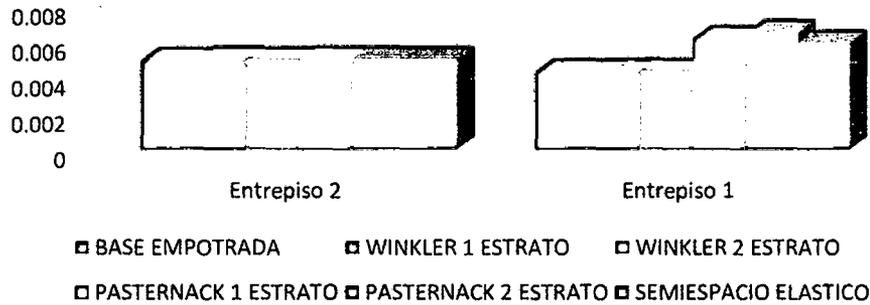


DERIVA IRREGULAR



TABLA 4.2.21. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO							
		BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
PISO	ALTURA DE ENTREPISO	BASE EMPOTRADA	WINKLER 1 ESTRATO	WINKLER 2 ESTRATO	PASTERNAK 1 ESTRATO	PASTERNAK 2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
Entrepiso 2	375	0.00499812	0.005057711	0.005056619	0.005063888	0.005064705	0.005065957
Entrepiso 1	455	0.004387794	0.004424947	0.004424247	0.006217903	0.006556144	0.005967916

FUENTE: PROPIA (2014)

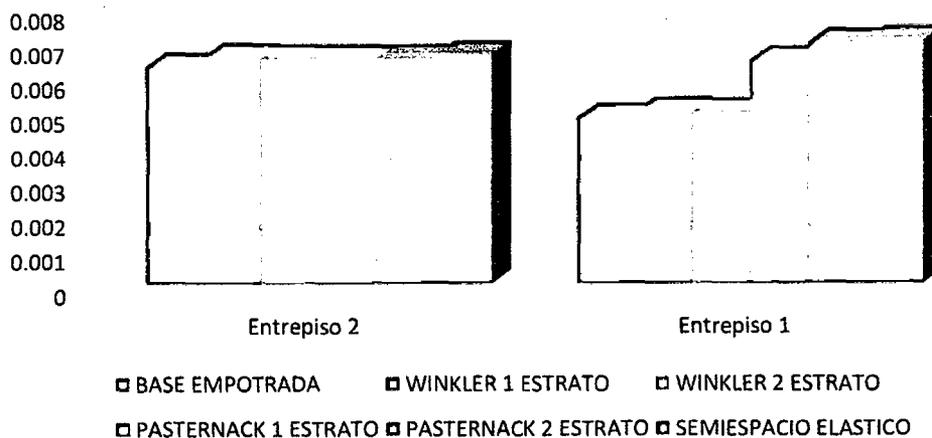


FUENTE: PROPIA (2014)

GRAFICO 4.2.21. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO

TABLA 4.2.22. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO							
		BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
PISO	ALTURA DE ENTREPISO	BASE EMPOTRADA	WINKLER 1 ESTRATO	WINKLER 2 ESTRATO	PASTERNAK 1 ESTRATO	PASTERNAK 2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
Entrepiso 2	375	0.00630463	0.006591263	0.006556336	0.006538759	0.006551802	0.006657586
Entrepiso 1	455	0.00482672	0.005009034	0.004986989	0.006489551	0.007015412	0.00708551

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

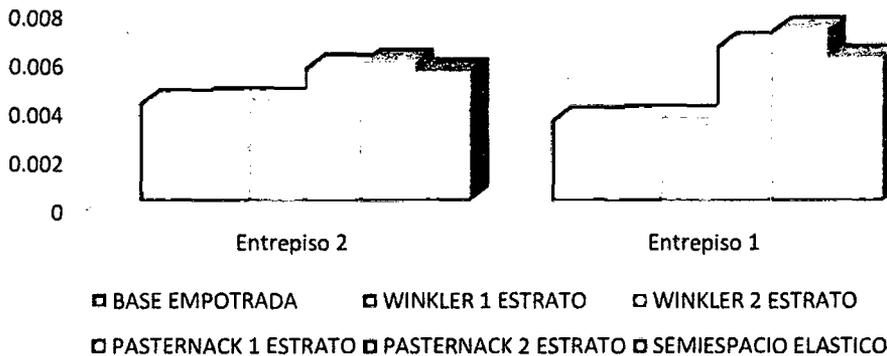
GRAFICO 4.2.22. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO



TABLA 4.2.23. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA

PISO	ALTURA DE ENTREPISO	BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
		BASE EMPOTRADA	WINKLER 1 ESTRATO	WINKLER 2 ESTRATO	PASTERNAK 1 ESTRATO	PASTERNAK 2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
Entrepiso 2	375	0.004046864	0.004129107	0.00412752	0.005489547	0.005691546	0.005309528
Entrepiso 1	455	0.003338347	0.003395743	0.003394623	0.006365953	0.007026429	0.005882158

FUENTE: PROPIA (2014)



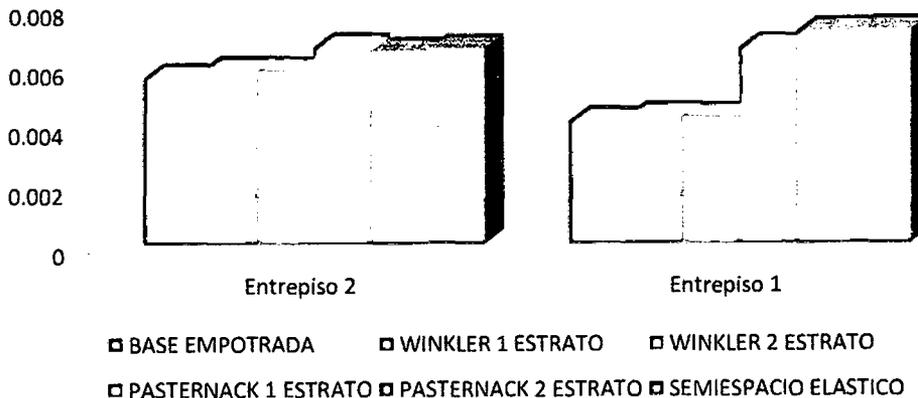
FUENTE: PROPIA (2014)

GRAFICO 4.2.23. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA

TABLA 4.2.24. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA

Piso	Altura de entrepiso	BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
		Base empotrada	Winkler 1 estrato	Winkler 2 estrato	Pasternack 1 estrato	Pasternack 2 estrato	Semiespacio elástico
Entrepiso 2	375	0.005534314	0.005792365	0.005761066	0.006550911	0.006395773	0.00649781
Entrepiso 1	455	0.00407499	0.004235465	0.004216147	0.006525407	0.007079157	0.007131546

FUENTE: PROPIA (2014)

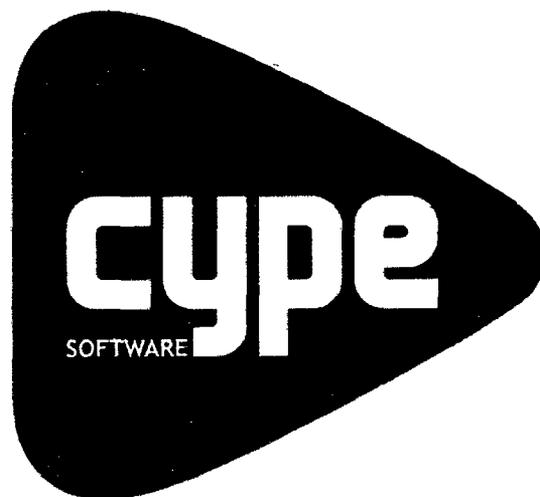


FUENTE: PROPIA (2014)

GRAFICO 4.2.24. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA



4.3. DESPLAZAMIENTOS, PERIODOS, FRECUENCIAS Y DERIVAS CON CYPECAD





DESPLAZAMIENTO REGULAR

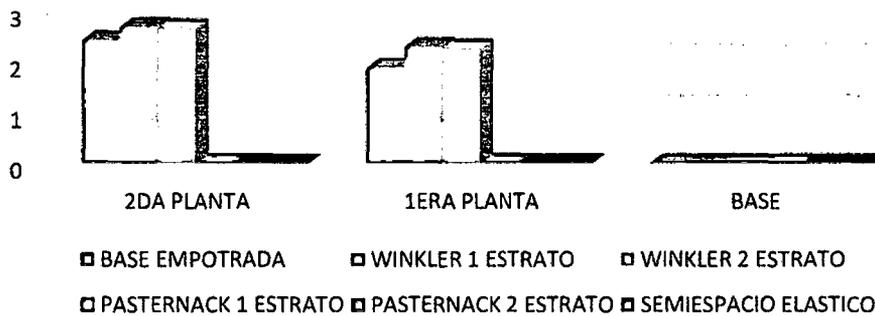


4.3. DESPLAZAMIENTOS, PERIODOS, FRECUENCIAS Y DERIVAS CON CYPECAD

TABLA 4.3.1. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO

		WINKLER		PASTERNACK		SEMIESPACIO ELASTICO
Altura	Base empotrada	Winkler 1 estrato	Winkler 2 estrato	Pasternack 1 estrato	Pasternack 2 estrato	Semiespacio elástico
855	2.418	2.676	2.652	-	-	-
430	1.884	2.286	2.262	-	-	-
0	0	0	0	-	-	-

FUENTE: PROPIA (2014)



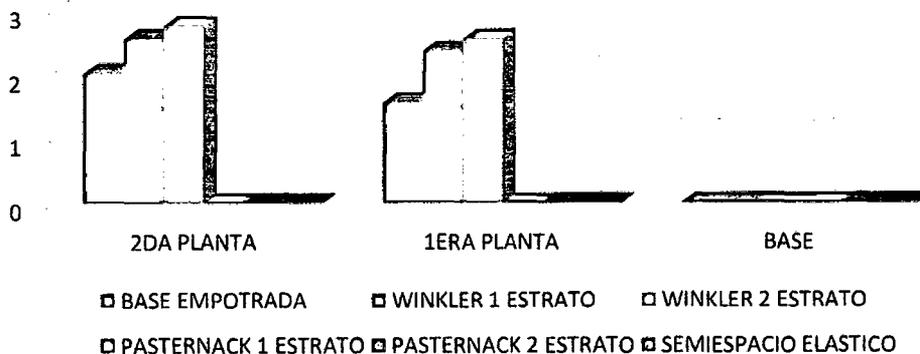
FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.3.1. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO

TABLA 4.3.2. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO

	BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNACK		SEMIESPACIO ELASTICO
Altura	Base empotrada	Winkler 1 estrato	Winkler 2 estrato	Pasternack 1 estrato	Pasternack 2 estrato	Semiespacio elástico
8.16	2.012	2.556	2.76	-	-	-
4.4	1.561	2.358	2.556	-	-	-
0	0	0	0	-	-	-

FUENTE: PROPIA (2014)



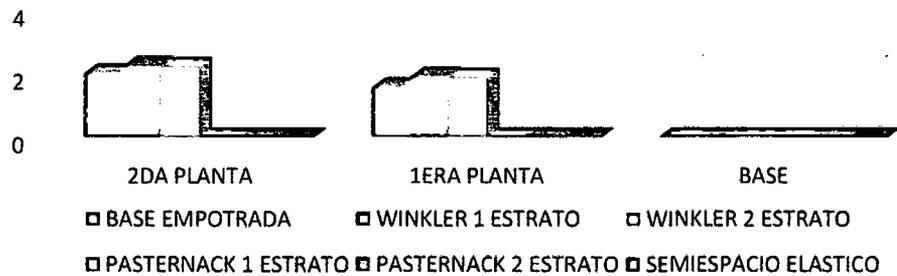
FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.3.2. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO



	BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNACK		SEMIESPACIO ELASTICO
Altura	Base empotrada	Winkler 1 estrato	Winkler 2 estrato	Pasternack 1 estrato	Pasternack 2 estrato	Semiespacio elástico
855	2.012	2.222	2.205	-	-	-
430	1.561	1.892	1.876	-	-	-
0	0	0	0	-	-	-

FUENTE: PROPIA (2014)

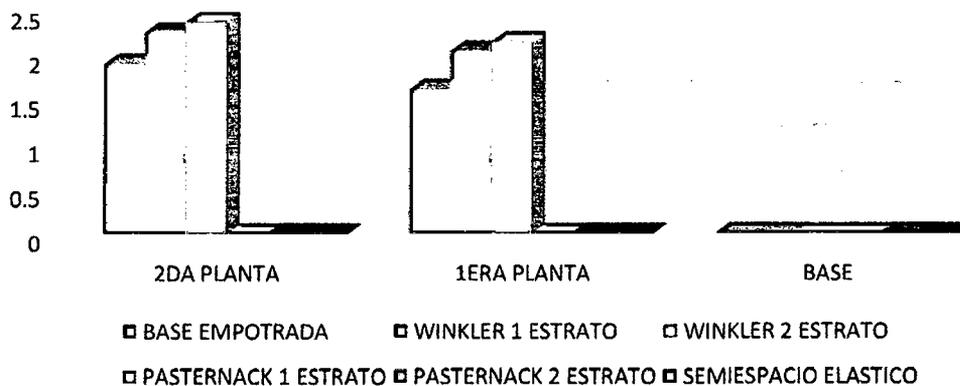


FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.3.3. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA

		WINKLER		PASTERNACK		SEMIESPACIO ELASTICO
Altura	Base empotrada	Winkler 1 estrato	Winkler 2 estrato	Pasternack 1 estrato	Pasternack 2 estrato	Semiespacio elástico
855	1.902	2.263	2.382	-	-	-
430	1.615	2.052	2.161	-	-	-
0	0	0	0	-	-	-

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.3.3. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA



DESPLAZAMIENTO IRREGULAR



TABLA 4.3.5. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO

		BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELÁSTICO
Piso	Altura	Base empotrada	Winkler 1 estrato	Winkler 2 estrato	Pasternack 1 estrato	Pasternack 2 estrato	Semiespacio elástico
2	830	1.0395	1.359	1.3275			
1	455	0.9765	1.449	1.4175			
Base empotrada	0	0	0	0			

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.3.5. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO

TABLA 4.3.6. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO

		BASE EMPOTRAD A	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELÁSTICO
PISO	ALTURA	BASE EMPOTRAD A	WINKLER 1 ESTRATO	WINKLER 2 ESTRATO	PASTERNAK 1 ESTRATO	PASTERNAK 2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELÁSTICO
2	830	1.422	1.908	1.8675			
1	455	1.2015	2.07	2.0115			
BASE EMPOTRAD A	0	0	0	0			

FUENTE: PROPIA (2014)



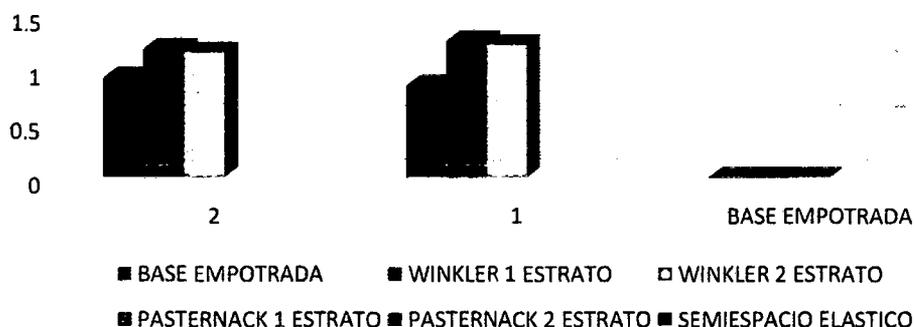
FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.3.6. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO



TABLA 4.3.7. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA							
		BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
PISO	ALTURA	BASE EMPOTRADA	WINKLER 1 ESTRATO	WINKLER 2 ESTRATO	PASTERNAK 1 ESTRATO	PASTERNAK 2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
2	830	0.919	1.183	1.151			
1	455	0.852	1.259	1.222			
Base empotrada	0	0	0	0			

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.3.7. DESPLAZAMIENTOS EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA

TABLA 4.3.8. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA							
		BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
PISO	ALTURA	BASE EMPOTRADA	WINKLER 1 ESTRATO	WINKLER 2 ESTRATO	PASTERNAK 1 ESTRATO	PASTERNAK 2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
2	830	1.197	1.594	1.563			
1	455	1.026	1.765	1.717			
BASE EMPOTRADA	0	0	0	0			

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.3.8. DESPLAZAMIENTOS EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA

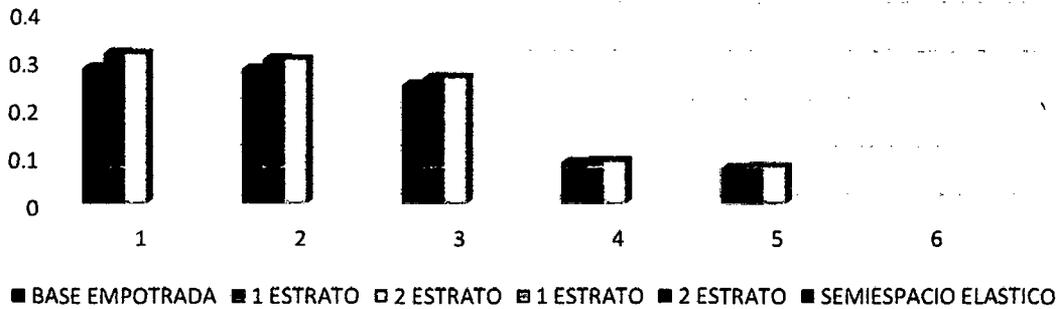


PERIODO



TABLA 4.3.9. PERIODO (SEG) - REGULAR - DINAMICO							
CASO	MODO	BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
		BASE EMPOTRADA	1 ESTRATO	2 ESTRATO	1 ESTRATO	2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
MODAL	1	0.283	0.314	0.312			
MODAL	2	0.281	0.302	0.3			
MODAL	3	0.248	0.263	0.263			
MODAL	4	0.086	0.088	0.088			
MODAL	5	0.074	0.076	0.076			
MODAL	6						

FUENTE: PROPIA (2014)

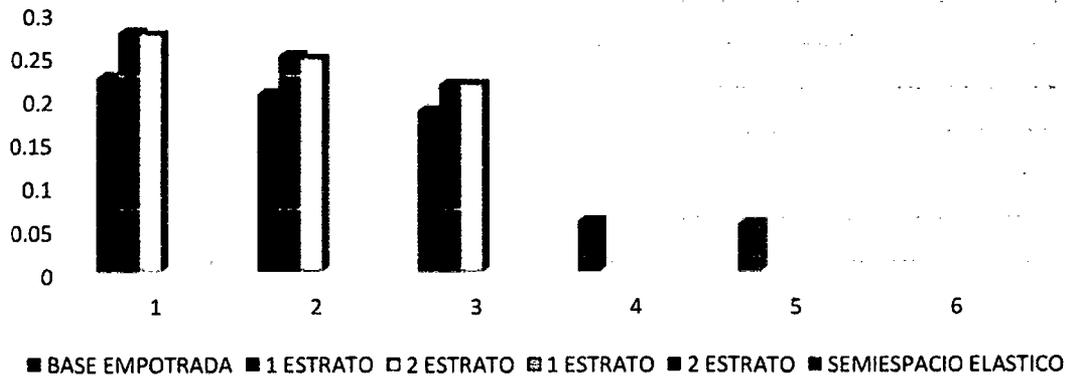


FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.3.9. PERIODO (SEG) - REGULAR - DINAMICO

TABLA 4.3.10. PERIODO (SEG) - IRREGULAR - DINAMICO							
CASO	MODO	BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
		BASE EMPOTRADA	1 ESTRATO	2 ESTRATO	1 ESTRATO	2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
MODAL	1	0.223	0.275	0.272			
MODAL	2	0.204	0.248	0.244			
MODAL	3	0.185	0.215	0.215			
MODAL	4	0.058					
MODAL	5	0.055					
MODAL	6						

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.3.10. PERIODO (SEG) - IRREGULAR - DINAMICO



FRECUENCIA



CASO	MODO	BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
		BASE EMPOTRADA	1 ESTRATO	2 ESTRATO	1 ESTRATO	2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
MODAL	1	3.533568905	3.18471337	3.20512820			
MODAL	2	3.558718861	3.31125827	3.33333333			
MODAL	3	4.032258065	3.80228136	3.80228136			
MODAL	4	11.62790698	11.3636363	11.3636363			
MODAL	5	13.51351351	13.1578947	13.1578947			
MODAL	6						

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.3.11. FRECUENCIA (CYC/SEG) - REGULAR - DINAMICO

CASO	MODO	BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
		BASE EMPOTRADA	1 ESTRATO	2 ESTRATO	1 ESTRATO	2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
MODAL	1	4.484304933	3.636363636	3.676470588			
MODAL	2	4.901960784	4.032258065	4.098360656			
MODAL	3	5.405405405	4.651162791	4.651162791			
MODAL	4	17.24137931					
MODAL	5	18.18181818					
MODAL	6						

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.3.12. FRECUENCIA (CYC/SEG) - IRREGULAR - DINAMICO

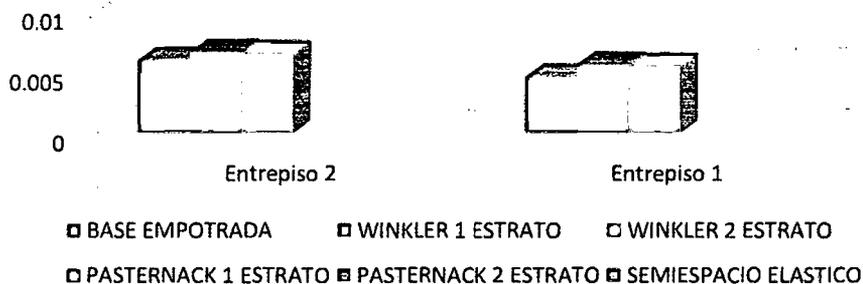


DERIVA REGULAR



		BASE EMPOTRADA A	WINKLER		PASTERNACK		SEMIESPACIO ELASTICO
Piso	Altura de entrepiso	Base empotrada	Winkler 1 estrato	Winkler 2 estrato	Pasternack 1 estrato	Pasternack 2 estrato	Semiespacio elástico
Entrepiso 2	405	0.00597037	0.006607407	0.006548148			
Entrepiso 1	410	0.004595122	0.00557561	0.005517073			

FUENTE: PROPIA (2014)

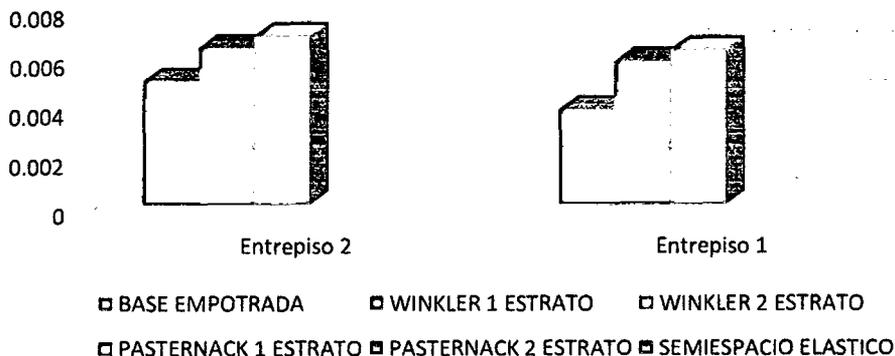


FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.3.13. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO

		BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNACK		SEMIESPACIO ELASTICO
Piso	Altura de entrepiso	Base empotrada	Winkler 1 estrato	Winkler 2 estrato	Pasternack 1 estrato	Pasternack 2 estrato	Semiespacio elástico
Entrepiso 2	405	0.004967901	0.006311111	0.006814815			
Entrepiso 1	410	0.003807317	0.00575122	0.006234146			

FUENTE: PROPIA (2014)



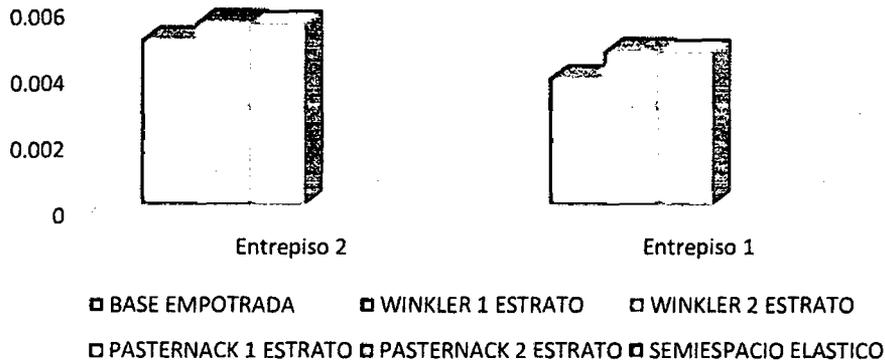
FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.3.14. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - ESTÁTICO



TABLA 4.3.15. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA							
		BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
Piso	Altura de entrepiso	Base empotrada	Winkler 1 estrato	Winkler 2 estrato	Pasternack 1 estrato	Pasternack 2 estrato	Semiespacio elástico
Entrepiso 2	405	0.004967901	0.00548642	0.005444444			
Entrepiso 1	410	0.003807317	0.004614634	0.00457561			

FUENTE: PROPIA (2014)

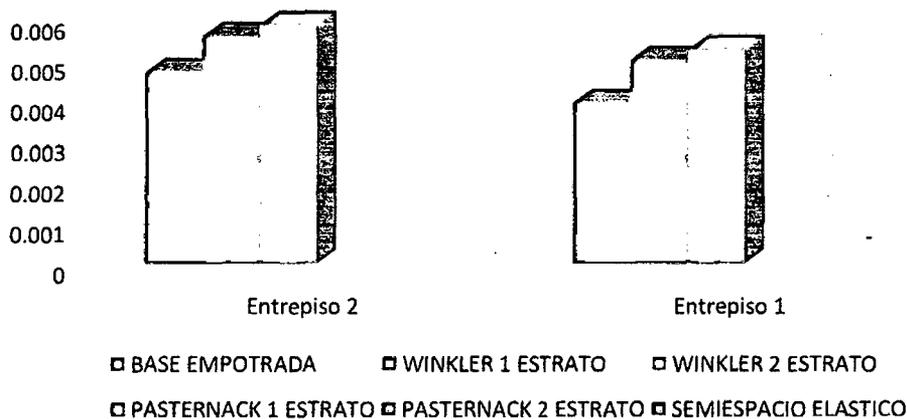


FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.3.15. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA

TABLA 4.3.16. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA							
		BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
Piso	Altura de entrepiso	Base empotrada	Winkler 1 estrato	Winkler 2 estrato	Pasternack 1 estrato	Pasternack 2 estrato	Semiespacio elástico
Entrepiso 2	405	0.004696296	0.005587654	0.005881481			
Entrepiso 1	410	0.003939024	0.005004878	0.005270732			

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.3.16. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN REGULAR - DINAMICA

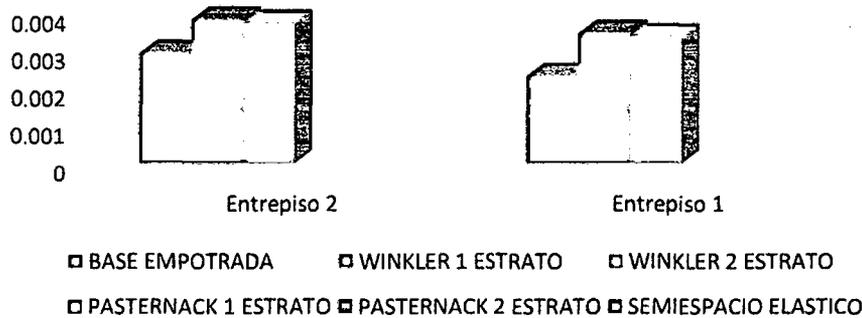


DERIVA IRREGULAR



TABLA 4.3.17. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO							
		BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
Piso	Altura de entrepiso	Base empotrada	Winkler 1 estrato	Winkler 2 estrato	Pasternack 1 estrato	Pasternack 2 estrato	Semiespacio elástico
Entrepiso 2	356	0.002919944	0.003817416	0.003728933			
Entrepiso 1	420	0.002325	0.00345	0.003375			

FUENTE: PROPIA (2014)

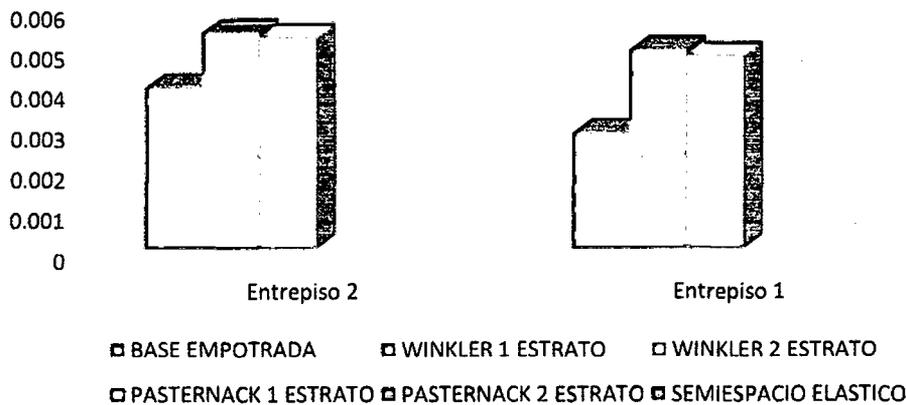


FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.3.17. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO

TABLA 4.3.18. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO							
		BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
Piso	Altura de entrepiso	Base empotrada	Winkler 1 estrato	Winkler 2 estrato	Pasternack 1 estrato	Pasternack 2 estrato	Semiespacio elástico
Entrepiso 2	356	0.003994382	0.005359551	0.005245787			
Entrepiso 1	420	0.002860714	0.004928571	0.004789286			

FUENTE: PROPIA (2014)



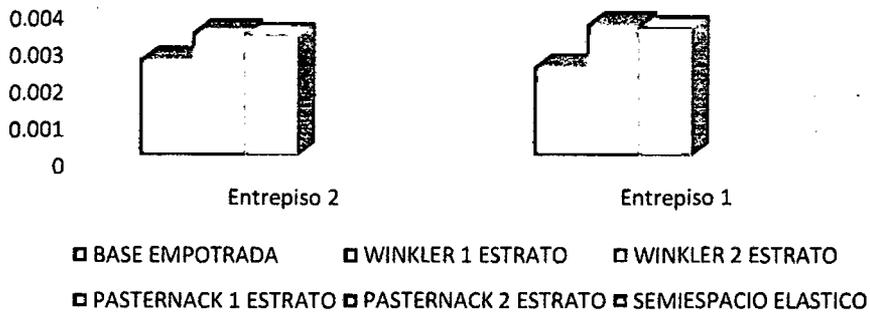
FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.3.18. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - ESTÁTICO



TABLA 4.3.19. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA							
		BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
Piso	Altura de entrepiso	Base empotrada	Winkler 1 estrato	Winkler 2 estrato	Pasternack 1 estrato	Pasternack 2 estrato	Semiespacio elástico
Entrepiso 2	356	0.002581461	0.003323034	0.003233146			
Entrepiso 1	420	0.002393258	0.003536517	0.003432584			

FUENTE: PROPIA (2014)

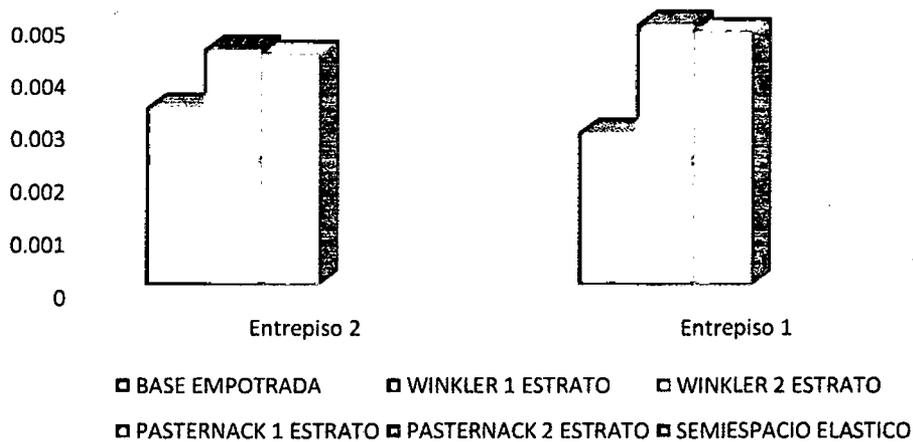


FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.3.19. DERIVA EN EJE X - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA

TABLA 4.3.20. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA							
		BASE EMPOTRADA	WINKLER		PASTERNAK		SEMIESPACIO ELASTICO
PISO	ALTURA DE ENTREPISO	BASE EMPOTRADA	WINKLER 1 ESTRATO	WINKLER 2 ESTRATO	PASTERNAK 1 ESTRATO	PASTERNAK 2 ESTRATO	SEMIESPACIO ELASTICO
Entrepiso 2	356	0.00336236	0.004477528	0.004390449			
Entrepiso 1	420	0.002882022	0.004957865	0.004823034			

FUENTE: PROPIA (2014)

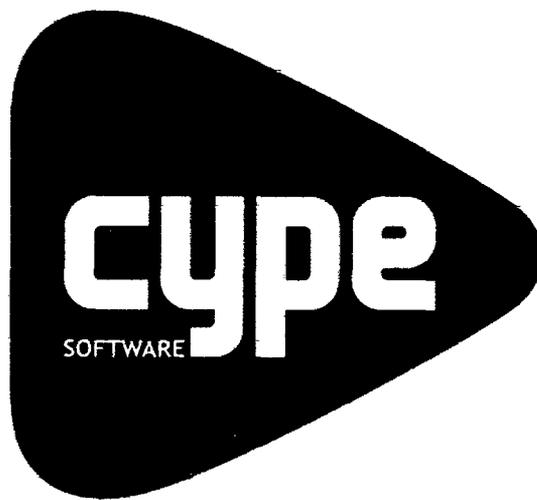


FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.3.20. DERIVA EN EJE Y - EDIFICACIÓN IRREGULAR - DINAMICA



4.4. FUERZAS INTERNAS CON CYPECAD





**A) MODELOS ESTATICOS – ESTRUCTURA
REGULAR – CON SISMO EN EL EJE "X"
– CYPECAD**

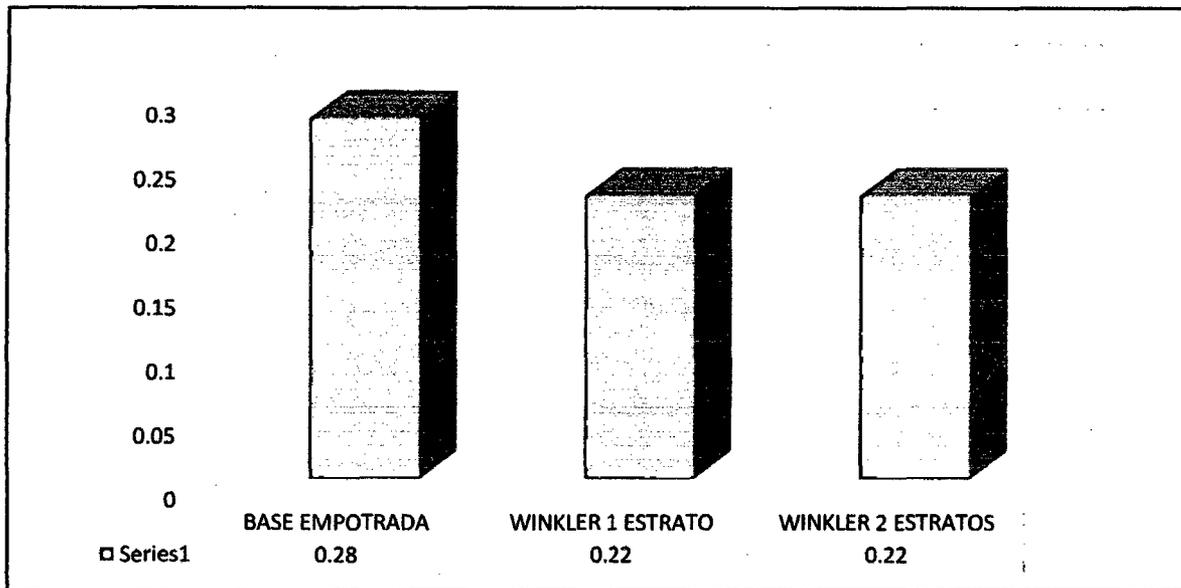


4.4. FUERZAS INTERNAS CON CYPECAD

TABLA A-01 – CORTANTE 2-2

	CORTANTE 2-2			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,28	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	0,22	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	0,22	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.01. A-01 CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)

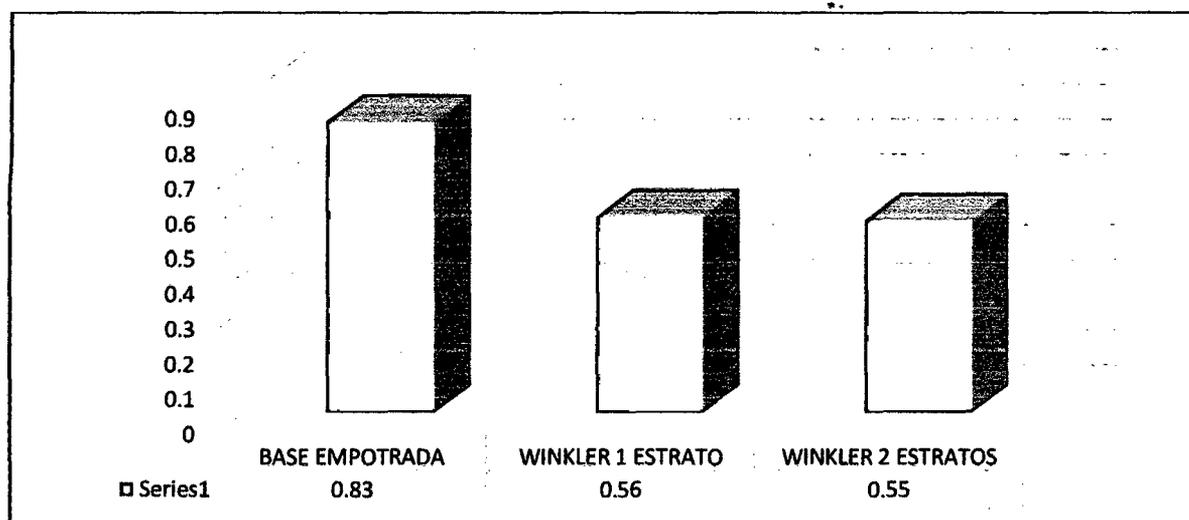
En la tabla y en la figura indican una disminución en el cortante 2-2, en los modelos de Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación al modelo de base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA A-02 – MOMENTO 3-3

	MOMENTO FLECTOR 3-3			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,83	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	0,56	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	0,55	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.02. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M)

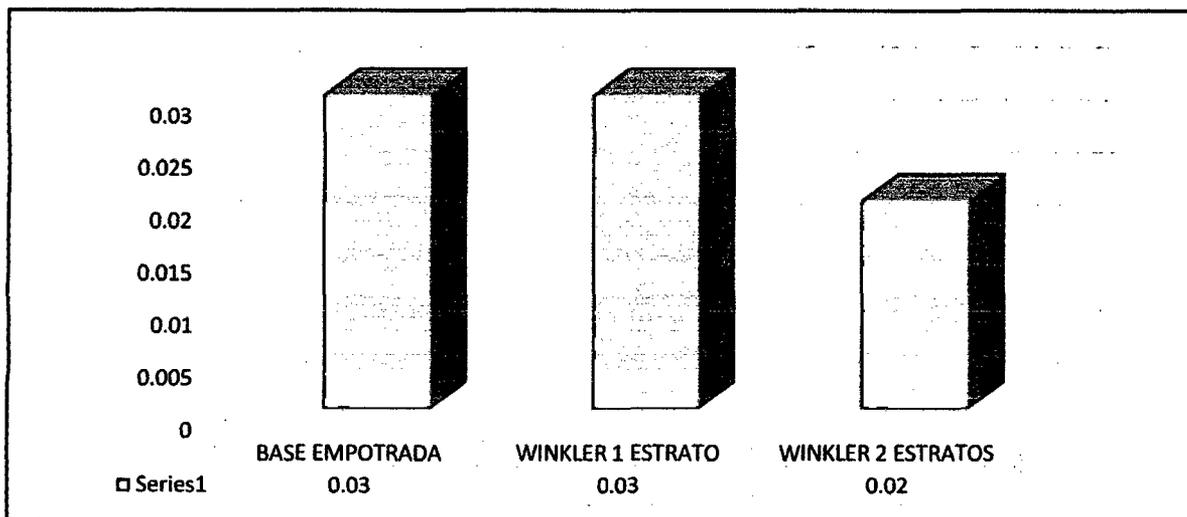
En la tabla y en la figura indican una disminución en el momento flector 3-3, en los modelos de Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación al modelo de base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA A-03 – CORTANTE 3-3

	CORTANTE 3-3			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,03	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	0,03	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	0,02	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.03. CORTANTE 3-3 / MAX (TONF)

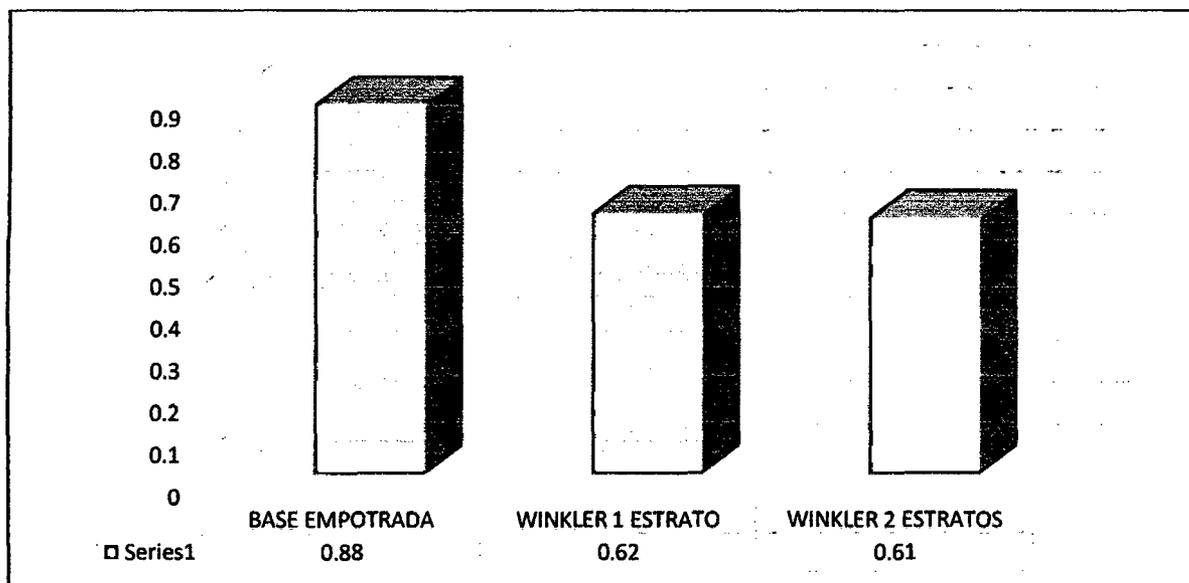
En la tabla y en la figura indican una similitud en la cortante 3-3, entre Winkler de 1 estrato y base empotrada, en cambio Winkler de 02 estratos presenta una disminución con respecto a la base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA A-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2

	MOMENTO FLECTOR 2-2			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,88	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	0,62	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	0,61	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.04. MOMENTO FLECTOR 2-2 / MAX (TONF-M)

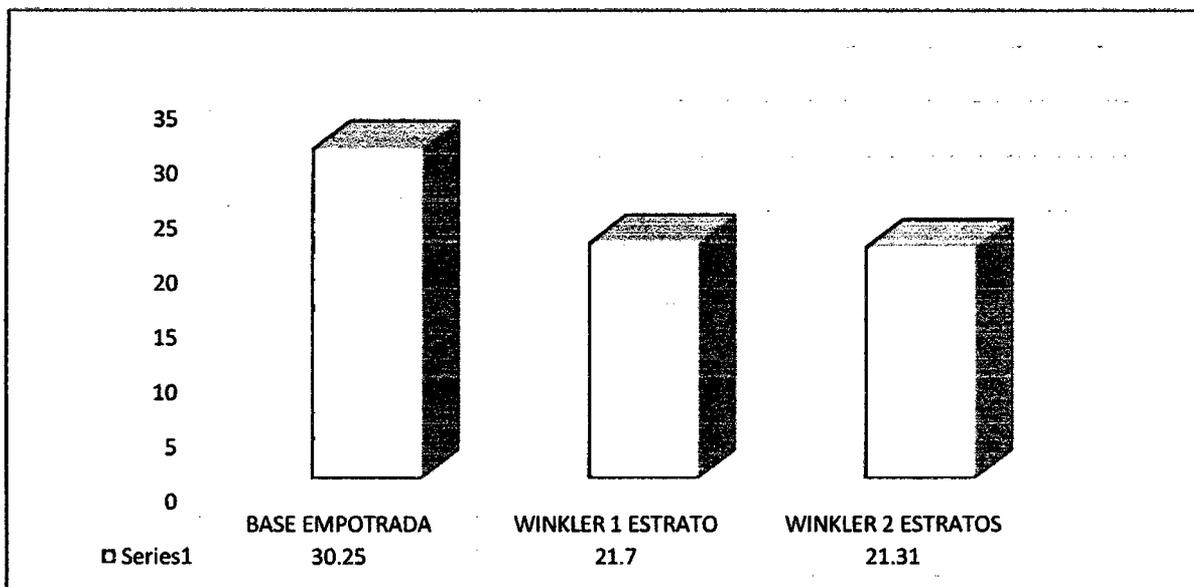
En la tabla y en la figura indican una disminución en el momento flector 2-2, en los modelos de Winkler de 01 estrato y 02 estratos con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA A-05 – FUERZA AXIAL

	FUERZA AXIAL			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	30,25	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	21,7	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	21,31	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)
GRÁFICO 4.4.05. FUERZA AXIAL / MAX (TONF)

En la tabla y en la figura, indican una disminución en la fuerza axial, en los modelos de Winkler de 01 estrato y 02 estratos con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



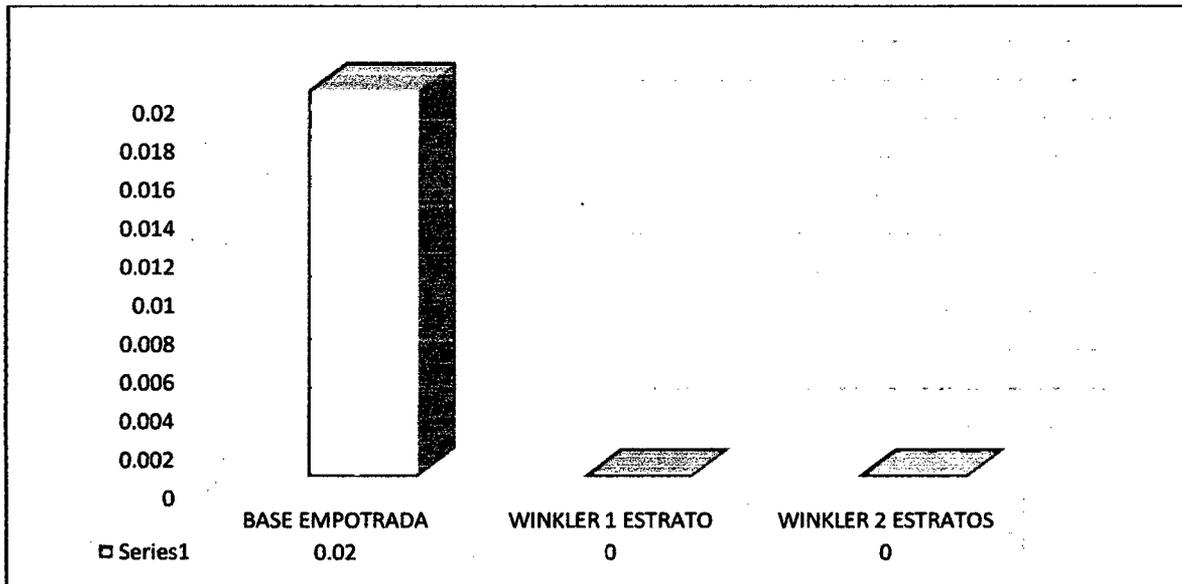
**B) MODELOS ESTATICOS – ESTRUCTURA
REGULAR – CON SISMO EN EL EJE “Y” –
CYPECAD**



TABLA B-01 – CORTANTE 2-2

	CORTANTE 2-2			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,02	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	0	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	0	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)
GRÁFICO 4.4.06. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)

En la tabla y en la figura, indican que en la cortante 2-2, Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos tienden a cero con respecto a la base empotrada.

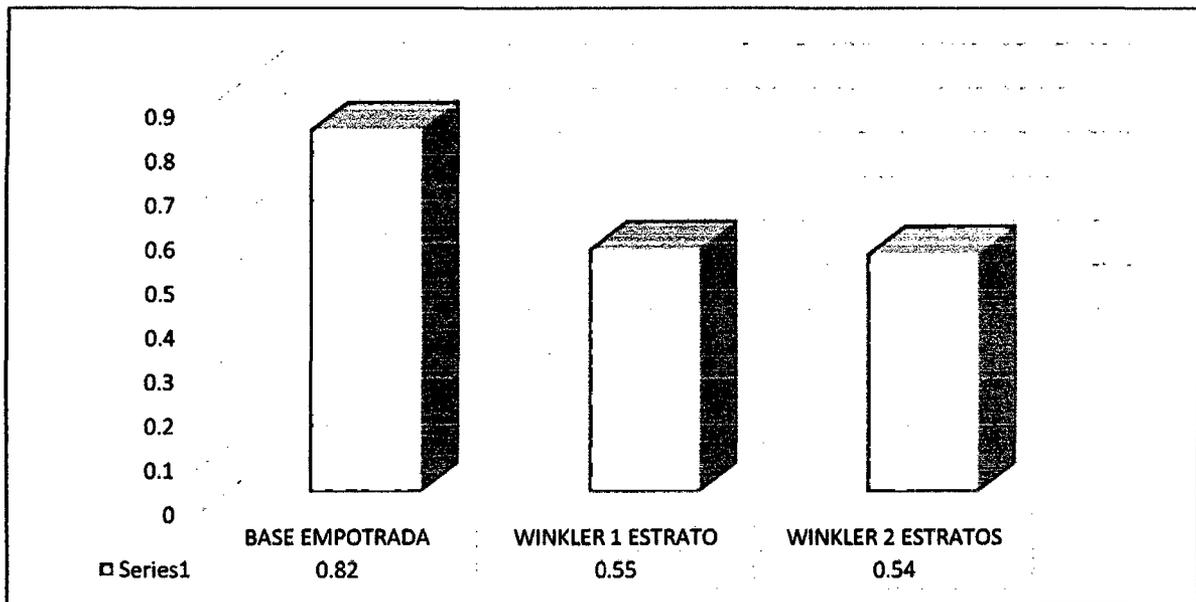
Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA B-02 – MOMENTO 3-3

	MOMENTO FLECTOR 3-3			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,82	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	0,55	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	0,54	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)
GRÁFICO 4.4.07. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M)

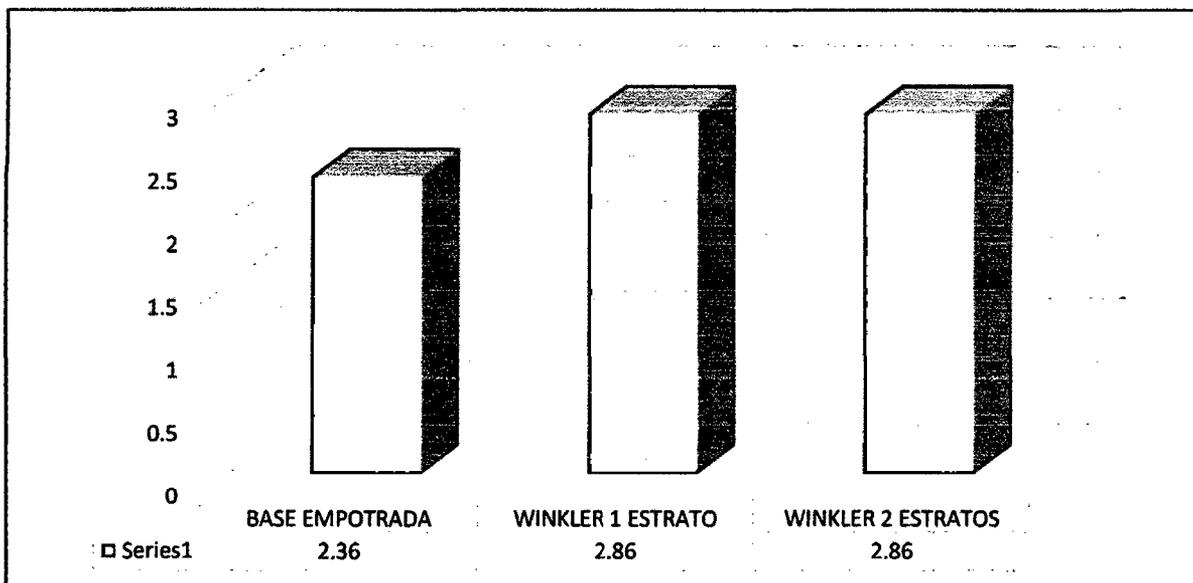
En la tabla y en la figura, indican una disminución en el momento flector 3-3, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, en relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA B-03 – CORTANTE 3-3

	CORTANTE 3-3			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	2,36	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	2,86	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	2,86	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)
GRÁFICO 4.4.08. CORTANTE 3-3 / MAX (TONF)

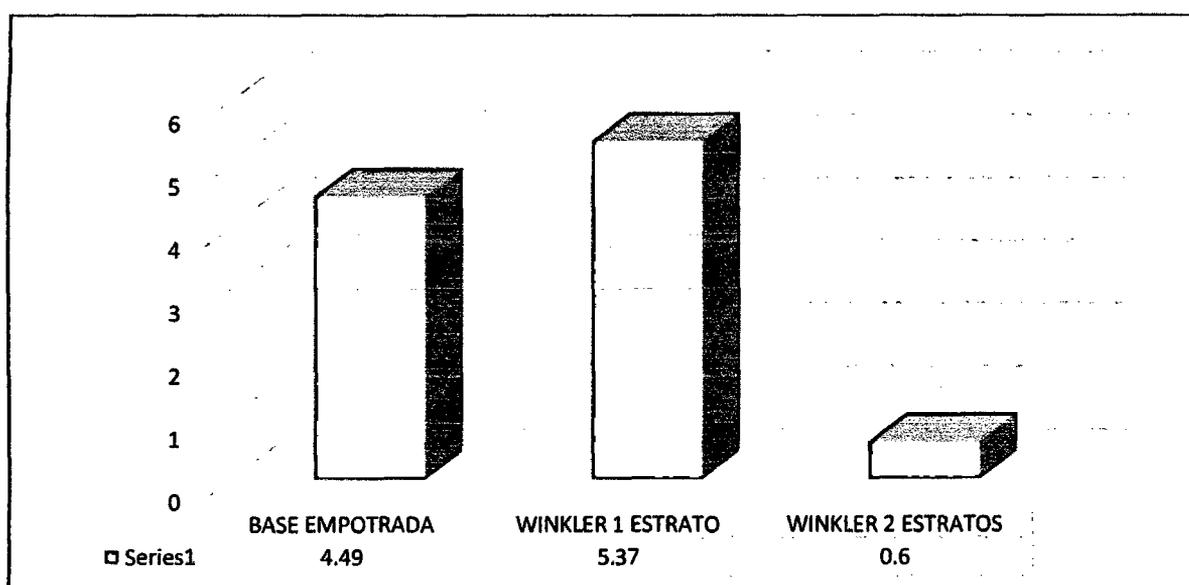
En la tabla y en la figura, indican un aumento en la cortante 3-3, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, en relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA B-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2

	MOMENTO FLECTOR 2-2			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	4,49	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	5,37	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	0,6	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.09. MOMENTO FLECTOR 2-2 / MAX (TONF-M)

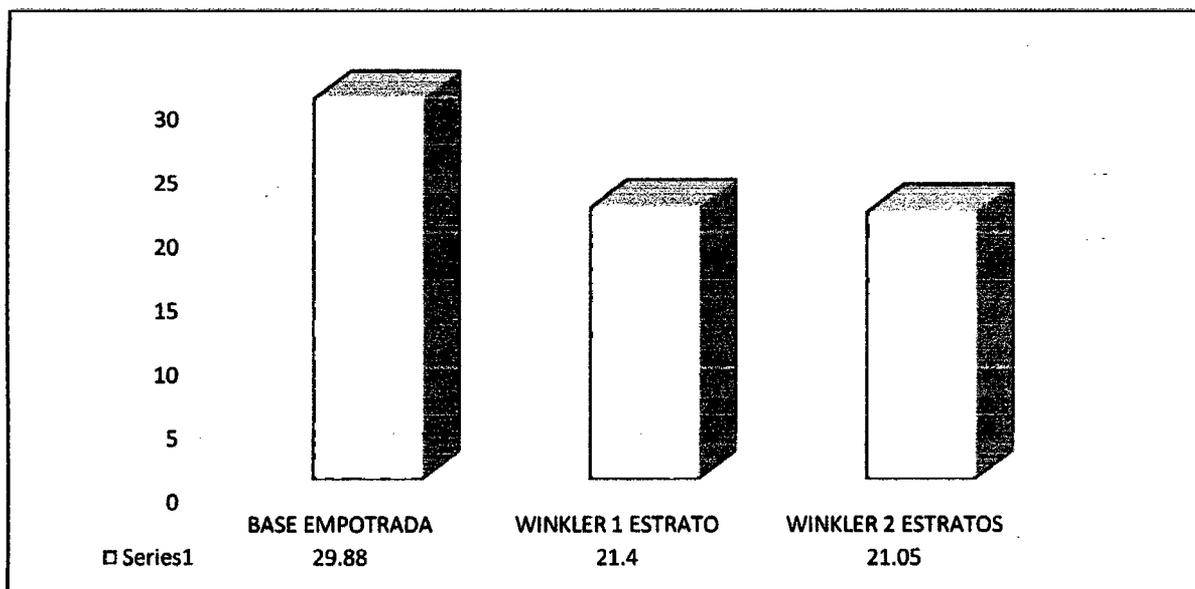
En la tabla y en la figura, indican un aumento en el momento flector 2-2, en el modelo Winkler de 01 estrato, con relación a base empotrada. Y una disminución, en el modelo Winkler de 02 estratos con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA B-05 – FUERZA AXIAL

	FUERZA AXIAL			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	29,88	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	21,4	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	21,05	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.10. FUERZA AXIAL / MAX (TONF)

En la tabla y en la figura, indica una disminución en la fuerza axial, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



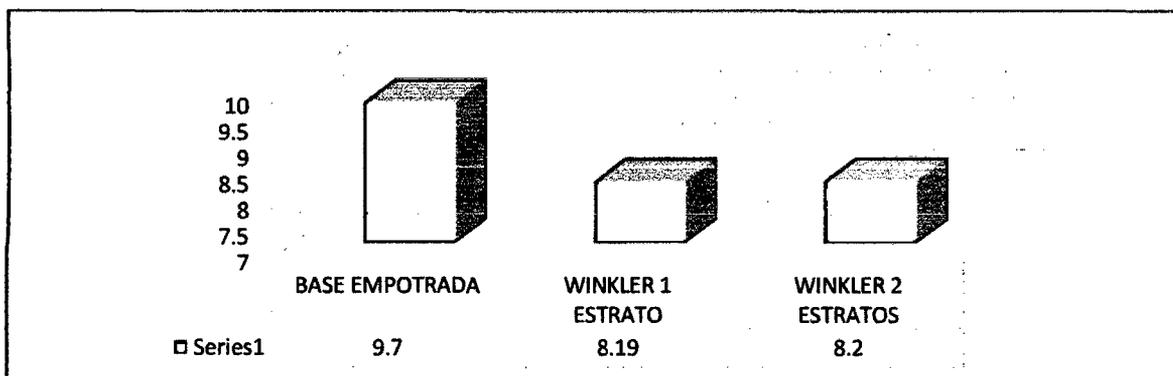
**C) MODELOS ESTATICOS – ESTRUCTURA
REGULAR – CON ENVOLVENTE DE CARGA” –
CYPECAD**



TABLA C-01 – CORTANTE 2-2

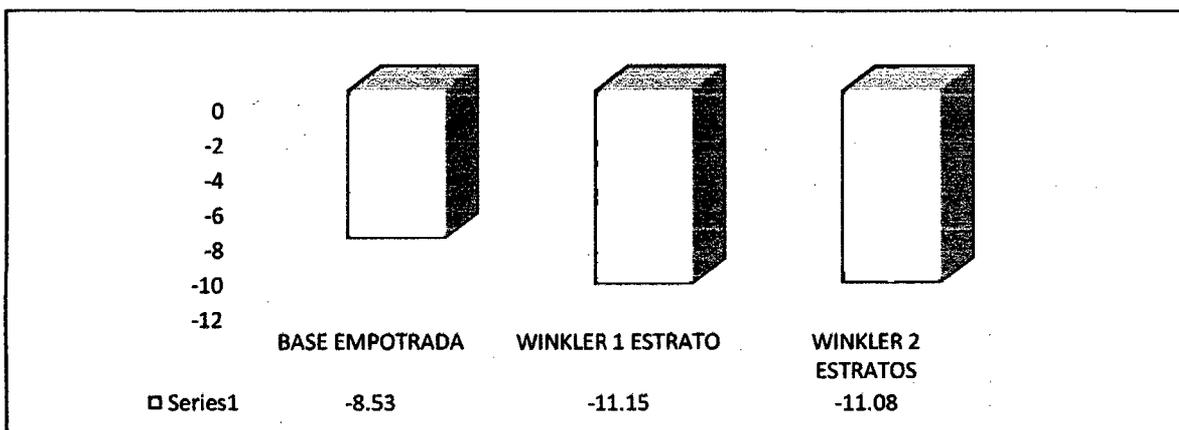
	CORTANTE 2-2			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	9,7	0	-8,53	0
WINKLER 1 ESTRATO	8,19	0	-11,15	0
WINKLER 2 ESTRATOS	8,2	0	-11,08	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.11. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.12. CORTANTE 2-2 / MIN (TONF)

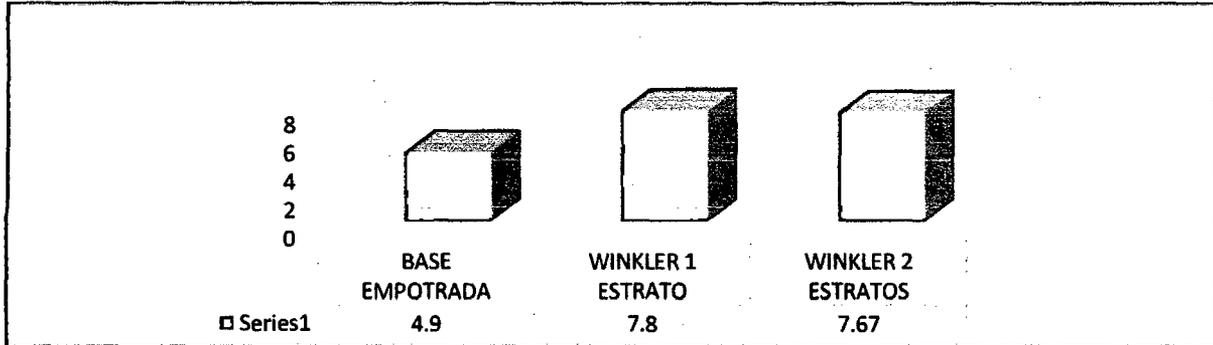
En la tabla y en la figura, indica que en la cortante 2-2 (min), que los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos son mayores negativamente con respecto a la base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA C-02 – MOMENTO 3-3

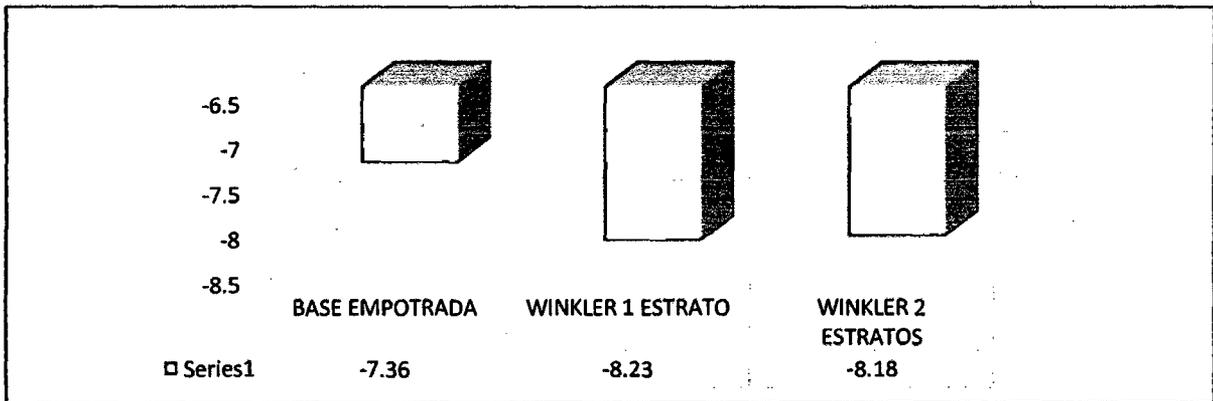
	MOMENTO FLECTOR 3-3			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	4,9	0	-7,36	0
WINKLER 1 ESTRATO	7,8	0	-8,23	0
WINKLER 2 ESTRATOS	7,67	0	-8,18	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.13. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.14. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MIN (TONF-M)

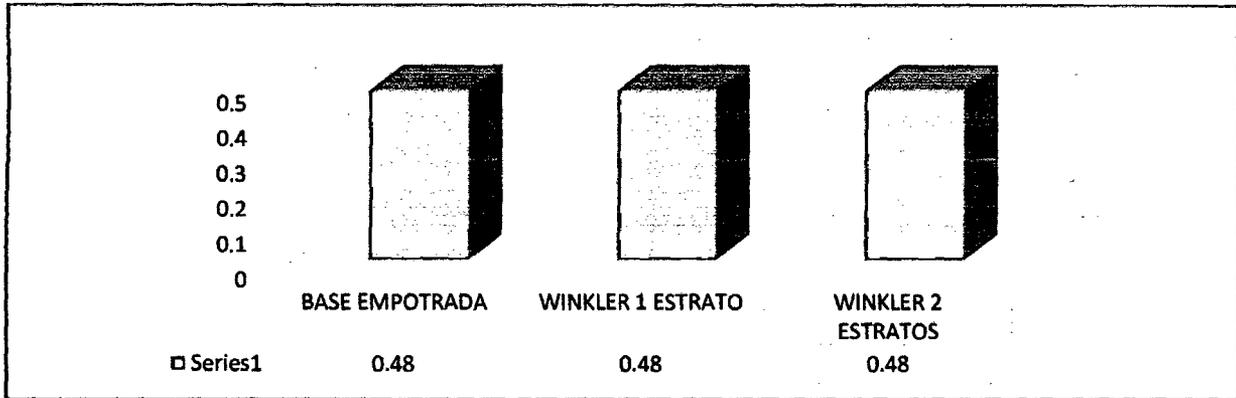
En la tabla y en la figura, indica un aumento en el momento flector 3-3 (Max), en los modelos Winkler 01 de un estrato y Winkler de 02 estrato con respecto a la base empotrada, tanto en sus valores positivos como negativos. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA C-03 – CORTANTE 3-3

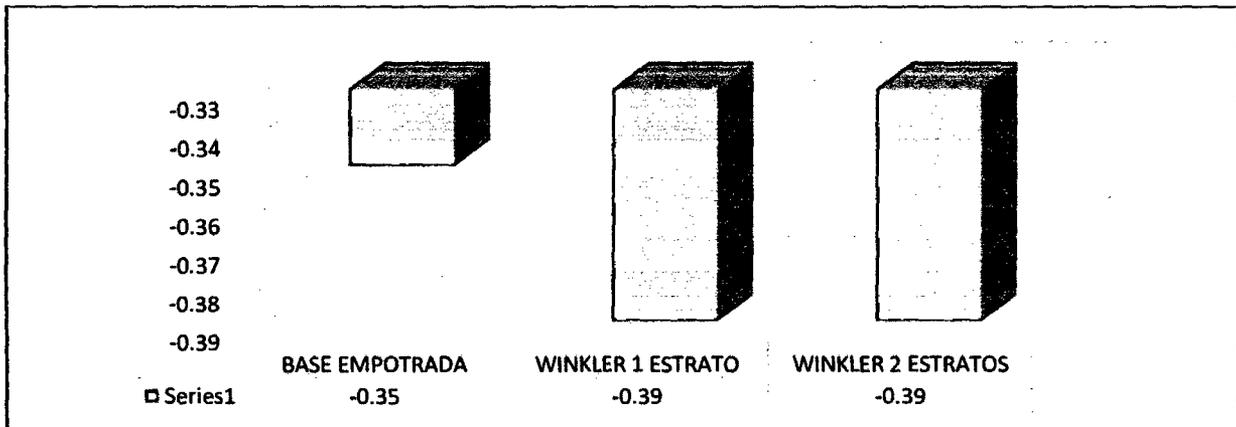
	MOMENTO TORSOR			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,48	0	-0,35	0
WINKLER 1 ESTRATO	0,48	0	-0,39	0
WINKLER 2 ESTRATOS	0,48	0	-0,39	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.15. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.16. MOMENTO TORSOR / MIN (TONF-M)

En la tabla y en la figura, indica una similitud en el momento torsor (Max) entre base empotrada, Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos.

En la tabla y en la figura, indica en el momento torsor (min), que los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 2 estratos son mayores negativamente con respecto a la base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



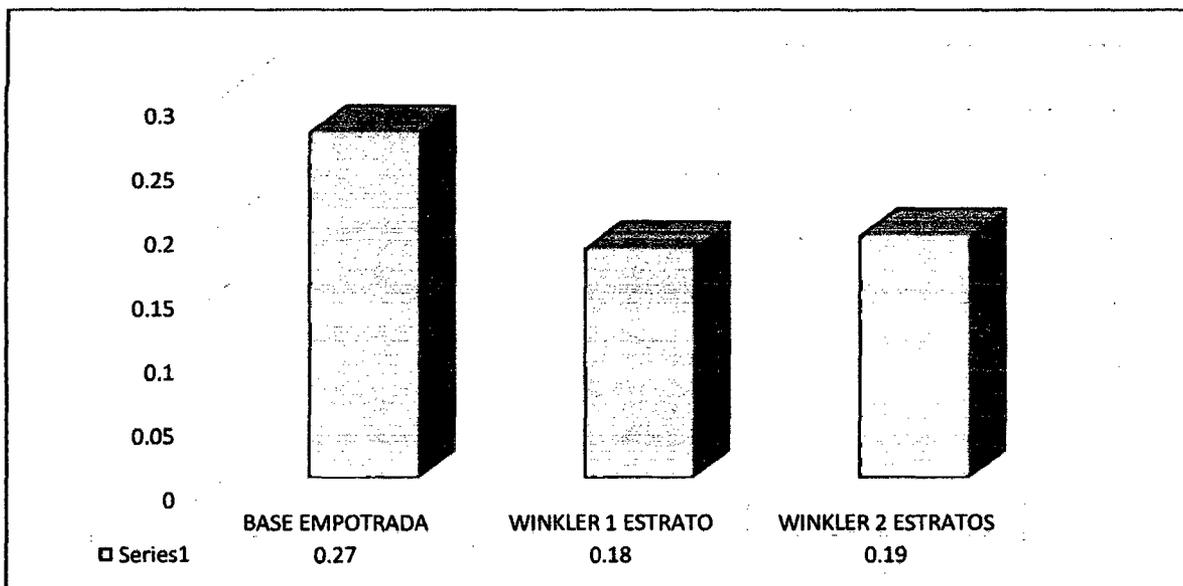
**D) MODELOS DINAMICOS – ESTRUCTURA
REGULAR – CON SISMO EN EJE X” –
CYPECAD**



TABLA D-01 – CORTANTE 2-2

	CORTANTE 2-2			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,27	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	0,18	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	0,19	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)
GRÁFICO 4.4.17. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)

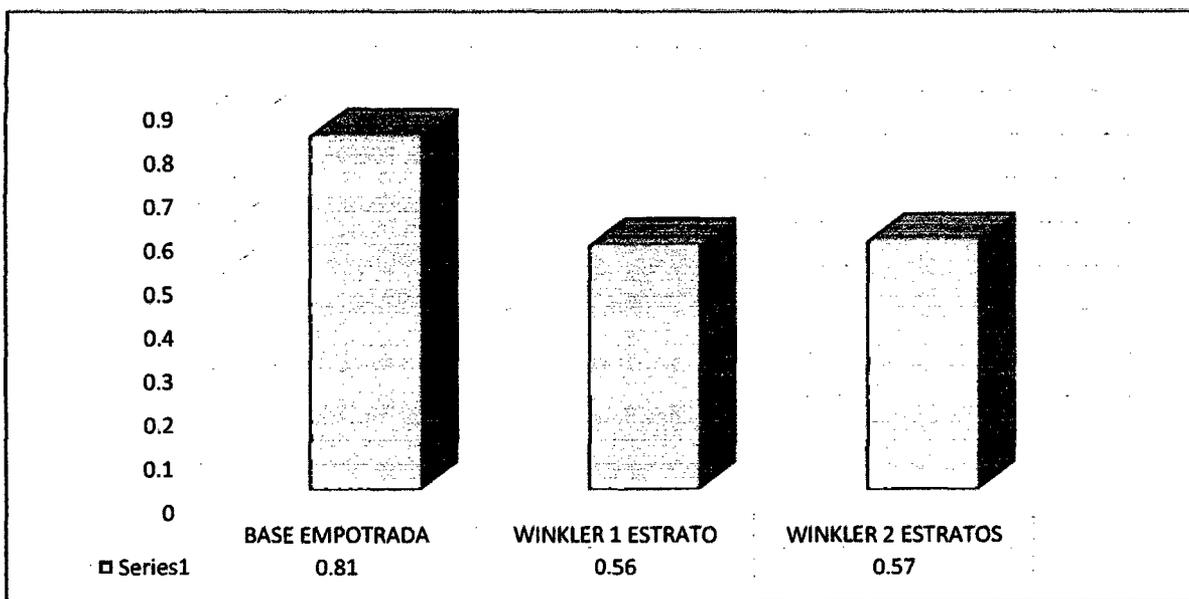
En la tabla y en la figura, indica una disminución en la cortante 2-2, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA D-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3

	MOMENTO FLECTOR 3-3			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,81	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	0,56	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	0,57	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.18. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M)

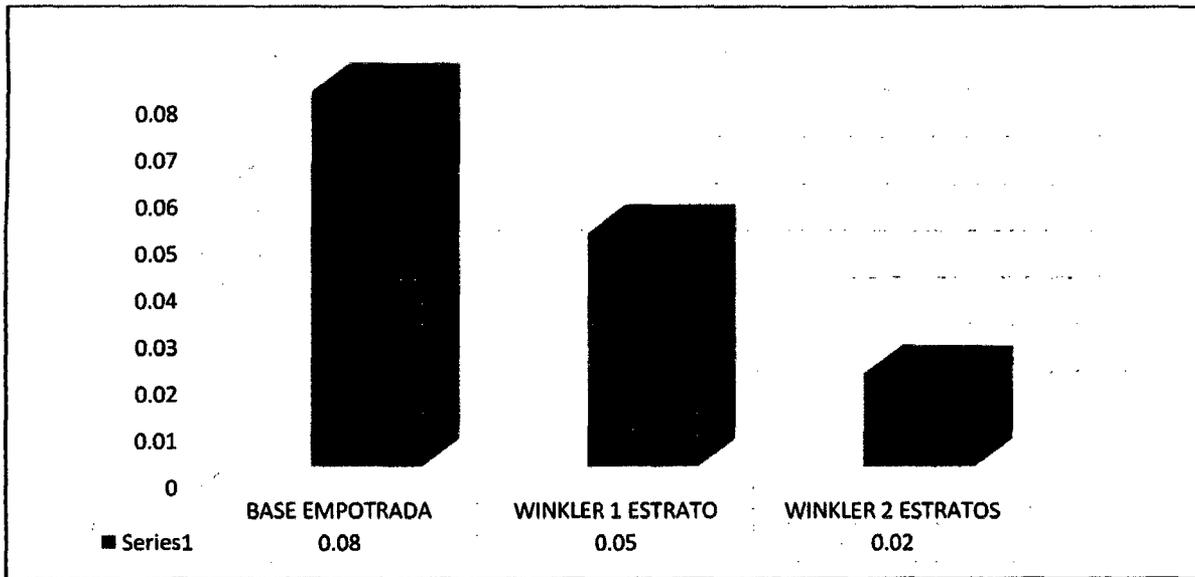
En la tabla y en la figura, indica una disminución en el momento flector 3-3, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA D-03 – CORTANTE 3-3

	CORTANTE 3-3			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,08	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	0,05	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	0,02	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)
GRÁFICO 4.4.19. CORTANTE 3-3 / MAX (TONF)

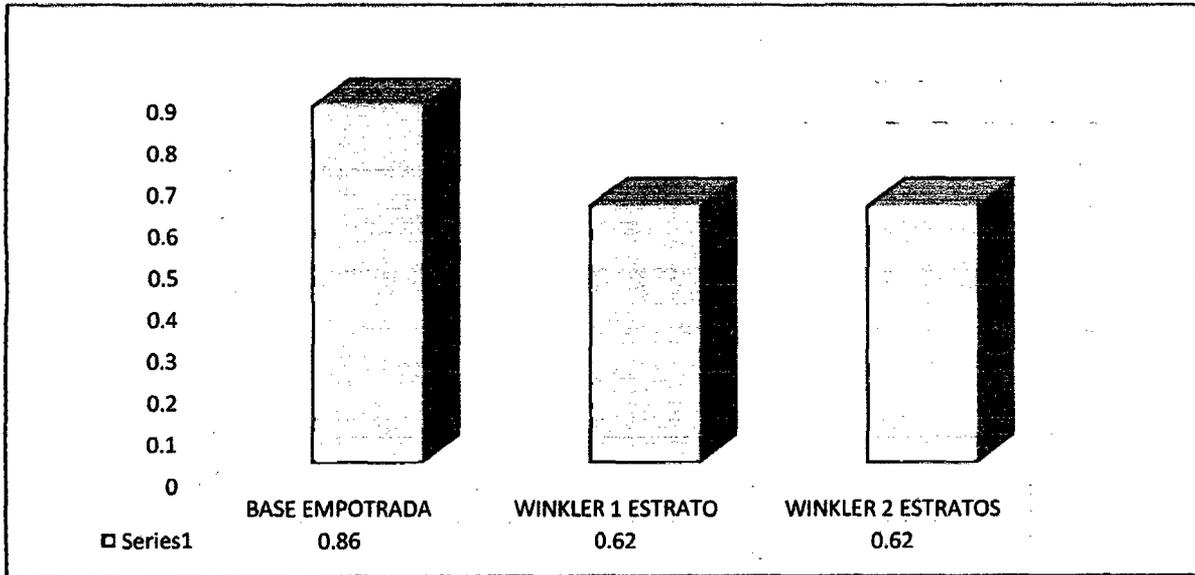
En la tabla y en la figura, indica una disminución en la cortante 3-3, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA D-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2

	MOMENTO FLECTOR 2-2			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,86	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	0,62	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	0,62	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.20. MOMENTO FLECTOR 2-2 / MAX (TONF-M)

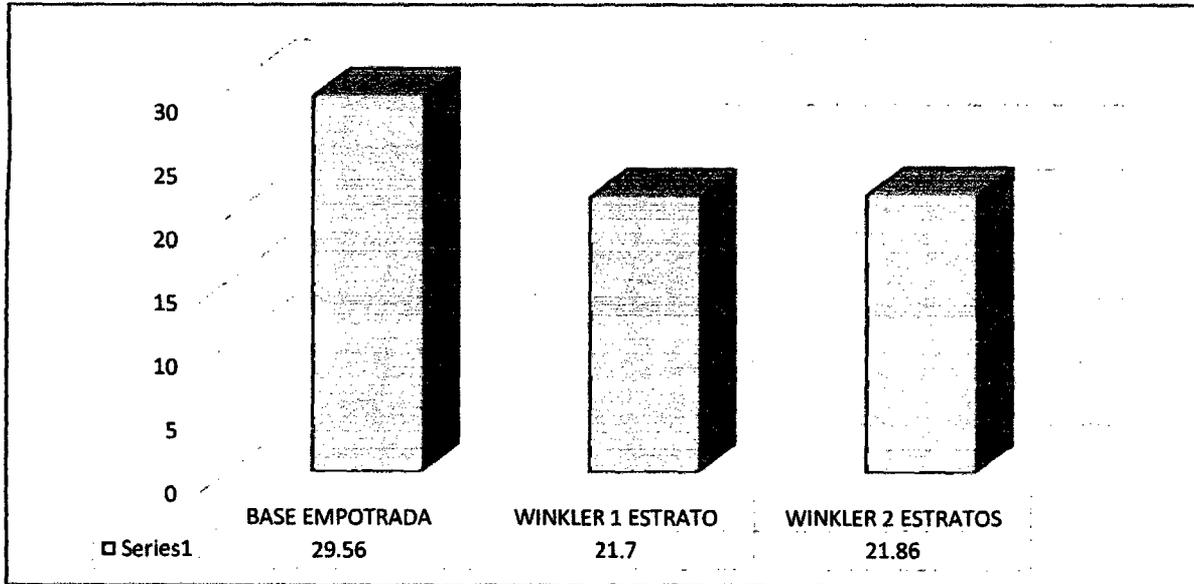
En la tabla y en la figura, indica una disminución en el momento flector 2-2, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA D-05 – FUERZA AXIAL

	FUERZA AXIAL			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	29,56	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	21,7	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	21,86	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.21. FUERZA AXIAL / MAX (TONF)

En la tabla y en la figura, indica una disminución en la fuerza axial, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



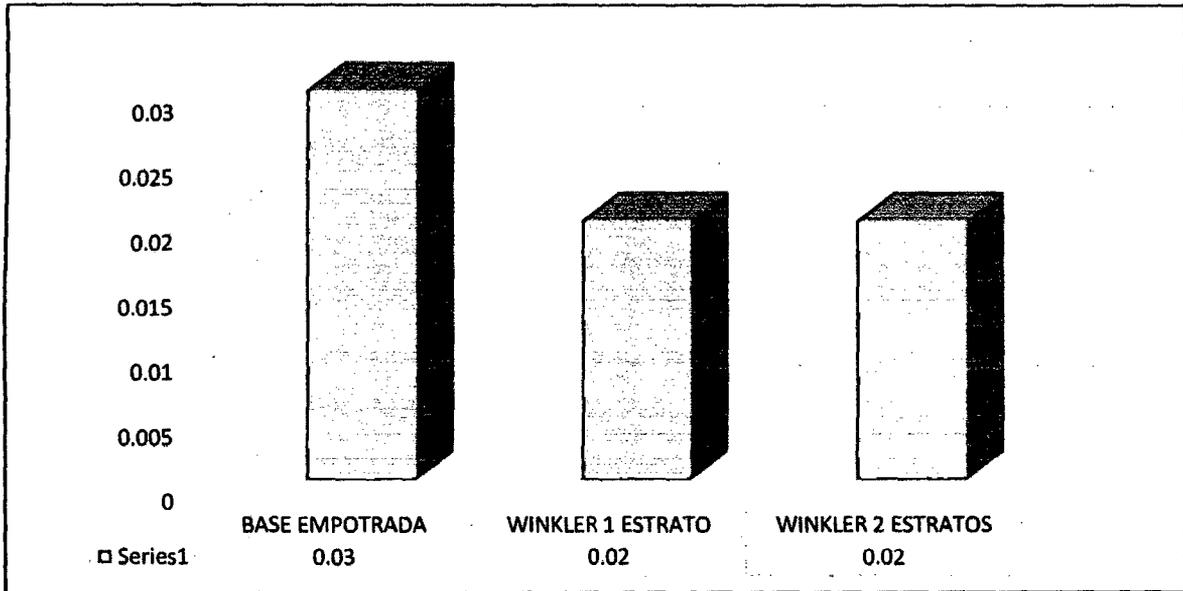
E) MODELOS DINAMICOS – ESTRUCTURA
REGULAR – CON SISMO EN EJE Y” –
CYPECAD



TABLA E-01 – CORTANTE 2-2

	CORTANTE 2-2			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,03	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	0,02	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	0,02	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)
GRÁFICO 4.4.22. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)

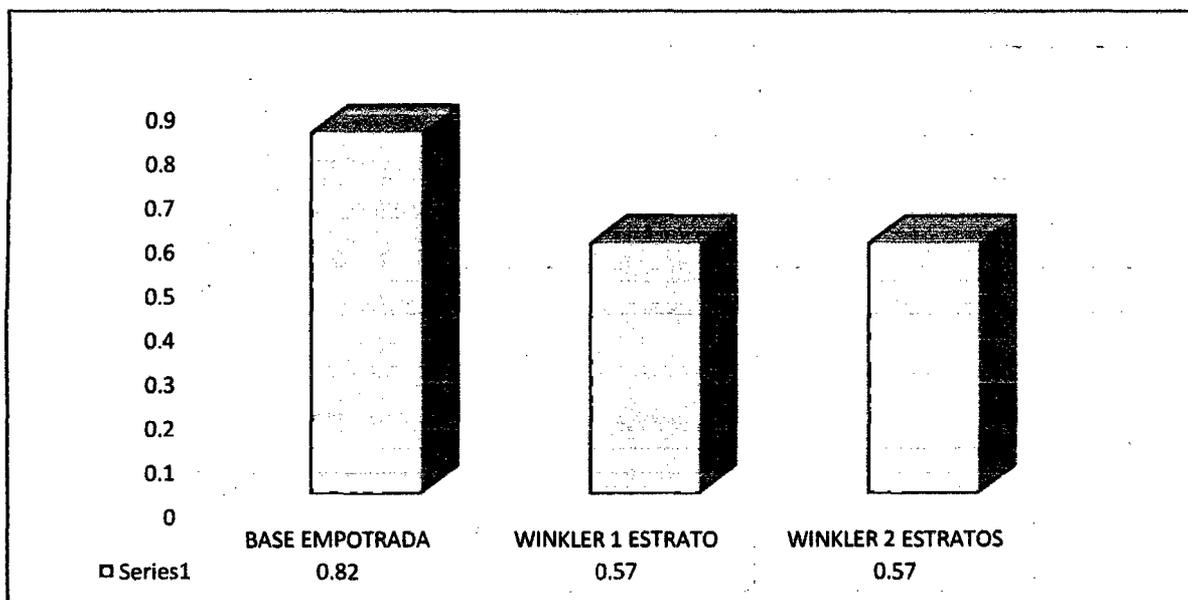
En la tabla y en la figura, indica una disminución en la cortante 2-2, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA E-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3

	MOMENTO FLECTOR 3-3			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,82	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	0,57	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	0,57	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)
GRÁFICO 4.4.23. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M)

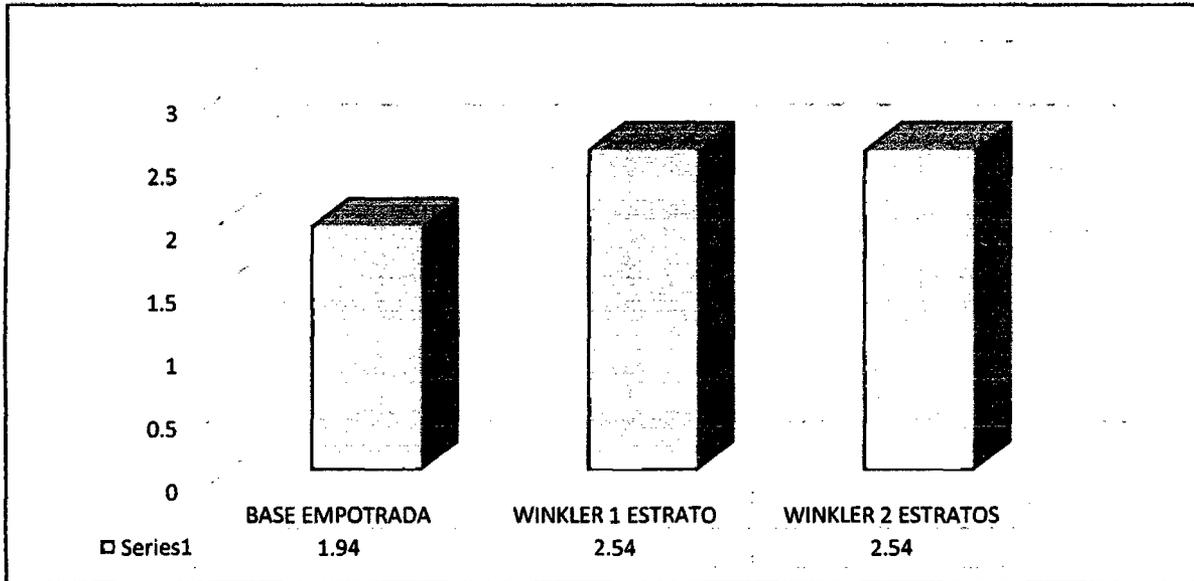
En la tabla y en la figura, indica una disminución en el momento flector 3-3, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA E-03 – CORTANTE 3-3

	CORTANTE 3-3			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	1,94	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	2,54	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	2,54	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.24. CORTANTE 3-3 / MAX (TONF)

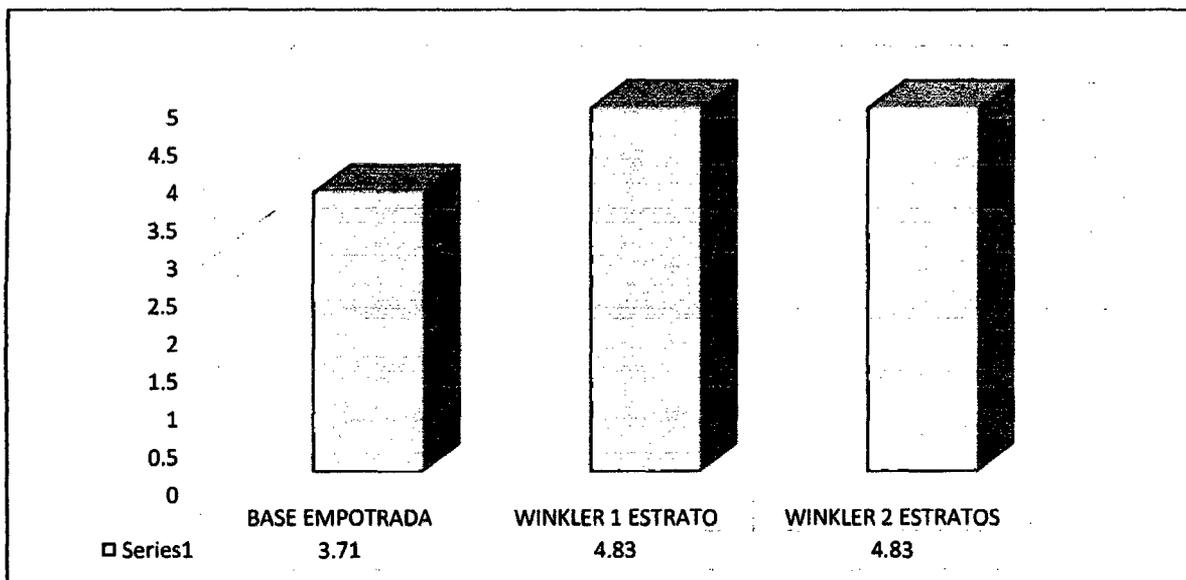
En la tabla y en la figura, indica un aumento en la cortante 3-3, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA E-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2

	MOMENTO FLECTOR 2-2			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	3,71	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	4,83	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	4,83	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)
GRÁFICO 4.4.25. MOMENTO FLECTOR 2-2 / MAX (TONF-M)

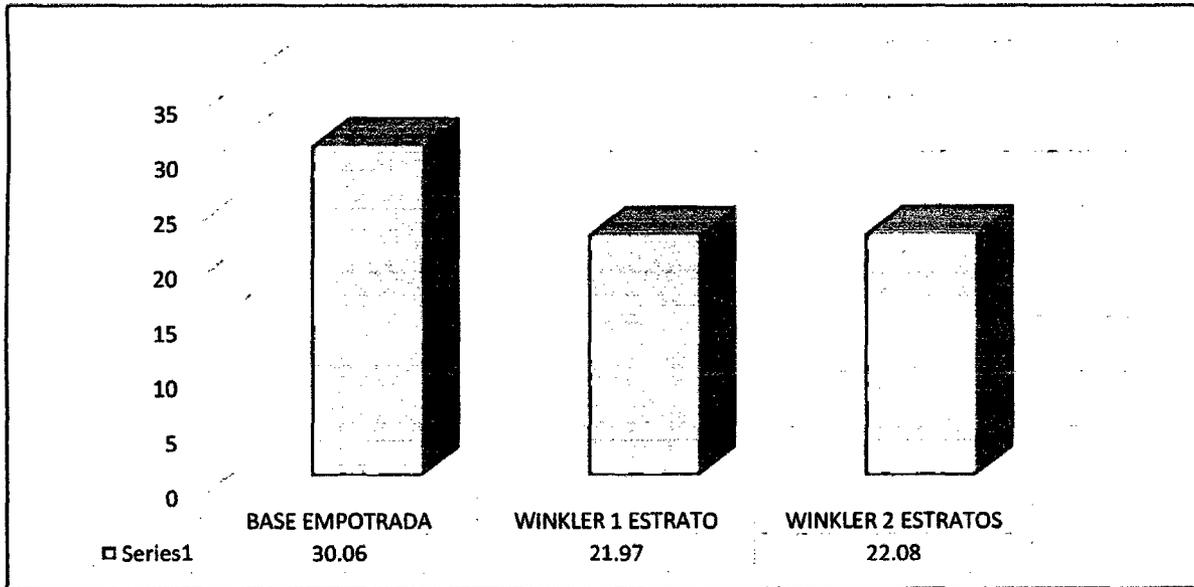
En la tabla y en la figura, indica un aumento en el momento flector 2-2, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA E-05 – FUERZA AXIAL

	FUERZA AXIAL			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	30,06	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	21,97	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	22,08	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)
GRÁFICO 4.4.26. FUERZA AXIAL / MAX (TONF)

En la tabla y en la figura, indica una disminución en la fuerza axial, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



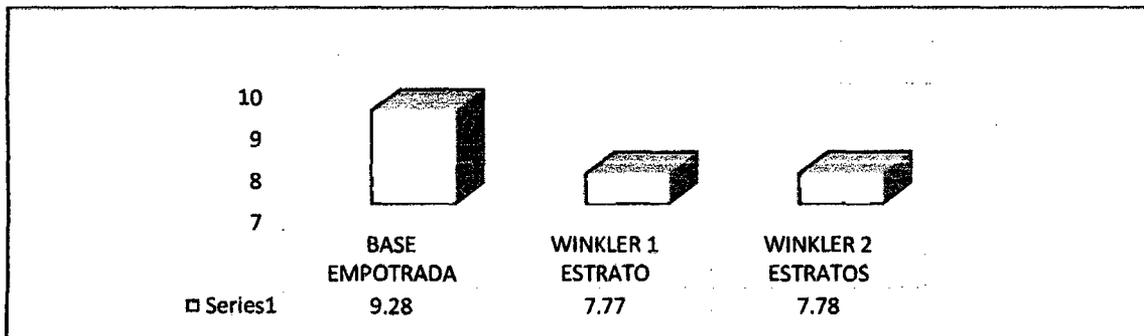
**F) MODELOS DINAMICOS – ESTRUCTURA
REGULAR – CON ENVOLVENTE DE CARGAS
– CYPECAD**



TABLA F-01 – CORTANTE 2-2

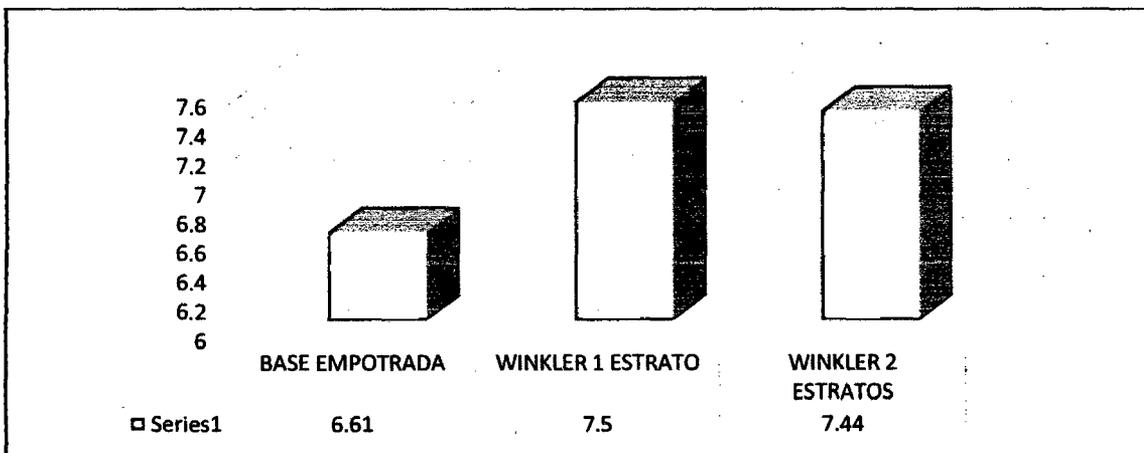
	CORTANTE 2-2			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	9,28	0	-8,07	0
WINKLER 1 ESTRATO	7,77	0	-10,72	0
WINKLER 2 ESTRATOS	7,78	0	-10,66	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.27. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.28. CORTANTE 2-2 / MIN (TONF-M)

En la tabla y en la figura, indica una disminución en la cortante 2-2 (Max), en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con respecto a base empotrada.

En la tabla y en la figura, indica en la cortante 2-2 (min), que los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 2 estratos son mayores con respecto a la base empotrada.

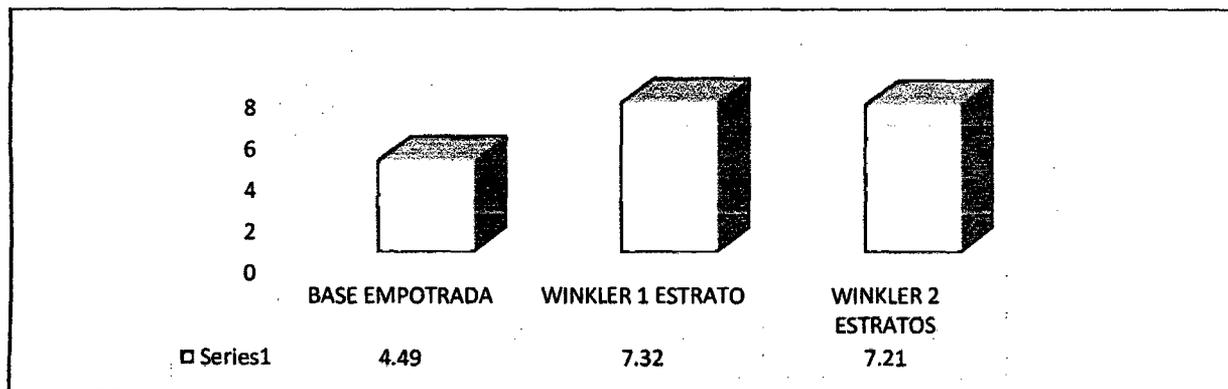
Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.

F-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3



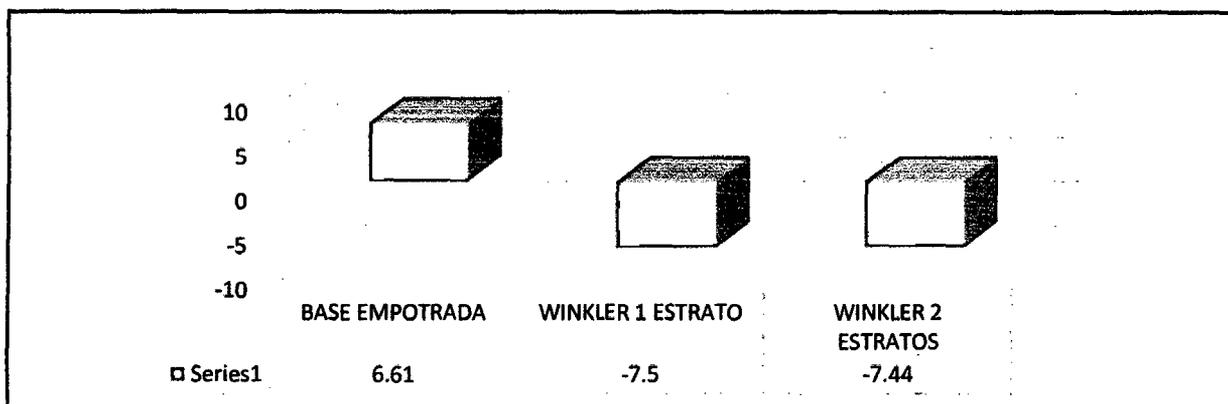
	MOMENTO FLECTOR 3-3			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	4,49	0	6,61	0
WINKLER 1 ESTRATO	7,32	0	-7,5	0
WINKLER 2 ESTRATOS	7,21	0	-7,44	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.29. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.30. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MIN (TONF-M)

En la tabla y en la figura, indica un aumento en el momento flector 3-3 (Max), en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con respecto a base empotrada.

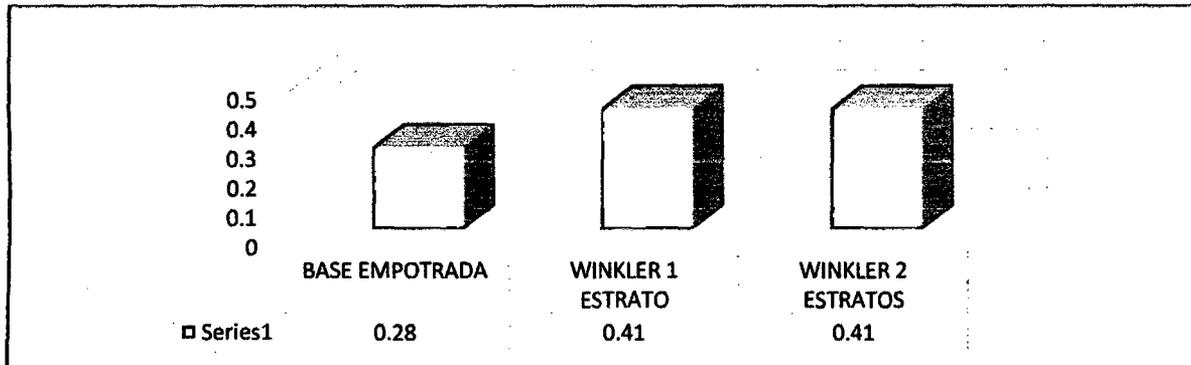
En la tabla y en la figura, indica en el momento flector 3-3 (min), que los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 2 estratos son mayores negativamente con respecto a la base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa



TABLA F-03 – MOMENTO TORSOR

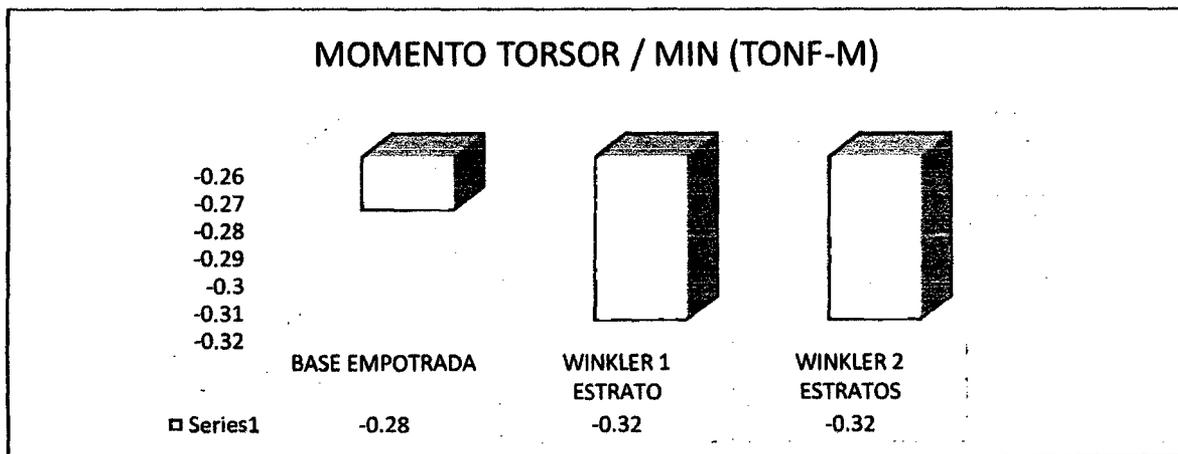
	MOMENTO TORSOR			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,28	0	-0,28	0
WINKLER 1 ESTRATO	0,41	0	-0,32	0
WINKLER 2 ESTRATOS	0,41	0	-0,32	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.31. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.32. MOMENTO TORSOR / MIN (TONF-M)

En la tabla y en la figura, indica un aumento en el momento torso (Max), en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con respecto a base empotrada.

En la tabla y en la figura, indica en el momento torso (min), que los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 2 estratos son mayores negativamente con respecto a la base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



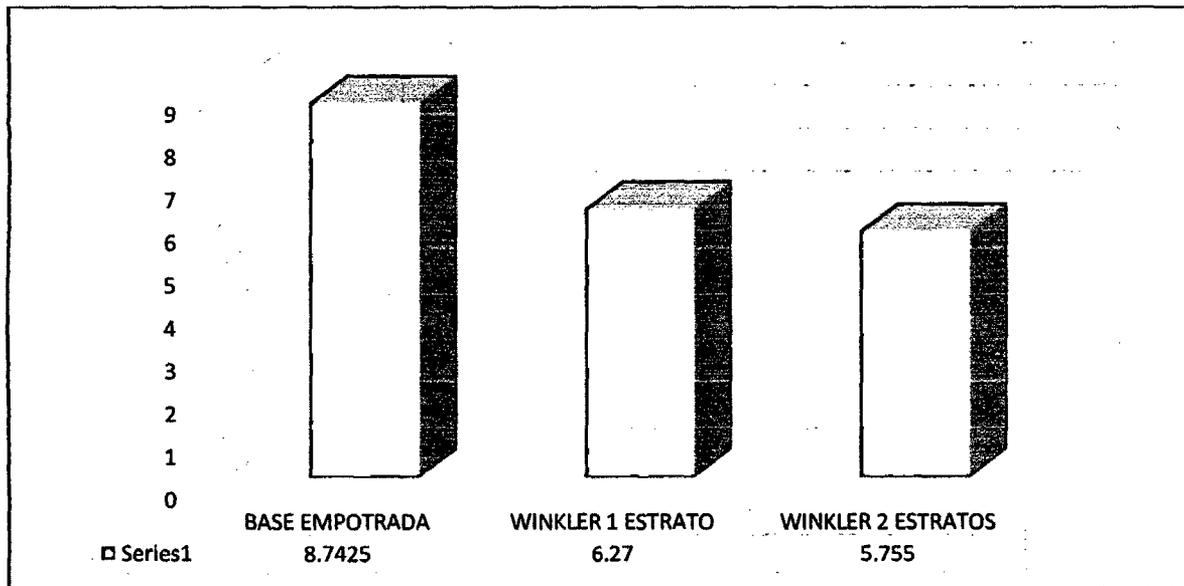
**G) MODELOS ESTÁTICO – ESTRUCTURA
IRREGULAR – CON SISMO EN “X” –
CYPECAD**



TABLA G-01 – CORTANTE 2-2

	CORTANTE 2-2			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	8,7425	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	6,27	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	5,755	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.33. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)

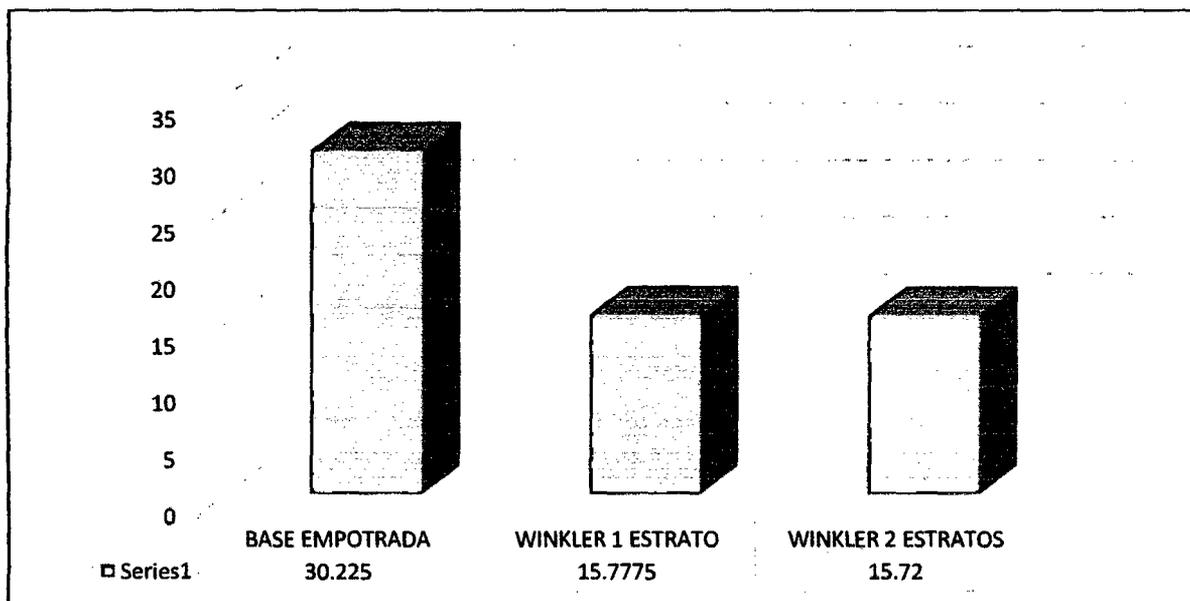
En la tabla y en la figura, indica una disminución en la cortante 2-2, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA G-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3

	MOMENTO FLECTOR 3-3			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	30,225	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	15,7775	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	15,72	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.34. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF)

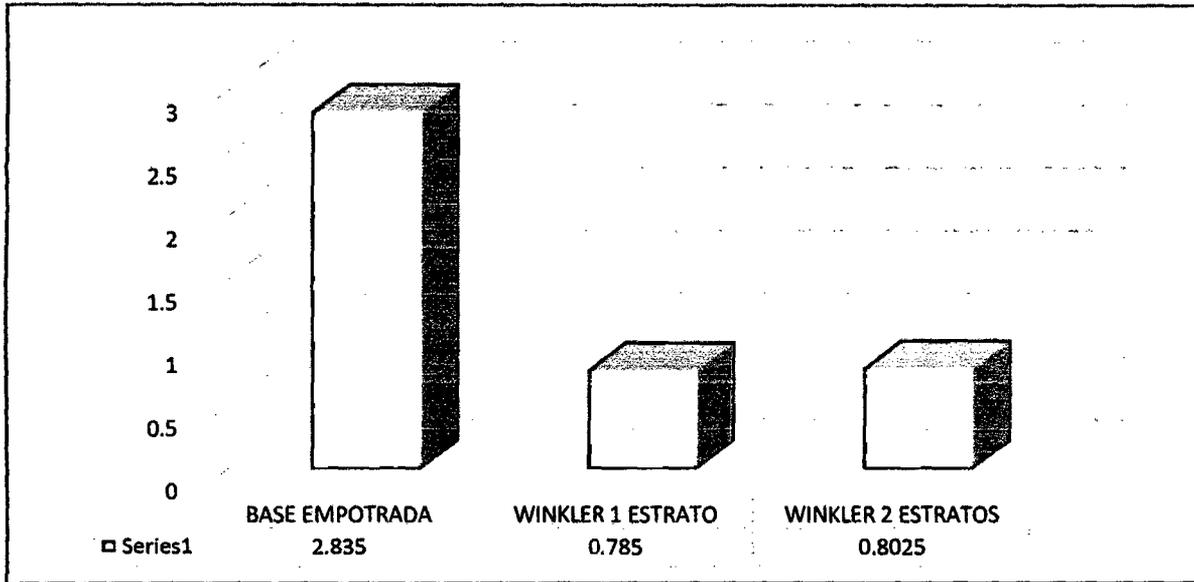
En la tabla y en la figura, indica una disminución en el momento flector 3-3, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA G-03 – CORTANTE 3-3

	CORTANTE 3-3			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	2,835	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	0,785	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	0,8025	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)
GRÁFICO 4.4.35. CORTANTE 3-3 / MAX (TONF)

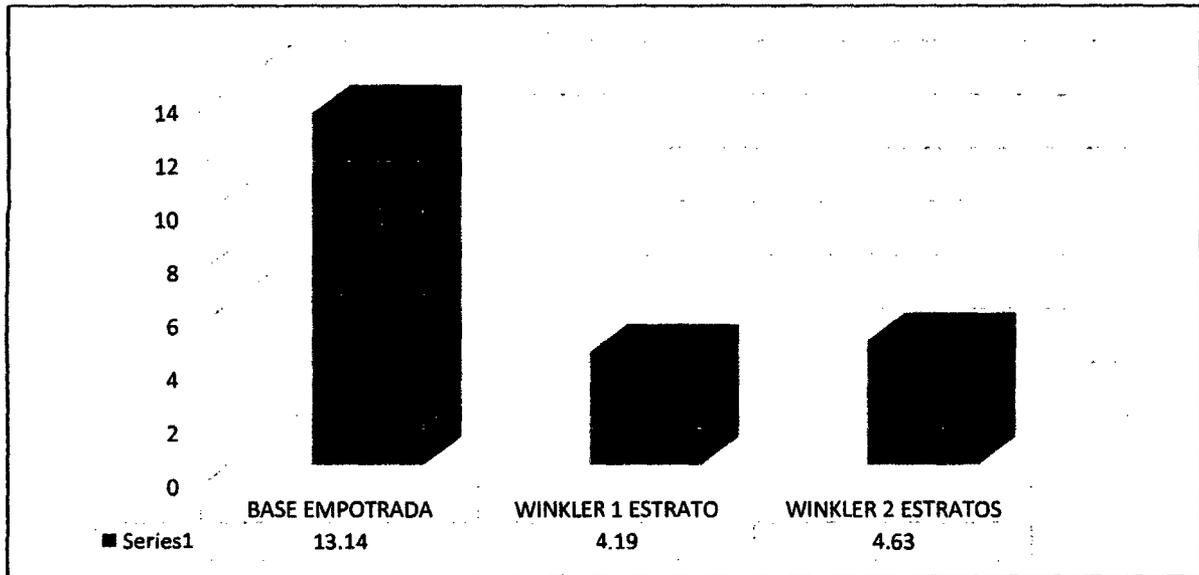
En la tabla y en la figura, indica una disminución en la cortante 3-3, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA G-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2

	MOMENTO FLECTOR 2-2			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	13,14	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	4,19	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	4,63	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.36. MOMENTO FLECTOR 2-2 / MAX (TONF)

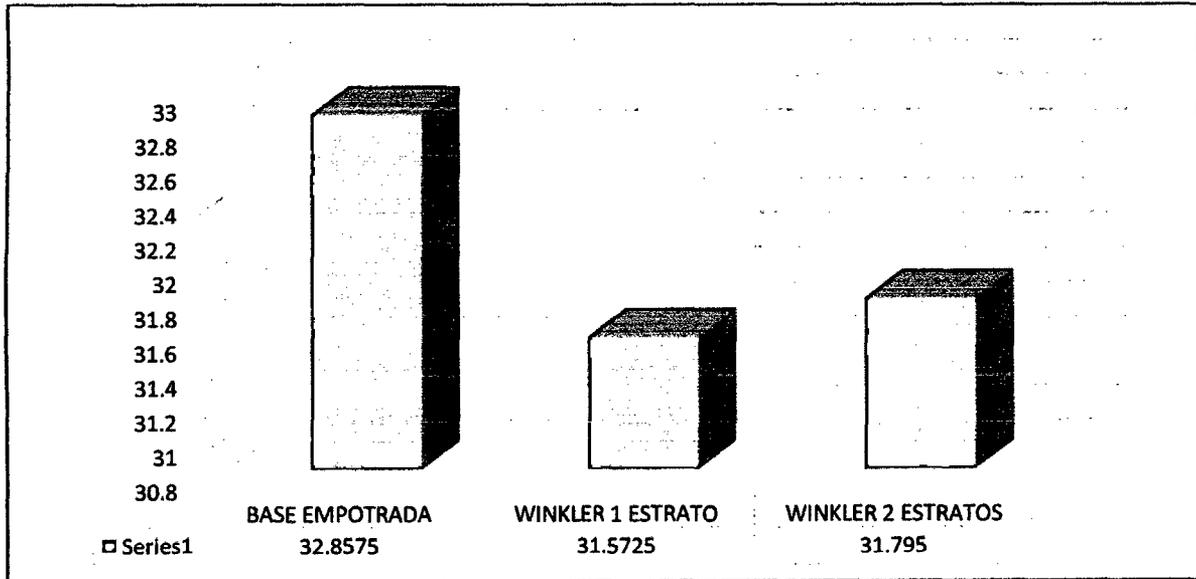
En la tabla y en la figura, indica una disminución en el momento flector 2-2, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA G-05 – FUERZA AXIAL

	FUERZA AXIAL			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	32,8575	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	31,5725	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	31,795	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)
GRÁFICO 4.4.37. FUERZA AXIAL / MAX (TONF)

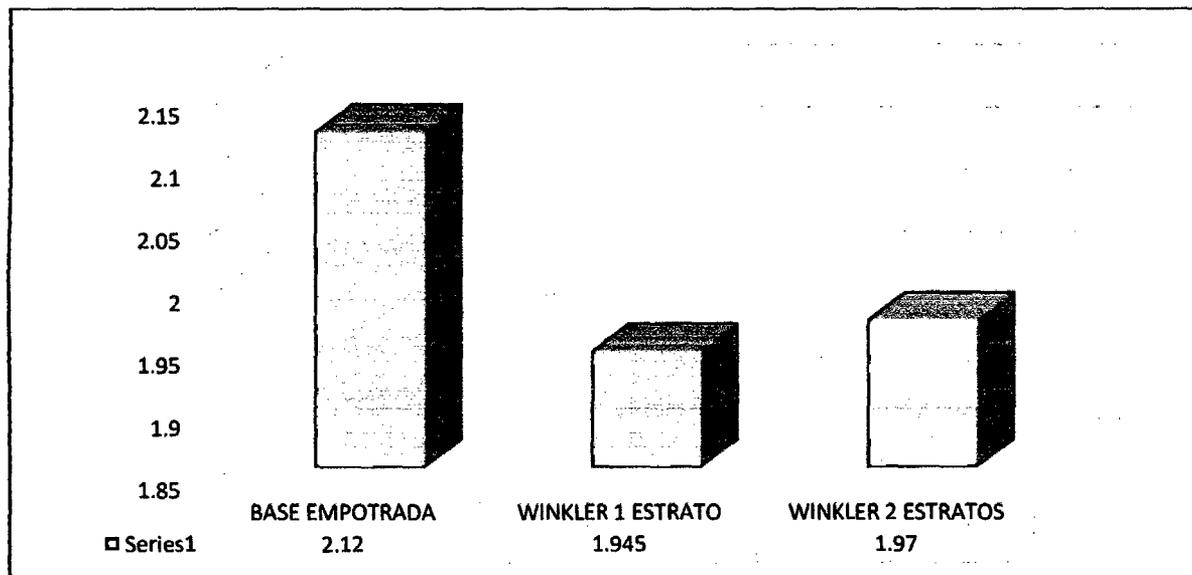
En la tabla y en la figura, indica una disminución en la fuerza axial, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA G-06 – MOMENTO TORSOR

	MOMENTO TORSOR			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	2,12	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	1,945	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	1,97	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.38. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)

En la tabla y en la figura, indica una disminución en el momento torso, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



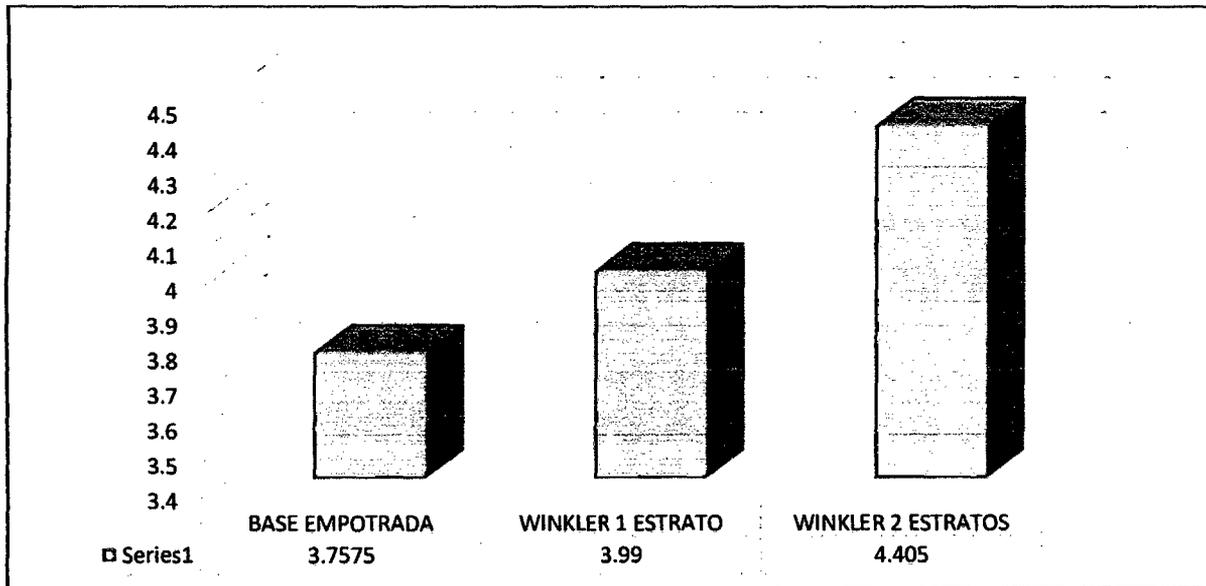
H) MODELOS ESTÁTICO – ESTRUCTURA
IRREGULAR – CON SISMO EN “Y” –
CYPECAD



TABLA H-01 – CORTANTE 2-2

	CORTANTE 2-2			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	3,7575	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	3,99	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	4,405	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)
GRÁFICO 4.4.39. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)

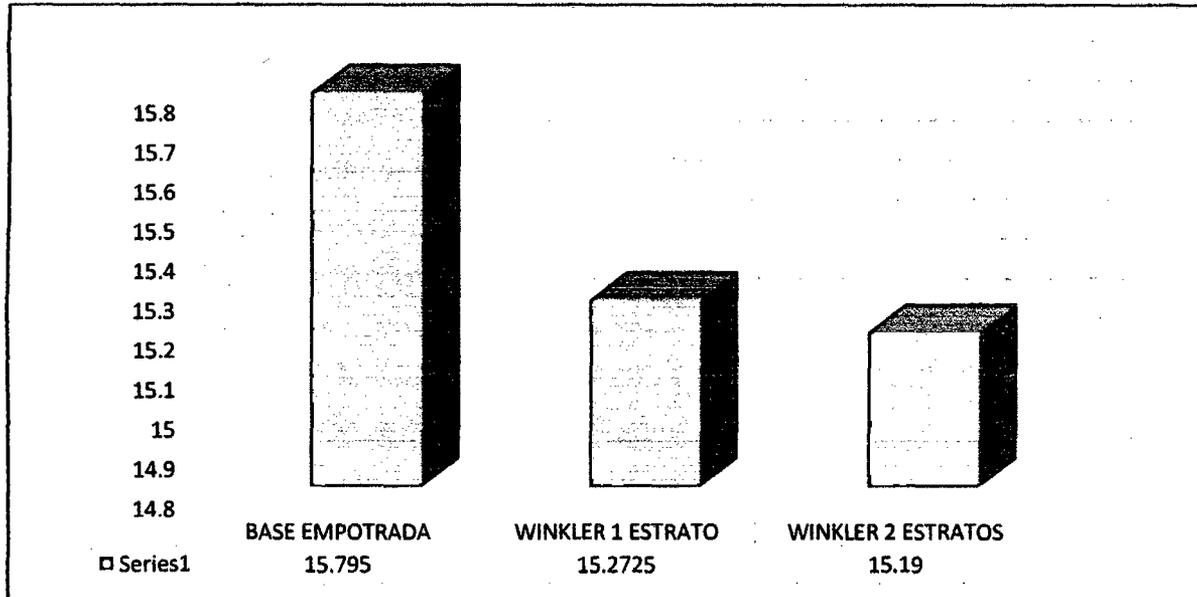
En la tabla y en la figura, indica un aumento en la cortante 2-2, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA H-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3

	MOMENTO FLECTOR 3-3			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	15,795	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	15,2725	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	15,19	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.40. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M)

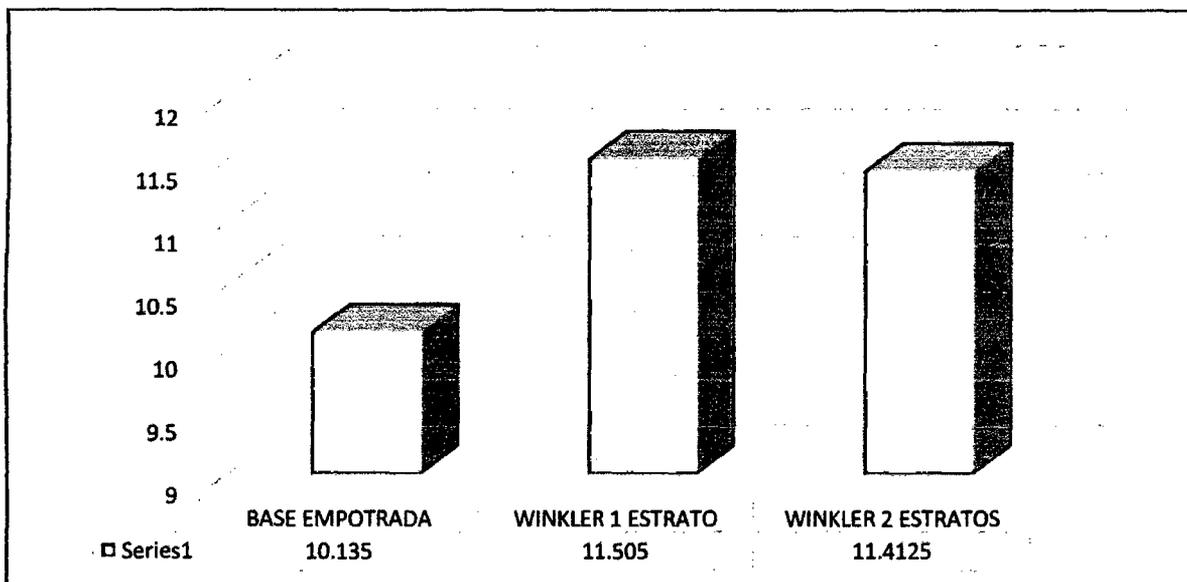
En la tabla y en la figura, indica una disminución en el momento flector 3-3, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA H-03 – CORTANTE 3-3

	CORTANTE 3-3			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	10,135	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	11,505	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	11,4125	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.41. CORTANTE 3-3 / MAX (TONF)

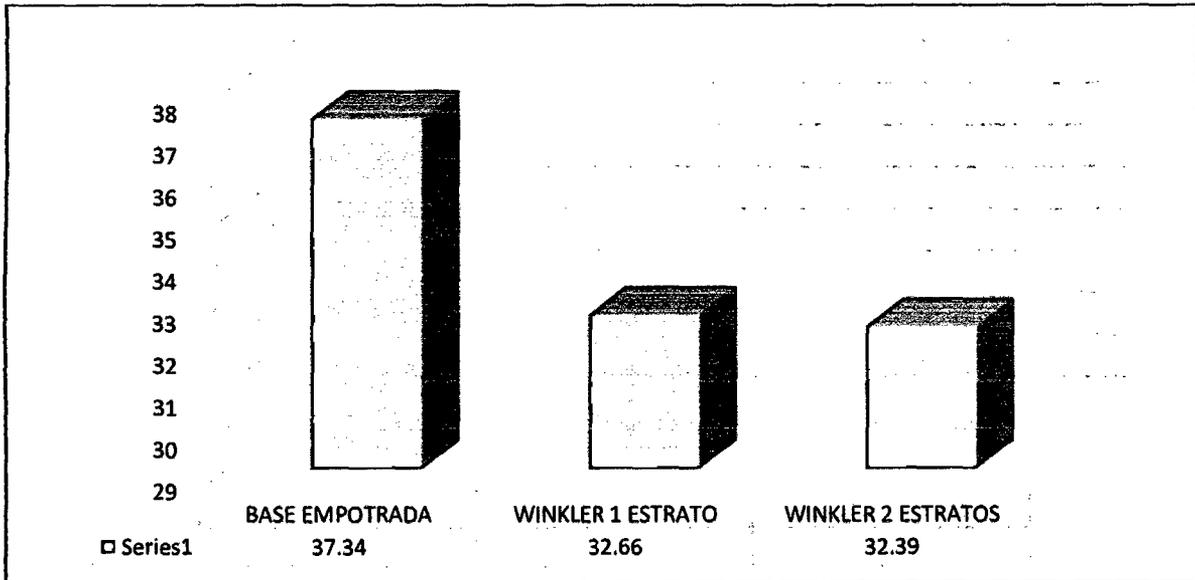
En la tabla y en la figura, indica un aumento en la cortante 3-3, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA H-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2

	MOMENTO FLECTOR 2-2			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	37,34	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	32,66	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	32,39	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.42. MOMENTO FLECTOR 2-2 / MAX (TONF-M)

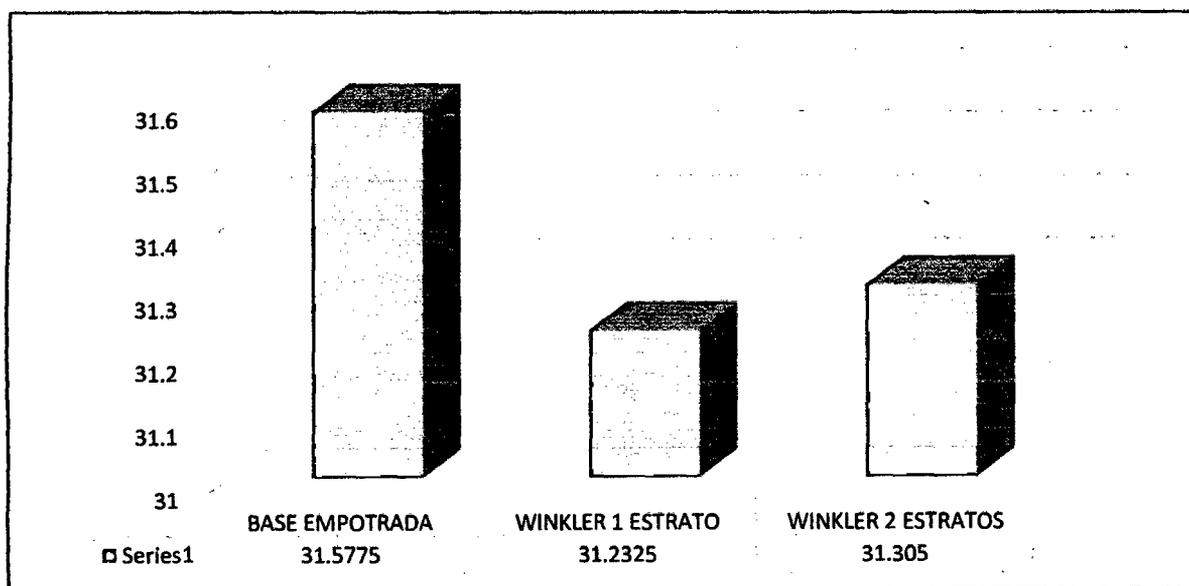
En la tabla y en la figura, indica una disminución en el momento flector 2-2, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA H-05 – FUERZA AXIAL

	FUERZA AXIAL			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	31,5775	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	31,2325	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	31,305	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.43. FUERZA AXIAL / MAX (TONF)

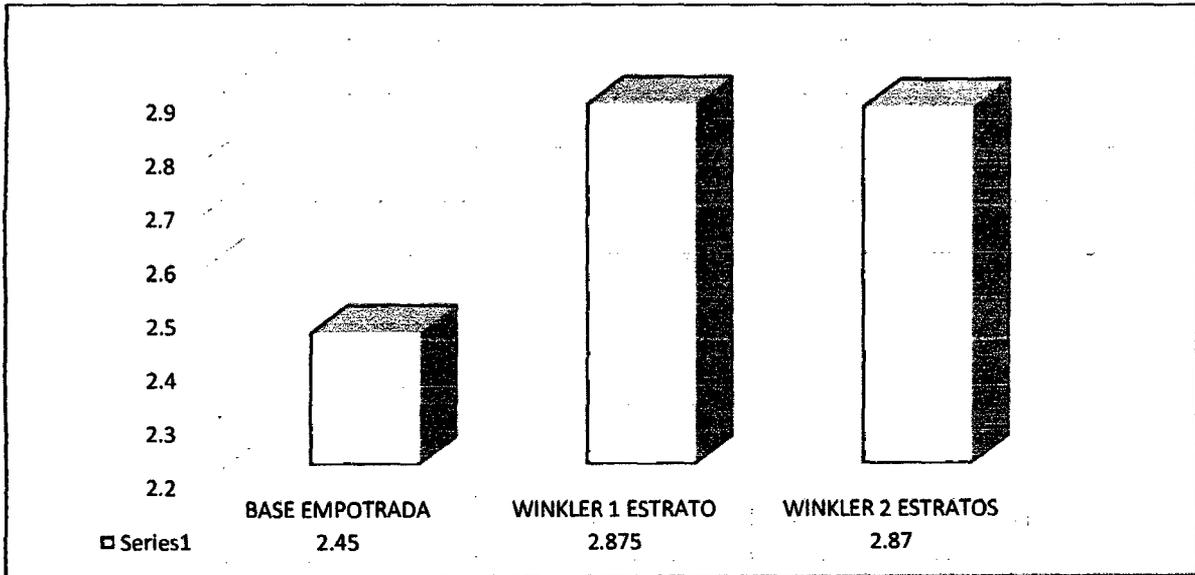
En la tabla y en la figura, indica una disminución en la fuerza axial, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA H-06 – MOMENTO TORSOR

	MOMENTO TORSOR			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	2,45	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	2,875	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	2,87	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.44. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)

En la tabla y en la figura, indica un aumento en el momento torsor, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



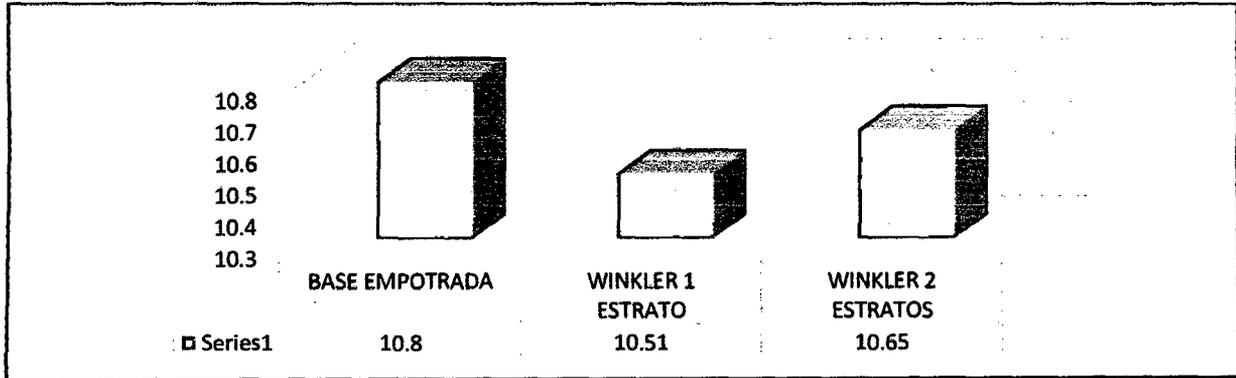
I) MODELOS ESTATICO – ESTRUCTURA
IRREGULAR –CON ENVOLVENTE DE
CARGAS – CYPECAD



TABLA I-01 – CORTANTE 2-2

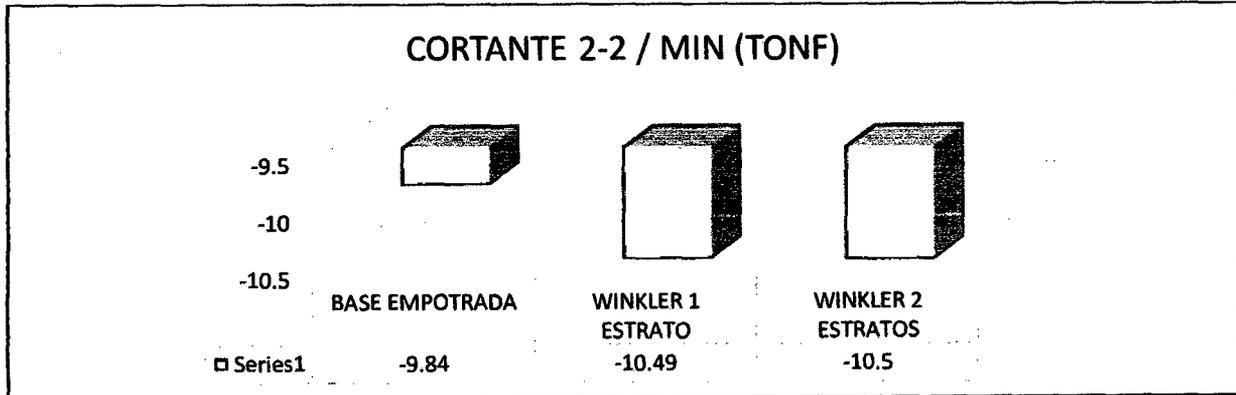
	CORTANTE 2-2			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	10,8	0	-9,84	0
WINKLER 1 ESTRATO	10,51	0	-10,49	0
WINKLER 2 ESTRATOS	10,65	0	-10,5	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.45. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.46. CORTANTE 2-2 / MIN (TONF)

En la tabla y en la figura, indica una disminución en la cortante 2-2 (Max), en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con respecto a base empotrada.

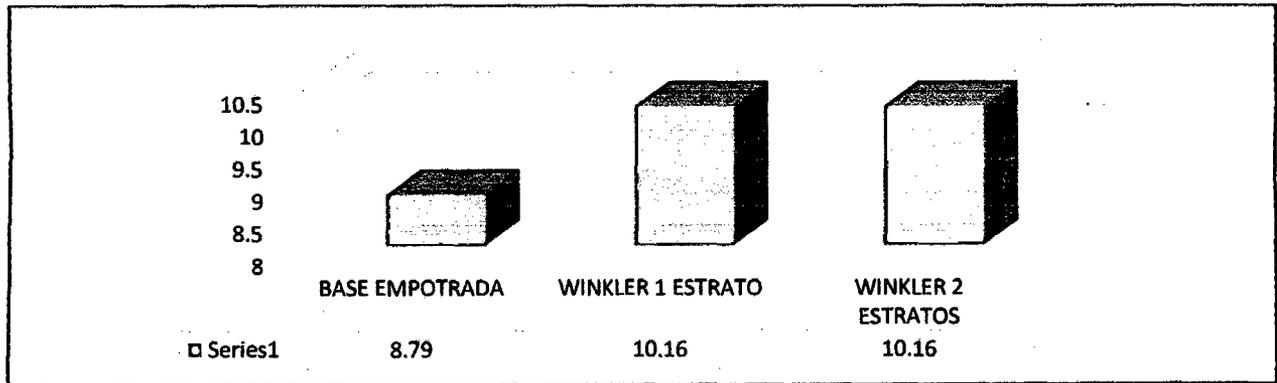
En la tabla y en la figura, indica en la cortante 2-2 (min), que los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 2 estratos son mayores negativamente con respecto a la base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA I-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3

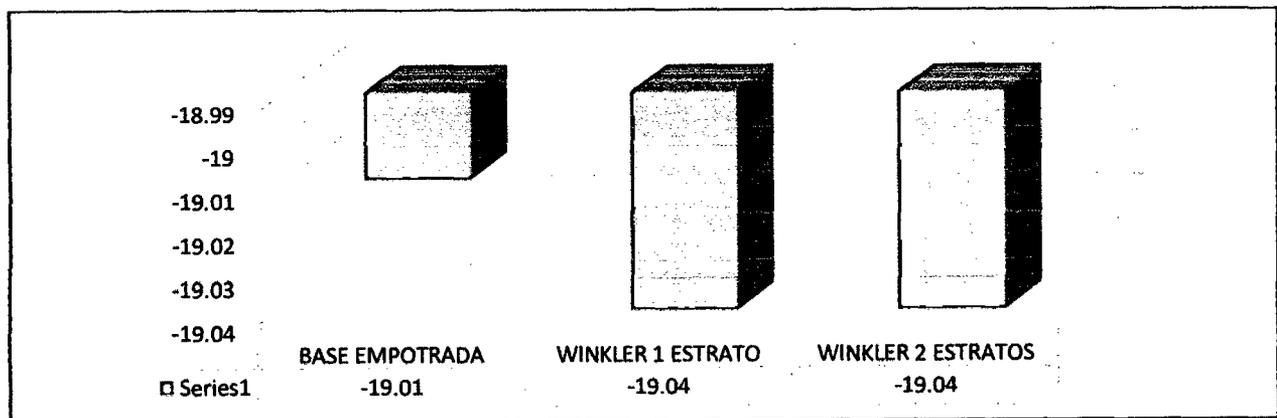
	MOMENTO FLECTOR 3-3			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	8,79	0	-19,01	0
WINKLER 1 ESTRATO	10,16	0	-19,04	0
WINKLER 2 ESTRATOS	10,16	0	-19,04	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.47. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.48. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MIN (TONF-M)

En la tabla y en la figura, indica un aumento en el momento flector 3-3 (Max), en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con respecto a base empotrada.

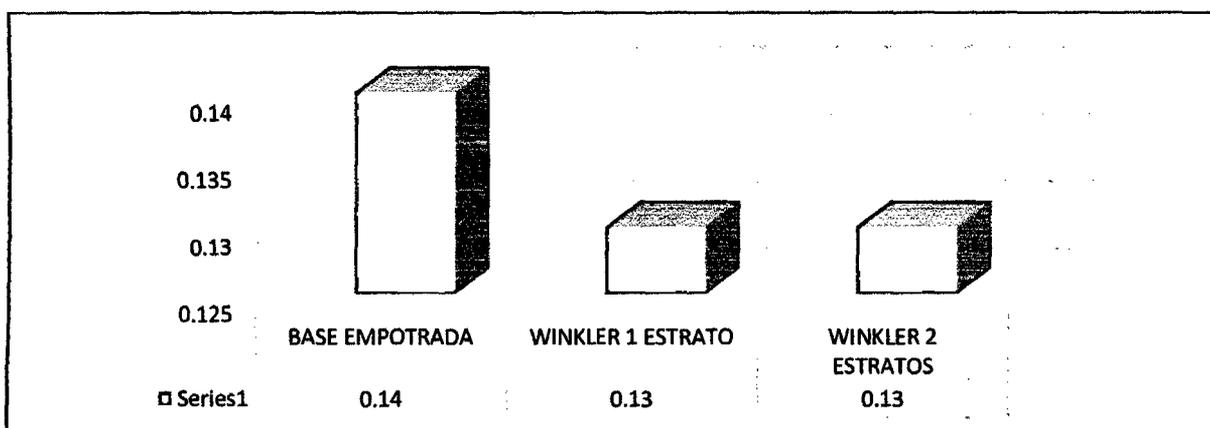
En la tabla y en la figura, indica en el momento flector 3-3 (min), que los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 2 estratos son mayores negativamente con respecto a la base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa



TABLA I-03 – MOMENTO TORSOR

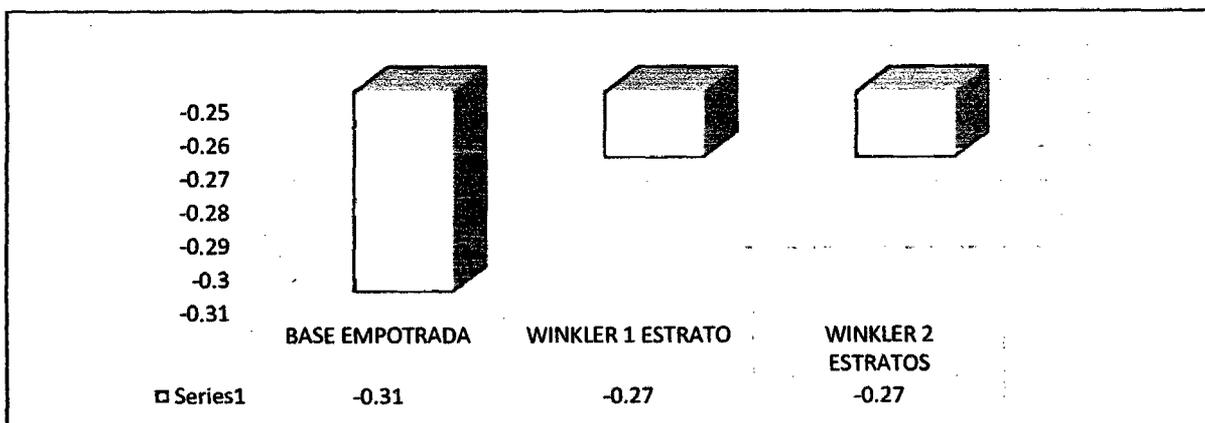
	MOMENTO TORSOR			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,14	0	-0,31	0
WINKLER 1 ESTRATO	0,13	0	-0,27	0
WINKLER 2 ESTRATOS	0,13	0	-0,27	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.49. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.50. MOMENTO TORSOR / MIN (TONF-M)

En la tabla y en la figura, indica una disminución en el momento torso (Max), en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con respecto a base empotrada.

En la tabla y en la figura, indica en el momento torso (min), que los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 2 estratos son menores negativamente con respecto a la base



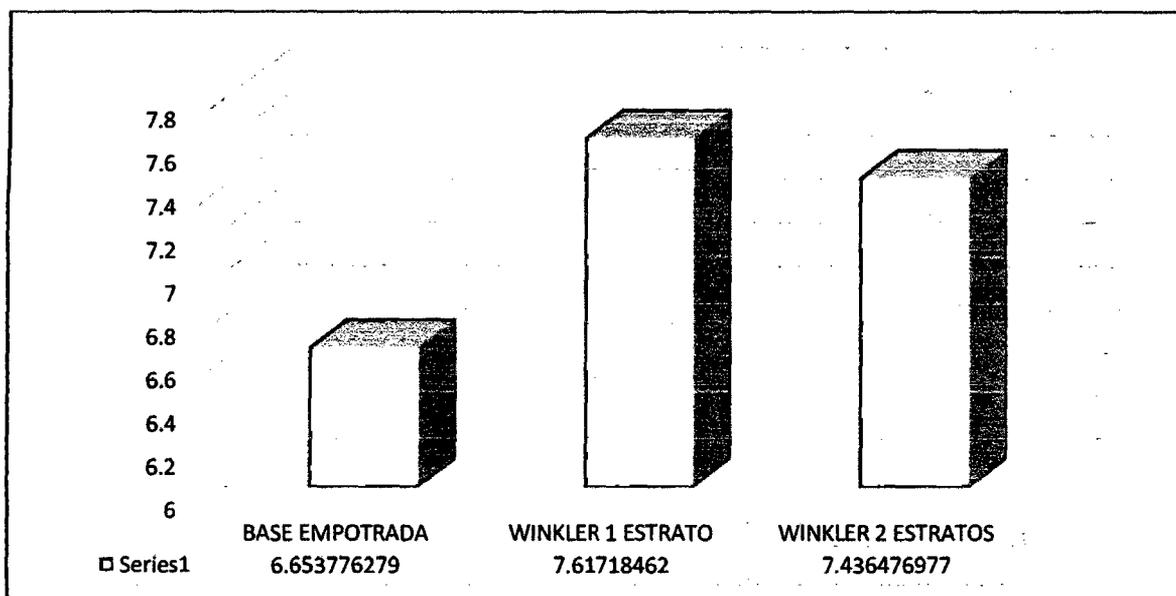
J) MODELOS DINAMICO – ESTRUCTURA
IRREGULAR –CON SISMO EN “X” –
CYPECAD



TABLA J-01 – CORTANTE 2-2

	CORTANTE 2-2			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	6,653776279	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	7,61718462	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	7,436476977	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)
GRÁFICO 4.4.51. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)

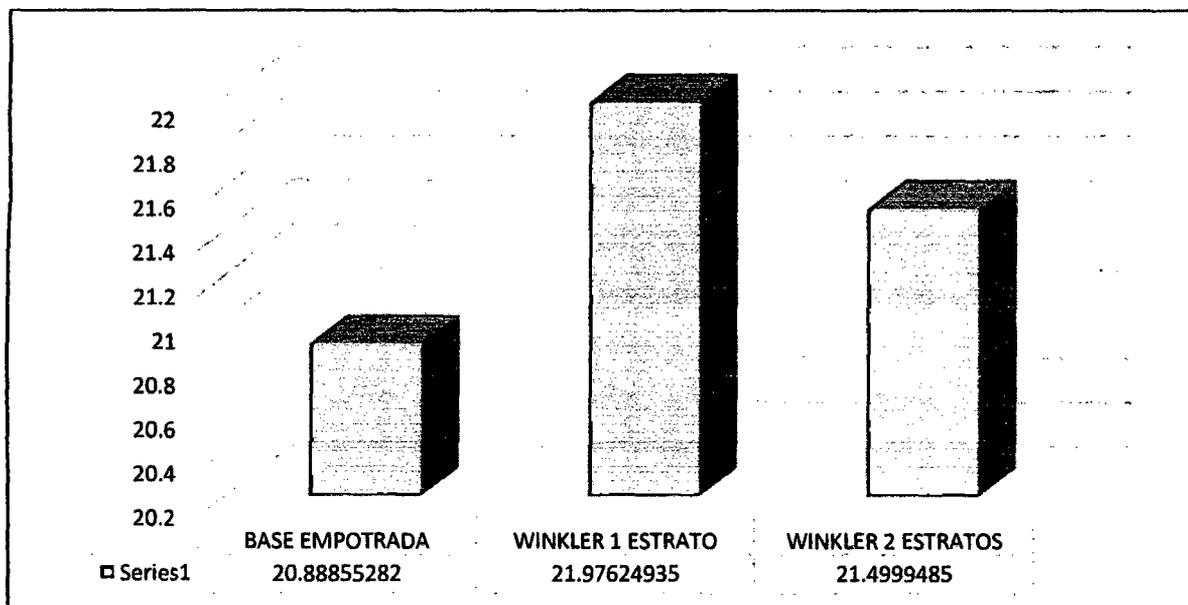
En la tabla y en la figura, indica un aumento en la cortante 2-2, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA J-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3

	MOMENTO FLECTOR 3-3			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	20,88855282	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	21,97624935	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	21,4999485	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.52. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M)

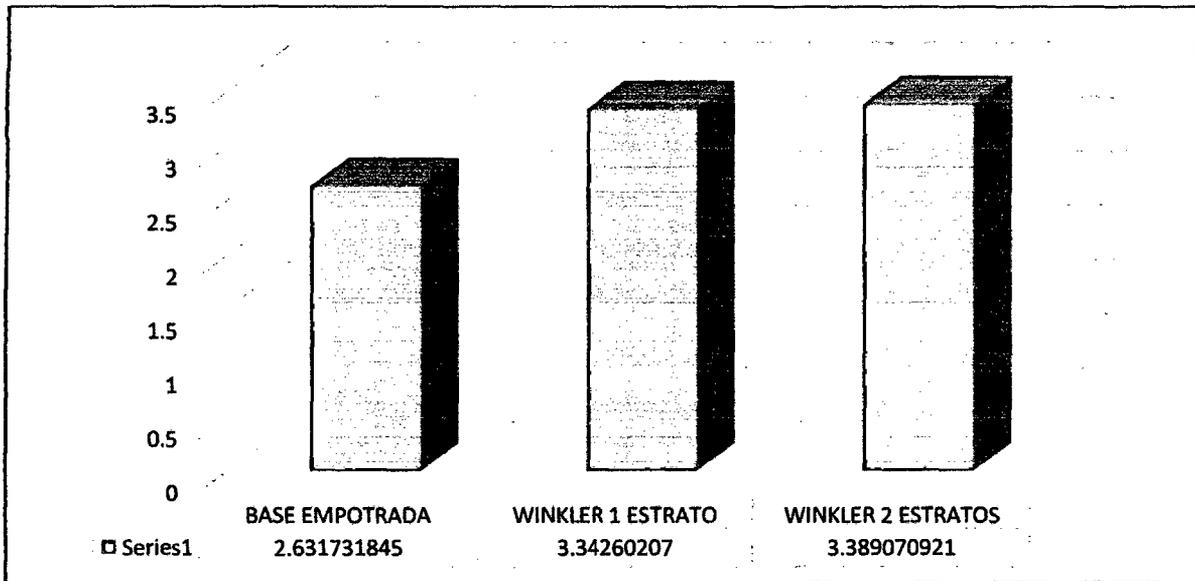
En la tabla y en la figura, indica un aumento en el momento flector 3-3, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA J-03 – CORTANTE 3-3

	CORTANTE 3-3			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	2,631731845	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	3,34260207	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	3,389070921	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)
GRÁFICO 4.4.53. CORTANTE 3-3 / MAX (TONF)

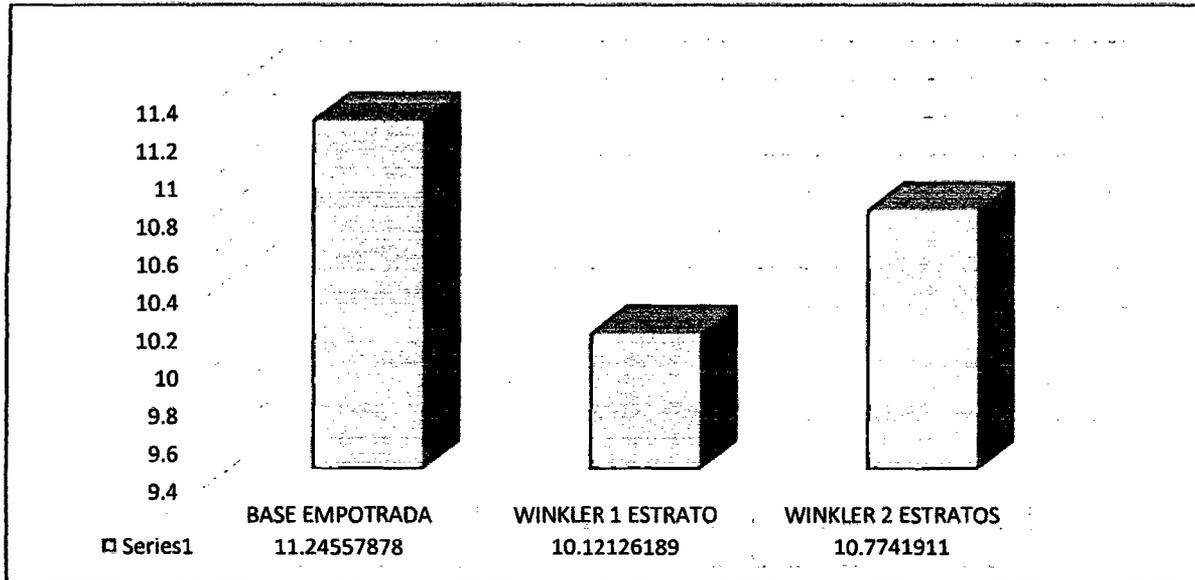
En la tabla y en la figura, indica un aumento en la cortante 3-3, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA J-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2

	MOMENTO FLECTOR 2-2			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	11,24557878	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	10,12126189	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	10,7741911	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.54. MOMENTO FLECTOR 2-2 / MAX (TONF-M)

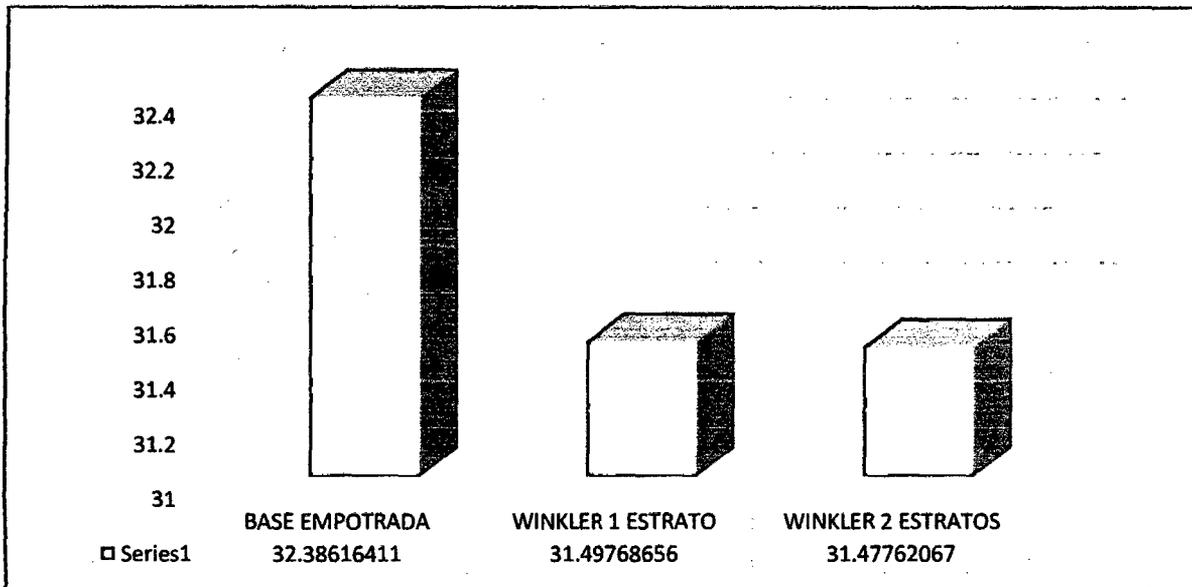
En la tabla y en la figura, indica una disminución en el momento flector 2-2, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA J-05 – FUERZA AXIAL

	FUERZA AXIAL			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	32,38616411	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	31,49768656	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	31,47762067	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.55. FUERZA AXIAL / MAX (TONF)

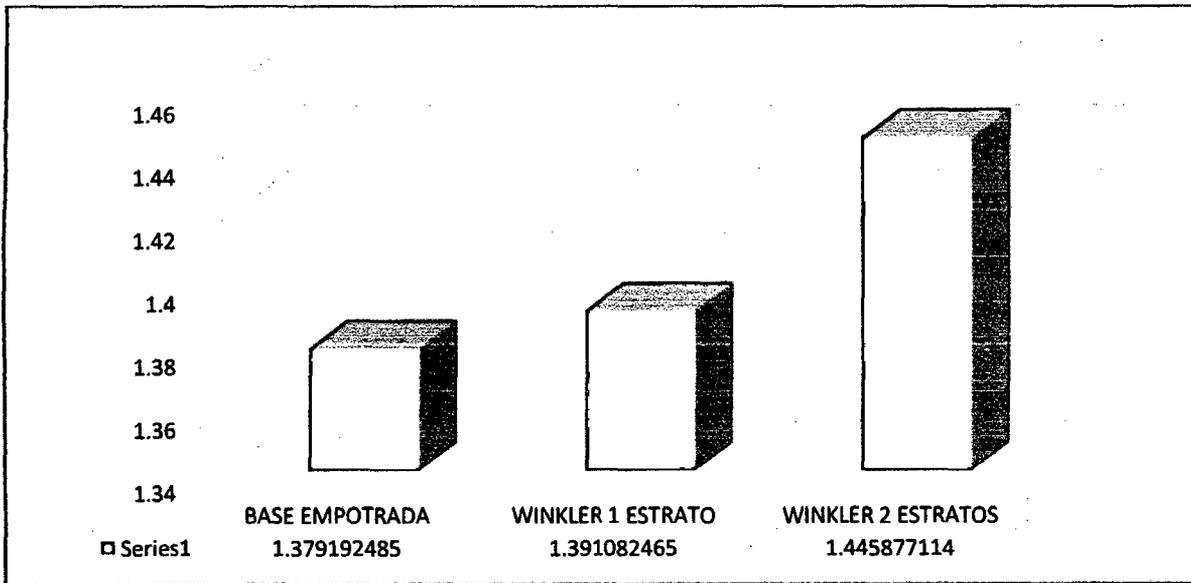
En la tabla y en la figura, indica una disminución en la fuerza axial, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA J-05 – MOMENTO TORSOR

	MOMENTO TORSOR			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	1,379192485	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	1,391082465	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	1,445877114	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)
GRÁFICO 4.4.56. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)

En la tabla y en la figura, indica un aumento en el momento torsor, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



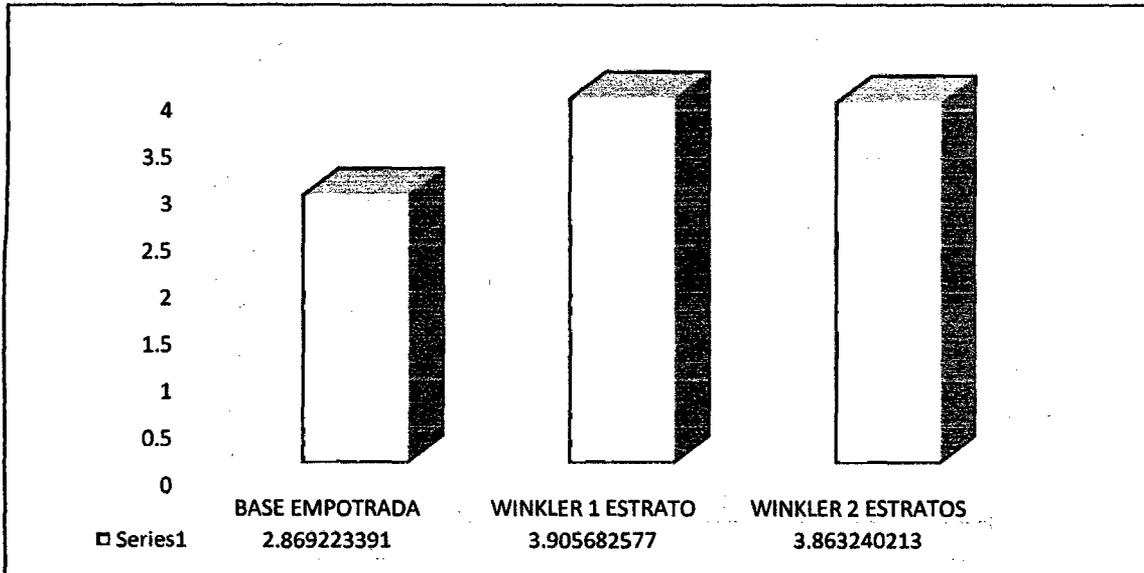
**K) MODELOS DINAMICO – ESTRUCTURA
IRREGULAR –CON SISMO EN “Y” –
CYPECAD**



TABLA K-01 – CORTANTE 2-2

	CORTANTE 2-2			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	2,869223391	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	3,905682577	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	3,863240213	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)
GRÁFICO 4.4.57. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)

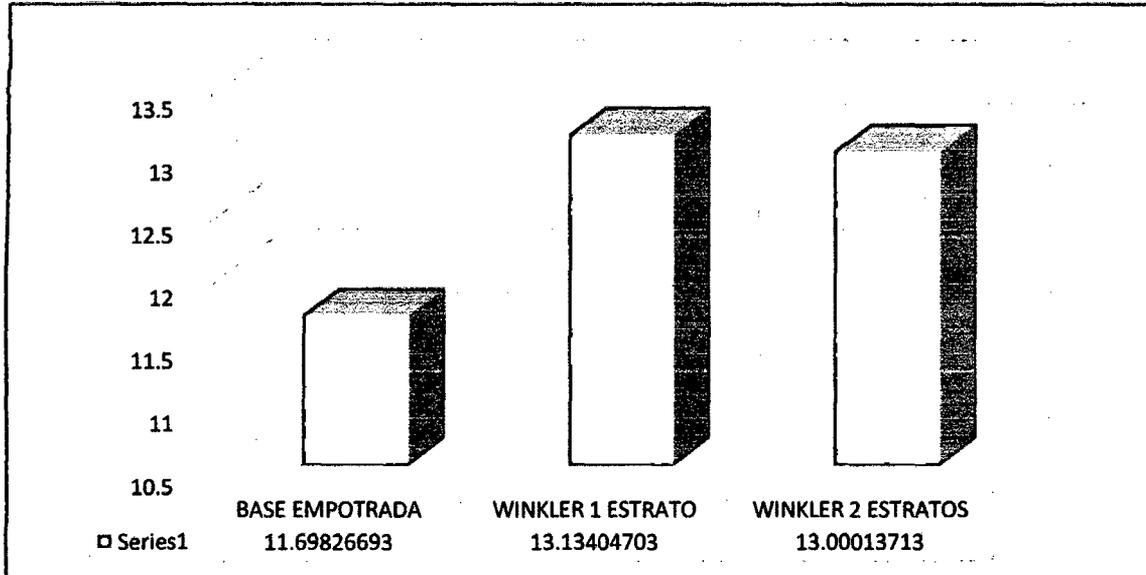
En la tabla y en la figura, indica un aumento en la cortante 2-2, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA K-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3

	MOMENTO FLECTOR 3-3			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	11,69826693	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	13,13404703	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	13,00013713	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.58. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M)

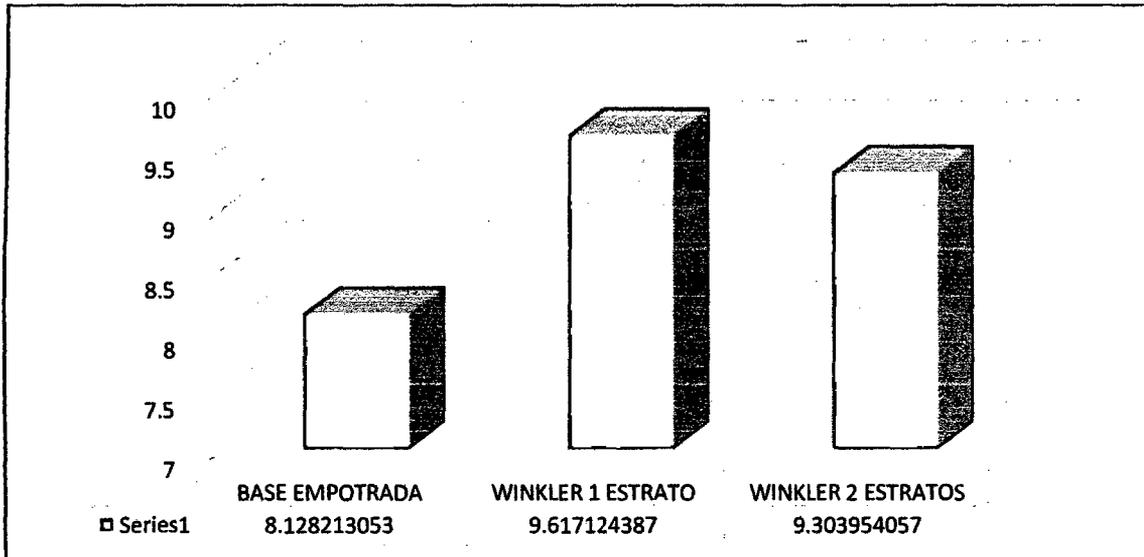
En la tabla y en la figura, indica un aumento en el momento flector 3-3, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA K-03 – CORTANTE 3-3

	CORTANTE 3-3			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	8,128213053	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	9,617124387	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	9,303954057	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)
GRÁFICO 4.4.59. CORTANTE 3-3 / MAX (TONF)

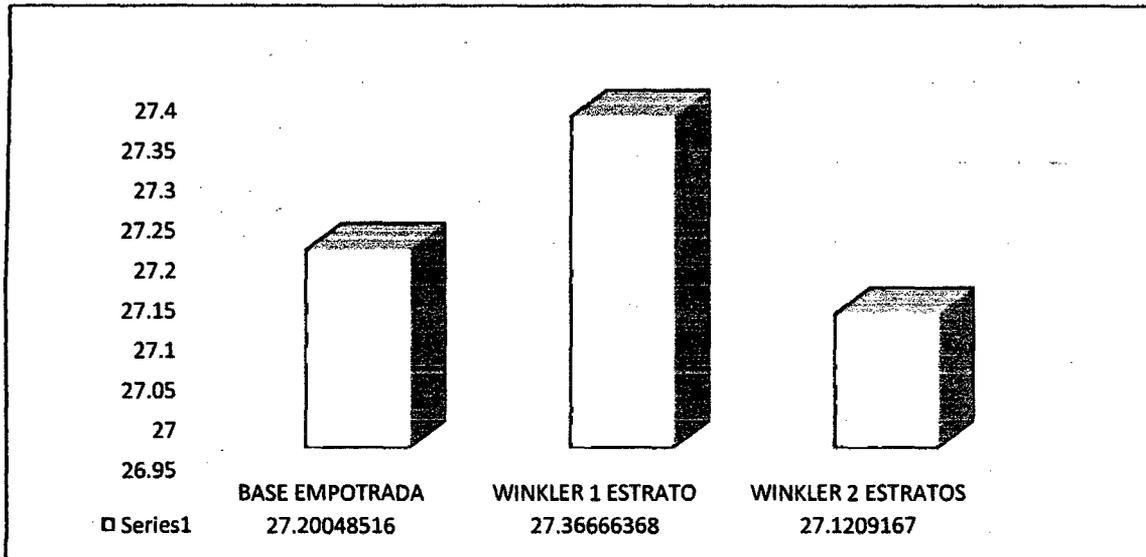
En la tabla y en la figura, indica un aumento en la cortante 3-3, en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA K-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2

	MOMENTO FLECTOR 2-2			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	27,20048516	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	27,36666368	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	27,1209167	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.60. MOMENTO FLECTOR 2-2 / MAX (TONF-M)

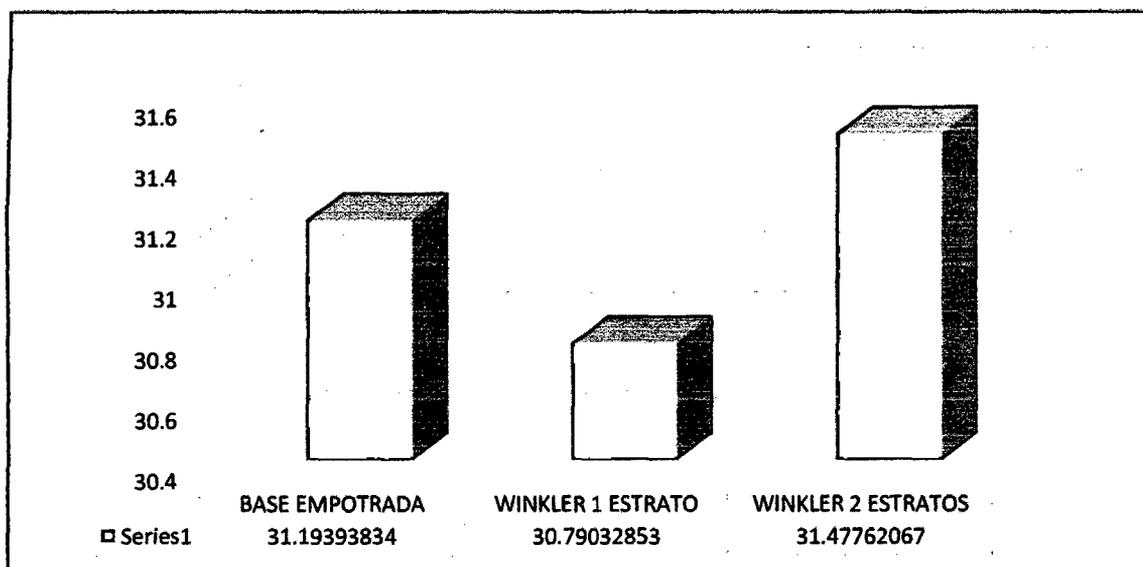
En la tabla y en la figura, indican un aumento en el momento flector 2-2, en el modelo Winkler de 01 estrato, con relación a base empotrada. Y una disminución, en el modelo Winkler de 02 estratos con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA K-05 – FUERZA AXIAL

	FUERZA AXIAL			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	31,19393834	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	30,79032853	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	31,47762067	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.61. FUERZA AXIAL / MAX (TONF)

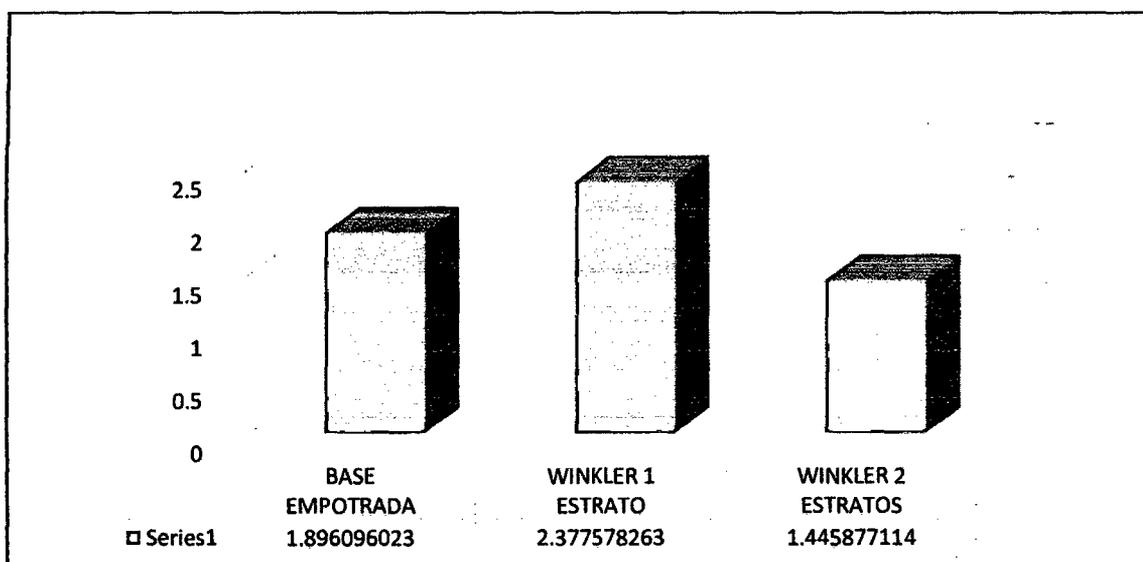
En la tabla y en la figura, indican una disminución la fuerza axial, en el modelo Winkler de 01 estrato, con relación a base empotrada. Y un aumento, en el modelo Winkler de 02 estratos con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA K-06 – MOMENTO TORSOR

	MOMENTO TORSOR			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	1,896096023	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	2,377578263	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	1,445877114	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.62. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)

En la tabla y en la figura, indican un aumento en el momento torsor, en el modelo Winkler de 01 estrato, con relación a base empotrada. Y una disminución, en el modelo Winkler de 02 estratos con relación a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



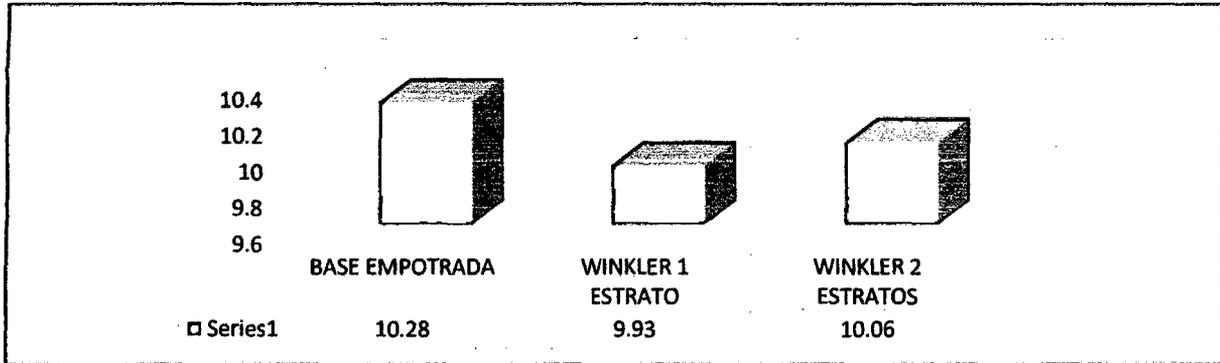
L) MODELOS DINAMICO – ESTRUCTURA
IRREGULAR –CON ENVOLVENTES DE
CARGAS – CYPECAD



TABLA L-01 – CORTANTE 2-2

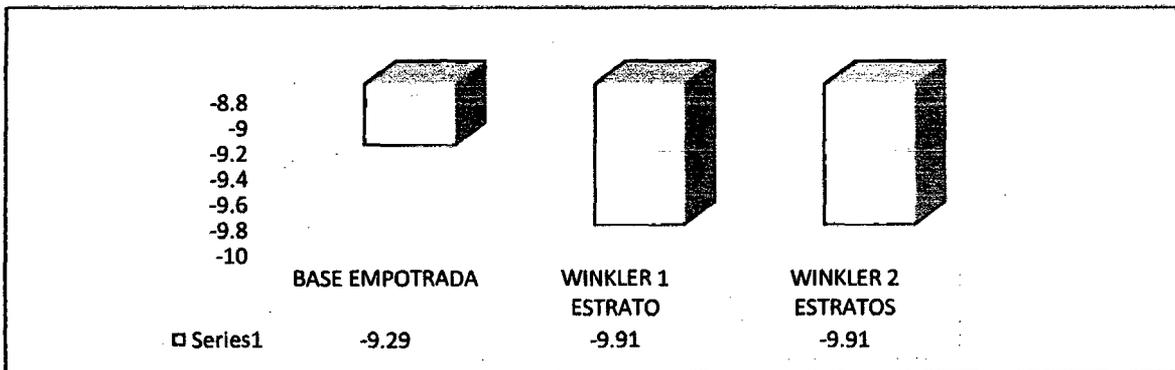
	CORTANTE 2-2			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	10,28	0	-9,29	0
WINKLER 1 ESTRATO	9,93	0	-9,91	0
WINKLER 2 ESTRATOS	10,06	0	-9,91	0

FUENTE: PROPIA (2014 (TONF))



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.63. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.64. CORTANTE 2-2 / MIN (TONF)

En la tabla y en la figura, indica una disminución en la cortante 2-2 (Max), en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con respecto a base empotrada.

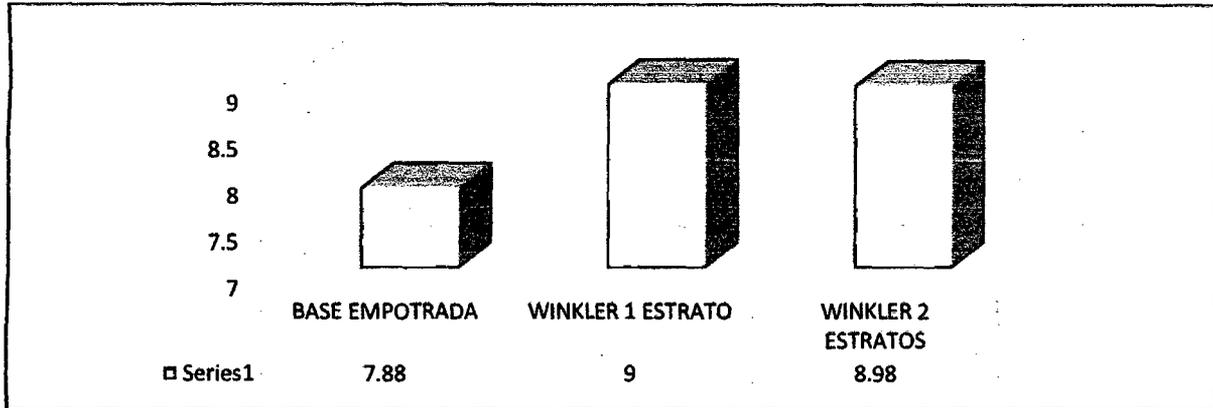
En la tabla y en la figura, indica en la cortante 2-2 (min), que los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos son mayores negativamente con respecto a la base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa



TABLA L-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3

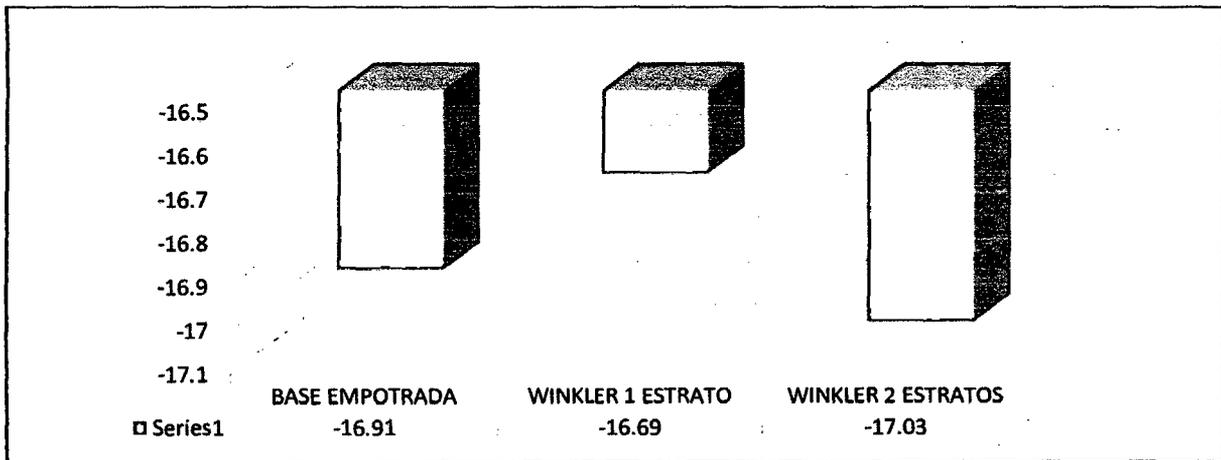
	MOMENTO FLECTOR 3-3			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	7,88	0	-16,91	0
WINKLER 1 ESTRATO	9	0	-16,69	0
WINKLER 2 ESTRATOS	8,98	0	-17,03	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.65. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.66. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MIN (TONF-M)

En la tabla y en la figura, indica un aumento en el momento flector 3-3 (Max), en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con respecto a base empotrada.

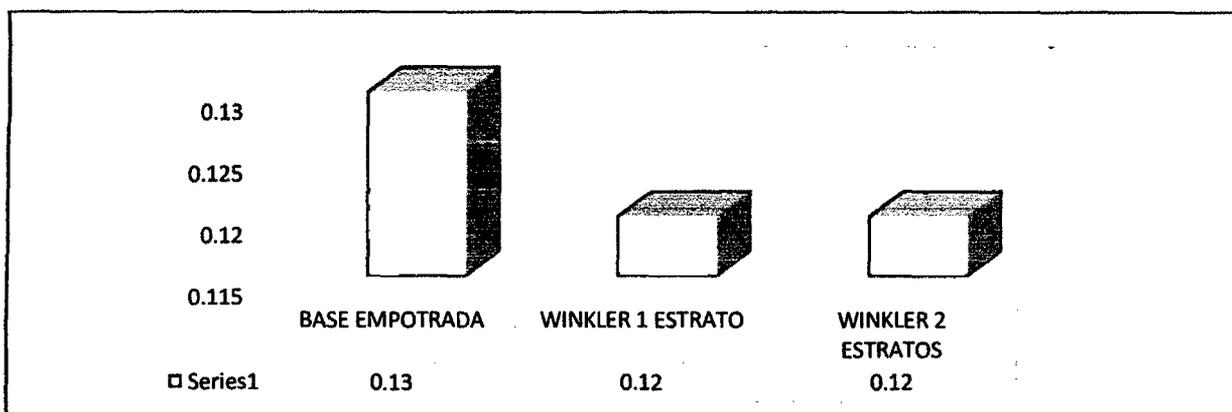
En la tabla y en la figura, indica en el momento flector (min), que el modelo Winkler de 01 estrato es menor negativamente con respecto a base empotrada, y el modelo Winkler de 02 estratos es mayor negativamente con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



TABLA L-03 – MOMENTO TORSOR

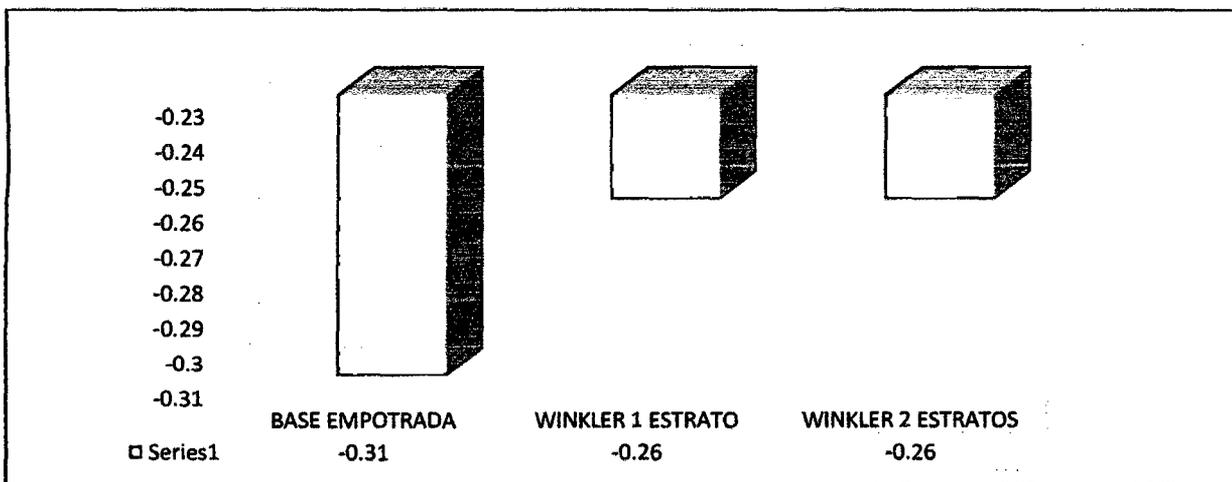
	MOMENTO TORSOR			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,13	0	-0,31	0
WINKLER 1 ESTRATO	0,12	0	-0,26	0
WINKLER 2 ESTRATOS	0,12	0	-0,26	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.67. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)

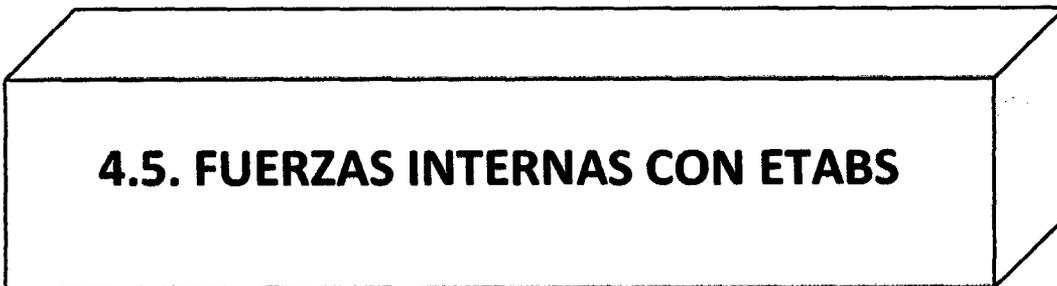


FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.4.68. MOMENTO TORSOR / MIN (TONF-M)

En la tabla y en la figura, indica una disminución en el momento torsor (Max), en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 02 estratos, con respecto a base empotrada.

En la tabla y en la figura, indica en la cortante 2-2 (min), que los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 2 estratos son menores negativamente con respecto a la base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa CYPECAD.



4.5. FUERZAS INTERNAS CON ETABS



ETABS[®]



**M) MODELOS ESTATICOS – ESTRUCTURA
REGULAR – CON SISMO EN EL EJE "X"
– ETABS**

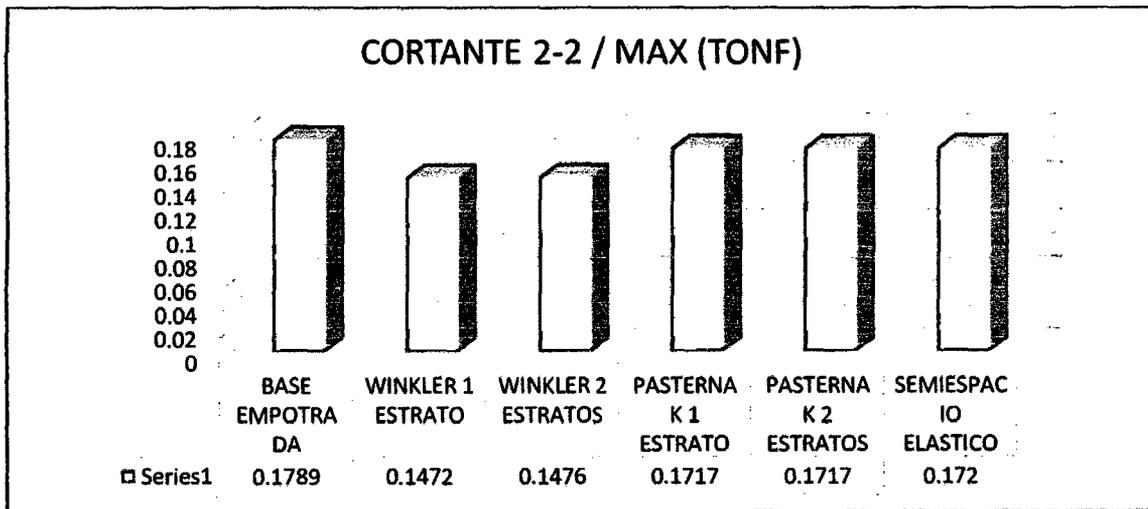


4.5. FUERZAS INTERNAS CON ETABS

TABLA M-01 – CORTANTE 2-2

	CORTANTE 2-2			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,1789	3,65	0	3,65
WINKLER 1 ESTRATO	0,1472	3,65	0	3,65
WINKLER 2 ESTRATOS	0,1476	3,65	0	3,65
PASTERNAK 1 ESTRATO	0,1717	3,64	0	3,65
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,1717	3,65	0	3,65
SEMIESPACIO ELASTICO	0,172	3,65	0	3,65

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.01. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)

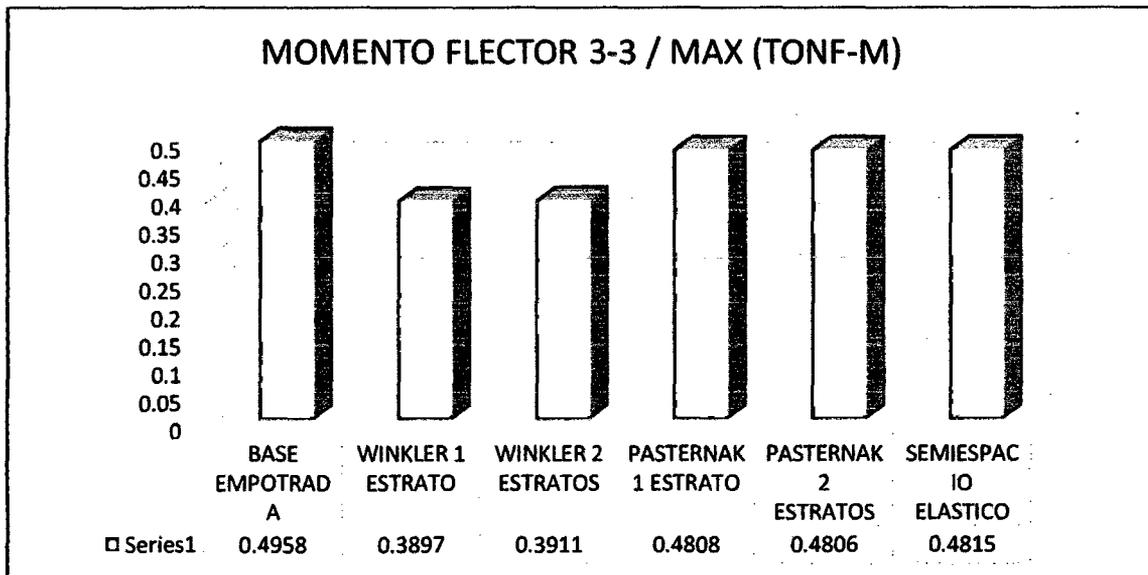
En la tabla y en la figura, indican una disminución en la cortante 2-2, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA M-02 – MOMENTO 3-3

	MOMENTO FLECTOR 3-3			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,4958	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	0,3897	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	0,3911	0	0	0
PASTERNAK 1 ESTRATO	0,4808	0	0	0
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,4806	0	0	0
SEMIESPACIO ELASTICO	0,4815	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.02. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M)

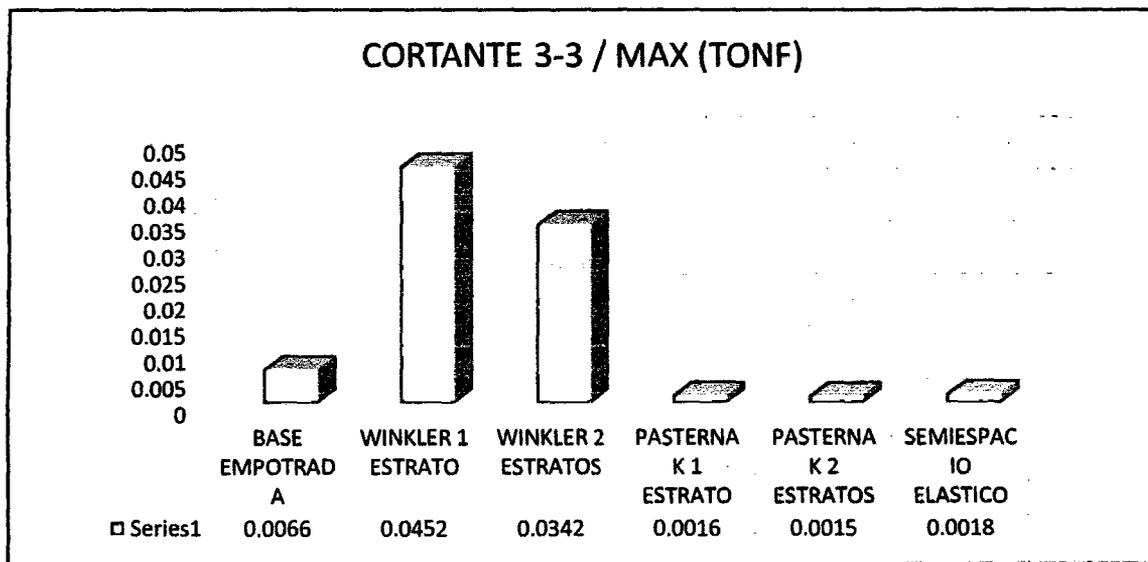
En la tabla y en la figura, indican una disminución en el momento flector 3-3, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA M-03 – CORTANTE 3-3

	CORTANTE 3-3			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,0066	3,65	0	3,65
WINKLER 1 ESTRATO	0,0452	3,65	0	3,65
WINKLER 2 ESTRATOS	0,0342	3,65	0	3,65
PASTERNAK 1 ESTRATO	0,0016	3,65	0	3,65
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,0015	3,65	0	3,65
SEMIESPACIO ELASTICO	0,0018	3,65	0	3,65

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.03. CORTANTE 3-3 / MAX (TONF)

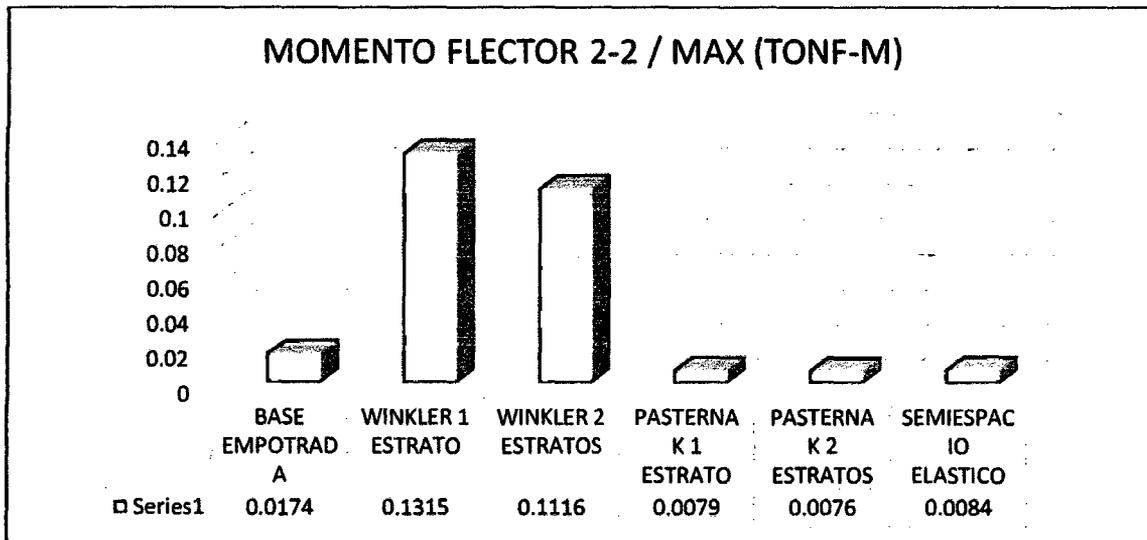
En la tabla y en la figura, indican un aumento en la cortante 3-3, en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y una disminución en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA M-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2

	MOMENTO FLECTOR 2-2			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,0174	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	0,1315	3,65	0	3,65
WINKLER 2 ESTRATOS	0,1116	3,65	0	3,65
PASTERNAK 1 ESTRATO	0,0079	3,65	0	1,825
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,0076	3,65	0	1,825
SEMIESPACIO ELASTICO	0,0084	0	0	1,825

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.04. MOMENTO FLECTOR 2-2 / MAX (TONF-M)

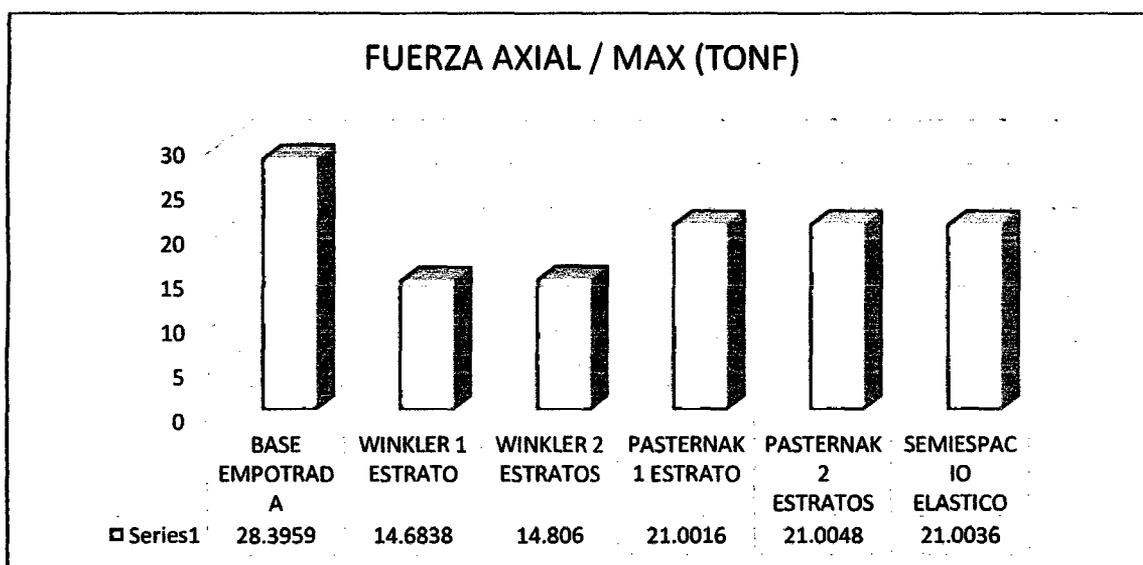
En la tabla y en la figura, indican un aumento en el momento flector 2-2, en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y una disminución en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA M-05 – FUERZA AXIAL

	FUERZA AXIAL			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	28,3959	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	14,6838	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	14,806	0	0	0
PASTERNAK 1 ESTRATO	21,0016	0	0	0
PASTERNAK 2 ESTRATOS	21,0048	0	0	0
SEMIESPACIO ELASTICO	21,0036	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.05. FUERZA AXIAL / MAX (TONF)

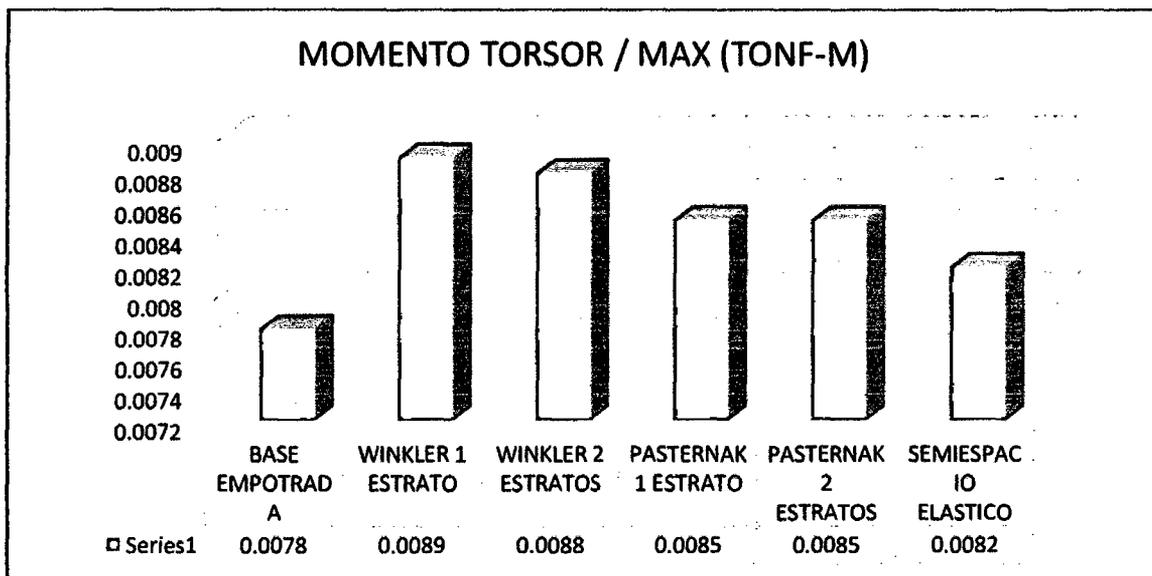
En la tabla y en la figura, indican una disminución en la fuerza axial, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA N-06 – MOMENTO TORSOR

	MOMENTO TORSOR			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,0078	3,65	0	3,65
WINKLER 1 ESTRATO	0,0089	3,65	0	3,65
WINKLER 2 ESTRATOS	0,0088	3,65	0	3,65
PASTERNAK 1 ESTRATO	0,0085	3,65	0	3,65
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,0085	3,65	0	3,65
SEMIESPACIO ELASTICO	0,0082	3,65	0	3,65

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.06. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)

En la tabla y en la figura, indican un aumento en el momento torsor, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



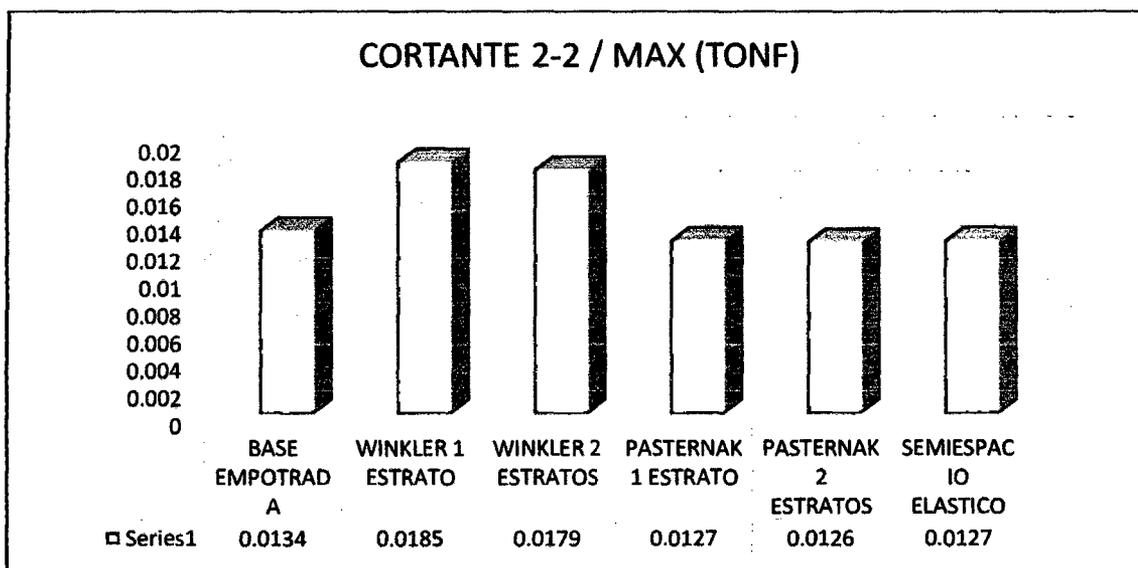
**N) MODELOS ESTATICOS – ESTRUCTURA
REGULAR – CON SISMO EN EL EJE "Y" –
ETABS**



TABLA N-01 – CORTANTE 2-2

	CORTANTE 2-2			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,0134	3,65	0	3,65
WINKLER 1 ESTRATO	0,0185	3,65	0	3,65
WINKLER 2 ESTRATOS	0,0179	3,65	0	3,65
PASTERNAK 1 ESTRATO	0,0127	3,65	0	3,65
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,0126	3,65	0	3,65
SEMIESPACIO ELASTICO	0,0127	3,65	0	3,65

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.07. CORTANTE 2-2/ MAX (TONF)

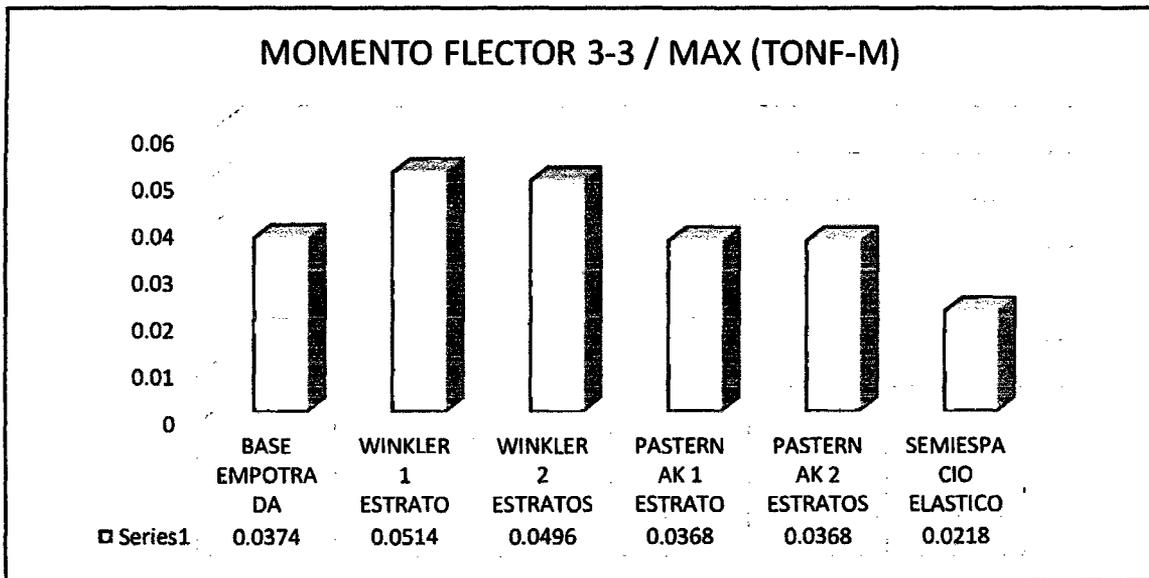
En la tabla y en la figura, indican un aumento en la cortante 2-2, en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y una disminución en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA N-02 – MOMENTO 3-3

	MOMENTO FLECTOR 3-3			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,0374	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	0,0514	3,65	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	0,0496	3,65	0	0
PASTERNAK 1 ESTRATO	0,0368	0	0	0
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,0368	0	0	0
SEMIESPACIO ELASTICO	0,0218	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.08. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M)

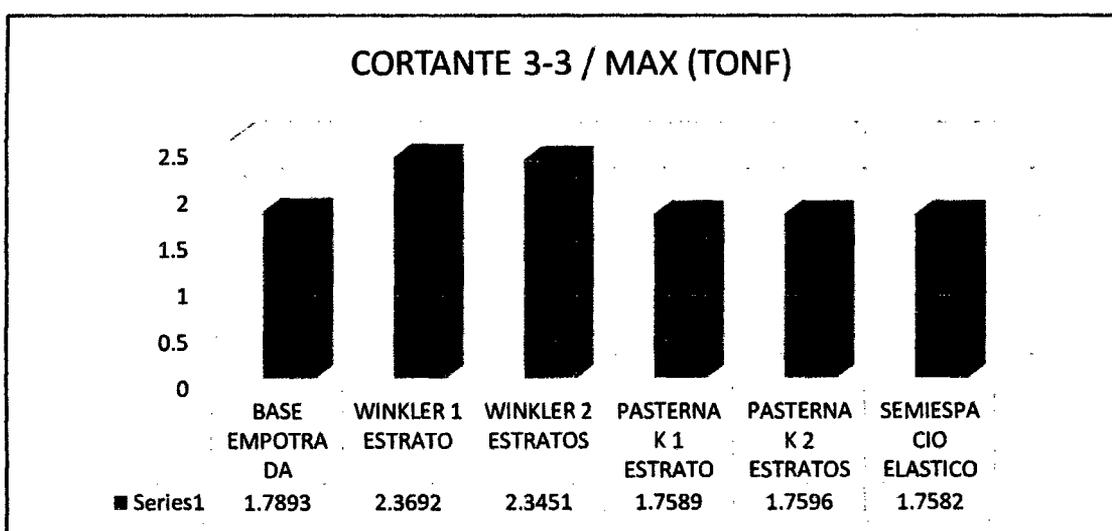
En la tabla y en la figura, indican un aumento en el momento flector 3-3, en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y una disminución en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA N-03 – CORTANTE 3-3

	CORTANTE 3-3			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	1,7893	3,65	0	3,65
WINKLER 1 ESTRATO	2,3692	3,65	0	3,65
WINKLER 2 ESTRATOS	2,3451	3,65	0	3,65
PASTERNAK 1 ESTRATO	1,7589	3,65	0	3,65
PASTERNAK 2 ESTRATOS	1,7596	3,65	0	3,65
SEMIESPACIO ELASTICO	1,7582	3,65	0	3,65

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.09. CORTANTE 3-3 / MAX (TONF)

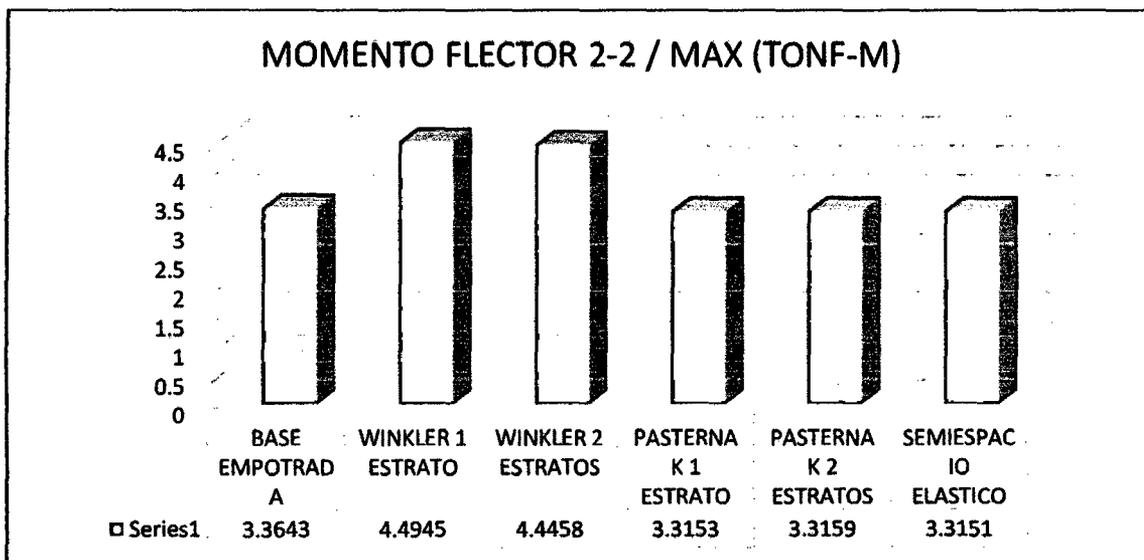
En la tabla y en la figura, indican un aumento en la cortante 3-3, en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y una disminución en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA N-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2

	MOMENTO FLECTOR 2-2			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	3,3643	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	4,4945	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	4,4458	0	0	0
PASTERNAK 1 ESTRATO	3,3153	0	0	0
PASTERNAK 2 ESTRATOS	3,3159	0	0	0
SEMIESPACIO ELASTICO	3,3151	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.10. MOMENTO FLECTOR 2-2 / MAX (TONF-M)

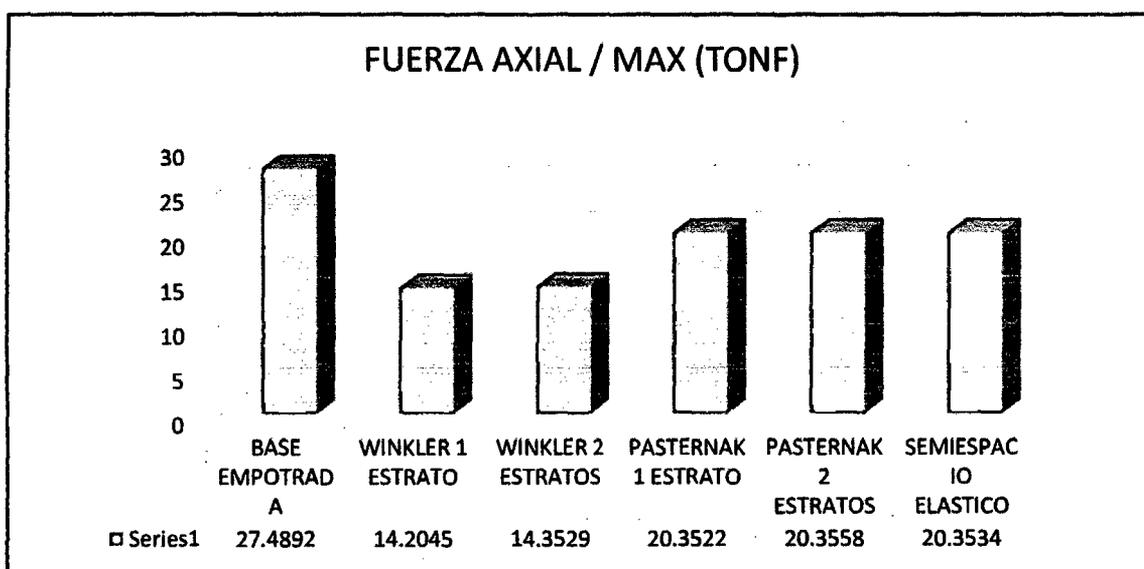
En la tabla y en la figura, indican un aumento en el momento flector 2-2, en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y una disminución en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA N-05 – FUERZA AXIAL

	FUERZA AXIAL			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	27,4892	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	14,2045	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	14,3529	0	0	0
PASTERNAK 1 ESTRATO	20,3522	0	0	0
PASTERNAK 2 ESTRATOS	20,3558	0	0	0
SEMIESPACIO ELASTICO	20,3534	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.11. FUERZA AXIAL / MAX (TONF)

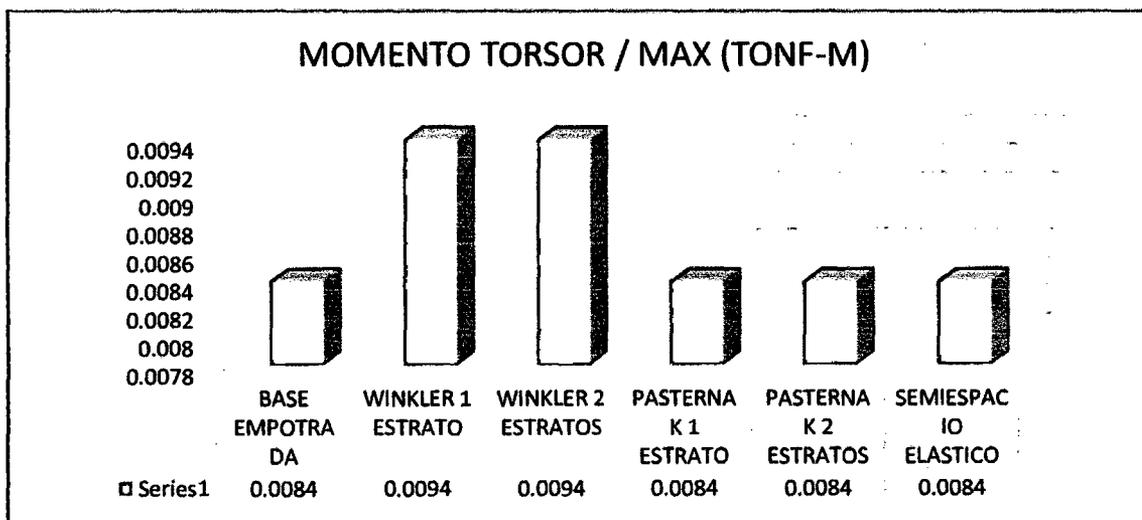
En la tabla y en la figura, indican una disminución en la fuerza axial, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA N-06 – MOMENTO TORSOR

	MOMENTO TORSOR			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,0084	3,65	0	3,65
WINKLER 1 ESTRATO	0,0094	3,65	0	3,65
WINKLER 2 ESTRATOS	0,0094	3,65	0	3,65
PASTERNAK 1 ESTRATO	0,0084	3,65	0	3,65
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,0084	3,65	0	3,65
SEMIESPACIO ELASTICO	0,0084	3,65	0	3,65

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.12. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)

En la tabla y en la figura, indican un aumento en el momento torsor, en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y una igualdad en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



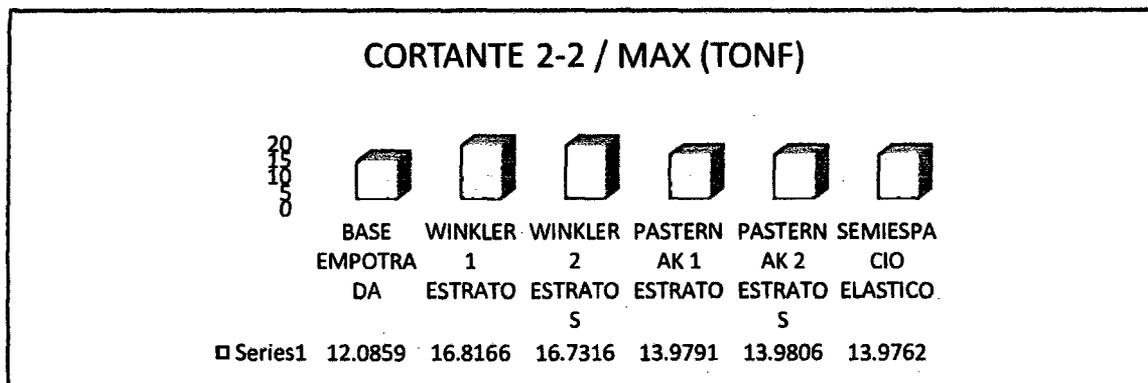
O) MODELOS ESTATICOS – ESTRUCTURA
REGULAR – CON ENVOLVENTE DE CARGA” –
ETABS



TABLA O-01 – CORTANTE 2-2

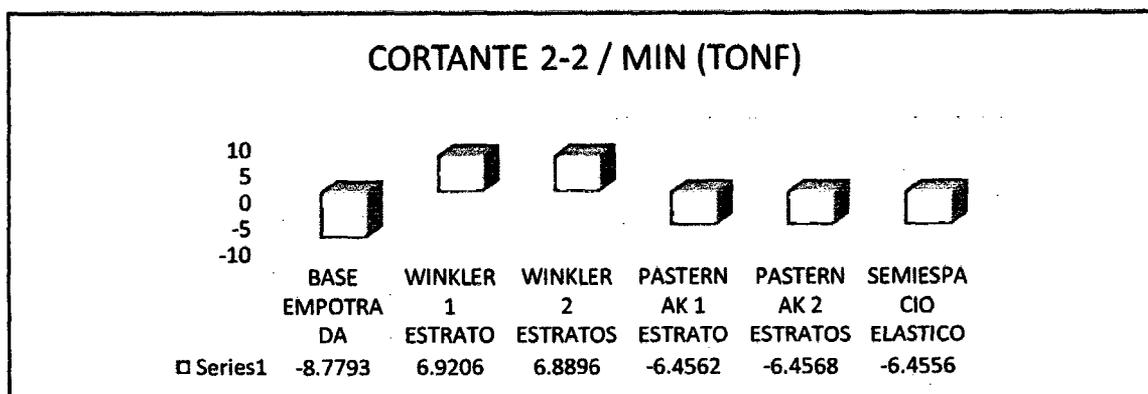
	CORTANTE 2-2			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	12,0859	3,575	-8,7793	0,2
WINKLER 1 ESTRATO	16,8166	3,545	6,9206	3,575
WINKLER 2 ESTRATOS	16,7316	3,575	6,8896	3,575
PASTERNAK 1 ESTRATO	13,9791	3,575	-6,4562	0,2
PASTERNAK 2 ESTRATOS	13,9806	3,575	-6,4568	0,2
SEMIESPACIO ELASTICO	13,9762	3,575	-6,4556	0,2

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.13. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.14. CORTANTE 2-2 / MIN (TONF)

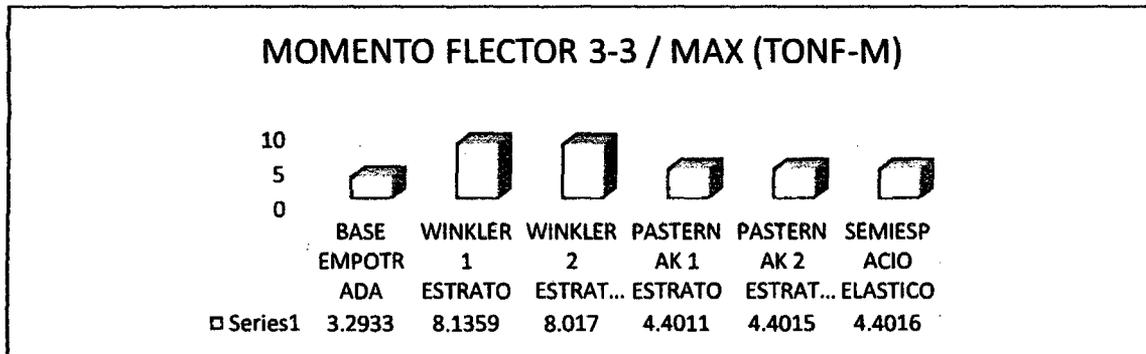
En la tabla y en la figura, indican un aumento en la cortante 2-2 (MAX), en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. En la tabla y en la figura, indica un aumento en la cortante 2-2 (min), en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico son menores negativamente con respecto a la base



TABLA O-02 – MOMENTO 3-3

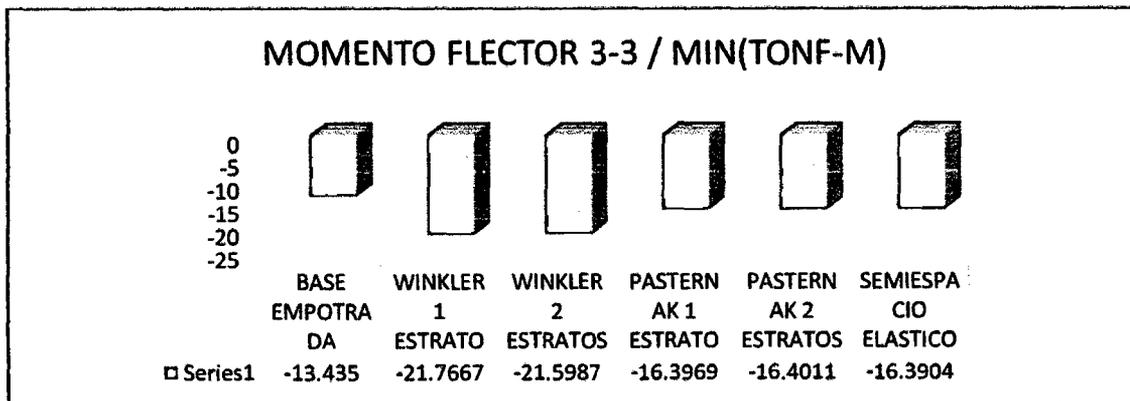
	MOMENTO FLECTOR 3-3			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	3,2933	1,6464	-13,435	3,575
WINKLER 1 ESTRATO	8,1359	0,2	-21,7667	3,575
WINKLER 2 ESTRATOS	8,017	3,575	-21,5987	3,575
PASTERNAK 1 ESTRATO	-4,4011	3,575	-16,3969	3,575
PASTERNAK 2 ESTRATOS	-4,4015	3,575	-16,4011	3,575
SEMIESPACIO ELASTICO	-4,4016	3,675	-16,3904	3,575

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.15 MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.16. MOMENTO FLECTOR 3-3 /MIN (TONF-M)

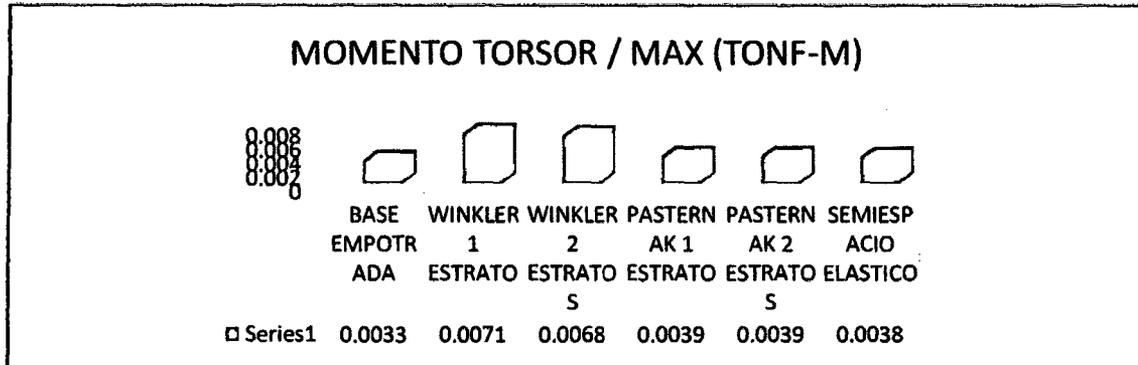
En la tabla y en la figura, indican un aumento en el momento flector 3-3 (MAX), en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2, Pasternack de 01 estratos, Pasternack de 02 estratos y semiespacio elástico respecto a la base empotrada. En la tabla y en la figura, indica en el momento flector 3-3 (min) los modelos Winkler de 01 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico son mayores negativamente con respecto a la base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA O-03 – MOMENTO TORSOR

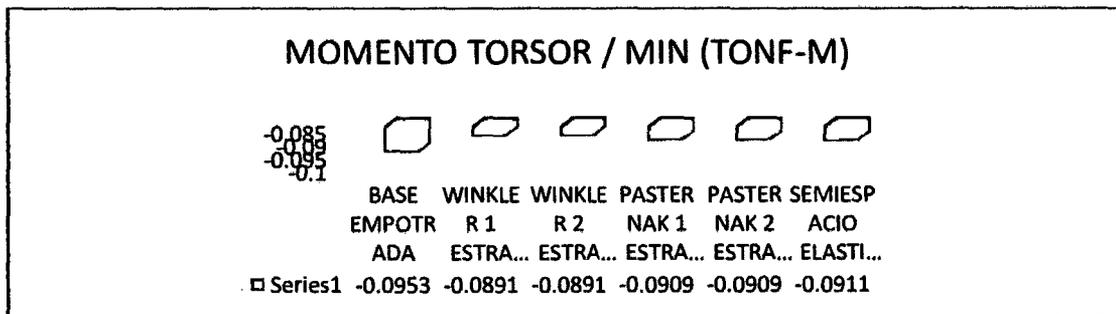
	MOMENTO TORSOR			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,0033	3,575	-0,0953	3,575
Winkler 1 estrato	0,0071	3,575	-0,0891	3,575
Winkler 2 estratos	0,0068	3,575	-0,0891	3,575
Pasternak 1 estrato	0,0039	3,575	-0,0909	3,575
Pasternak 2 estratos	0,0039	3,575	-0,0909	3,575
Semiespacio elástico	0,0038	3,575	-0,0911	3,575

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.17. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.18. MOMENTO TORSOR / MIN (TONF-M)

En la tabla y en la figura, indican un aumento en el momento torsor (MAX), en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada, en cambio en el momento torsor (MIN) la base empotrada es menor negativamente respecto a Winkler 1 y 2 estrato, Pasternack 01 y 02 estratos y semiespacio elástico, Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS. En la tabla y en la figura, indica en el momento torsor (min), en los modelos Winkler de 01 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico son menores negativamente con respecto a la base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



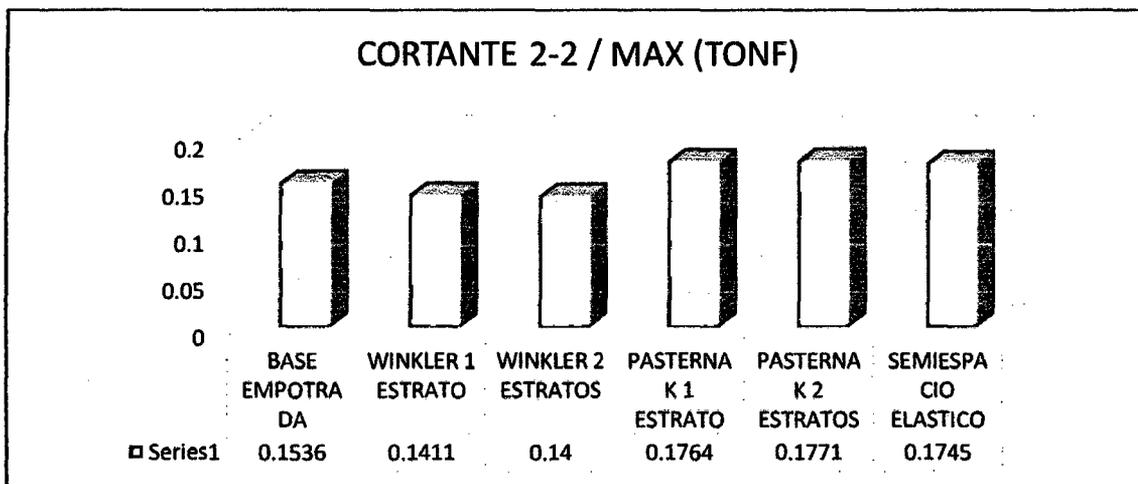
P) MODELOS DINAMICOS – ESTRUCTURA
REGULAR – CON SISMO EN EJE X” –
CYPECAD



TABLA P-01 – CORTANTE 2-2

	CORTANTE 2-2			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,1536	3,65	0	3,65
WINKLER 1 ESTRATO	0,1411	3,65	0	3,65
WINKLER 2 ESTRATOS	0,14	3,65	0	3,65
PASTERNAK 1 ESTRATO	0,1764	3,65	0	3,65
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,1771	3,65	0	3,65
SEMIESPACIO ELASTICO	0,1745	3,65	0	3,65

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.19. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)

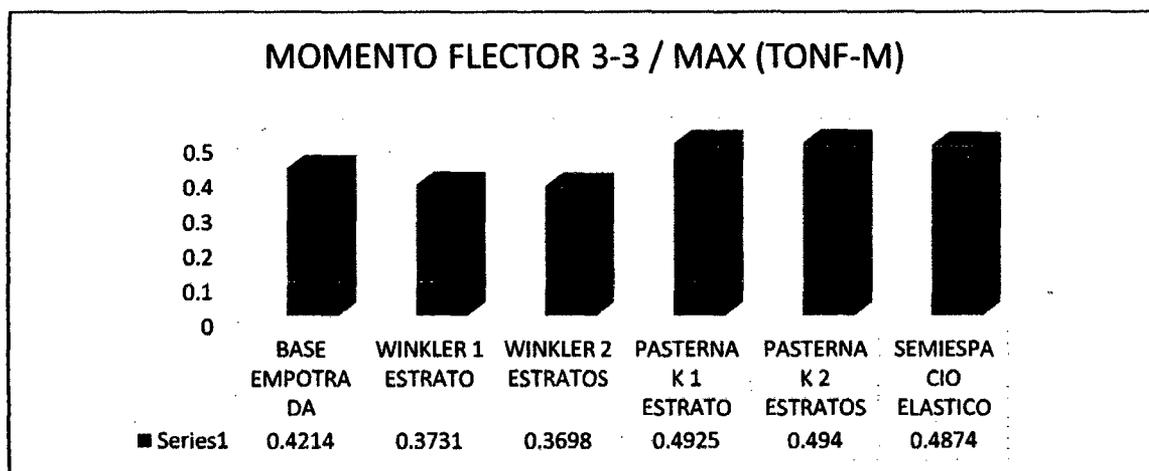
En la tabla y en la figura, indican una disminución en la cortante 2-2, en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y un aumento en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA P-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3

	MOMENTO FLECTOR 3-3			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,4214	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	0,3731	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	0,3698	0	0	0
PASTERNAK 1 ESTRATO	0,4925	0	0	0
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,494	0	0	0
SEMIESPACIO ELASTICO	0,4874	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.20. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M)

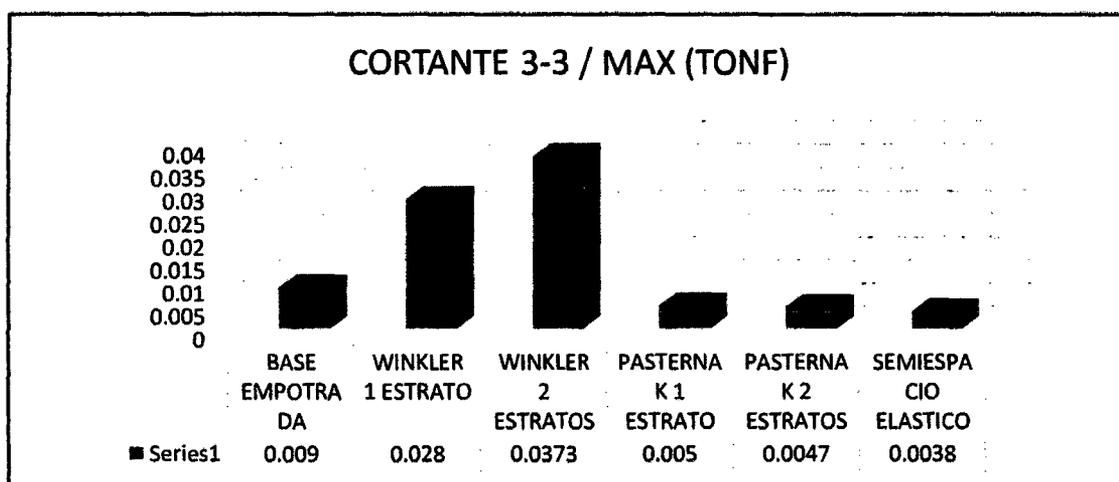
En la tabla y en la figura, indican una disminución en el momento flector 3-3, en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y un aumento en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA P-03 – CORTANTE 3-3

	CORTANTE 3-3			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,009	3,65	0	3,65
WINKLER 1 ESTRATO	0,028	3,65	0	3,65
WINKLER 2 ESTRATOS	0,0373	3,65	0	3,65
PASTERNAK 1 ESTRATO	0,005	3,65	0	3,65
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,0047	3,65	0	3,65
SEMIESPACIO ELASTICO	0,0038	3,65	0	3,65

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.21. CORTANTE 3-3 / MAX (TONF)

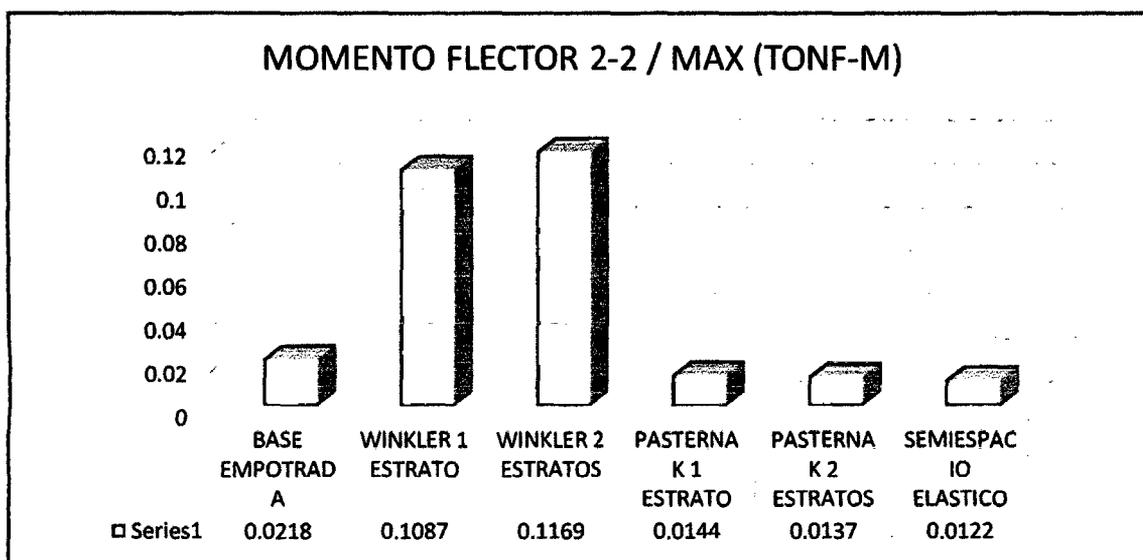
En la tabla y en la figura, indican un aumento en la cortante 3-3, en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y una disminución en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA P-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2

	MOMENTO FLECTOR 2-2			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,0218	0	0	3,65
WINKLER 1 ESTRATO	0,1087	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	0,1169	3,65	0	3,65
PASTERNAK 1 ESTRATO	0,0144	0	0	1,825
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,0137	0	0	1,825
SEMIESPACIO ELASTICO	0,0122	0	0	1,825

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.22. MOMENTO FLECTOR 2-2 / MAX (TONF-M)

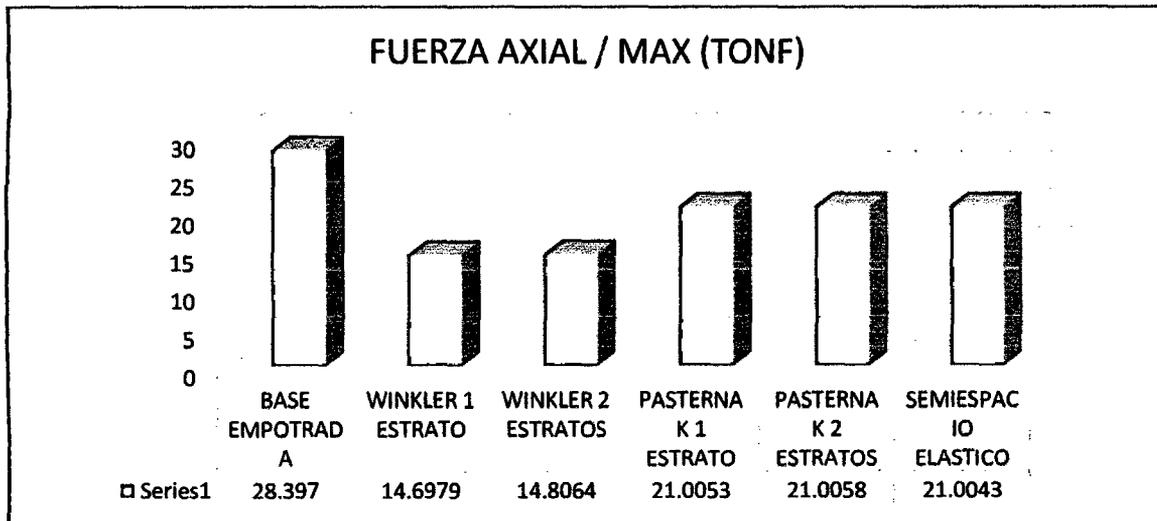
En la tabla y en la figura, indican un aumento en el momento flector 2-2, en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y una disminución en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA P-05 – FUERZA AXIAL

	FUERZA AXIAL			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	28,397	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	14,6979	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	14,8064	0	0	0
PASTERNAK 1 ESTRATO	21,0053	0	0	0
PASTERNAK 2 ESTRATOS	21,0058	0	0	0
SEMIESPACIO ELASTICO	21,0043	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.23. FUERZA AXIAL / MAX (TONF)

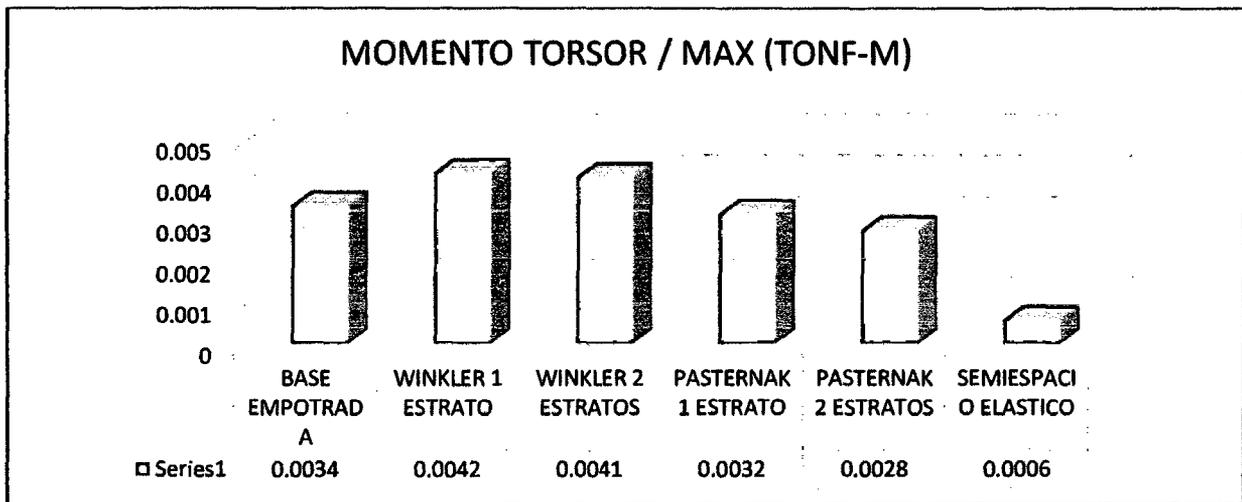
En la tabla y en la figura, indican una disminución en la fuerza axial, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA P-06 – MOMENTO TORSOR

	MOMENTO TORSOR			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,0034	3,65	0	3,65
WINKLER 1 ESTRATO	0,0042	3,65	0	3,65
WINKLER 2 ESTRATOS	0,0041	3,65	0	3,65
PASTERNAK 1 ESTRATO	0,0032	3,65	0	3,65
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,0028	3,65	0	3,65
SEMIESPACIO ELASTICO	0,0006	3,65	0	3,65

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.24. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)

En la tabla y en la figura, indican un aumento en el momento torsor, en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y una disminución en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



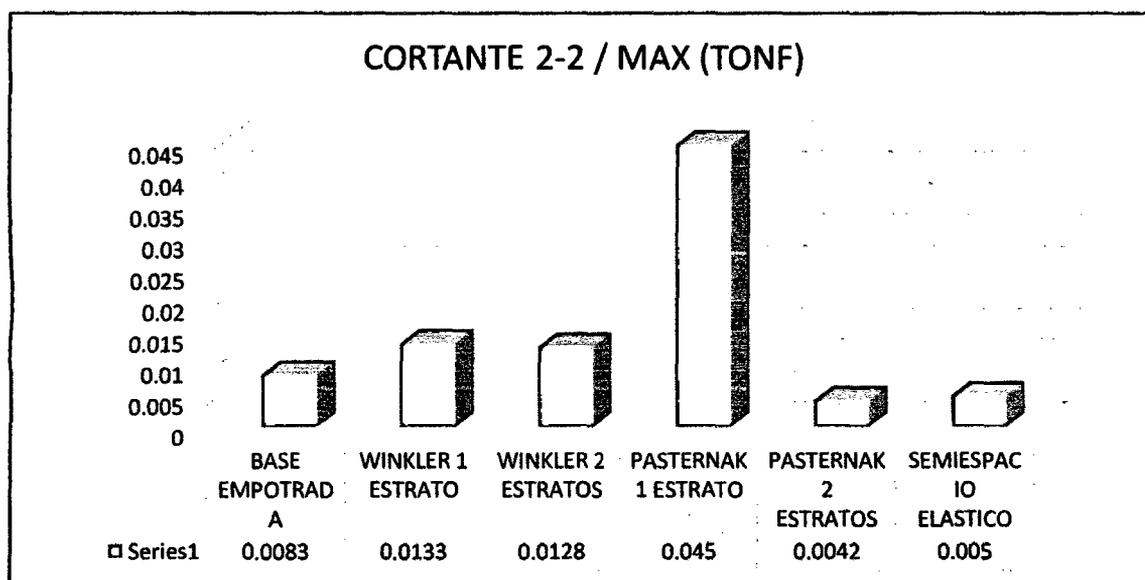
Q) MODELOS DINAMICOS – ESTRUCTURA
REGULAR – CON SISMO EN EJE Y” –
CYPECAD



TABLA Q-01 – CORTANTE 2-2

	CORTANTE 2-2			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,0083	3,65	0	3,65
WINKLER 1 ESTRATO	0,0133	3,65	0	3,65
WINKLER 2 ESTRATOS	0,0128	3,65	0	3,65
PASTERNAK 1 ESTRATO	0,045	3,65	0	3,65
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,0042	3,65	0	3,65
SEMIESPACIO ELASTICO	0,005	3,65	0	3,65

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.25. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)

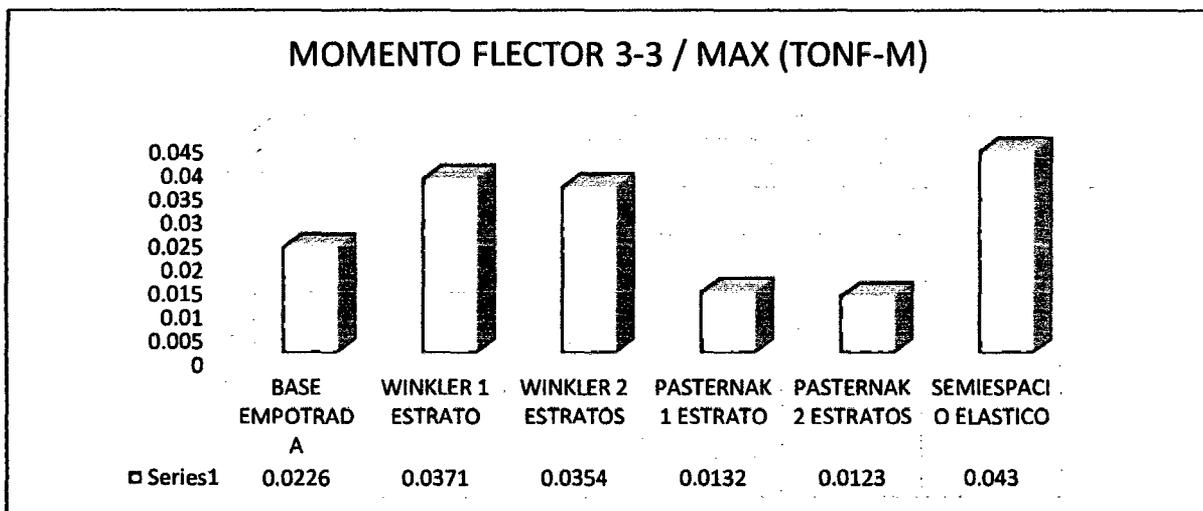
En la tabla y en la figura, indican un aumento en la cortante 2-2, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos y Pasternak de 1 estrato con respecto a base empotrada. Y una disminución en los modelos Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA Q-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3

	MOMENTO FLECTOR 3-3			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,0226	3,65	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	0,0371	3,65	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	0,0354	3,65	0	0
PASTERNAK 1 ESTRATO	0,0132	0	0	0
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,0123	0	0	0
SEMIESPACIO ELASTICO	0,043	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.27. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M)

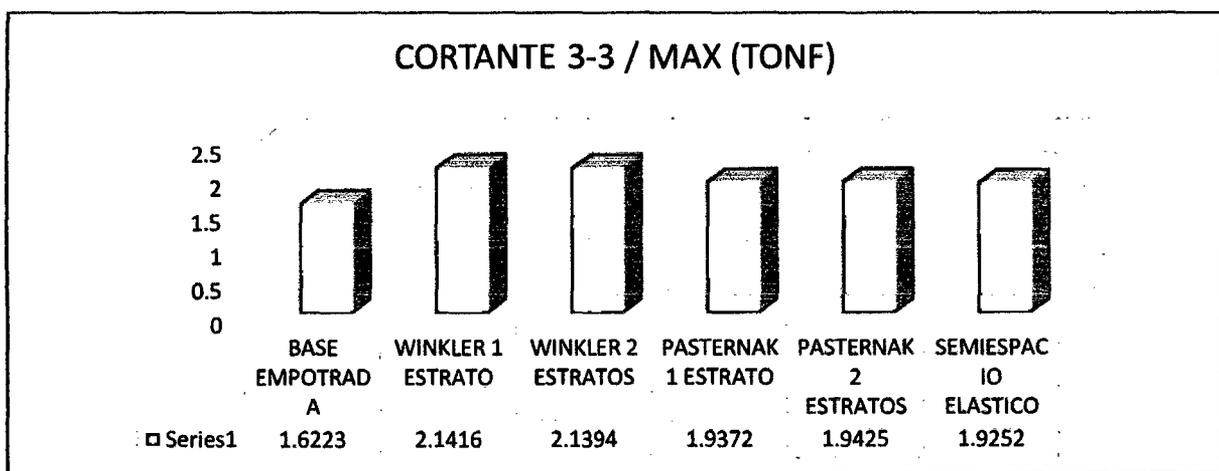
En la tabla y en la figura, indican un aumento en la cortante 2-2, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Y una disminución en los modelos Pasternak de 1 estrato y Pasternak de 2 estratos con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA Q-03 – CORTANTE 3-3

	CORTANTE 3-3			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	1,6223	3,65	0	3,65
WINKLER 1 ESTRATO	2,1416	3,65	0	3,65
WINKLER 2 ESTRATOS	2,1394	3,65	0	3,65
PASTERNAK 1 ESTRATO	1,9372	3,65	0	3,65
PASTERNAK 2 ESTRATOS	1,9425	3,65	0	3,65
SEMIESPACIO ELASTICO	1,9252	3,65	0	3,65

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.28. CORTANTE 3-3 / MAX (TONF)

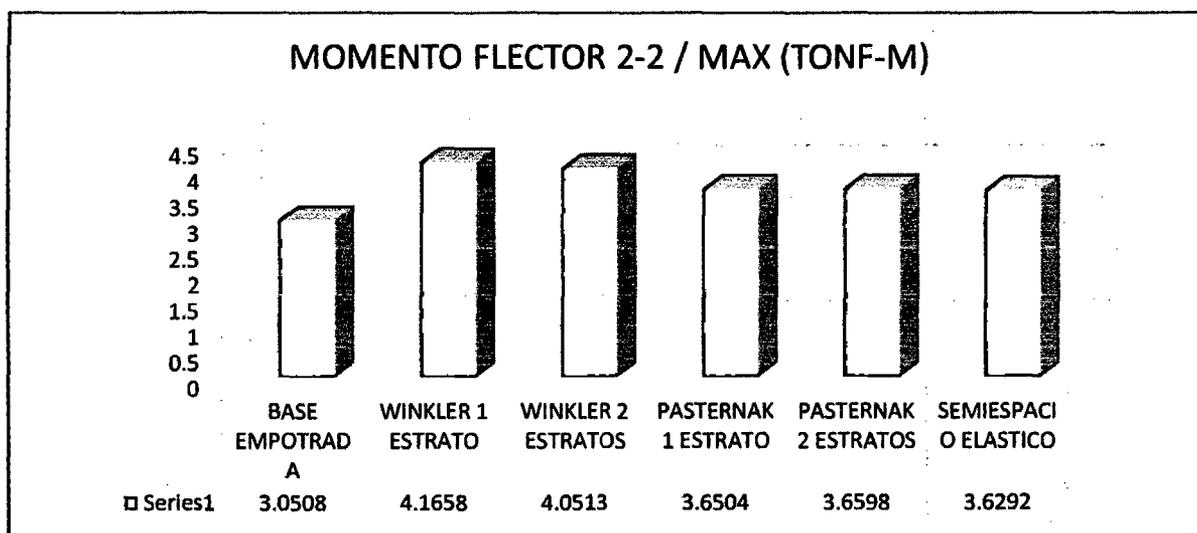
En la tabla y en la figura, indican un aumento en la cortante 3-3, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA Q-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2

	MOMENTO FLECTOR 2-2			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	3,0508	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	4,1658	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	4,0513	0	0	0
PASTERNAK 1 ESTRATO	3,6504	0	0	0
PASTERNAK 2 ESTRATOS	3,6598	0	0	0
SEMIESPACIO ELASTICO	3,6292	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.29. MOMENTO FLECTOR 2-2 / MAX (TONF-M)

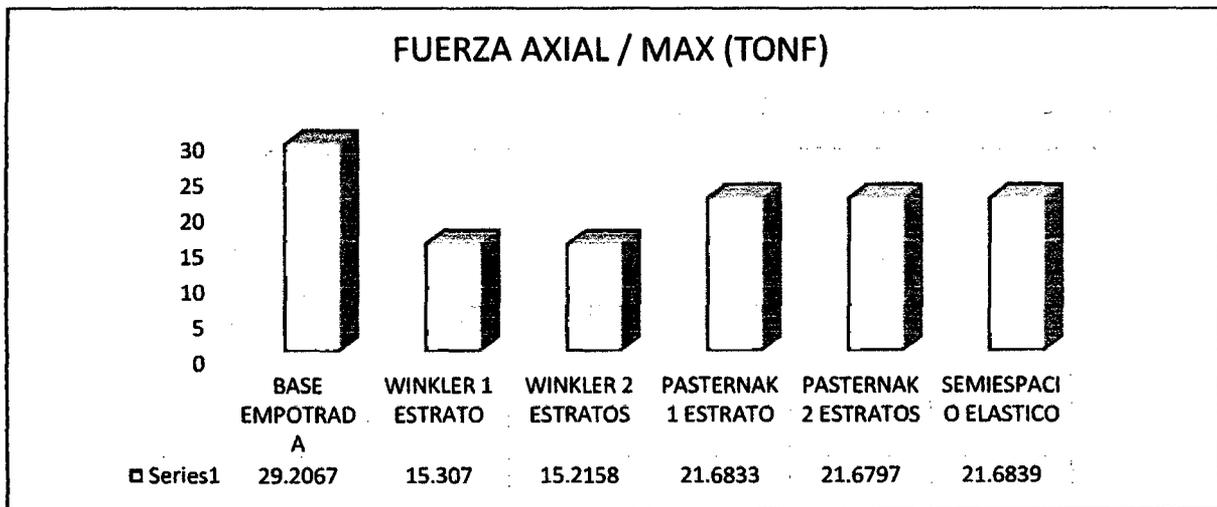
En la tabla y en la figura, indican un aumento en el momento flector 2-2, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA Q-05 – FUERZA AXIAL

	FUERZA AXIAL			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	29,2067	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	15,307	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	15,2158	0	0	0
PASTERNAK 1 ESTRATO	21,6833	0	0	0
PASTERNAK 2 ESTRATOS	21,6797	0	0	0
SEMIESPACIO ELASTICO	21,6839	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.30. FUERZA AXIAL / MAX (TONF)

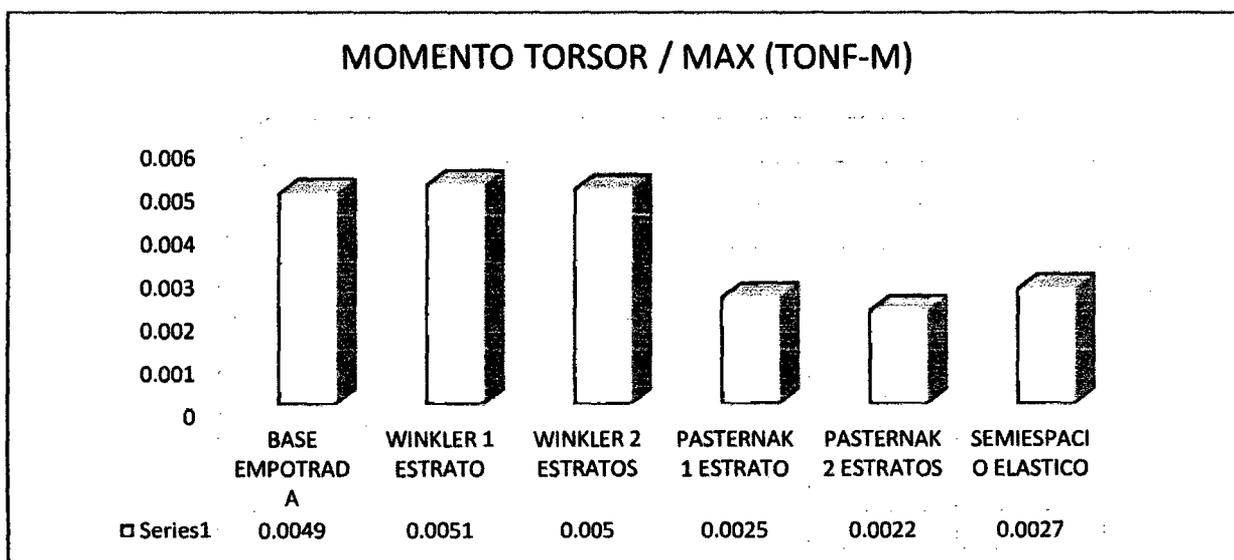
En la tabla y en la figura, indican una disminución en la fuerza axial, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA Q-05 – MOMENTO TORSOR

	MOMENTO TORSOR			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,0049	3,65	0	3,65
WINKLER 1 ESTRATO	0,0051	3,65	0	3,65
WINKLER 2 ESTRATOS	0,005	3,65	0	3,65
PASTERNAK 1 ESTRATO	0,0025	3,65	0	3,65
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,0022	3,65	0	3,65
SEMIESPACIO ELASTICO	0,0027	3,65	0	3,65

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.31. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)

En la tabla y en la figura, indican un aumento en el momento torsor, en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y una disminución en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



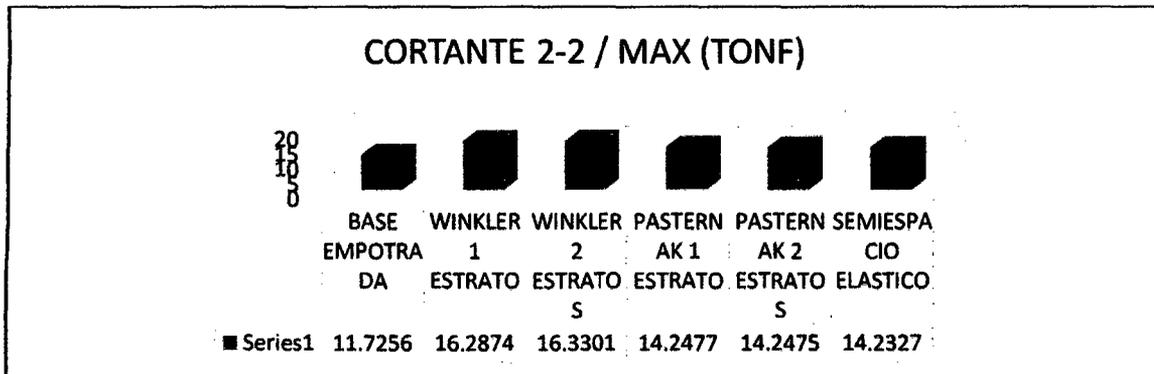
R) MODELOS DINAMICOS – ESTRUCTURA
REGULAR – CON ENVOLVENTE DE CARGAS
– ETABS



TABLA R-01 – CORTANTE 2-2

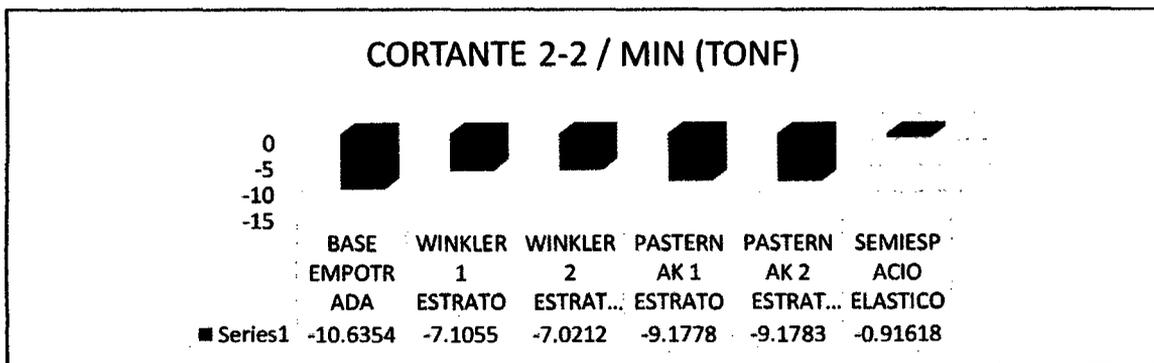
	CORTANTE 2-2			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	11,7256	3,675	-10,6354	0,2
WINKLER 1 ESTRATO	16,2874	3,575	-7,1055	0,2
WINKLER 2 ESTRATOS	16,3301	3,575	-7,0212	3,575
PASTERNAK 1 ESTRATO	14,2477	3,575	-9,1778	0,2
PASTERNAK 2 ESTRATOS	14,2475	3,575	-9,1783	0,2
SEMIESPACIO ELASTICO	14,2327	3,575	-0,91618	0,2

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.32. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.33. CORTANTE 2-2 / MIN (TONF)

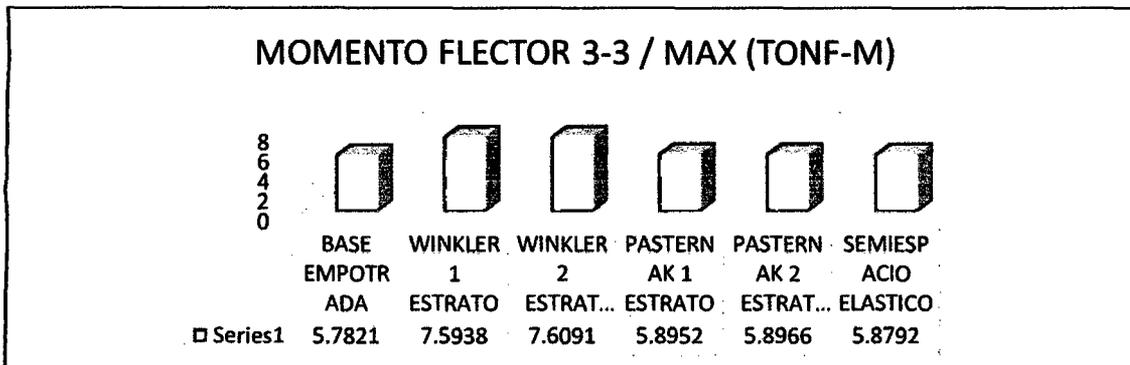
En la tabla y en la figura, indican un aumento en la cortante 2-2 (MAX), en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. En la tabla y en la figura, indica en la cortante 2-2 (min), en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico son menores negativamente con respecto a la base empotrada.



TABLA R-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3

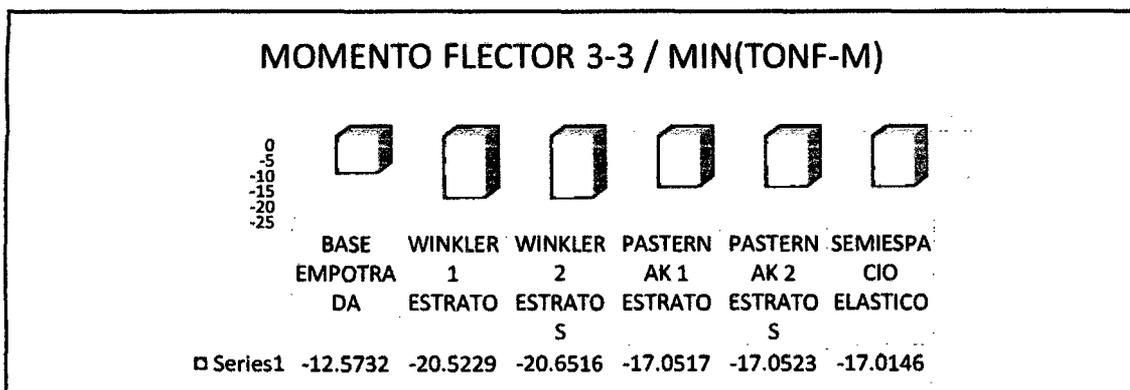
	MOMENTO FLECTOR 3-3			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	5,7821	2,6107	-12,5732	3,575
WINKLER 1 ESTRATO	7,5938	0,2	-20,5229	3,575
WINKLER 2 ESTRATOS	7,6091	0,2	-20,6516	3,575
PASTERNAK 1 ESTRATO	5,8952	2,1286	-17,0517	3,575
PASTERNAK 2 ESTRATOS	5,8966	2,1286	-17,0523	3,575
SEMIESPACIO ELASTICO	5,8792	2,1286	-17,0146	3,575

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.34. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.35. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MIN (TONF-M)

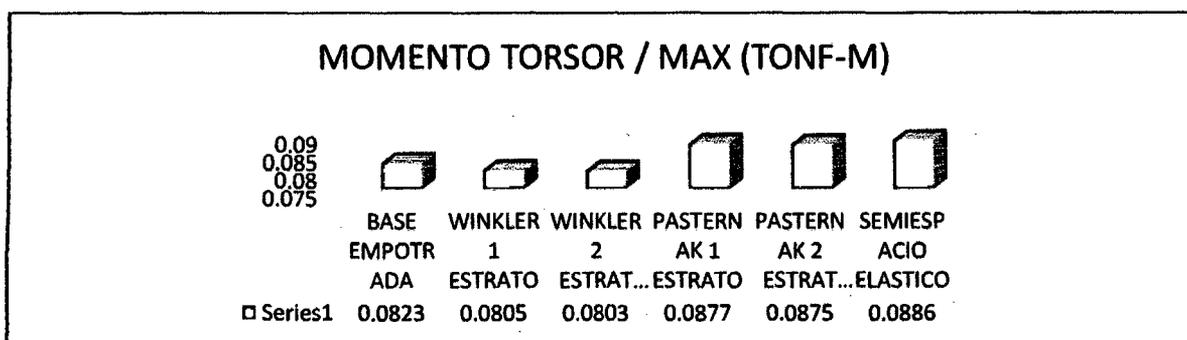
En la tabla y en la figura, indican un aumento en la cortante 2-2 (MAX), en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. En la tabla y en la figura, indica en la cortante 2-2 (min), en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico son mayores negativamente con respecto a la base empotrada.



TABLA R-03 – MOMENTO TORSOR

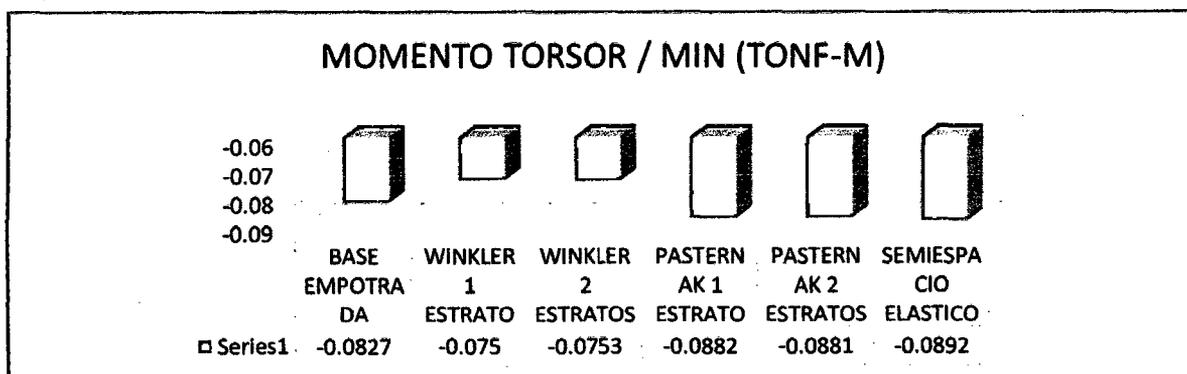
	MOMENTO TORSOR			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
Base empotrada	0,0823	3,675	-0,0827	3,675
Winkler 1 estrato	0,0805	3,575	-0,075	3,575
Winkler 2 estratos	0,0803	3,575	-0,0753	3,575
Pasternak 1 estrato	0,0877	3,575	-0,0882	3,575
Pasternak 2 estratos	0,0875	3,575	-0,0881	3,575
Semiespacio elástico	0,0886	3,575	-0,0892	3,575

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.36. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.37. MOMENTO TORSOR / MIN (TONF-M)

En la tabla y en la figura, indican una disminución en el momento torsor (MAX), en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y un aumento en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. En la tabla y en la figura, indica en el momento torsor (min), en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 2 estratos son menores negativamente con respecto a base empotrada. Y los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico son mayores negativamente con respecto a la base empotrada.



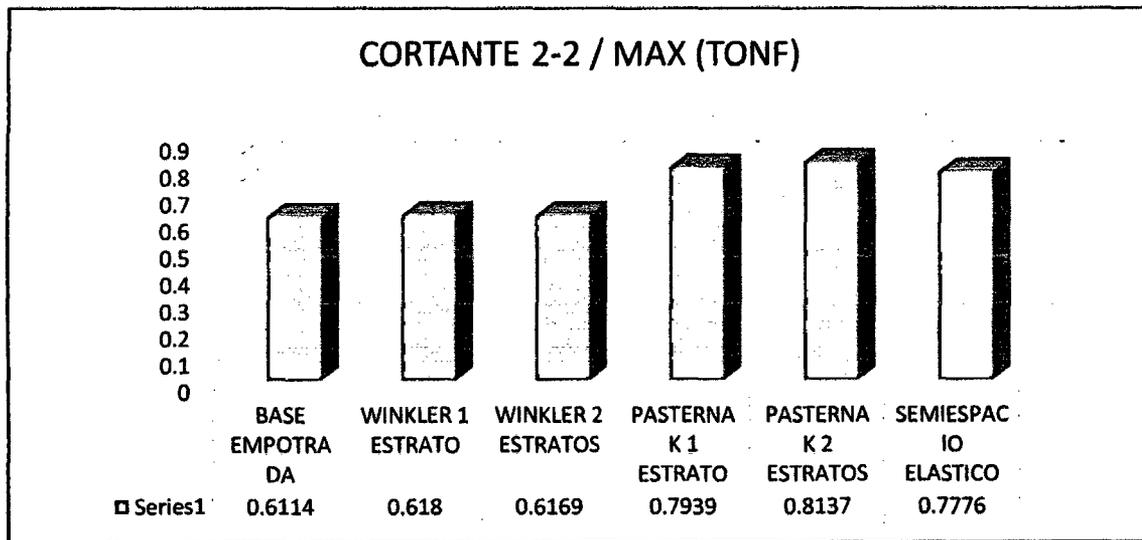
S) MODELOS ESTATICO – ESTRUCTURA
IRREGULAR – CON SISMO EN “X” –
CYPECAD



TABLA S-01 – CORTANTE 2-2

	CORTANTE 2-2			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,6114	3,8	0	3,8
WINKLER 1 ESTRATO	0,618	3,8	0	3,8
WINKLER 2 ESTRATOS	0,6169	3,8	0	3,8
PASTERNAK 1 ESTRATO	0,7939	3,8	0	3,8
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,8137	3,8	0	3,8
SEMIESPACIO ELASTICO	0,7776	3,8	0	3,8

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.38. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)

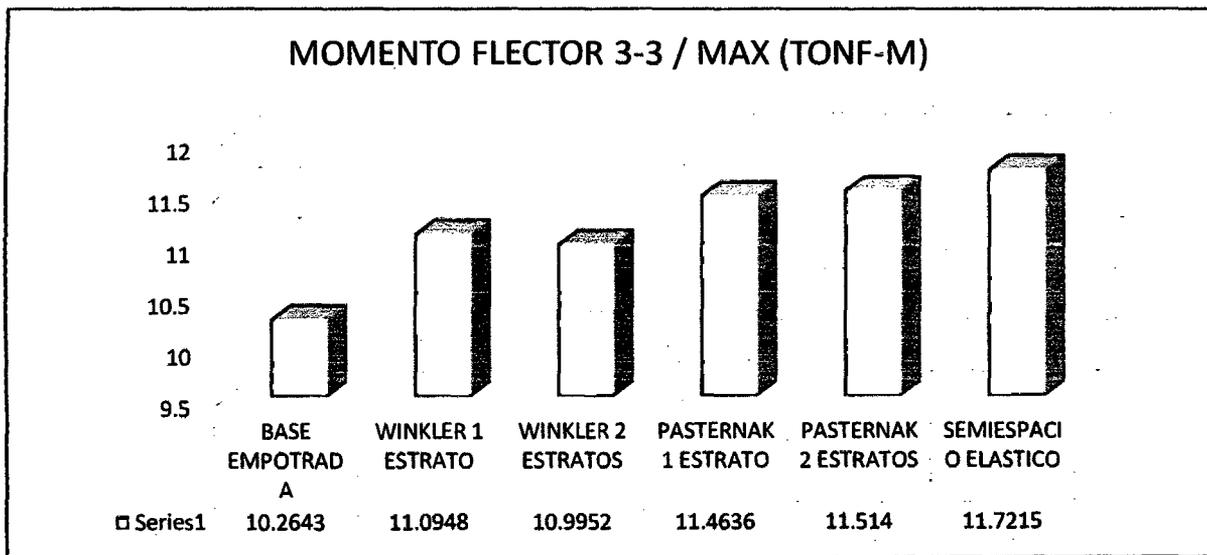
En la tabla y en la figura, indican un aumento en la cortante 2-2, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA S-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3

	MOMENTO FLECTOR 3-3			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	10,2643	3,8	0	3,8
WINKLER 1 ESTRATO	11,0948	1,9	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	10,9952	1,9	0	0
PASTERNAK 1 ESTRATO	11,4636	1,9	0	0
PASTERNAK 2 ESTRATOS	11,514	1,9	0	0
SEMIESPACIO ELASTICO	11,7215	1,9	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.39. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M)

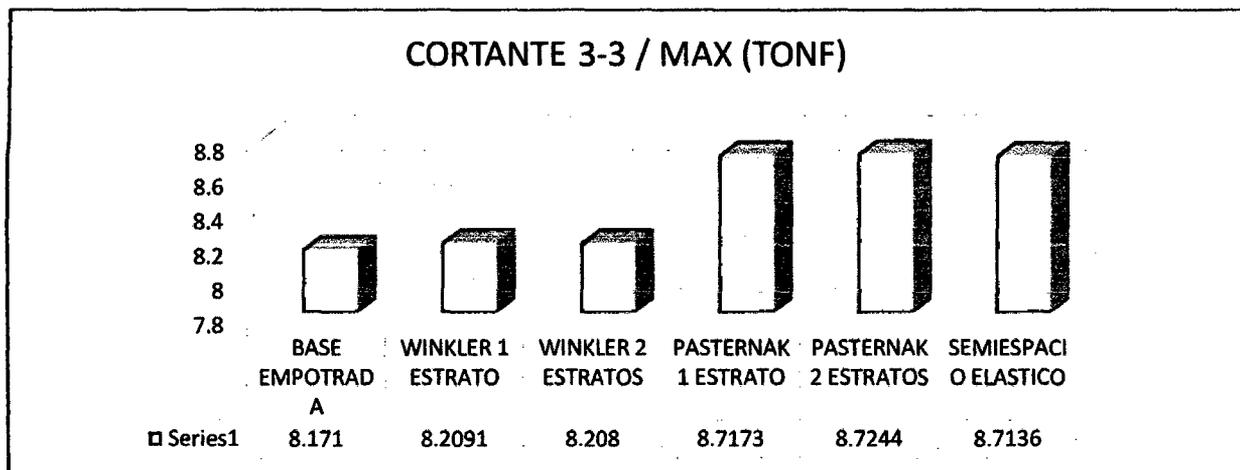
En la tabla y en la figura, indican un aumento en el momento flector 3-3, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA S-03 – CORTANTE 3-3

	CORTANTE 3-3			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	8,171	3,8	0	3,8
WINKLER 1 ESTRATO	8,2091	3,8	0	3,8
WINKLER 2 ESTRATOS	8,208	3,8	0	3,8
PASTERNAK 1 ESTRATO	8,7173	3,8	0	3,8
PASTERNAK 2 ESTRATOS	8,7244	3,8	0	3,8
SEMIESPACIO ELASTICO	8,7136	3,8	0	3,8

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.40. CORTANTE 3-3 / MAX (TONF)

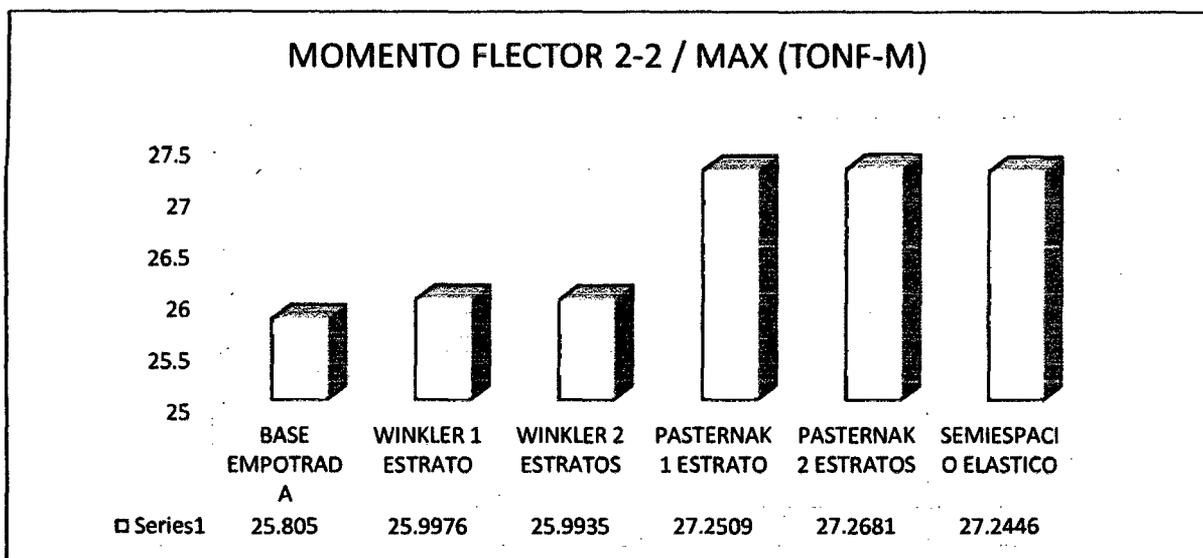
En la tabla y en la figura, indican un aumento en la cortante 3-3, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA S-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2

	MOMENTO FLECTOR 2-2			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	25,805	3,8	0	3,8
WINKLER 1 ESTRATO	25,9976	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	25,9935	0	0	0
PASTERNAK 1 ESTRATO	27,2509	0	0	0
PASTERNAK 2 ESTRATOS	27,2681	0	0	0
SEMIESPACIO ELASTICO	27,2446	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.41. MOMENTO FLECTOR 2-2 / MAX (TONF-M)

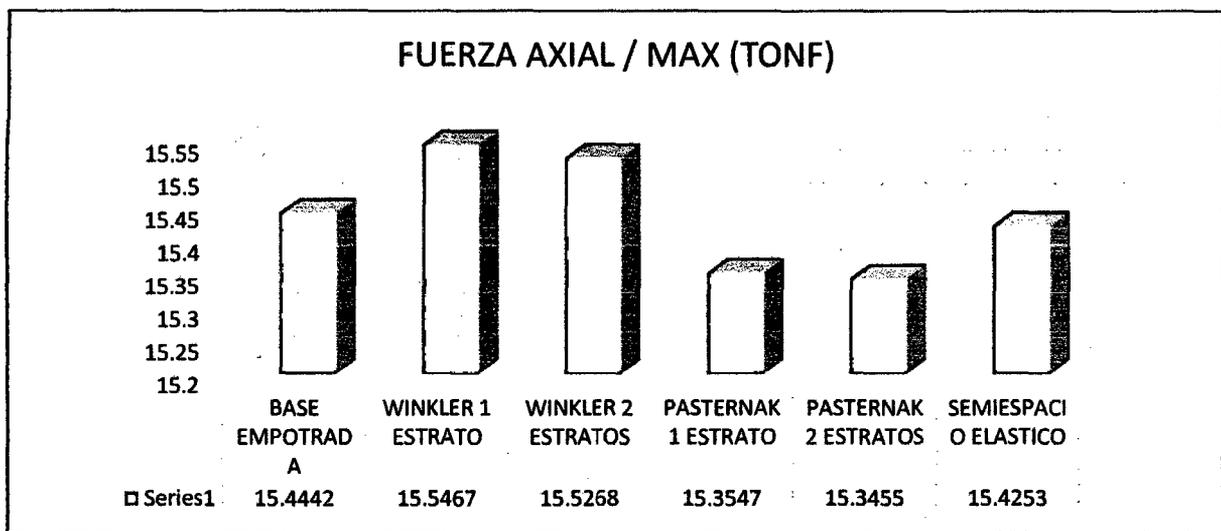
En la tabla y en la figura, indican un aumento en el momento flector 2-2, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA S-05 – FUERZA AXIAL

	FUERZA AXIAL			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	15,4442	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	15,5467	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	15,5268	0	0	0
PASTERNAK 1 ESTRATO	15,3547	0	0	0
PASTERNAK 2 ESTRATOS	15,3455	0	0	0
SEMIESPACIO ELASTICO	15,4253	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.42. FUERZA AXIAL / MAX (TONF)

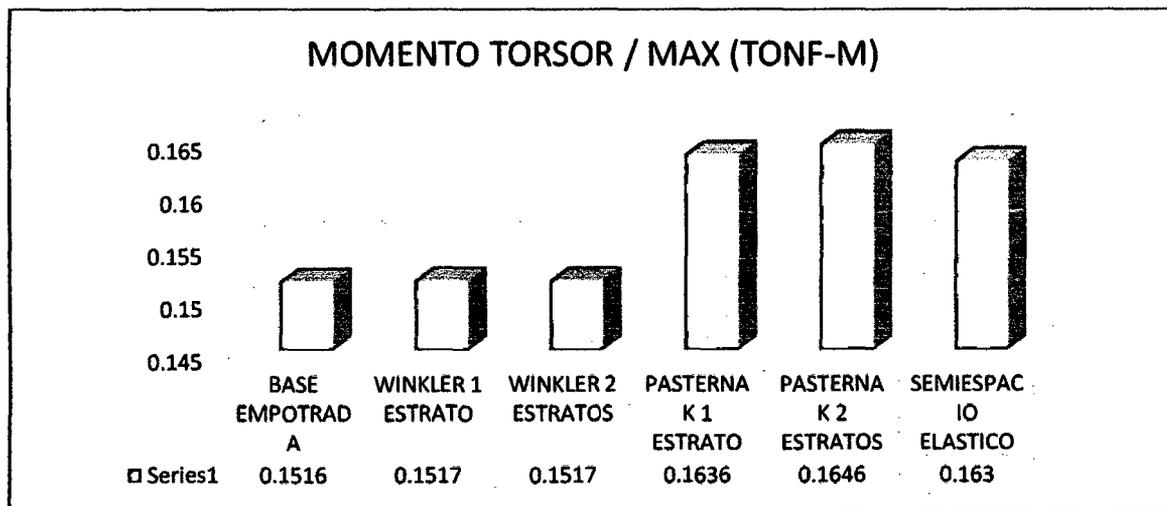
En la tabla y en la figura, indican un aumento en la fuerza axial, en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y una disminución en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA S-06 – MOMENTO TORSOR

	MOMENTO TORSOR			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,1516	3,8	0	3,8
WINKLER 1				
ESTRATO	0,1517	3,8	0	3,8
WINKLER 2				
ESTRATOS	0,1517	3,8	0	3,8
PASTERNAK 1				
ESTRATO	0,1636	3,8	0	3,8
PASTERNAK 2				
ESTRATOS	0,1646	3,8	0	3,8
SEMIESPACIO				
ELASTICO	0,163	3,8	0	3,8

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.43. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)

En la tabla y en la figura, indican un aumento en el momento torsor, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



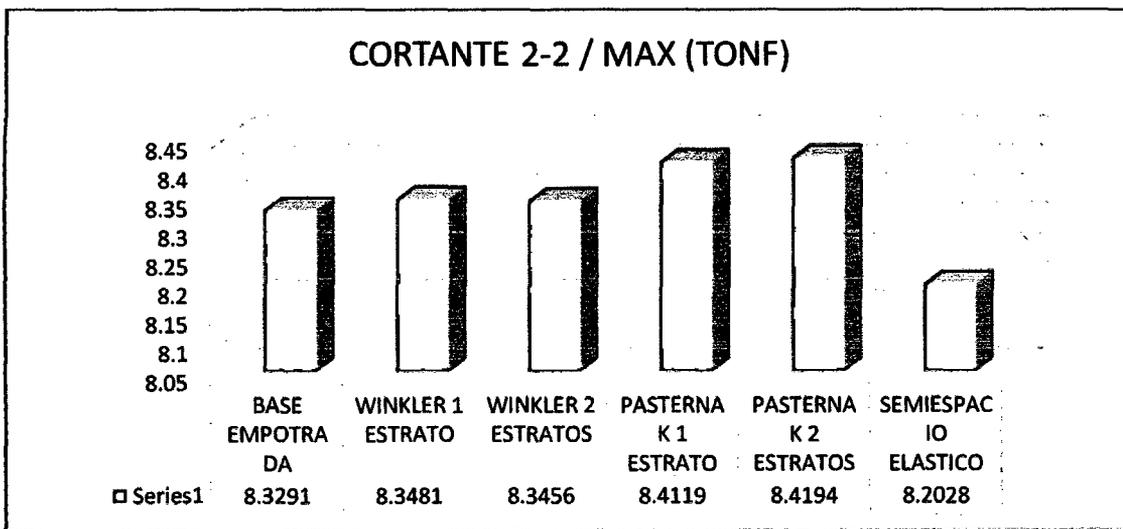
T) MODELOS ESTATICO – ESTRUCTURA
IRREGULAR – CON SISMO EN “Y” – ETABS



TABLA T-01 – CORTANTE 2-2

	CORTANTE 2-2			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	8,3291	3,8	0	3,8
WINKLER 1 ESTRATO	8,3481	3,8	0	3,8
WINKLER 2 ESTRATOS	8,3456	3,8	0	3,8
PASTERNAK 1 ESTRATO	8,4119	3,8	0	3,8
PASTERNAK 2 ESTRATOS	8,4194	3,8	0	3,8
SEMIESPACIO ELASTICO	8,2028	3,8	0	3,8

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.44. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)

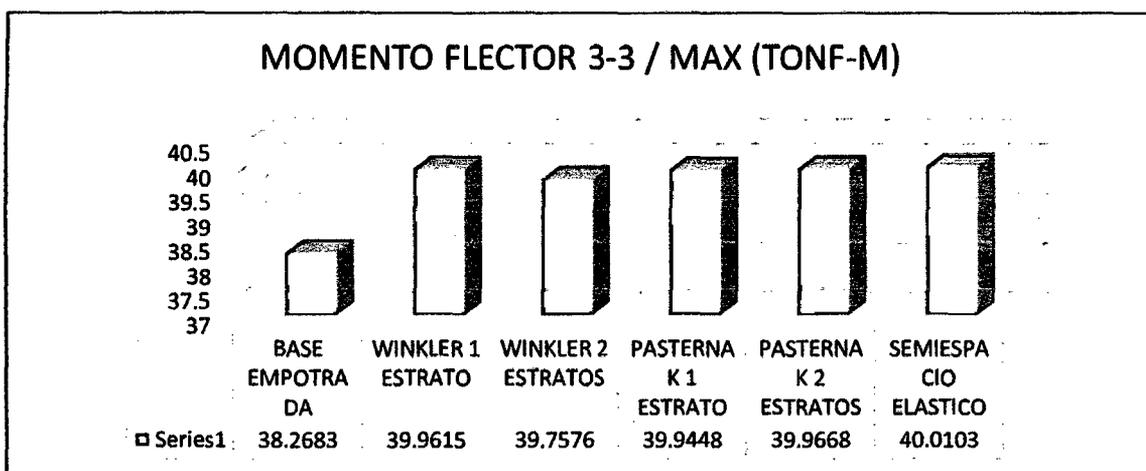
En la tabla y en la figura, indican un aumento en la fuerza axial, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato y Pasternak de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y una disminución en el modelo semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA T-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3

	MOMENTO FLECTOR 3-3			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	38,2683	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	39,9615	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	39,7576	0	0	0
PASTERNAK 1 ESTRATO	39,9448	0	0	0
PASTERNAK 2 ESTRATOS	39,9668	0	0	0
SEMIESPACIO ELASTICO	40,0103	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.45. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M)

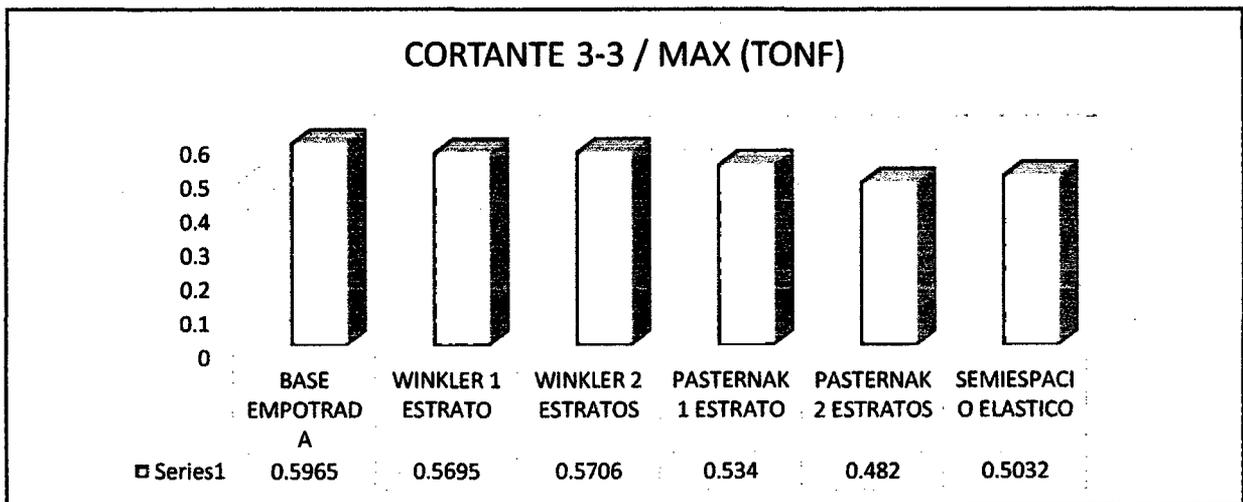
En la tabla y en la figura, indican un aumento en el momento flector 3-3, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA T-03 – CORTANTE 3-3

	CORTANTE 3-3			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,5965	3,8	0	3,8
WINKLER 1 ESTRATO	0,5695	3,8	0	3,8
WINKLER 2 ESTRATOS	0,5706	3,8	0	3,8
PASTERNAK 1 ESTRATO	0,534	3,8	0	3,8
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,482	3,8	0	3,8
SEMIESPACIO ELASTICO	0,5032	3,8	0	3,8

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.46. CORTANTE 3-3 / MAX (TONF)

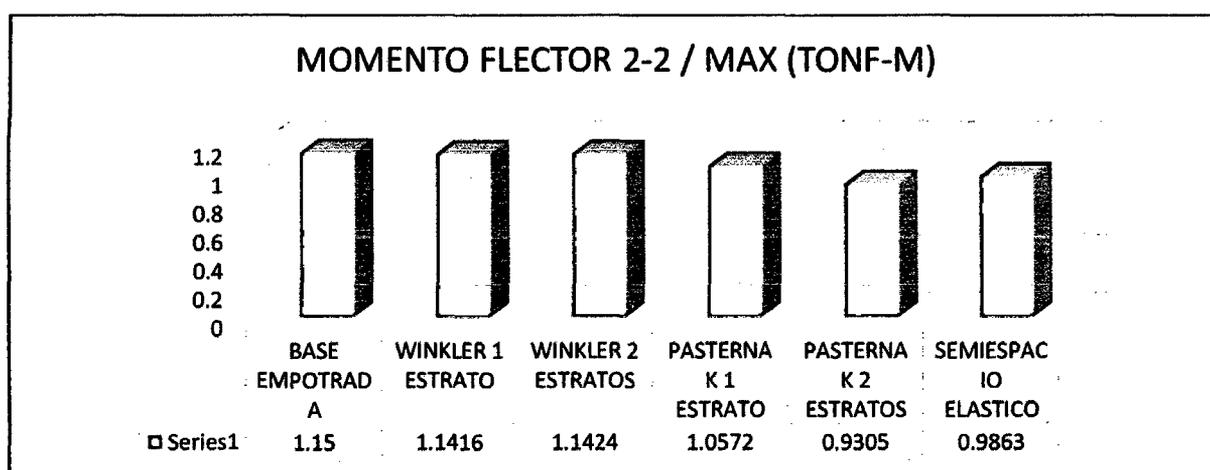
En la tabla y en la figura, indican una disminución en la cortante 3-3, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA T-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2

	MOMENTO FLECTOR 2-2			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	1,15	3,8	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	1,1416	3,8	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	1,1424	3,8	0	0
PASTERNAK 1 ESTRATO	1,0572	3,8	0	0
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,9305	3,8	0	0
SEMIESPACIO ELASTICO	0,9863	3,8	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.47. MOMENTO FLECTOR 2-2 / MAX (TONF-M)

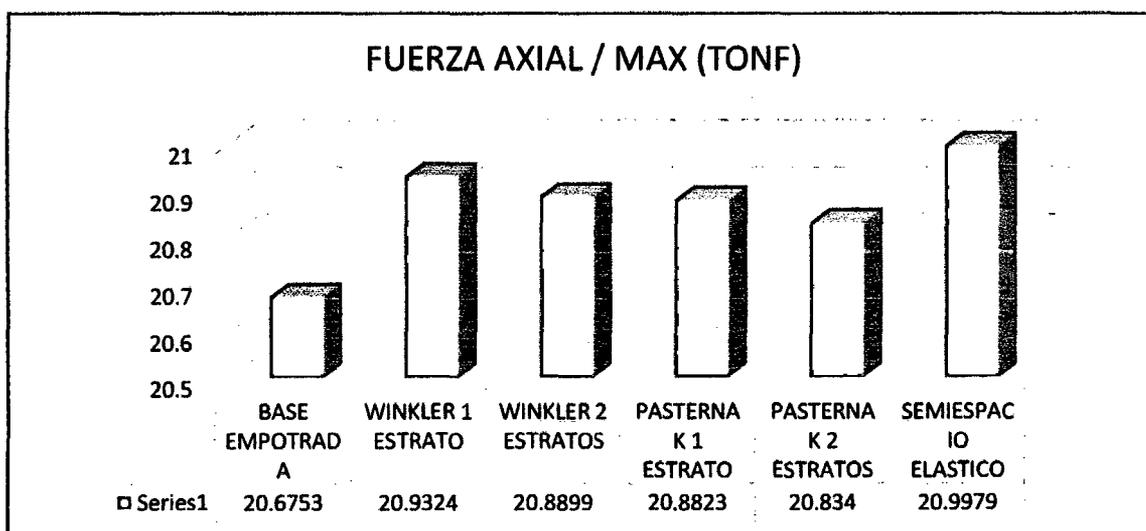
En la tabla y en la figura, indican una disminución en el momento flector 2-2, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA T-05 – FUERZA AXIAL

	FUERZA AXIAL			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	20,6753	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	20,9324	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	20,8899	0	0	0
PASTERNAK 1 ESTRATO	20,8823	0	0	0
PASTERNAK 2 ESTRATOS	20,8340	0	0	0
SEMIESPACIO ELASTICO	20,9979	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.48. FUERZA AXIAL / MAX (TONF)

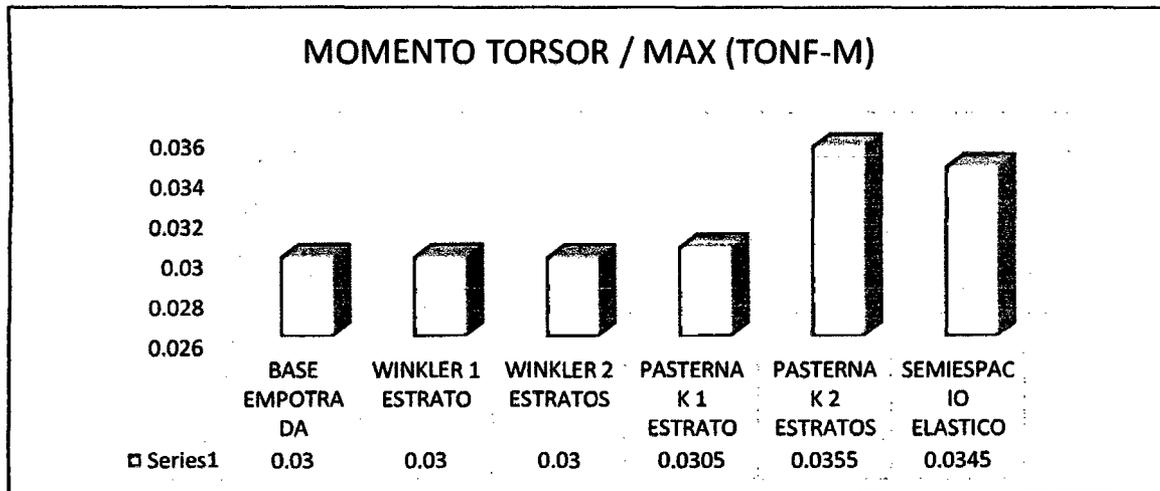
En la tabla y en la figura, indican un aumento en la fuerza axial, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA T-06 – MOMENTO TORSOR

	MOMENTO TORSOR			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,03	3,8	0	3,8
WINKLER 1				
ESTRATO	0,03	3,8	0	3,8
WINKLER 2				
ESTRATOS	0,03	3,8	0	3,8
PASTERNAK 1				
ESTRATO	0,0305	3,8	0	3,8
PASTERNAK 2				
ESTRATOS	0,0355	3,8	0	3,8
SEMIESPACIO				
ELASTICO	0,0345	3,8	0	3,8

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.49. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)

En la tabla y en la figura, indican una igualdad en el momento torsor, en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y un aumento en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



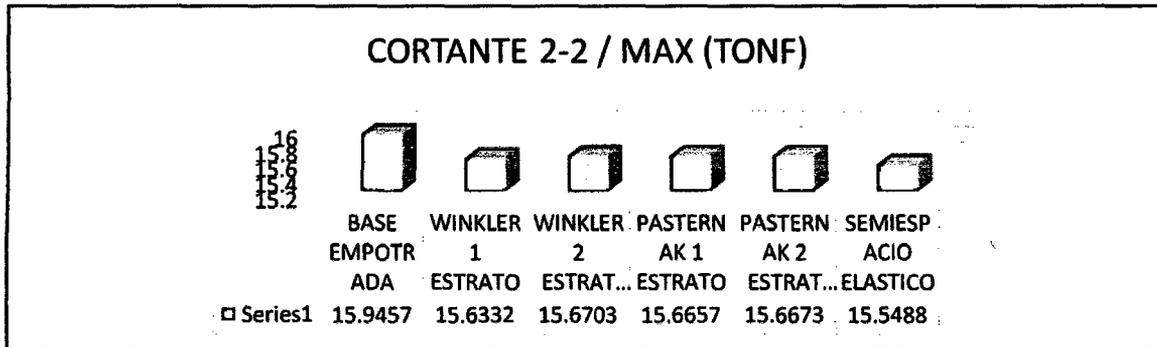
**U) MODELOS ESTÁTICO – ESTRUCTURA
IRREGULAR – CON ENVOLVENTE DE CARGA
- ETABS**



TABLA U-01 – CORTANTE 2-2

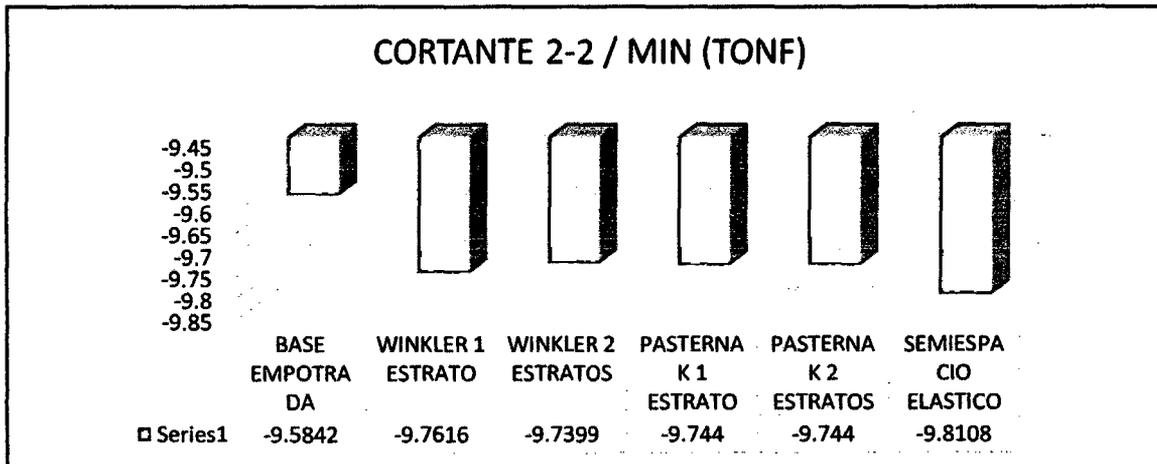
	CORTANTE 2-2			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	15,9457	7,5	-9,5842	0,45
WINKLER 1 ESTRATO	15,6332	7,5	-9,7616	0,45
WINKLER 2 ESTRATOS	15,6703	7,5	-9,7399	0,45
PASTERNAK 1 ESTRATO	15,6657	7,5	-9,744	0,45
PASTERNAK 2 ESTRATOS	15,6673	7,5	-9,744	0,45
SEMIESPACIO ELASTICO	15,5488	7,5	-9,8108	0,45

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.50. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.51. CORTANTE 2-2 / MIN (TONF)

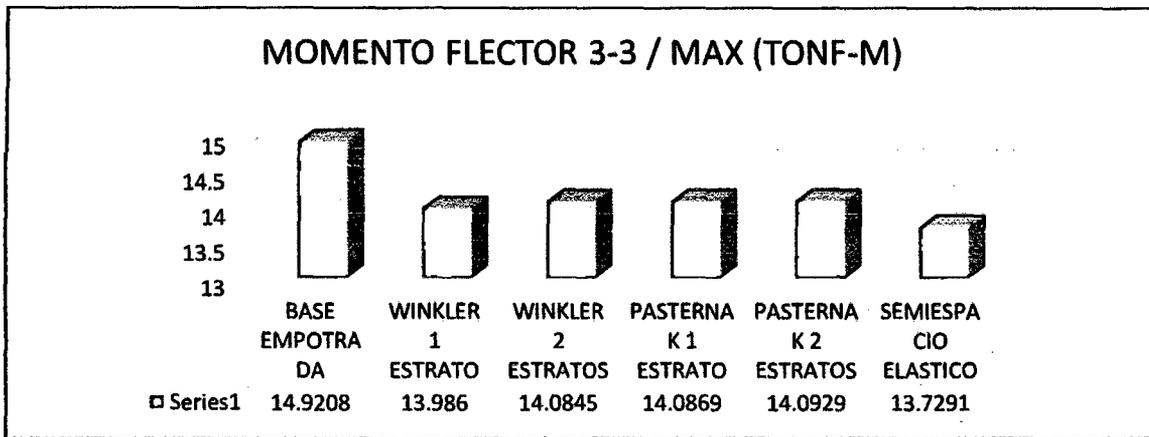
En la tabla y en la figura, indican una disminución en la cortante 2-2 (MAX), en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. En la tabla y en la figura, indica en la cortante 2-2 (min), en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico son mayores negativamente con respecto a la base empotrada.



TABLA U-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3

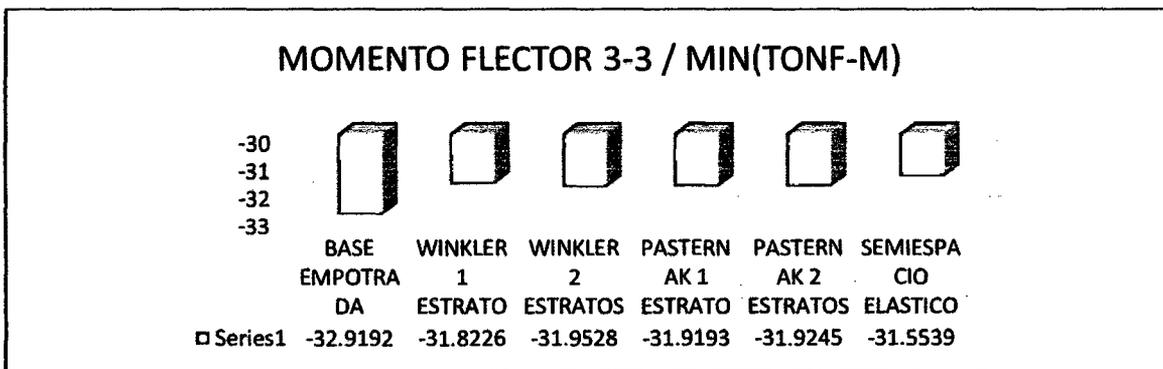
	MOMENTO FLECTOR 3-3			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	14,9208	7,5	-32,9192	7,5
WINKLER 1 ESTRATO	13,986	0,45	-31,8226	7,5
WINKLER 2 ESTRATOS	14,0845	0,45	-31,9528	7,5
PASTERNAK 1 ESTRATO	14,0869	0,45	-31,9193	7,5
PASTERNAK 2 ESTRATOS	14,0929	0,45	-31,9245	7,5
SEMIESPACIO ELASTICO	13,7291	0,45	-31,5539	7,5

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.52. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.53. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MIN (TONF-M)

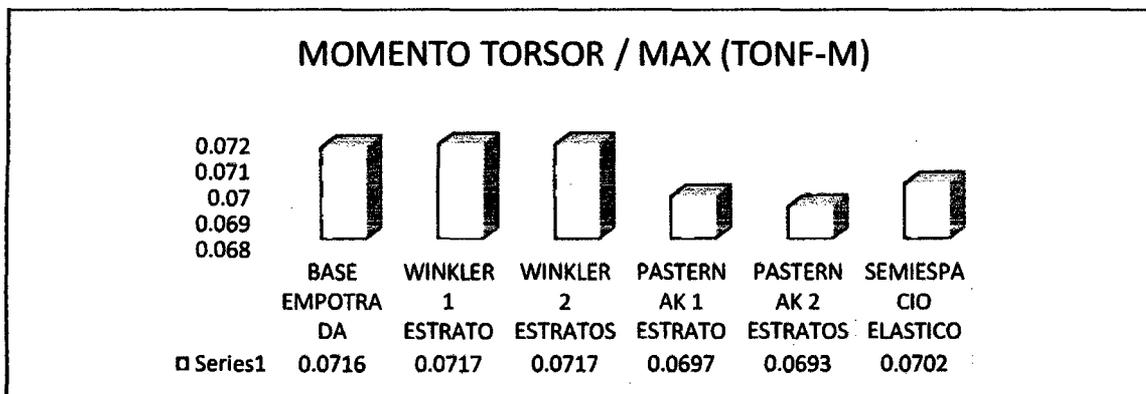
En la tabla y en la figura, indican una disminución en el momento flector 3-3 (MAX), en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. En la tabla y en la figura, indica en el momento flector 3-3(min), en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico son menores negativamente con respecto a la base empotrada



TABLA U-03 – MOMENTO TORSOR

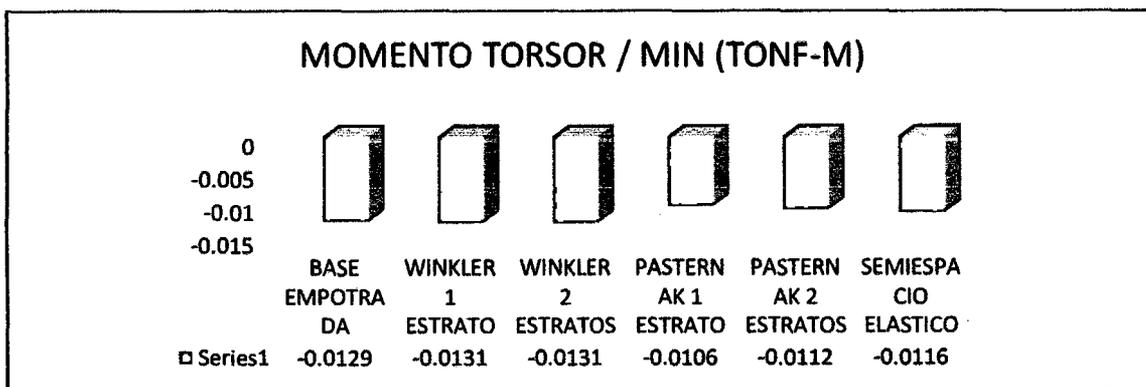
	MOMENTO TORSOR			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,0716	7,5	-0,0129	7,5
WINKLER 1 ESTRATO	0,0717	7,5	-0,0131	7,5
WINKLER 2 ESTRATOS	0,0717	7,5	-0,0131	7,5
PASTERNAK 1 ESTRATO	0,0697	7,5	-0,0106	7,5
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,0693	7,5	-0,0112	7,5
SEMIESPACIO ELASTICO	0,0702	7,5	-0,0116	7,5

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.54. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.55. MOMENTO TORSOR / MIN (TONF-M)

En la tabla y en la figura, indican un aumento en el momento torsor (MAX), en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y una disminución en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. En la tabla y en la figura, indica en el momento torsor (min), en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 2 estratos son mayores negativamente con respecto a base empotrada. Y los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico son menores negativamente con respecto a la base empotrada.



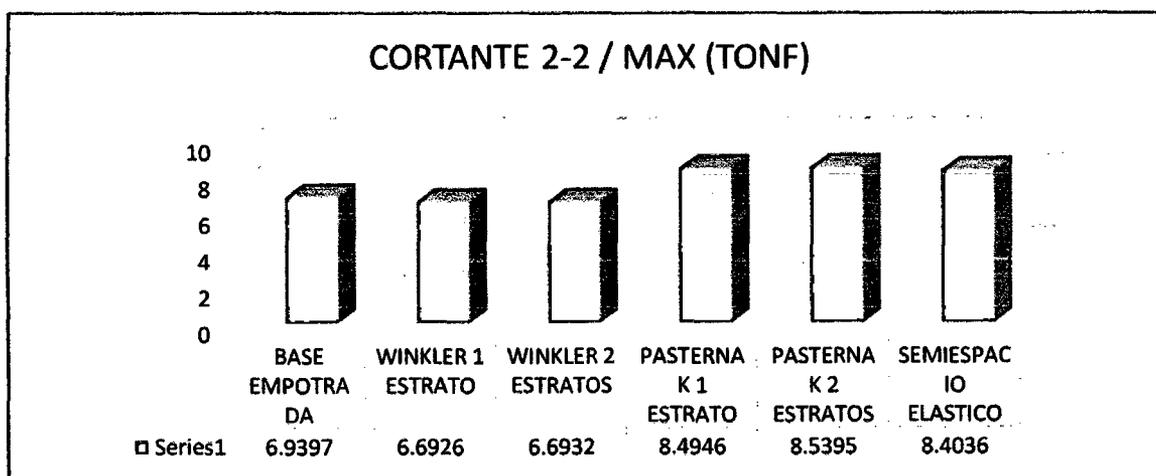
**V) MODELOS DINAMICO – ESTRUCTURA
IRREGULAR –CON SISMO EN “X” – ETABS**



TABLA V-01 – CORTANTE 2-2

	CORTANTE 2-2			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	6,9397	3,8	0	3,8
WINKLER 1 ESTRATO	6,6926	3,8	0	3,8
WINKLER 2 ESTRATOS	6,6932	3,8	0	3,8
PASTERNAK 1 ESTRATO	8,4946	3,8	0	3,8
PASTERNAK 2 ESTRATOS	8,5395	3,8	0	3,8
SEMIESPACIO ELASTICO	8,4036	3,8	0	3,8

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.56. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)

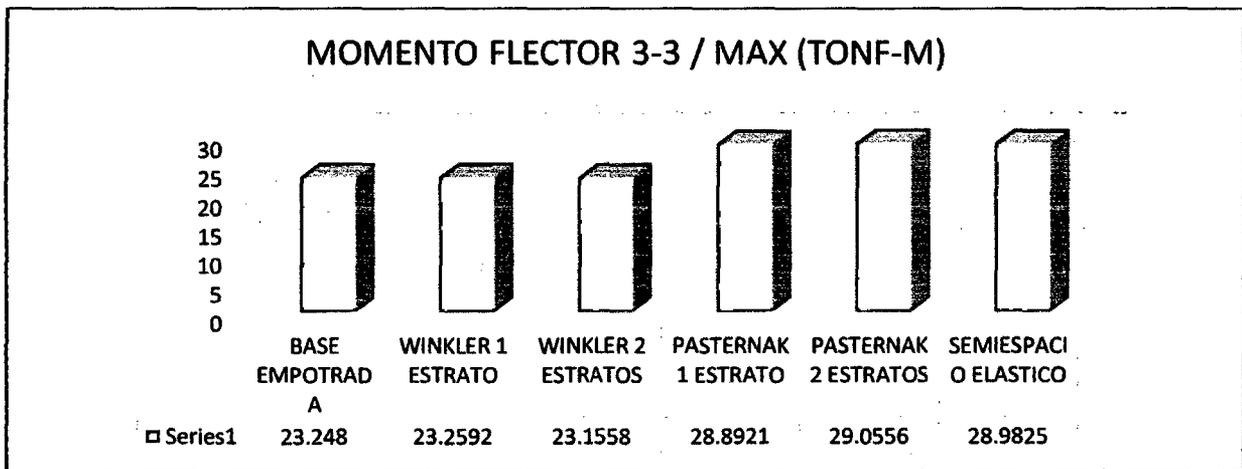
En la tabla y en la figura, indican una disminución en la cortante 2-2, en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y un aumento en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA V-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3

	MOMENTO FLECTOR 3-3			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	23,248	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	23,2592	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	23,1558	0	0	0
PASTERNAK 1 ESTRATO	28,8921	0	0	0
PASTERNAK 2 ESTRATOS	29,0556	0	0	0
SEMIESPACIO ELASTICO	28,9825	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.57. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M)

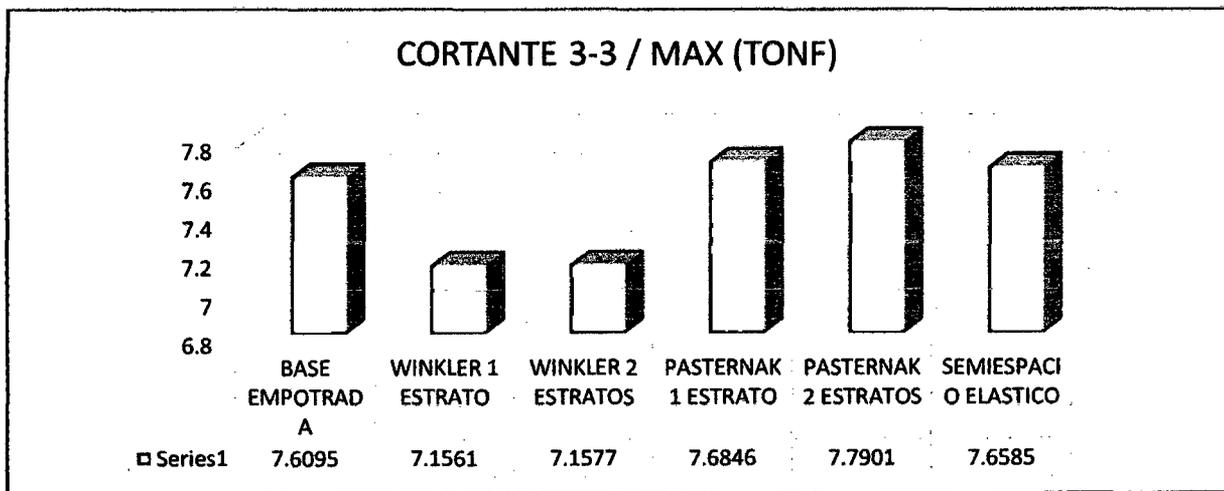
En la tabla y en la figura, indican un aumento en el momento flector 3-3, en los modelos Winkler de 1 estrato, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Y una disminución en el modelo Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA V-03 – CORTANTE 3-3

	CORTANTE 3-3			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	7,6095	3,8	0	3,8
WINKLER 1 ESTRATO	7,1561	3,8	0	3,8
WINKLER 2 ESTRATOS	7,1577	3,8	0	3,8
PASTERNAK 1 ESTRATO	7,6846	3,8	0	3,8
PASTERNAK 2 ESTRATOS	7,7901	3,8	0	3,8
SEMIESPACIO ELASTICO	7,6585	3,8	0	3,8

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.58. CORTANTE 3-3 / MAX (TONF)

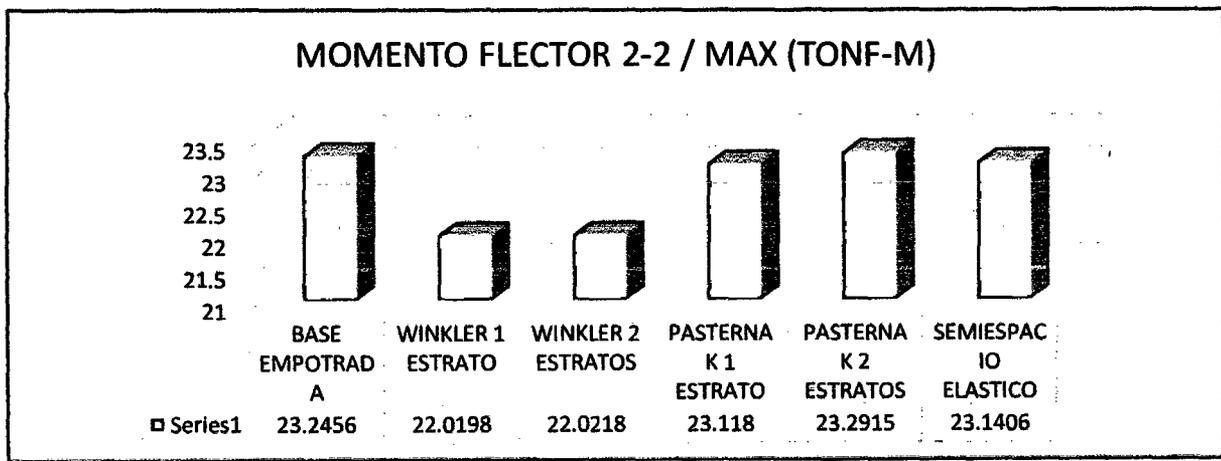
En la tabla y en la figura, indican una disminución en la cortante 3-3, en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y un aumento en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA V-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2

	MOMENTO FLECTOR 2-2			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	23,2456	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	22,0198	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	22,0218	0	0	0
PASTERNAK 1 ESTRATO	23,118	0	0	0
PASTERNAK 2 ESTRATOS	23,2915	0	0	0
SEMIESPACIO ELASTICO	23,1406	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.59. MOMENTO FLECTOR 2-2 / MAX (TONF-M)

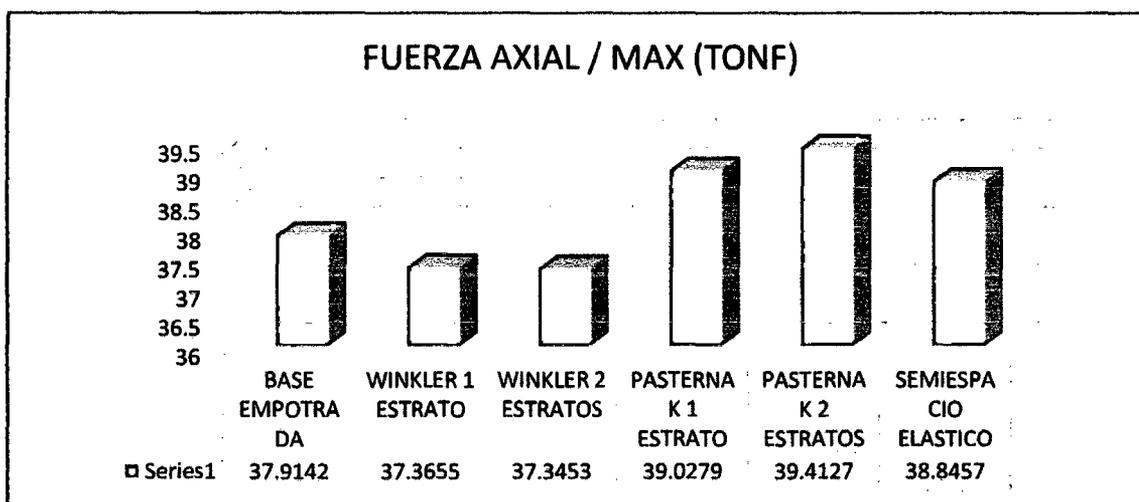
En la tabla y en la figura, indican una disminución en el momento flector 2-2, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Y un aumento en el modelo Pasternak de 2 estratos con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA V-05 – FUERZA AXIAL

	FUERZA AXIAL			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	37,9142	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	37,3655	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	37,3453	0	0	0
PASTERNAK 1 ESTRATO	39,0279	0	0	0
PASTERNAK 2 ESTRATOS	39,4127	0	0	0
SEMIESPACIO ELASTICO	38,8457	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.60. FUERZA AXIAL / MAX (TONF)

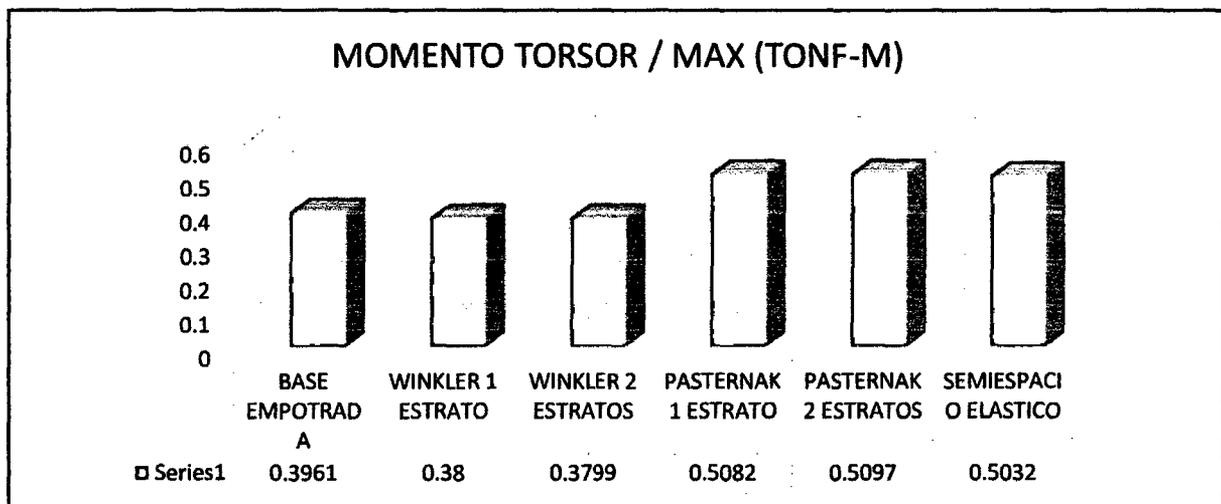
En la tabla y en la figura, indican una disminución en la fuerza axial, en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y un aumento en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA V-05 – MOMENTO TORSOR

	MOMENTO TORSOR			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,3961	3,8	0	3,8
WINKLER 1 ESTRATO	0,38	3,8	0	3,8
WINKLER 2 ESTRATOS	0,3799	3,8	0	3,8
PASTERNAK 1 ESTRATO	0,5082	3,8	0	3,8
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,5097	3,8	0	3,8
SEMIESPACIO ELASTICO	0,5032	3,8	0	3,8

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.61. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)

En la tabla y en la figura, indican una disminución en el momento torsor, en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y un aumento en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



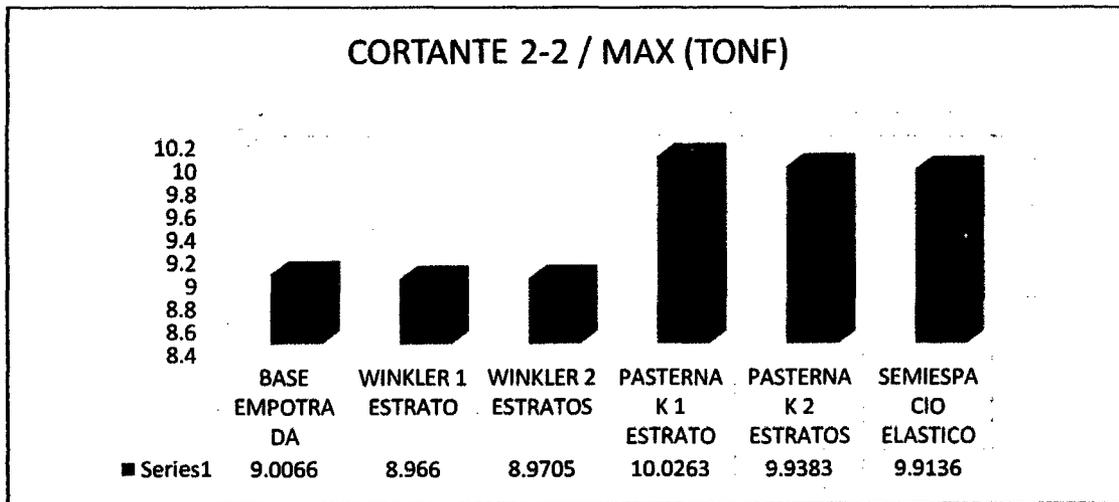
**W) MODELOS DINAMICO – ESTRUCTURA
IRREGULAR –CON SISMO EN “Y” – ETABS**



TABLA W-01 – CORTANTE 2-2

	CORTANTE 2-2			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	9,0066	3,8	0	3,8
WINKLER 1 ESTRATO	8,966	3,8	0	3,8
WINKLER 2 ESTRATOS	8,9705	3,8	0	3,8
PASTERNAK 1 ESTRATO	10,0263	3,8	0	3,8
PASTERNAK 2 ESTRATOS	9,9383	3,8	0	3,8
SEMIESPACIO ELASTICO	9,9136	3,8	0	3,8

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.62. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)

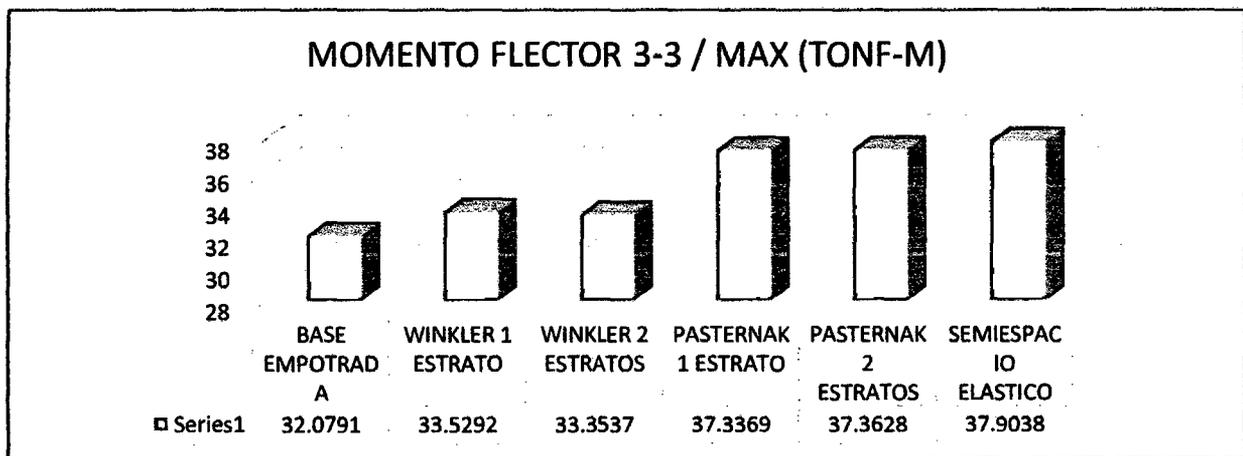
En la tabla y en la figura, indican una disminución en la cortante 2-2, en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y un aumento en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA W-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3

	MOMENTO FLECTOR 3-3			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	32,0791	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	33,5292	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	33,3537	0	0	0
PASTERNAK 1 ESTRATO	37,3369	0	0	0
PASTERNAK 2 ESTRATOS	37,3628	0	0	0
SEMIESPACIO ELASTICO	37,9038	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.63. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M)

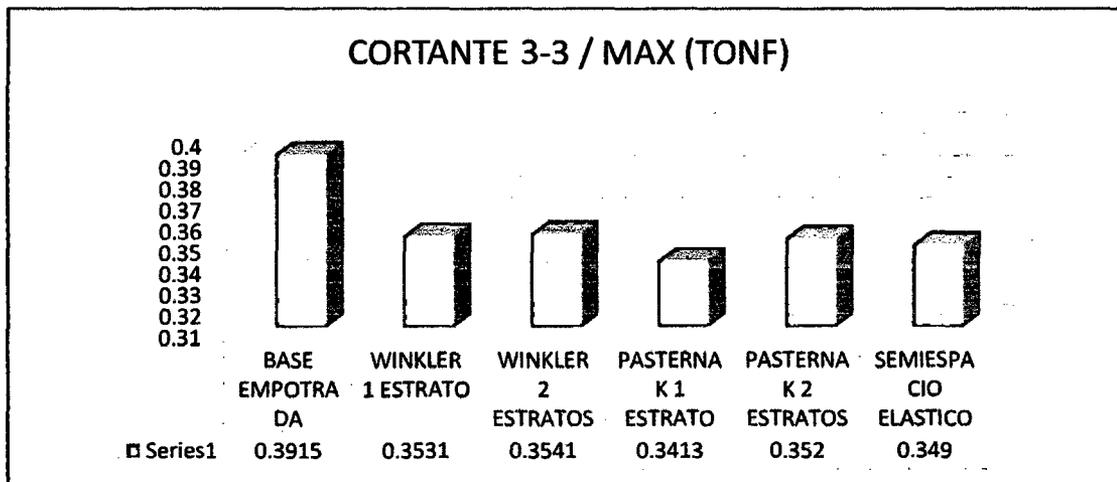
En la tabla y en la figura, indican un aumento en el momento flector 3-3, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA W-03 – CORTANTE 3-3

	CORTANTE 3-3			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,3915	3,8	0	3,8
WINKLER 1 ESTRATO	0,3531	3,8	0	3,8
WINKLER 2 ESTRATOS	0,3541	3,8	0	3,8
PASTERNAK 1 ESTRATO	0,3413	3,8	0	3,8
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,352	3,8	0	3,8
SEMIESPACIO ELASTICO	0,349	3,8	0	3,8

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.64. CORTANTE 3-3 / MAX (TONF)

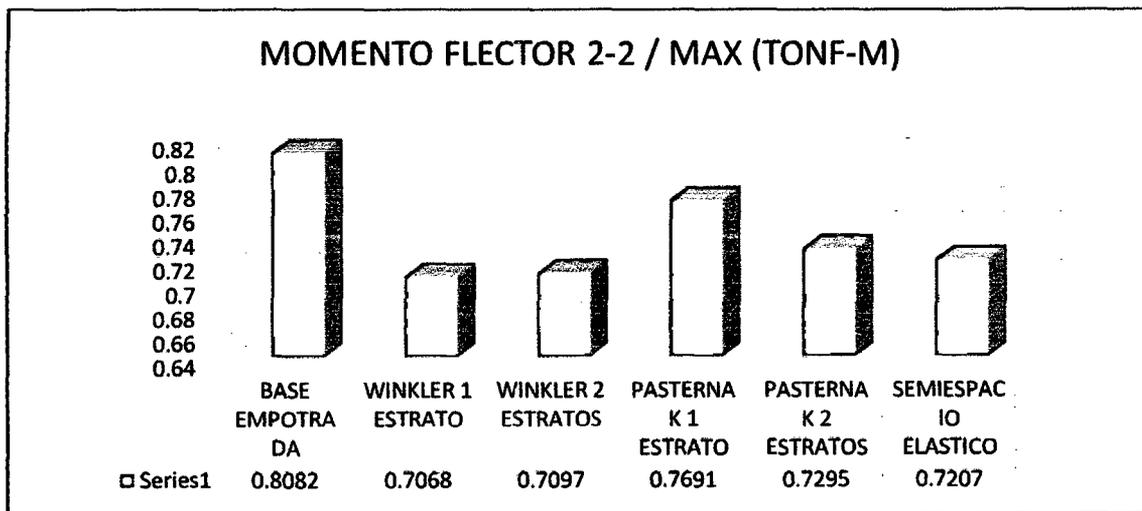
En la tabla y en la figura, indican una disminución en la cortante 3-3, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA W-04 – MOMENTO FLECTOR 2-2

	MOMENTO FLECTOR 2-2			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,8082	3,8	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	0,7068	3,8	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	0,7097	3,8	0	0
PASTERNAK 1 ESTRATO	0,7691	3,8	0	0
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,7295	3,8	0	0
SEMIESPACIO ELASTICO	0,7207	3,8	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.65. MOMENTO FLECTOR 2-2 / MAX (TONF-M)

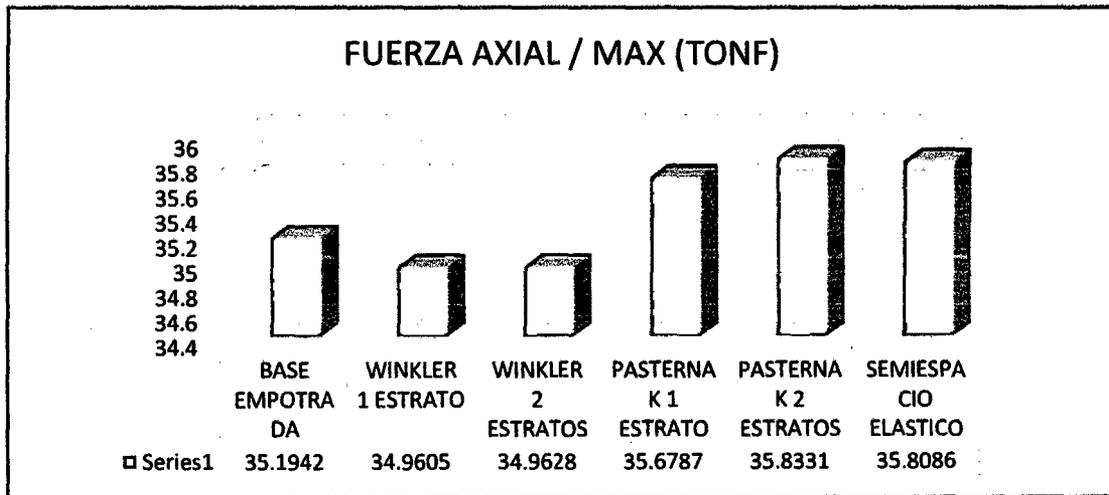
En la tabla y en la figura, indican una disminución en el momento flector 2-2, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA W-05 – FUERZA AXIAL

	FUERZA AXIAL			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	35,1942	0	0	0
WINKLER 1 ESTRATO	34,9605	0	0	0
WINKLER 2 ESTRATOS	34,9628	0	0	0
PASTERNAK 1 ESTRATO	35,6787	0	0	0
PASTERNAK 2 ESTRATOS	35,8331	0	0	0
SEMIESPACIO ELASTICO	35,8086	0	0	0

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.66. FUERZA AXIAL / MAX (TONF)

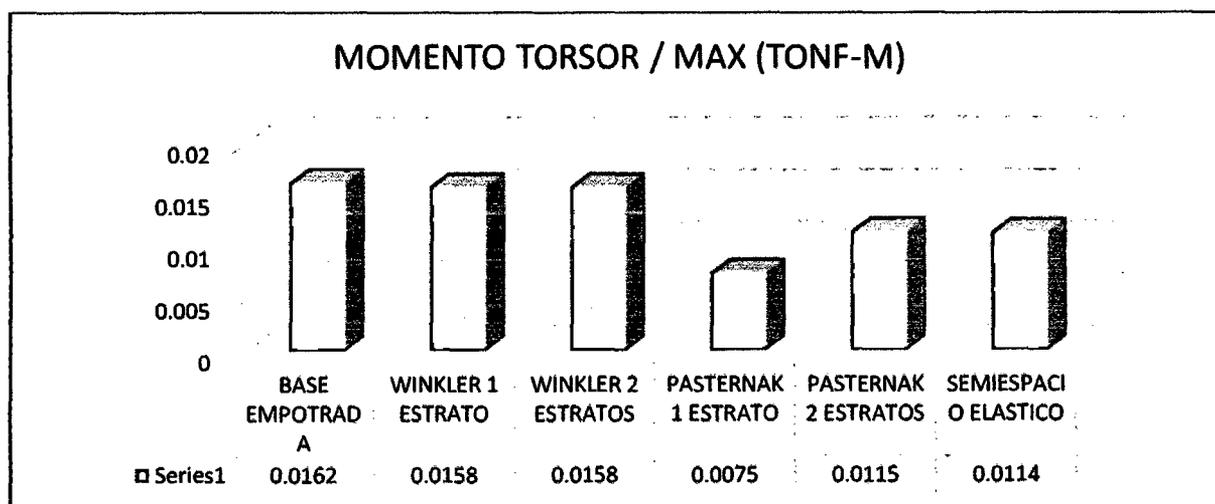
En la tabla y en la figura, indican una disminución en la fuerza axial, en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y un aumento en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA W-06 – MOMENTO TORSOR

	MOMENTO TORSOR			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,0162	3,8	0	3,8
WINKLER 1 ESTRATO	0,0158	3,8	0	3,8
WINKLER 2 ESTRATOS	0,0158	3,8	0	3,8
PASTERNAK 1 ESTRATO	0,0075	3,8	0	3,8
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,0115	3,8	0	3,8
SEMIESPACIO ELASTICO	0,0114	3,8	0	3,8

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.67. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)

En la tabla y en la figura, indican una disminución en el momento torsor, en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



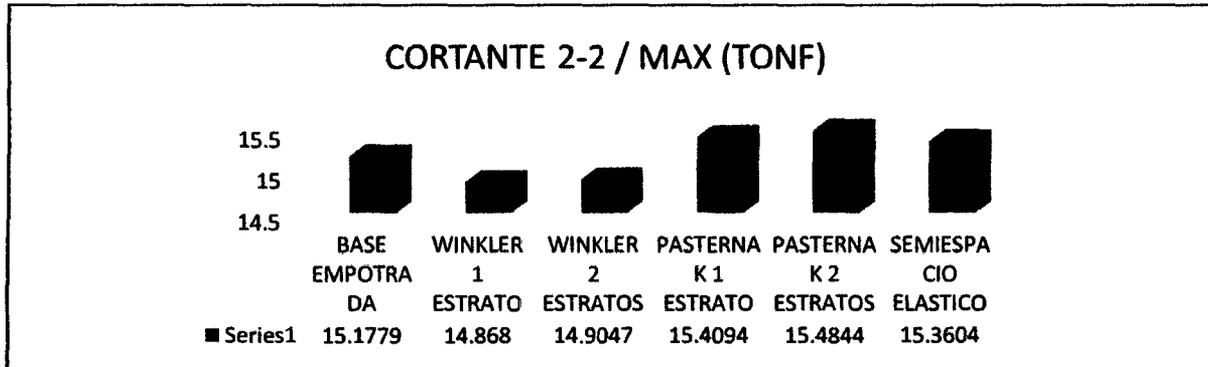
**X) MODELOS DINAMICO – ESTRUCTURA
IRREGULAR –CON ENVOLVENTES DE
CARGAS – ETABS**



TABLA X-01 – CORTANTE 2-2

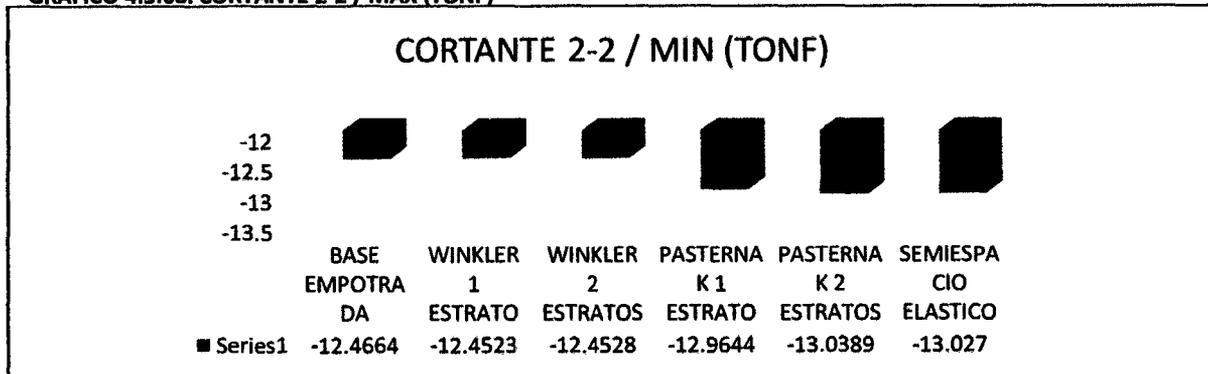
	CORTANTE 2-2			
	MAX (Tonf)	Distancia (m)	MIN (Tonf)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	15,1779	7,5	-12,4664	0,45
WINKLER 1 ESTRATO	14,868	7,5	-12,4523	0,45
WINKLER 2 ESTRATOS	14,9047	7,5	-12,4528	0,45
PASTERNAK 1 ESTRATO	15,4094	7,5	-12,9644	0,45
PASTERNAK 2 ESTRATOS	15,4844	7,5	-13,0389	0,45
SEMIESPACIO ELASTICO	15,3604	7,5	-13,027	0,45

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.68. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.69. CORTANTE 2-2 / MAX (TONF)

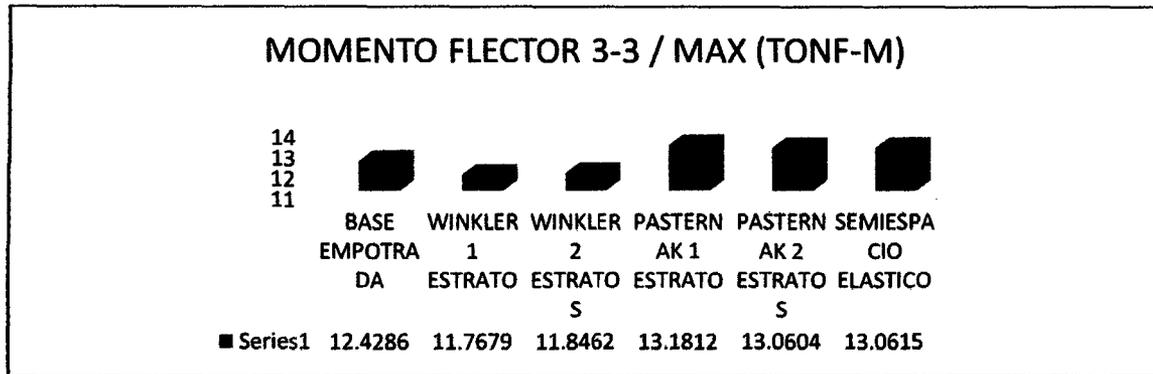
En la tabla y en la figura, indican una disminución en la cortante 2-2(MAX), en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y un aumento en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. En la tabla y en la figura, indica en la cortante 2-2(min), en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 2 estratos son menores negativamente con respecto a base empotrada. Y los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico son mayores negativamente con respecto a la base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa



TABLA X-02 – MOMENTO FLECTOR 3-3

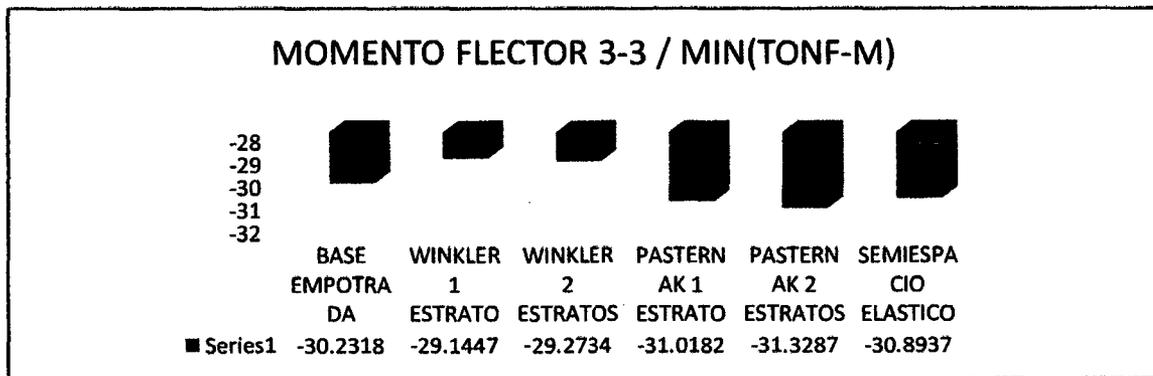
	MOMENTO FLECTOR 3-3			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	12,4286	1,86	-30,2318	7,5
WINKLER 1 ESTRATO	11,7679	1,86	-29,1447	7,5
WINKLER 2 ESTRATOS	11,8462	1,86	-29,2734	7,5
PASTERNAK 1 ESTRATO	13,1812	0,45	-31,0182	7,5
PASTERNAK 2 ESTRATOS	13,0604	0,45	-31,3287	7,5
SEMIESPACIO ELASTICO	13,0615	0,45	-30,8937	7,5

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.70. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MAX (TONF-M)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.71. MOMENTO FLECTOR 3-3 / MIN (TONF-M)

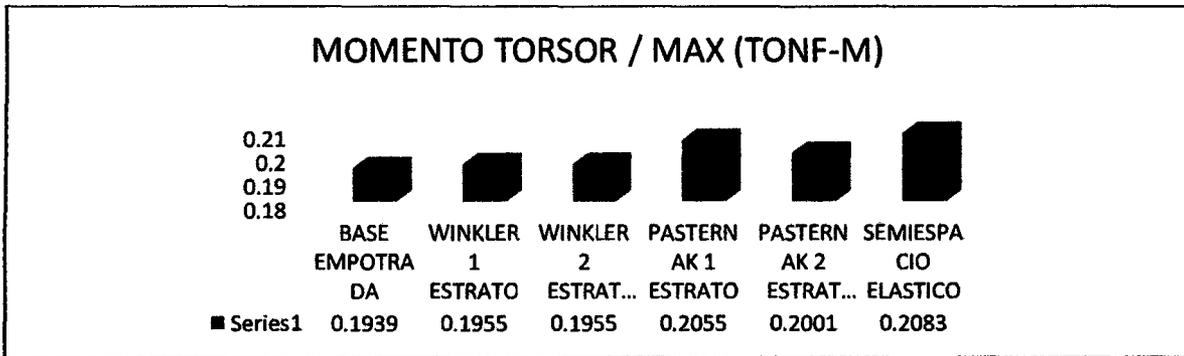
En la tabla y en la figura, indican una disminución en el momento flector 3-3(MAX), en los modelos Winkler de 1 estrato y Winkler de 2 estratos con respecto a base empotrada. Y un aumento en los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. En la tabla y en la figura, indica en el momento flector 3-3(min), en los modelos Winkler de 01 estrato y Winkler de 2 estratos son menores negativamente con respecto a base empotrada. Y los modelos Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico son mayores negativamente con respecto a la base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



TABLA X-03 – MOMENTO TORSOR

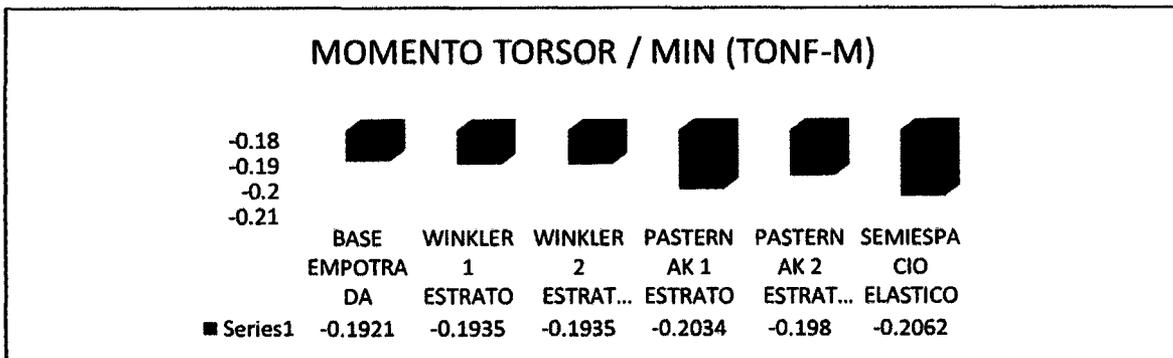
	MOMENTO TORSOR			
	MAX (Tonf-m)	Distancia (m)	MIN (Tonf-m)	Distancia (m)
BASE EMPOTRADA	0,1939	7,5	-0,1921	7,5
WINKLER 1 ESTRATO	0,1955	7,5	-0,1935	7,5
WINKLER 2 ESTRATOS	0,1955	7,5	-0,1935	7,5
PASTERNAK 1 ESTRATO	0,2055	7,5	-0,2034	7,5
PASTERNAK 2 ESTRATOS	0,2001	7,5	-0,198	7,5
SEMIESPACIO ELASTICO	0,2083	7,5	-0,2062	7,5

FUENTE: PROPIA (2014)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.76. MOMENTO TORSOR / MAX (TONF-M)



FUENTE: PROPIA (2014)

GRÁFICO 4.5.77. MOMENTO TORSOR / MIN (TONF-M)

En la tabla y en la figura, indican un aumento en el momento torsor (MAX), en los modelos Winkler de 1 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico con respecto a base empotrada. En la tabla y en la figura, indica en el momento torsor (min), en los modelos Winkler de 01 estrato, Winkler de 2 estratos, Pasternak de 1 estrato, Pasternak de 2 estratos y semiespacio elástico son mayores negativamente con respecto a la base empotrada. Cabe resaltar que los cálculos se realizaron con el programa ETABS.



5. DISCUSIÓN.

Para la comparación de los resultados de las fuerzas internas con los modelos de la interacción suelo-estructura, respecto al modelo empotrado en la base, se han considerado solo dos elementos estructurales, estos no son una muestra probabilística sino una muestra por conveniencia, limitada por las posibilidades de uno de los software's usados en el cálculo en un caso y por el elemento que presenta un mayor desplazamiento en el otro.

5.1. DE LA EDIFICACIÓN REGULAR.

De la Tabla 4.1.1 y 4.1.2, Coeficientes de rigidez para la interacción suelo-estructura, se observa que en los modelos de Winkler, Pasternack y el Semiespacio elástico linealmente deformable, los desplazamientos de entresijos dependerán de los coeficientes de rigidez del suelo. En el caso del modelo de Winkler, los valores más altos de los coeficientes verticales producen menores desplazamientos de entresijos. En los modelos de Pasternack la incorporación de los coeficientes de rigidez horizontal produce un incremento en los desplazamientos en comparación de los modelos de Winkler, así mismo los valores más altos de los coeficientes producen mayores desplazamientos de entresijos, esto debido a la incorporación de un coeficiente de rigidez horizontal. De la Tabla 4.1.1 y 4.1.2, tenemos que las fuerzas internas de los elementos estructurales dependerán de los coeficientes de rigidez, al tener valores altos de los coeficientes de rigidez producirán mayores fuerzas internas en los elementos estructurales; por lo tanto los suelos más flexibles absorberán mayor energía del sismo.

En los gráficos en los que se muestra los modos de vibración, CYPECAD, al tener incluida la norma peruana en su código, considera los modos de vibrar



necesarios para cumplir la condición que dice la norma de que se consideraran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa de la estructura, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los 3 primeros modos predominantes en la estructura. También se le puede asignar manualmente el número de modos a considerar en el mismo. Por esto en algunos modelos no se tienen los 6 modos de vibrar correspondientes a una edificación de 02 pisos.

Las siguientes tablas son un resumen de las fuerzas internas.



Tabla 4.6.1: Fuerzas internas para el análisis estático de la edificación regular con ETABS, sismo X

COLUMNA/ANÁLISIS ESTÁTICO / REGULAR / 1.25(CM+CV)+SISMO X

	Cortante 2-2	Momento 3-3	Cortante 3-3	Momento 2-2	Fuerza axial	Momento torsor	% de variación cortante 2-2	% de variación de momento 3-3	% de variación cortante 3-3	% de variación de momento 2-2	% de variación Axial	% de variación de momento torsor
	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)						
B. empotrada	0.1789	0.4958	0.0066	0.0174	28.3959	0.0078	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Winkler 1 e.	0.1472	0.3897	0.00452	0.01315	14.6838	0.0089	82.28%	78.60%	68.48%	75.57%	51.71%	114.10%
Winkler 2 e.	0.1476	0.3911	0.00342	0.01116	14.806	0.0088	82.50%	78.88%	51.82%	64.14%	52.14%	112.82%
Pasternak 1 e.	0.1717	0.4808	0.0016	0.0079	21.0016	0.0085	95.98%	96.97%	24.24%	45.40%	73.96%	108.97%
Pasternak 2 e.	0.1717	0.4806	0.0015	0.0076	21.0048	0.0085	95.98%	96.93%	22.73%	43.68%	73.97%	108.97%
Sem. elástico	0.172	0.4815	0.0018	0.0084	21.0036	0.0082	96.14%	97.12%	27.27%	48.28%	73.97%	105.13%

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.2: Fuerzas internas para el análisis estático de la edificación regular con ETABS, sismo Y

COLUMNA/ANÁLISIS ESTÁTICO / REGULAR / 1.25(CM+CV)+SISMO Y

	Cortante 2-2	Momento 3-3	Cortante 3-3	Momento 2-2	Fuerza axial	Momento torsor	% de variación cortante 2-2	% de variación de momento 3-3	% de variación cortante 3-3	% de variación de momento 2-2	% de variación Axial	% de variación de momento torsor
	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)						
B. empotrada	0.0134	0.0374	1.7893	3.3643	27.4892	0.0084	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Winkler 1 e.	0.0185	0.0514	2.3692	4.4945	14.2045	0.0094	138.06%	137.43%	132.41%	133.59%	51.67%	111.90%
Winkler 2 e.	0.0179	0.0496	2.3451	4.4458	14.3529	0.0094	133.58%	132.62%	131.06%	132.15%	52.21%	111.90%
Pasternak 1 e.	0.0127	0.0368	1.7589	3.3153	20.3522	0.0084	94.78%	98.40%	98.30%	98.54%	74.04%	100.00%
Pasternak 2 e.	0.0126	0.0368	1.7596	3.3159	20.3558	0.0084	94.03%	98.40%	98.34%	98.56%	74.05%	100.00%
Sem. elástico	0.0127	0.0218	1.7582	3.3151	20.3534	0.0084	94.78%	58.29%	98.26%	98.54%	74.04%	100.00%

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.3: Fuerzas internas para el análisis estático de la edificación regular con ETABS, envolvente de cargas

	VIGAS/ANÁLISIS ESTÁTICO / ENVOLVENTE											
	CORTANTE 2-2		MOMENTO FLECTOR 3-3		MOMENTO TORSOR		% de variación cortante 2-2 (+)	% de variación cortante 2-2 (-)	% de variación de momento (+)	% de variación de momento 3-3 (-)	% de variación de momento torsor (+)	% de variación de momento torsor (-)
	Max (tonf)	Min (tonf)	Max (tonf-m)	Min (tonf-m)	Max (tonf-m)	Min (tonf-m)						
B. empotrada	12.0859	-8.7793	3.2933	-13.435	0.0033	-0.0953	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Winkler 1 e.	16.8166	-6.9206	8.1359	-21.7667	0.0071	-0.0891	139.14%	78.83%	247.04%	162.01%	215.15%	93.49%
Winkler 2 e.	16.7316	-6.8896	8.017	-21.5987	0.0068	-0.0891	138.44%	78.48%	243.43%	160.76%	206.06%	93.49%
Pasternak 1 e.	13.9791	-6.4562	4.4011	-16.3969	0.0039	-0.0909	115.66%	73.54%	133.64%	122.05%	118.18%	95.38%
Pasternak 2 e.	13.9806	-6.4568	4.4015	-16.4011	0.0039	-0.0909	115.68%	73.55%	133.65%	122.08%	118.18%	95.38%
Sem. elástico	13.9762	-6.4556	4.4016	-16.3904	0.0038	-0.0911	115.64%	73.53%	133.65%	122.00%	115.15%	95.59%

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.4: Fuerzas internas para el análisis dinámico de la edificación regular con ETABS, sismo X

	COLUMNA/ANÁLISIS DINAMICO / REGULAR / 1.25(CM+CV)+SISMO X											
	Cortante 2-2	Momento 3-3	Cortante 3-3	Momento 2-2	Fuerza axial	Momento torsor	% de variación cortante 2-2	% de variación de momento 3-3	% de variación cortante 3-3	% de variación de momento 2-2	% de variación Axial	% de variación de momento torsor
	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)						
B. empotrada	0.1536	0.4214	0.009	0.0218	28.397	0.0034	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Winkler 1 e.	0.1411	0.3731	0.0028	0.01087	14.6979	0.0042	91.86%	88.54%	31.11%	49.86%	51.76%	123.53%
Winkler 2 e.	0.14	0.3698	0.0033	0.0117	14.8064	0.0041	91.15%	87.76%	41.44%	53.62%	52.14%	120.59%
Pasternak 1 e.	0.1764	0.4925	0.005	0.0144	21.0053	0.0032	114.84%	116.87%	55.56%	66.06%	73.97%	94.12%
Pasternak 2 e.	0.1771	0.494	0.0047	0.0137	21.0058	0.0028	115.30%	117.23%	52.22%	62.84%	73.97%	82.35%
Sem. elástico	0.1745	0.4874	0.0038	0.0122	21.0043	0.0006	113.61%	115.66%	42.22%	55.96%	73.97%	17.65%

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.5: Fuerzas internas para el análisis dinámico de la edificación regular con ETABS, sismo Y

	COLUMNA/ANALISIS DINAMICO / REGULAR / 1.25(CM+CV)+SISMO Y											
	Cortante 2-2	Momento 3-3	Cortante 3-3	Momento 2-2	Fuerza axial	Momento torsor	% de variación cortante 2-2	% de variación de momento 3-3	% de variación cortante 3-3	% de variación de momento 2-2	% de variación Axial	% de variación de momento torsor
	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)						
B. empotrada	0.0083	0.0226	1.6223	3.0508	29.2067	0.0049	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Winkler 1 e.	0.0133	0.0371	2.1416	4.1658	15.307	0.0051	160.24%	164.16%	132.01%	136.55%	52.41%	104.08%
Winkler 2 e.	0.0128	0.0354	2.1394	4.0513	15.2158	0.005	154.22%	156.64%	131.87%	132.79%	52.10%	102.04%
Pasternak 1 e.	0.0045	0.0132	1.9372	3.6504	21.6833	0.0025	54.22%	58.41%	119.41%	119.65%	74.24%	51.02%
Pasternak 2 e.	0.0042	0.0123	1.9425	3.6598	21.6797	0.0022	50.60%	54.42%	119.74%	119.96%	74.23%	44.90%
Sem. elástico	0.005	0.043	1.9252	3.6292	21.6839	0.0027	60.24%	190.27%	118.67%	118.96%	74.24%	55.10%

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.6: Fuerzas internas para el análisis dinámico de la edificación regular con ETABS, envolvente de cargas

	VIGAS/ANALISIS DINAMICO / ENVOLVENTE											
	CORTANTE 2-2		MOMENTO FLECTOR 3-3		MOMENTO TORSOR		% de variación cortante 2-2 (+)	% de variación cortante 2-2 (-)	% de variación de momento (+)	% de variación de momento 3-3 (-)	% de variación de momento torsor (+)	% de variación de momento torsor (-)
	Max (tonf)	Min (tonf)	Max (tonf-m)	Min (tonf-m)	Max (tonf-m)	Min (tonf-m)						
B. empotrada	11.7256	-10.6354	5.7821	-12.5732	0.0823	-0.0827	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Winkler 1 e.	16.2874	-7.1055	7.5938	-20.5229	0.0805	-0.075	138.90%	66.81%	131.33%	163.23%	97.81%	90.69%
Winkler 2 e.	16.3301	-7.0212	7.6091	-20.6516	0.0803	-0.0753	139.27%	66.02%	131.60%	164.25%	97.57%	91.05%
Pasternak 1 e.	14.2477	-9.1778	5.8952	-17.0517	0.0877	-0.0882	121.51%	86.29%	101.96%	135.62%	106.56%	106.65%
Pasternak 2 e.	14.2475	-9.1783	5.8966	-17.0523	0.0875	-0.0881	121.51%	86.30%	101.98%	135.62%	106.32%	106.53%
Sem. elástico	14.2327	-0.91618	5.8792	-17.0146	0.0886	-0.0892	121.38%	8.61%	101.68%	135.32%	107.65%	107.86%

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.7: Fuerzas internas para el análisis estático de la edificación regular con CYPE, sismo X

COLUMNA/ANÁLISIS ESTÁTICO / REGULAR / 1.25(CM+CV)+SISMO X

	Cortante 2-2	Momento 3-3	Cortante 3-3	Momento 2-2	Fuerza axial	Momento torsor	% de variación cortante 2-2	% de variación de momento 3-3	% de variación cortante 3-3	% de variación de momento 2-2	% de variación Axial	% de variación de momento torsor
	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)						
B. empotrada	0.28	0.83	0.03	0.88	30.25	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	0.28	0.83
Winkler 1 e.	0.22	0.56	0.03	0.62	21.7	78.57%	67.47%	100.00%	70.45%	71.74%	0.22	0.56
Winkler 2 e.	0.22	0.55	0.02	0.61	21.31	78.57%	66.27%	66.67%	69.32%	70.45%	0.22	0.55

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.8: Fuerzas internas para el análisis estático de la edificación regular con CYPE, sismo Y

COLUMNA/ANÁLISIS ESTÁTICO / REGULAR / 1.25(CM+CV)+SISMO Y

	Cortante 2-2	Momento 3-3	Cortante 3-3	Momento 2-2	Fuerza axial	Momento torsor	% de variación cortante 2-2	% de variación de momento 3-3	% de variación cortante 3-3	% de variación de momento 2-2	% de variación Axial	% de variación de momento torsor
	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)						
B. empotrada	0.02	0.82	2.36	4.49	29.88	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	0.02	0.82
Winkler 1 e.	0	0.55	2.86	5.37	21.4	0.00%	67.07%	121.19%	119.60%	71.62%	0	0.55
Winkler 2 e.	0	0.54	2.86	0.6	21.05	0.00%	65.85%	121.19%	13.36%	70.45%	0	0.54

FUENTE: PROPIA (2014)



Tabla 4.6.9: Fuerzas internas para el análisis estático de la edificación regular con CYPE, envolvente de cargas

	VIGAS/ANÁLISIS ESTÁTICO / ENVOLVENTE											
	CORTANTE 2-2		MOMENTO FLECTOR 3-3		MOMENTO TORSOR		% de variación cortante 2-2 (+)	% de variación cortante 2-2 (-)	% de variación de momento (+)	% de variación de momento 3-3 (-)	% de variación de momento torsor (+)	% de variación de momento torsor (-)
	Max (tonf)	Min (tonf)	Max (tonf-m)	Min (tonf-m)	Max (tonf-m)	Min (tonf-m)						
B. empotrada	9.7	-8.53	4.9	-7.36	0.48	-0.35	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Winkler 1 e.	8.19	-11.15	7.8	-8.23	0.48	-0.39	84.43%	130.72%	159.18%	111.82%	100.00%	111.43%
Winkler 2 e.	8.2	-11.08	7.67	-8.18	0.48	-0.39	84.54%	129.89%	156.53%	111.14%	100.00%	111.43%

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.10: Fuerzas internas para el análisis dinámico de la edificación regular con CYPE, sismo X

	COLUMNA/ANÁLISIS DINÁMICO / REGULAR / 1.25(CM+CV)+SISMO X											
	Cortante 2-2	Momento 3-3	Cortante 3-3	Momento 2-2	Fuerza axial	Momento torsor	% de variación cortante 2-2	% de variación de momento 3-3	% de variación cortante 3-3	% de variación de momento 2-2	% de variación Axial	% de variación de momento torsor
	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)						
B. empotrada	0.27	0.81	0.08	0.86	29.56	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	0.27	0.81
Winkler 1 e.	0.18	0.56	0.05	0.62	21.7	66.67%	69.14%	62.50%	72.09%	73.41%	0.18	0.56
Winkler 2 e.	0.19	0.57	0.02	0.62	21.86	70.37%	70.37%	25.00%	72.09%	73.95%	0.19	0.57

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.11: Fuerzas internas para el análisis dinámico de la edificación regular con CYPE, sismo Y

COLUMNA/ANÁLISIS DINAMICO / REGULAR / 1.25(CM+CV)+SISMO Y

	Cortante 2-2	Momento 3-3	Cortante 3-3	Momento 2-2	Fuerza axial	Momento torsor	% de variación cortante 2-2	% de variación de momento 3-3	% de variación cortante 3-3	% de variación de momento 2-2	% de variación Axial	% de variación de momento torsor
	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)						
B. empotrada	0.03	0.82	1.94	3.71	30.06	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	0.03	0.82
Winkler 1 e.	0.02	0.57	2.54	4.83	21.97	66.67%	69.51%	130.93%	130.19%	73.09%	0.02	0.57
Winkler 2 e.	0.02	0.57	2.54	4.83	22.08	66.67%	69.51%	130.93%	130.19%	73.45%	0.02	0.57

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.12: Fuerzas internas para el análisis dinámico de la edificación regular con CYPE, envolvente de cargas

VIGAS/ANÁLISIS DINAMICO / ENVOLVENTE

	CORTANTE 2-2		MOMENTO FLECTOR 3-3		MOMENTO TORSOR		% de variación cortante 2-2 (+)	% de variación cortante 2-2 (-)	% de variación de momento (+)	% de variación de momento 3-3 (-)	% de variación de momento torsor (+)	% de variación de momento torsor (-)
	Max (tonf)	Min (tonf)	Max (tonf-m)	Min (tonf-m)	Max (tonf-m)	Min (tonf-m)						
B. empotrada	9.28	-8.07	4.49	-6.61	0.28	-0.28	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Winkler 1 e.	7.77	-10.72	7.32	-7.5	0.41	-0.32	83.73%	132.84%	163.03%	113.46%	146.43%	114.29%
Winkler 2 e.	7.78	-10.66	7.21	-7.44	0.41	-0.32	83.84%	132.09%	160.58%	112.56%	146.43%	114.29%

FUENTE: PROPIA (2014)



Tal como se comentó en los gráficos de los resultados, se aprecia una gran dispersión de datos, las fuerzas internas tienden a ser menores en algunos casos y en otros tienden a aumentar.

5.2. DE LA EDIFICACIÓN IRREGULAR.

De la Tabla 4.1.1 y 4.1.2, Coeficientes de rigidez para la interacción suelo-estructura, se observa que en los modelos de Winkler, Pasternack y el Semiespacio elástico linealmente deformable, los desplazamientos de entresijos dependerán de los coeficientes de rigidez del suelo. En el caso del modelo de Winkler, los valores más altos de los coeficientes verticales producen menores desplazamientos de entresijos. En los modelos de Pasternack la incorporación de los coeficientes de rigidez horizontal produce un incremento en los desplazamientos en comparación de los modelos de Winkler, así mismo los valores más altos de los coeficientes producen mayores desplazamientos de entresijos, esto debido a la incorporación de un coeficiente de rigidez horizontal. De la Tabla 4.1.1 y 4.1.2, tenemos que las fuerzas internas de los elementos estructurales dependerán de los coeficientes de rigidez, al tener valores altos de los coeficientes de rigidez producirán mayores fuerzas internas en los elementos estructurales; por lo tanto los suelos más flexibles absorberán mayor energía del sismo.

En los gráficos en los que se muestra los modos de vibración, CYPECAD, al tener incluida la norma peruana en su código, considera los modos de vibrar necesarios para cumplir la condición que dice la norma de que se consideraran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa de la estructura, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos



los 3 primeros modos predominantes en la estructura. También se le puede asignar manualmente el número de modos a considerar en el mismo. Por esto en algunos modelos no se tienen los 6 modos de vibrar correspondientes a una edificación de 02 pisos.

Las siguientes tablas son un resumen de las fuerzas internas.



Tabla 4.6.13: Fuerzas internas para el análisis estático de la edificación irregular con ETABS, sismo X

	COLUMNA/ANÁLISIS ESTÁTICO / IRREGULAR / 1.25(CM+CV)+SISMO X											
	Cortante 2-2	Momento 3-3	Cortante 3-3	Momento 2-2	Fuerza axial	Momento torsor	% de variación cortante 2-2	% de variación de momento 3-3	% de variación cortante 3-3	% de variación de momento 2-2	% de variación Axial	% de variación de momento torsor
	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)						
B. empotrada	0.6114	10.2643	8.171	25.805	15.4442	0.1516	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Winkler 1 e.	0.618	11.0948	8.2091	25.9976	15.5467	0.1517	101.08%	108.09%	100.47%	100.75%	100.66%	100.07%
Winkler 2 e.	0.6169	10.9952	8.208	25.9935	15.5268	0.1517	100.90%	107.12%	100.45%	100.73%	100.53%	100.07%
Pasternak 1 e.	0.7939	11.4636	8.7173	27.2509	15.3547	0.1636	129.85%	111.68%	106.69%	105.60%	99.42%	107.92%
Pasternak 2 e.	0.8137	11.514	8.7244	27.2681	15.3455	0.1646	133.09%	112.18%	106.77%	105.67%	99.36%	108.58%
Sem. elástico	0.7776	11.7215	8.7136	27.2446	15.4253	0.163	127.18%	114.20%	106.64%	105.58%	99.88%	107.52%

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.14: Fuerzas internas para el análisis estático de la edificación irregular con ETABS, sismo Y

	COLUMNA/ANÁLISIS ESTÁTICO / IRREGULAR / 1.25(CM+CV)+SISMO Y											
	Cortante 2-2	Momento 3-3	Cortante 3-3	Momento 2-2	Fuerza axial	Momento torsor	% de variación cortante 2-2	% de variación de momento 3-3	% de variación cortante 3-3	% de variación de momento 2-2	% de variación Axial	% de variación de momento torsor
	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)						
B. empotrada	8.3291	38.2683	0.5965	1.15	20.6753	0.03	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Winkler 1 e.	8.3481	39.9615	0.5695	1.1416	20.9324	0.03	100.23%	104.42%	95.47%	99.27%	101.24%	100.00%
Winkler 2 e.	8.3456	39.7576	0.5706	1.1424	20.8899	0.03	100.20%	103.89%	95.66%	99.34%	101.04%	100.00%
Pasternak 1 e.	8.4119	39.9448	0.534	1.0572	20.8823	0.0305	100.99%	104.38%	89.52%	91.93%	101.00%	101.67%
Pasternak 2 e.	8.4194	39.9668	0.482	0.9305	20.834	0.0355	101.08%	104.44%	80.80%	80.91%	100.77%	118.33%
Sem. elástico	8.2028	40.0103	0.5032	0.9863	20.9979	0.0345	98.48%	104.55%	84.36%	85.77%	101.56%	115.00%

FUENTE: PROPIA (2014)



Tabla 4.6.15: Fuerzas internas para el análisis estático de la edificación irregular con ETABS, envolvente de cargas

	VIGAS/ANÁLISIS ESTÁTICO / ENVOLVENTE											
	CORTANTE 2-2		MOMENTO FLECTOR 3-3		MOMENTO TORSOR		% de variación cortante 2-2 (+)	% de variación cortante 2-2 (-)	% de variación de momento (+)	% de variación de momento 3-3 (-)	% de variación de momento torsor (+)	% de variación de momento torsor (-)
	Max (tonf)	Min (tonf)	Max (tonf-m)	Min (tonf-m)	Max (tonf-m)	Min (tonf-m)						
B. empotrada	15.9457	-9.5842	14.9208	-32.9192	0.0716	-0.0129	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Winkler 1 e.	15.6332	-9.7616	13.986	-31.8226	0.0717	-0.0131	98.04%	101.85%	93.73%	96.67%	100.14%	101.55%
Winkler 2 e.	15.6703	-9.7399	14.0845	-31.9528	0.0717	-0.0131	98.27%	101.62%	94.40%	97.06%	100.14%	101.55%
Pasternak 1 e.	15.6657	-9.744	14.0869	-31.9193	0.0697	-0.0106	98.24%	101.67%	94.41%	96.96%	97.35%	82.17%
Pasternak 2 e.	15.6673	-9.744	14.0929	-31.9245	0.0693	-0.0112	98.25%	101.67%	94.45%	96.98%	96.79%	86.82%
Sem. elástico	15.5488	-9.8108	13.7291	-31.5539	0.0702	-0.0116	97.51%	102.36%	92.01%	95.85%	98.04%	89.92%

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.16: Fuerzas internas para el análisis dinámico de la edificación irregular con ETABS, sismo X

	COLUMNA/ANÁLISIS DINÁMICO / IRREGULAR / 1.25(CM+CV)+SISMO X											
	Cortante 2-2	Momento 3-3	Cortante 3-3	Momento 2-2	Fuerza axial	Momento torsor	% de variación cortante 2-2	% de variación de momento 3-3	% de variación cortante 3-3	% de variación de momento 2-2	% de variación Axial	% de variación de momento torsor
	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)						
B. empotrada	6.9397	23.248	7.6095	23.2456	37.9142	0.3961	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Winkler 1 e.	6.6926	23.2592	7.1561	22.0198	37.3655	0.38	96.44%	100.05%	94.04%	94.73%	98.55%	95.94%
Winkler 2 e.	6.6932	23.1558	7.1577	22.0218	37.3453	0.3799	96.45%	99.60%	94.06%	94.74%	98.50%	95.91%
Pasternak 1 e.	8.4946	28.8921	7.6846	23.118	39.0279	0.5082	122.41%	124.28%	100.99%	99.45%	102.94%	128.30%
Pasternak 2 e.	8.5395	29.0556	7.7901	23.2915	39.4127	0.5097	123.05%	124.98%	102.37%	100.20%	103.95%	128.68%
Sem. elástico	8.4036	28.9825	7.6585	23.1406	38.8457	0.5032	121.09%	124.67%	100.64%	99.55%	102.46%	127.04%

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.17: Fuerzas internas para el análisis dinámico de la edificación irregular con ETABS, sismo Y

	COLUMNA/ANALISIS DINAMICO / IRREGULAR / 1.25(CM+CV)+SISMO Y											
	Cortante 2-2	Momento 3-3	Cortante 3-3	Momento 2-2	Fuerza axial	Momento torsor	% de variación cortante 2-2	% de variación de momento 3-3	% de variación cortante 3-3	% de variación de momento 2-2	% de variación Axial	% de variación de momento torsor
	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)						
B. empotrada	9.0066	32.0791	0.3915	0.8082	35.1942	0.0162	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Winkler 1 e.	8.966	33.5292	0.3531	0.7068	34.9605	0.0158	99.55%	104.52%	90.19%	87.45%	99.34%	97.53%
Winkler 2 e.	8.9705	33.3537	0.3541	0.7097	34.9628	0.0158	99.60%	103.97%	90.45%	87.81%	99.34%	97.53%
Pasternak 1 e.	10.0263	37.3369	0.3413	0.7691	35.6787	0.0075	111.32%	116.39%	87.18%	95.16%	101.38%	46.30%
Pasternak 2 e.	9.9383	37.3628	0.352	0.7295	35.8331	0.0115	110.34%	116.47%	89.91%	90.26%	101.82%	70.99%
Sem. elástico	9.9136	37.9038	0.349	0.7207	35.8086	0.0114	110.07%	118.16%	89.14%	89.17%	101.75%	70.37%

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.18: Fuerzas internas para el análisis dinámico de la edificación irregular con ETABS, envolvente de cargas

	VIGAS/ANALISIS DINAMICO / ENVOLVENTE											
	CORTANTE 2-2		MOMENTO FLECTOR 3-3		MOMENTO TORSOR		% de variación cortante 2-2 (+)	% de variación cortante 2-2 (-)	% de variación de momento (+)	% de variación de momento 3-3 (-)	% de variación de momento torsor (+)	% de variación de momento torsor (-)
	Max (tonf)	Min (tonf)	Max (tonf-m)	Min (tonf-m)	Max (tonf-m)	Min (tonf-m)						
B. empotrada	15.1779	-12.4664	12.4286	-30.2318	0.1939	-0.1921	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Winkler 1 e.	14.868	-12.4523	11.7679	-29.1447	0.1955	-0.1935	97.96%	99.89%	94.68%	96.40%	100.83%	100.73%
Winkler 2 e.	14.9047	-12.4528	11.8462	-29.2734	0.1955	-0.1935	98.20%	99.89%	95.31%	96.83%	100.83%	100.73%
Pasternak 1 e.	15.4094	-12.9644	13.1812	-31.0182	0.2055	-0.2034	101.53%	103.99%	106.06%	102.60%	105.98%	105.88%
Pasternak 2 e.	15.4844	-13.0389	13.0604	-31.3287	0.2001	-0.198	102.02%	104.59%	105.08%	103.63%	103.20%	103.07%
Sem. elástico	15.3604	-13.027	13.0615	-30.8937	0.2083	-0.2062	101.20%	104.50%	105.09%	102.19%	107.43%	107.34%

FUENTE: PROPIA (2014)



Tabla 4.6.19: Fuerzas internas para el análisis estático de la edificación irregular con CYPE, sismo X

COLUMNA/ANALISIS ESTATICO / IRREGULAR / 1.25(CM+CV)+SISMO X

	Cortante 2-2	Momento 3-3	Cortante 3-3	Momento 2-2	Fuerza axial	Momento torsor	% de variación cortante 2-2	% de variación de momento 3-3	% de variación cortante 3-3	% de variación de momento 2-2	% de variación Axial	% de variación de momento torsor
	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)						
B. empotrada	8.7425	30.225	2.835	13.14	32.8575	2.12	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Winkler 1 e.	6.27	15.7775	0.785	4.19	31.5725	1.945	71.72%	52.20%	27.69%	31.89%	96.09%	91.75%
Winkler 2 e.	5.755	15.72	0.8025	4.63	31.795	1.97	65.83%	52.01%	28.31%	35.24%	96.77%	92.92%

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.20: Fuerzas internas para el análisis estático de la edificación irregular con CYPE, sismo Y

COLUMNA/ANALISIS ESTATICO / IRREGULAR / 1.25(CM+CV)+SISMO Y

	Cortante 2-2	Momento 3-3	Cortante 3-3	Momento 2-2	Fuerza axial	Momento torsor	% de variación cortante 2-2	% de variación de momento 3-3	% de variación cortante 3-3	% de variación de momento 2-2	% de variación Axial	% de variación de momento torsor
	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)						
B. empotrada	3.7575	15.795	10.135	37.34	31.5775	2.45	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Winkler 1 e.	3.99	15.2725	11.505	32.66	31.2325	2.875	106.19%	96.69%	113.52%	87.47%	98.91%	117.35%
Winkler 2 e.	4.405	15.19	11.4125	32.39	31.305	2.87	117.23%	96.17%	112.60%	86.74%	99.14%	117.14%

FUENTE: PROPIA (2014)



Tabla 4.6.21: Fuerzas internas para el análisis estático de la edificación irregular con CYPE, envolvente de cargas

VIGAS/ANALISIS ESTATICO / ENVOLVENTE

	CORTANTE 2-2		MOMENTO FLECTOR 3-3		MOMENTO TORSOR		% de variación cortante 2-2 (+)	% de variación cortante 2-2 (-)	% de variación de momento (+)	% de variación de momento 3-3 (-)	% de variación de momento torsor (+)	% de variación de momento torsor (-)
	Max (tonf)	Min (tonf)	Max (tonf-m)	Min (tonf-m)	Max (tonf-m)	Min (tonf-m)						
B. empotrada	10.8	-9.84	8.79	-19.01	0.14	-0.31	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Winkler 1 e.	10.51	-10.49	10.16	-19.04	0.13	-0.27	97.31%	106.61%	115.59%	100.16%	92.86%	87.10%
Winkler 2 e.	10.65	-10.5	10.16	-19.04	0.13	-0.27	98.61%	106.71%	115.59%	100.16%	92.86%	87.10%

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.22: Fuerzas internas para el análisis dinámico de la edificación irregular con CYPE, sismo X

COLUMNA/ANALISIS DINAMICO / IRREGULAR / 1.25(CM+CV)+SISMO X

	Cortante 2-2	Momento 3-3	Cortante 3-3	Momento 2-2	Fuerza axial	Momento torsor	% de variación cortante 2-2	% de variación de momento 3-3	% de variación cortante 3-3	% de variación de momento 2-2	% de variación Axial	% de variación de momento torsor
	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)						
B. empotrada	6.654	20.889	2.632	11.246	32.386	1.379	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Winkler 1 e.	7.617	21.976	3.343	10.121	31.498	1.391	114.48%	105.21%	127.01%	90.00%	97.26%	100.86%
Winkler 2 e.	7.436	21.500	3.389	10.774	31.478	1.446	111.76%	102.93%	128.78%	95.81%	97.19%	104.84%

FUENTE: PROPIA (2014)



Tabla 4.6.23: Fuerzas internas para el análisis dinámico de la edificación irregular con CYPE, sismo Y

COLUMNA/ANÁLISIS DINAMICO / IRREGULAR / 1.25(CM+CV)+SISMO Y

	Cortante 2-2	Momento 3-3	Cortante 3-3	Momento 2-2	Fuerza axial	Momento torsor	% de variación cortante 2-2	% de variación de momento 3-3	% de variación cortante 3-3	% de variación de momento 2-2	% de variación Axial	% de variación de momento torsor
	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)	Max (tonf)	Max (tonf-m)						
B. empotrada	2.869	11.698	8.128	27.200	31.194	1.896	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Winkler 1 e.	3.906	13.134	9.617	27.367	30.790	2.378	136.12%	112.27%	118.32%	100.61%	98.71%	125.39%
Winkler 2 e.	3.863	13.000	9.304	27.121	31.478	1.446	134.64%	111.13%	114.46%	99.71%	100.91%	76.26%

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.24: Fuerzas internas para el análisis dinámico de la edificación irregular con CYPE, envolvente de cargas

VIGAS/ANÁLISIS DINAMICO / ENVOLVENTE

	CORTANTE 2-2		MOMENTO FLECTOR 3-3		MOMENTO TORSOR		% de variación cortante 2-2 (+)	% de variación cortante 2-2 (-)	% de variación de momento (+)	% de variación de momento 3-3 (-)	% de variación de momento torsor (+)	% de variación de momento torsor (-)
	Max (tonf)	Min (tonf)	Max (tonf-m)	Min (tonf-m)	Max (tonf-m)	Min (tonf-m)						
B. empotrada	10.28	-9.29	7.88	-16.91	0.13	-0.31	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Winkler 1 e.	9.93	-9.91	9	-16.69	0.12	-0.26	96.60%	106.67%	114.21%	98.70%	92.31%	83.87%
Winkler 2 e.	10.06	-9.91	8.98	-17.03	0.12	-0.26	97.86%	106.67%	113.96%	100.71%	92.31%	83.87%

FUENTE: PROPIA (2014)



Tal como se comentó en los gráficos de los resultados, se aprecia una gran dispersión de datos, las fuerzas internas tienden a ser menores en algunos casos y en otros tienden a aumentar.

Tanto en la edificación regular como en la irregular se observó variaciones en los esfuerzos que se obtienen de cada programa, esto como resultado de las diferentes idealizaciones matemáticas que hace cada software. En el caso de ETABS, se consideraron todos los elementos verticales como elementos frame, tal como se habían considerado en el modelo original del centro educativo; según el expediente técnico. Por otra parte, CYPECAD hace 02 distinciones entre los elementos verticales que intervienen en el análisis; como columnas y como pantallas. Los elementos columna son considerados como elementos frame, y el programa verifica la condición que da la norma E.060 para poder considerar un elemento como columna, la cual es que la dimensión mayor no exceda en 5 veces a la menor, esto para poder seguir considerando que las secciones planas se mantienen planas antes y después de la deformación. Al ingresar un elemento como columna o elemento frame, como se lo quiera llamar, únicamente se considera la deformación por flexión. Esto no sucede al emplear pantallas en CYPECAD, pues este considera a las pantallas como elementos área de lámina gruesa, incluyendo en estos las deformaciones a corte además de las de flexión; así mismo recomienda para su uso que la relación entre la longitud mayor y la menor de la sección de la pantalla sea mayor a 5 para que sea válida su idealización como tal. Según el manual de memoria de cálculo de CYPECAD, la discretización efectuada es por elementos finitos tipo lámina gruesa tridimensional. Están formadas por seis nodos, en los vértices y en los puntos medios de los lados, con seis grados de



libertad cada uno. Su forma es triangular y se realiza un mallado de la pantalla en función de las dimensiones, geometría, huecos, generándose un mallado con refinamiento en zonas críticas, lo que reduce el tamaño de los elementos en las proximidades de ángulos, bordes y singularidades. Se tienen información que CYPE ingenieros está trabajando en un nuevo editor de columnas, el cual ya tendrá incluido las columnas L, T, en cruz. Así mismo se está trabajando en un nuevo editor de muros, el cual será capaz de hacer una mejor discretización, considerando los elementos de lámina fina o gruesa de acuerdo a la esbeltez del mismo.

Esto produce variaciones en los resultados respecto al modelo de ETABS, tanto en las derivas como en las fuerzas internas.

Así mismo las variaciones en los resultados también se ven afectadas por la convención de signos usada en CYPECAD, en las cuales la compresión en las columnas representa el signo positivo y las tracciones el negativo. Esto a efectos de cálculo interno del programa no tiene relevancia pues él hace todas las combinaciones de carga considerando esos efectos a la hora de combinar; generando una gran serie de combos, aproximadamente una combo por cada variación en la fuerza. Visto así, para una misma combo podemos tener 6 o hasta más combinaciones generadas, esto debido a variaciones de signo a la hora de considerar los esfuerzos sísmicos, los cuales pueden ser positivos o negativos y por tanto puede variar el comportamiento de la sección para cada una de estas posibilidades.

Así mismo el ETABS, a la hora de hacer las combinaciones de carga, considera el máximo como el mayor positivo y al mínimo como el mayor negativo, sumándolos únicamente; visto esto se pueden plantear casos en que el esfuerzo



más desfavorable se dé si el esfuerzo negativo es sumado sin su signo para esa combinación, o viceversa, esto considerando que el sismo es un evento que va y viene, y las fuerzas que en una fracción de segundo eran positivas pasan a ser negativas en la siguiente fracción de segundo.

Vistas las variaciones en los resultados obtenidos, se hace necesario una contrastación de hipótesis.

5.3. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

Si los resultados de las fuerzas internas o esfuerzos en los elementos estructurales obtenidos con la interacción suelo-estructura son menores a los obtenidos con el modelo empotrado en la base, entonces la hipótesis será verdadera; de lo contrario, la hipótesis será falsa, consecuentemente será necesario hacer un análisis estadístico, recurriendo a la PRUEBA CHI-CUADRADO (χ^2).

5.3.1. PRUEBA CHI-CUADRADO (χ^2)

Es el nombre de una prueba de hipótesis que determina si dos variables están relacionadas o no, también es conocida como prueba de independencia, para ello se tiene que realizar los siguientes pasos:

- 1º. Realizar una conjetura.
- 2º. Plantear la hipótesis nula H_0 en la que se asegura que las dos variables planteadas son independientes una de la otra, y plantear la hipótesis alternativa H_1 en la que se asegura que las dos variables planteadas si son dependientes.
- 3º. Calcular el valor de χ^2 .

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$



Dónde: O son las frecuencias observadas y E son las frecuencias esperadas.

Para poder aplicar la prueba chi-cuadrada el tamaño de la muestra debe ser mayor a 30 ($n > 30$).

4°. Determinar el grado de libertad $v = (N^{\circ} \text{ filas} - 1) * (N^{\circ} \text{ columnas} - 1)$.

5°. Obtener el valor crítico para el grado de libertad y un nivel de significancia del

0.05 que indica que hay una probabilidad del 0.95 que la hipótesis nula sea verdadero, este valor se obtiene directamente de las tablas de chi-cuadrado.

6°. Realizar una comparación entre el chi-cuadrado calculado y el valor crítico de las tablas.

7°. Interpretar la comparación.

5.3.1.1. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS – EDIFICACIÓN REGULAR.

PARA LA COLUMNA C22.

1°. Se asume como hipótesis que en la interacción sísmica suelo-estructura, la rigidez del suelo de fundación está relacionada con la reducción de las fuerzas internas o esfuerzos en los elementos estructurales en las edificaciones.

2°. H_0 : La rigidez del suelo de fundación no influye en la reducción de los esfuerzos en los elementos estructurales de las edificaciones (en la formulación de esta hipótesis nula H_0 se debe asegurar que las dos variables planteadas son independientes una de la otra).

H_1 : La rigidez del suelo de fundación si influye en la reducción de los esfuerzos en los elementos estructurales de las edificaciones.

3°. Para calcular el valor del chi-cuadrado tenemos que tabular y agrupar los datos correctamente:



Tabla 4.6.25: Datos de CYPECAD – análisis estático – elemento C22

Columna	Cortante 2-2	M. flector 3-3	cortante 3-3	M. flector 2-2	Axial	Σ
Incrementa	0	0	2	1	0	3
Disminuye	4	4	2	3	4	17
Σ	4	4	4	4	4	20

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.26: Datos de CYPECAD – análisis dinámico – elemento C22

Columna	Cortante 2-2	M. flector 3-3	cortante 3-3	M. flector 2-2	Axial	Σ
Incrementa	0	0	2	2	0	4
Disminuye	4	4	2	2	4	16
Σ	4	4	4	4	4	20

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.27: Datos de ETABS – análisis estático – elemento C22

Columna	V 2-2	M 3-3	V 3-3	M 2-2	Axial	Torsor	Σ
Incrementa	2	2	2	2	0	7	15
Disminuye	8	8	8	8	10	3	45
Σ	10	10	10	10	10	10	60

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.28: Datos de ETABS – análisis dinámico – elemento C22

Columna	V 2-2	M 3-3	V 3-3	M 2-2	Axial	Torsor	Σ
Incrementa	5	6	5	7	0	4	27
Disminuye	5	4	5	3	10	6	33
Σ	10	10	10	10	10	10	60

FUENTE: PROPIA (2014)

Con las Tablas 4.6.25 a 4.6.28 se obtuvo la Tabla 4.6.29 que es una agrupación de los datos y representa la frecuencia observada; esta agrupación de datos es necesaria porque para realizar la prueba de chi-cuadrado se requiere más de 30 datos y agrupando se tiene 160 datos.

Tabla 4.6.29: Frecuencia observada para la columna C22

Columna	V 2-2	M 3-3	V 3-3	M 2-2	Axial	Torsor	Σ
Incrementa	7	8	11	12	0	11	49
Disminuye	21	20	17	16	28	9	111
Σ	28	28	28	28	28	20	160

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.30: Frecuencia esperada para la columna C22

Columna	Cortante 2-2	M. flector 3-3	cortante 3-3	M. flector 2-2	Axial	Torsor
Incrementa	8.575	8.575	8.575	8.575	8.575	6.125
Disminuye	19.425	19.425	19.425	19.425	19.425	13.875

FUENTE: PROPIA (2014)



De donde:

$$X^2 = \sum \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline 0.28928571 & 0.038556851 & 0.685787172 & 1.36800292 & 8.575 & 3.88010204 \\ \hline 0.1277027 & 0.017020592 & 0.302734878 & 0.60389318 & 3.78536036 & 1.71283784 \\ \hline \end{array}$$

$$X^2 = 21.386$$

4°. El grado de libertad $v = (2-1)(6-1) = 5$

5°. El valor crítico para un nivel de significancia de 0.05 con una probabilidad de 0.95 y 3 grados de libertad es: 11.0705

6°. Como el valor de X^2 calculado (21.386) es mayor al valor crítico (11.0705) se debe rechazar la hipótesis nula H_0 o hipótesis de independencia.

7°. Consecuentemente se acepta la hipótesis alternativa H_1 : La rigidez del suelo de fundación si influye en la reducción de los esfuerzos en los elementos estructurales de las edificaciones.

Por lo tanto queda demostrado la valides de la hipótesis de la tesis para el elemento estructural C22.



5.3.1.2. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS – PARA EL ELEMENTO V-130.

Se sigue el mismo procedimiento que para el caso anterior, primeramente se agrupan los datos correctamente:

Tabla 4.6.31: Datos de CYPECAD – análisis estático – elemento V-130

Viga	Cortante 2-2		M. flector 3-3		Torsor		Σ
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	
Incrementa	0	2	2	2	0	0	6
Disminuye	2	0	0	0	2	2	4
Σ	2	2	2	2	2	2	10

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.32: Datos de CYPECAD – análisis dinámico – elemento V-130

Viga	Cortante 2-2		M. flector 3-3		Torsor		Σ
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	
Incrementa	0	2	2	2	0	0	6
Disminuye	2	0	0	0	2	2	4
Σ	2	2	2	2	2	2	10

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.33: Datos de ETABS – análisis estático – elemento V-130

Viga	Cortante 2-2		M. flector 3-3		Torsor		Σ
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	
Incrementa	5	0	5	5	0	0	10
Disminuye	0	5	0	0	5	5	15
Σ	5	5	5	5	5	5	25

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.34: Datos de ETABS – análisis dinámico – elemento V-130

Viga	Cortante 2-2		M. flector 3-3		Torsor		Σ
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	
Incrementa	5	0	5	5	0	2	12
Disminuye	0	5	0	0	5	3	13
Σ	5	5	5	5	5	5	25

FUENTE: PROPIA (2014)

Con las Tablas 4.6.31 a 4.6.34 se obtuvo la Tabla 4.6.35, que es una agrupación de los datos y representa la frecuencia observada; esta agrupación de datos es necesaria porque para realizar la prueba de chi-cuadrado se requiere más de 30 datos y agrupando se tiene 70 datos.



Tabla 4.6.35: Frecuencia observada para la viga V-130

Viga	Cortante 2-2		M. flector 3-3		Torsor		Σ
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	
Incrementa	10	4	14	14	0	2	34
Disminuye	4	10	0	0	14	12	36
Σ	14	14	14	14	14	14	70

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.36: Frecuencia esperada para la viga V-130

Columna	Cortante 2-2	M. flector 3-3	cortante 3-3	M. flector 2-2	Axial	Torsor
Incrementa	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
Disminuye	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2

FUENTE: PROPIA (2014)

De donde:

$$X^2 = \sum \begin{matrix} 1.50588235 & 1.152941176 & 7.623529412 & 7.62352941 & 6.8 & 3.38823529 \\ 1.42222222 & 1.088888889 & 7.2 & 7.2 & 6.42222222 & 3.2 \end{matrix}$$

$$X^2 = 54.627$$

$$\text{El grado de libertad } v = (2-1) (6-1) = 5$$

El valor crítico para un nivel de significancia de 0.05 con una probabilidad de 0.95 y 3 grados de libertad es: 11.0705

Como el valor de X^2 calculado (54.627) es mayor al valor crítico (11.0705) se debe rechazar la hipótesis nula H_0 o hipótesis de independencia.

Consecuentemente se acepta la hipótesis alternativa H_1 : La rigidez del suelo de fundación si influye en la reducción de los esfuerzos en los elementos estructurales de las edificaciones.

Por lo tanto queda demostrado la valides de la hipótesis de la tesis para el elemento estructural V-130.



5.3.1.3. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS – EDIFICACIÓN REGULAR. PARA LA COLUMNA C3.

Se sigue el mismo procedimiento que para el caso anterior, primeramente se agrupan los datos correctamente:

Tabla 4.6.37: Datos de CYPECAD – análisis estático – elemento C3

Columna	Cortante 2-2	M. flector 3-3	cortante 3-3	M. flector 2-2	Axial	Σ
Incrementa	2	0	2	0	0	4
Disminuye	2	4	2	4	4	16
Σ	4	4	4	4	4	20

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.38: Datos de CYPECAD – análisis dinámico – elemento C3

Columna	Cortante 2-2	M. flector 3-3	cortante 3-3	M. flector 2-2	Axial	Σ
Incrementa	4	4	4	1	1	14
Disminuye	0	0	0	3	3	6
Σ	4	4	4	4	4	20

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.39: Datos de ETABS – análisis estático – elemento C3

Columna	V 2-2	M 3-3	V 3-3	M. 2-2	Axial	Torsor	Σ
Incrementa	9	10	5	5	7	8	44
Disminuye	1	0	5	5	3	2	16
Σ	10	10	10	10	10	10	60

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.40: Datos de ETABS – análisis dinámico – elemento C3

Columna	V 2-2	M 3-3	V 3-3	M 2-2	Axial	Torsor	Σ
Incrementa	6	9	3	1	6	3	28
Disminuye	4	1	7	9	4	7	32
Σ	10	10	10	10	10	10	60

FUENTE: PROPIA (2014)

Con las Tablas 4.6.37 a 4.6.40 se obtuvo la Tabla 4.6.41, que es una agrupación de los datos y representa la frecuencia observada; esta agrupación de datos es necesaria porque para realizar la prueba de chi-cuadrado se requiere más de 30 datos y agrupando se tiene 160 datos.



Tabla 4.6.41: Frecuencia observada para la columna C3.

Columna	V 2-2	M 3-3	V 3-3	M 2-2	Axial	Torsor	Σ
Incrementa	21	23	14	7	14	11	90
Disminuye	7	5	14	21	14	9	70
Σ	28	28	28	28	28	20	160

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.42: Frecuencia esperada para la columna C3.

Columna	Cortante 2-2	M. flector 3-3	cortante 3-3	M. flector 2-2	Axial	Torsor
Incrementa	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75	11.25
Disminuye	12.25	12.25	12.25	12.25	12.25	8.75

FUENTE: PROPIA (2014)

De donde:

$$\chi^2 = \sum \begin{matrix} 1.75 & 3.337301587 & 0.194444444 & 4.861111111 & 0.194444444 & 0.005555556 \\ 2.25 & 4.290816327 & 0.25 & 6.25 & 0.25 & 0.007142857 \end{matrix}$$

$$\chi^2 = 23.6408$$

$$\text{El grado de libertad } v = (2-1) (6-1) = 5$$

El valor crítico para un nivel de significancia de 0.05 con una probabilidad de 0.95 y 3 grados de libertad es: 11.0705

Como el valor de χ^2 calculado (23.648) es mayor al valor crítico (11.0705) se debe rechazar la hipótesis nula H_0 o hipótesis de independencia.

Consecuentemente se acepta la hipótesis alternativa H_1 : La rigidez del suelo de fundación si influye en la reducción de los esfuerzos en los elementos estructurales de las edificaciones.

Por lo tanto queda demostrado la valides de la hipótesis de la tesis para el elemento estructural C3



5.3.1.4. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS – PARA EL ELEMENTO V-

123.

Se sigue el mismo procedimiento que para el caso anterior:

Tabla 4.6.43: Datos de CYPECAD – análisis estático – elemento V-123

Viga	Cortante 2-2		M. flector 3-3		Torsor		Σ
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	
Incrementa	0	2	2	2	0	2	8
Disminuye	2	0	0	0	2	0	2
Σ	2	2	2	2	2	2	10

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.44: Datos de CYPECAD – análisis dinámico – elemento V-123

Viga	Cortante 2-2		M. flector 3-3		Torsor		Σ
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	
Incrementa	0	2	2	1	1	2	8
Disminuye	2	0	0	1	1	0	2
Σ	2	2	2	2	2	2	10

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.45: Datos de ETABS – análisis estático – elemento V-123

Viga	Cortante 2-2		M. flector 3-3		Torsor		Σ
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	
Incrementa	0	5	0	0	5	3	13
Disminuye	5	0	5	5	0	2	12
Σ	5	5	5	5	5	5	25

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.46: Datos de ETABS – análisis dinámico – elemento V-123

Viga	Cortante 2-2		M. flector 3-3		Torsor		Σ
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	
Incrementa	3	3	3	3	2	0	11
Disminuye	2	2	2	2	3	5	14
Σ	5	5	5	5	5	5	25

FUENTE: PROPIA (2014)

Con las Tablas 4.6.43 a 4.6.46 se obtuvo la Tabla 4.6.47, que es una agrupación de los datos y representa la frecuencia observada; esta agrupación de datos es necesaria porque para realizar la prueba de chi-cuadrado se requiere más de 30 datos y agrupando se tiene 70 datos.



Tabla 4.6.47: Frecuencia observada para la viga V-123.

Columna	V2-2	M 3-3	V 3-3	M 2-2	Axial	Torsor	Σ
Incrementa	3	12	7	6	8	7	40
Disminuye	11	2	7	8	6	7	30
Σ	14	14	14	14	14	14	70

FUENTE: PROPIA (2014)

Tabla 4.6.48: Frecuencia esperada para la viga V-123.

Columna	Cortante 2-2	M. flector 3-3	cortante 3-3	M. flector 2-2	Axial	Torsor
Incrementa	6	6	6	6	6	6
Disminuye	14	14	14	14	14	14

FUENTE: PROPIA (2014)

De donde:

$$X^2 = \sum \begin{matrix} & 1.5 & 6 & 0.166666667 & 0 & 0.666666667 & 0.166666667 \\ 0.64285714 & 10.28571429 & & 3.5 & 2.57142857 & 4.57142857 & 3.5 \end{matrix}$$

$$X^2 = 33.5714$$

El grado de libertad $v = (2-1) (6-1) = 5$

El valor crítico para un nivel de significancia de 0.05 con una probabilidad de 0.95 y 5 grados de libertad es: 11.0705.

Como el valor de X^2 calculado (33.5714) es mayor al valor crítico (11.0705) se debe rechazar la hipótesis nula H_0 o hipótesis de independencia.

Consecuentemente se acepta la hipótesis alternativa H_1 : La rigidez del suelo de fundación si influye en la reducción de los esfuerzos en los elementos estructurales de las edificaciones.

Por lo tanto queda demostrado la valides de la hipótesis de la tesis para el elemento estructural V-123.

Para la edificación regular se ha contrastado la hipótesis para la columna C22 y la viga V-130, verificándose la valides de la hipótesis. Para la edificación irregular también se ha contrastado la hipótesis para la columna C3 y la viga



V-123 verificándose también la valides de la hipótesis; por lo tanto se concluye que la hipótesis de la investigación es verdadera.



CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Se evaluaron las características geotécnicas del suelo pudiéndose determinar que los suelos estudiados presentan un solo estrato geológico, habiéndose dividido en esta tesis con fines académicos.
- El modelo de interacción suelo estructura que más se adecua a las edificaciones con zapatas corridas es el modelo de semiespacio elástico linealmente deformable.
- Del desarrollo de los modelos estructurales para las edificaciones se concluye que el uso de CYPECAD es conveniente para cumplir los requisitos establecidos en el reglamento nacional de edificaciones, debido a que tiene incluida la norma E.030 y la E.060.
- De la evaluación de los modelos estructurales por el método estático y el método dinámico modal – espectral se concluyó que:
 - En el análisis de interacción suelo estructura, la rigidez del suelo de fundación absorbe parte de la energía liberada por el sismo.
 - Los modelos con un coeficiente de rigidez mayor absorben una cantidad mayor de energía del sismo.
 - En los modelos de Pasternack de uno y 2 estratos así como el del semiespacio elástico linealmente deformable, en la edificación regular las derivas no pasan el límite establecido en la norma E.030 por un máximo del 34%, mientras que los modelos de Winkler si cumplen esta condición.
 - CYPECAD, al momento de idealizar matemáticamente las pantallas, considera estas como elemento finito de lámina gruesa



indistintamente, lo cual es incompatible con el comportamiento real de ciertas secciones que se introdujeran en el modelo.

- ETABS, a la hora de hacer las combinaciones de carga, considera el máximo como el mayor positivo y al mínimo como el mayor negativo, sumándolos únicamente; visto esto se pueden plantear casos en que el esfuerzo más desfavorable se dé si el esfuerzo negativo es sumado sin su signo para esa combinación, o viceversa, considerando que el sismo es una carga vibratoria.
- Se obtuvieron los desplazamientos y esfuerzos en los elementos estructurales, concluyéndose que:
 - Los desplazamientos de entrepiso incrementan en el primer nivel en promedio un 22% para la edificación regular en ETABS, y un 47% para la irregular al considerar la interacción suelo estructura en el modelo de cálculo. En el segundo nivel las variaciones se pueden considerar despreciables, al estar en el orden del 5 al 10%. En CYPE se tiene máximos del 35% en el segundo nivel.
 - El modelo de Pasternack produce un aumento del 40% para el análisis estático y del 75% al 100% para el análisis dinámico en los desplazamientos, al considerar el coeficiente de rigidez horizontal.
 - En las columnas los esfuerzos disminuyen en promedio un 3.6% para el sismo en X y un 12.5% para el caso del sismo en Y al considerar la interacción suelo estructura.
 - Por otro lado, en las vigas, si bien es cierto los esfuerzos tienden a disminuir, el esfuerzo de diseño aumenta un 15%.



6.2. RECOMENDACIONES

- No se recomienda el uso de algunos de los métodos de interacción suelo estructura que considera la rigidez horizontal, pues a pesar de que estos flexibilizan en mayor grado la cimentación y absorben una mayor cantidad de fuerza sísmica, exigirán algo más de rigidez lateral para poder cumplir con las derivas.
- Se recomienda tener especial cuidado en el uso de las pantallas en los modelamientos a ser realizados con el software CYPECAD.
- Se recomienda el uso de CYPECAD para edificaciones convencionales, donde su versatilidad es mejor que la que ofrece ETABS.
- ETABS es complementario a cualquier otro software de cálculo estructural, también puede ser usado de manera individual para el análisis de edificios considerando la interacción suelo estructura con todos los coeficientes de rigidez del suelo o las variaciones del amortiguamiento del concreto.
- El ingeniero estructural no debe concebir que las partes importantes de un estudio de mecánica de suelos son la capacidad portante, el contenido de humedad del suelo, el contenido de sales y sulfatos del suelo-, sino también los módulos de balasto vertical, horizontal y rotacional. Así mismo el estudio de mecánica de suelos debe contener el coeficiente de poisson del suelo, su módulo de elasticidad y los espesores de los estratos, todo esto necesario para el cálculo de los coeficientes de rigidez de la interacción suelo estructura.



-
- Construir edificaciones de baja altura en suelos licuables no es conveniente pues ni el efecto de interacción suelo estructura podrá corregir o detectar esta licuación. El único modo de detectarla es mediante el estudio de mecánica de suelos con la microzonificación del uso del suelo.
 - Se recomienda ampliar, mejorar y actualizar el estudio de microzonificación sísmica para zonas de expansión urbana actuales, así como para los nuevos usos que se le está dando al suelo en la ciudad de Chimbote.
 - Así mismo se deja a futuras investigaciones el verificar si el aumentar esta sección de concreto compensa el costo del ahorro de material que supone una disminución de los esfuerzos de diseño en los elementos estructurales.
 - Ampliar las investigaciones sobre la interacción suelo estructura considerando todos los coeficientes de rigidez y amortiguamiento para todos los tipos de cimentación.
 - Para características de suelos como las de Chimbote y de edificaciones con mayor altura, se recomienda que se discretice mas la cimentación y el suelo, de darse el caso de tener 2 estratos o 2 sectores de suelo distinto bajo una misma edificación.
 - Se recomienda que se amplíe la investigación a características geotécnicas con software especializado geotécnico; ejemplo Plaxis, foundation 3D, entre otros; con la finalidad de comparar con ETABS y CYPE para los suelos estudiados.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS



7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BADILLO, JUARES; RODRIGUEZ, RICO, Mecánica de suelos Tomo II, México DF: Editorial Limusa;1984
- BAÑON, LUIS; BEVÍA, JOSE; Manual de carreteras Volumen II; Alicante: Ortiz e Hijos, Contrastista de Obras, S.A.; 2000
- VILLALA, CRESPO; Mecánica de suelos y cimentaciones; México DF: Editorial Limusa; 2008
- HUMALA, GENARO, Mecánica de suelos I – Problemas resueltos, Lima, Facultad de ingeniería civil –UNI, 1999
- AYUSO, CABALLERO, LÓPEZ, JIMENEZ, AGRELA, Cimentaciones y estructuras de contención de tierras Tomo 1, Madrid: Bellisco ediciones, 2010
- LEONI, JOSE, Apunte de coeficiente de balasto, Buenos Aires: Facultad de ingeniería – Universidad nacional de la plata.
- FREIRE, MANUEL, Interacción del suelo, cimiento y estructura: el caso de las zapatas (1º parte), A. Coruña: Departamento de tecnología de la construcción: Universidad de A Coruña.
- ATALA, CESAR, Estudio experimental sobre correlaciones en suelos granulares finos (arenas) compactados, usando equipos de penetración (Tesis), Lima: Facultad de ingeniería civil - sección de post grado
- SANTOS, JAIME, Interacción estática suelo – estructura, Modelos de suelos empleados, Revista de obras públicas, 1980
- VILLARREAL, GENNER, Interacción sísmica suelo – estructura en edificaciones con zapatas aisladas, Lima: Asamblea nacional de rectores, 2009



-
- DAS, BRAJA, Principios de ingeniería de cimentaciones, México DF: International Thomson Editores, 1999
 - BOWELS, JOSEPH, Foundation analysis and design, Singapur: McGraw-Hill, 1997
 - CISMID-UNI, Seminario taller de mecánica de suelos y exploración geotécnica, Lima: 1992
 - SANTANA, ARIEL, Trabajo de fin de master – modelo de Winkler para el análisis de la respuesta dinámica de estructuras enterradas, Las Palmas: Universidad de las palmas de Gran Canaria, 2010
 - VILLARREAL, GENNER, Análisis de estructuras con el programa Lira 9.0, Lima: Asamblea nacional de rectores, 2009
 - LOPEZ, EFRAIN, Tesis – análisis de interacción sísmica suelo-estructura para reducir esfuerzos en los elementos estructurales en edificaciones regulares e irregulares con zapatas aisladas en Huaraz, Huaraz: Escuela de post grado – universidad Santiago Antúnez de Mayolo, 2012



ANEXOS



8. ANEXOS

8.1. PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTICULAS MÁS IMPORTANTES DE LOS SUELOS

Aragonita	2.94
Atapulgita	2.3
Augita	3.20-3.40
Biotita	2.80-3.2
Calcita	2.72
Caolinita	2.60-2.64
Clorita	2.60-3.00
Cuarzo	2.64-2.66
Dolemita	2.80-2.90
Mematita hidratada	4.3
Hormablenda	3.20-3.50
Illita	2.60-2.86
Limonita	3.60-4.00
Magnetica	4.97-5.18
Montmorillonita	2.65-2.84
Moscovita	2.70-3.10
Crtosa	2.50-2.62
Serpentina	2.10-2.70
Talco	2.70-2.80
Turba	1.10-2.70
Hematites	5.20-5.30
Yeso	2.31-2.33

NOTA: Estos datos son tomado de la tabla N°3.2 del libro "Geotecnia y cimientos" de J.A Jiménez Salas



8.2. PESO ESPECÍFICO DE LAS PARTICULAS MÁS IMPORTANTES DE LOS SUELOS

TIPO DE SUELO	YSAT (KN/m ³)	Yd (KN/m ³)
GRAVA	20-22	15-17
ARENA	18-20	13-16
LIMO	18-20	14-18
ARCILLA	16-22	14-21

NOTA: Estos datos son tomado de la tabla N°2.1 del libro "Cimentaciones y estructuras de contención de tierras" de Jesús Ayuso Muñoz, Alfonso caballero, Martin López, José Jiménez, Francisco Agrela

8.3. VALORES TIPICO DE CONSISTENCIA DE SUELOS

TIPO DE SUELO	ARENA	LIMO	ARCILLA
<i>Límite líquido</i>	15-20	30-40	40-150
<i>Límite plástico</i>	-	20 - 25	25-50
<i>Límite de retracción</i>	12-18	14-15	8-35

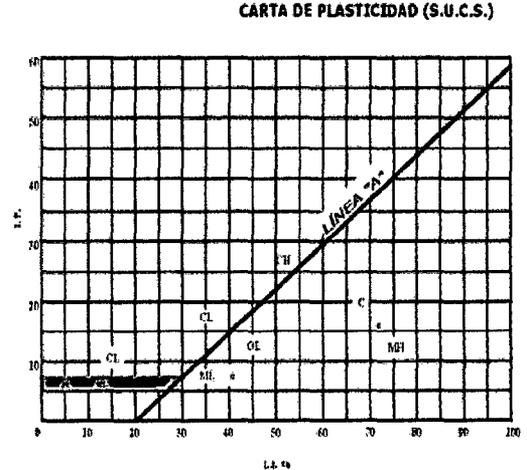
NOTA: Estos datos son tomado de la tabla N°2.2, Valores orientativos de los límites de Atterberg para diferentes suelos del libro "Cimentaciones y estructuras de contención de tierras" de Jesús Ayuso Muñoz, Alfonso caballero, Martin López, José Jiménez, Francisco Agrela



8.4. CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.) INCLUYENDO IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN

DIVISIÓN MAYOR		SÍMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO			
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 Ø	Las partículas de 0.075 mm de diámetro (la malla No.200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4 PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE 1/2 en. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD C_u : mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA C_c : entre 1 y 3. $C_u = D_{60}/D_{10}$ $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$		
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos		NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW.	
			GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo	LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O LP. MENOR QUE 4.	Arriba de la "línea A" y con LP. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.	
			GC				Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla
			ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4 PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE 1/2 en. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4	SW	Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poco o nada de finos.	$C_u = D_{60}/D_{10}$ mayor de 6 ; $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$ entre 1 y 3.	
		SP		Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poco o nada de finos.	No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW		
		SM		Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O LP. MENOR QUE 4.	Arriba de la "línea A" y con LP. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.	
		SC					Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.
		SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 Ø		Las partículas de 0.075 mm de diámetro (la malla No.200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arcillosos o arcillosos ligeramente plásticos.
			CL			Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	
OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.						
LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido Mayor de 50	MH		Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos.				
	CH		Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.				
	OH		Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.				
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS			P		Turbas y otros suelos altamente orgánicos.		

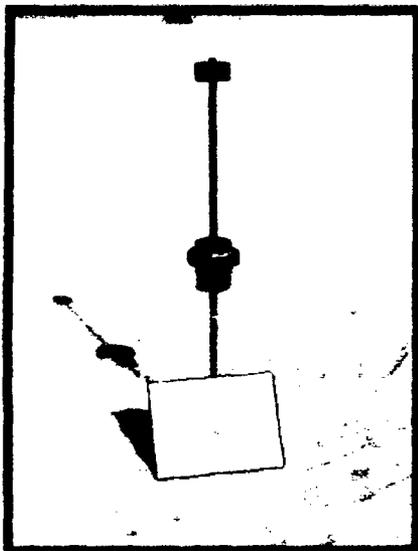




8.5. ENSAYOS DPL

REALIZACIÓN DEL DPL 01

Se realiza el ensayo DPL – 01 en el sector del Campus I de la universidad Nacional del Santa.



Ensayo de DPL 01, empezando a introducir la primera varilla $h=0.50m$ de profundidad.



Ensayo de DPL 01, retirando el martillo para poder colocar la segunda



Ensayo de DPL 01, se observa la primera varilla completamente penetrada en el suelo.



Ensayo de DPL 01, Antes de iniciar el hincado de la segunda varilla.



REALIZACIÓN DEL DPL 02

Se realiza el ensayo DPL – 02 en el sector del Campus I de la universidad Nacional del Santa.



Ensayo de DPL 02, empezando a realizar el ensayo de DPL en la primera varilla.



Ensayo de DPL 02, Realizando la caída libre del martillo en la primera varilla.



Ensayo de DPL 02, Realizando la extracción de las varillas con ayuda de un teclé.



REALIZACIÓN DEL DPL 03

Se realiza el ensayo DPL – 02 en el sector del Campus I de la universidad Nacional del Santa.



Ensayo de DPL 03, Realización del DPL 03.



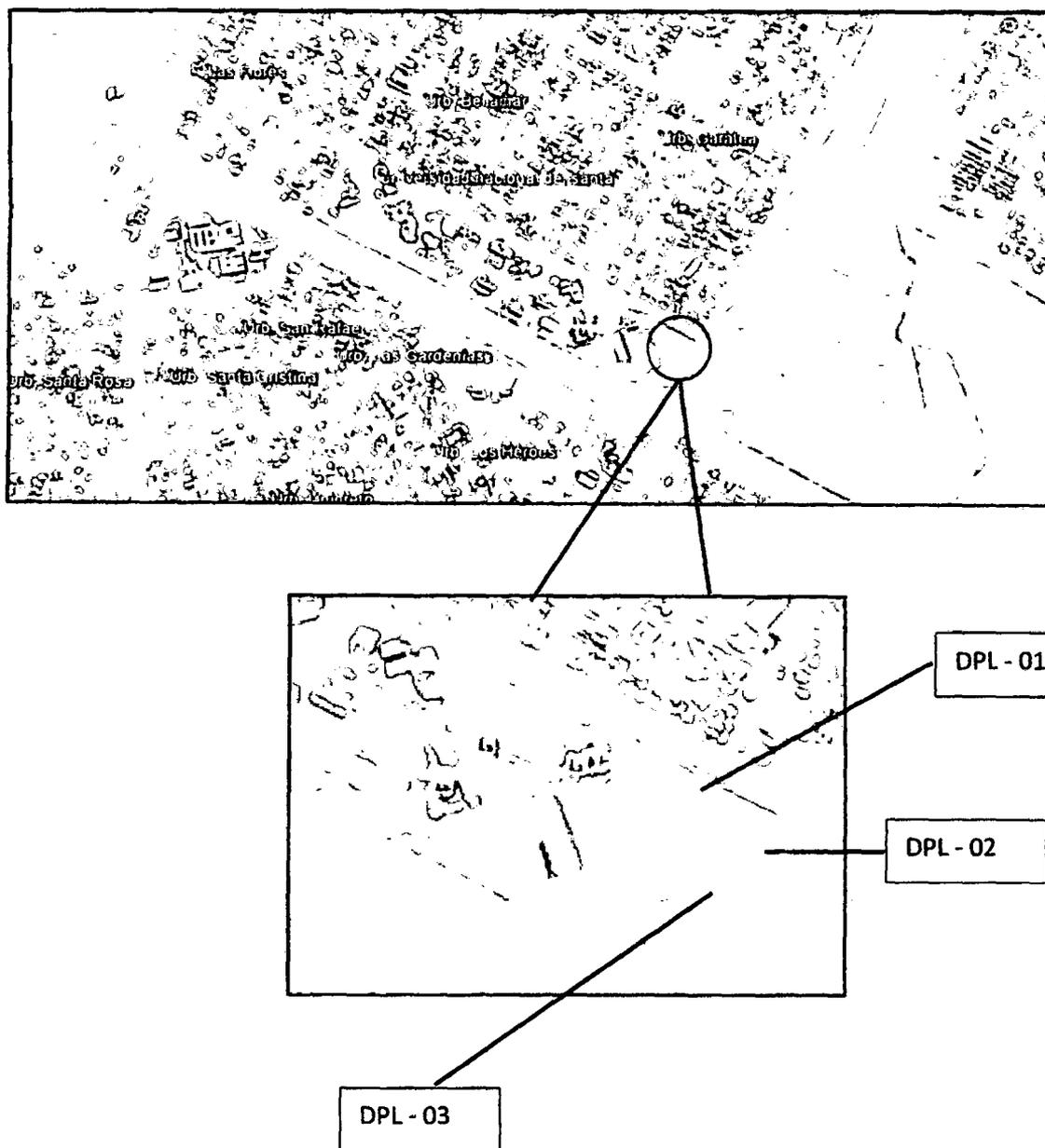
Ensayo de DPL 03, Realizando la caída libre del martillo.



Ensayo de DPL 03, Se procede a sacar las varillas de DPL con ayuda de un tecele.



CROQUIS DE UBICACIÓN DE LOS DPL





8.6. CÁLCULO DEL BALASTO HORIZONTAL Y VERTICAL

TESIS: ANALISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE CENTROS EDUCATIVOS CON ZAPATAS CORRDIAS EN LA URB. NICOLAS GARATEA - NUEVO CHIMBOTE
UBICACIÓN: CAMPUS I - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
TESISTAS: BACH. MENDOZA CUELLAR JESUS
 BACH. RODAS HUERTA HUBER IVÁN
FECHA: oct-14
NIVEL FREÁTICO: No presenta

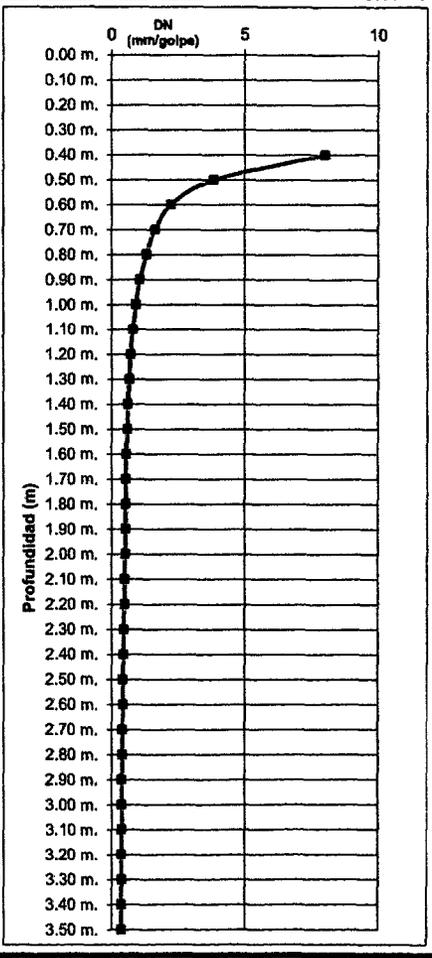
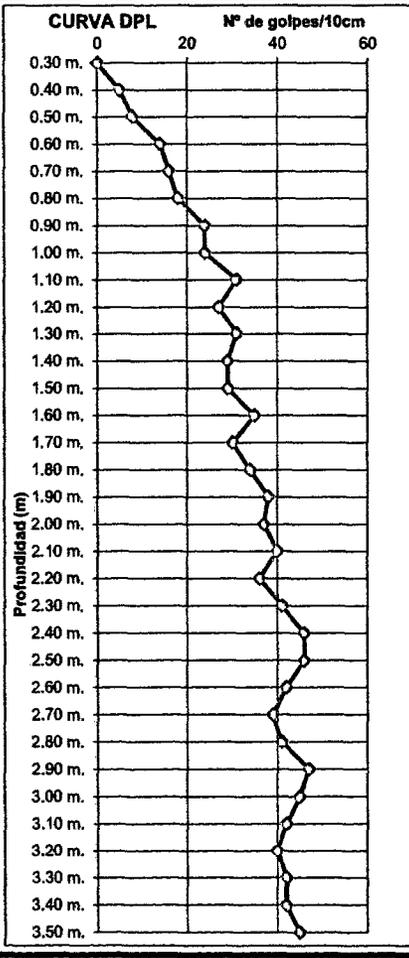


UNS
 UNIVERSIDAD
 NACIONAL DEL SANTA

DPL 01 **INICIO ENSAYO:** **0.30 m.**

PENETRACION DINAMICA LIGERA (DPL)

PENETRACIÓN	NUMERO DE GOLPES		DN (mm/golpe)	PERFIL DEL SUELO	DESCRIPCIÓN
	@ 10 cm.	acumulado			
0.30 m.	0	0			ARENA MUY FLOJA
0.40	5	5	8.00		
0.50	8	13	3.85		
0.60	14	27	2.22		ARENA FLOJA
0.70	16	43	1.63		
0.80	18	61	1.31		ARENA MEDIANAMENTE FLOJA
0.90	24	85	1.06		
1.00	24	109	0.92		
1.10	31	140	0.79		
1.20	27	167	0.72		
1.30	31	198	0.66		
1.40	29	227	0.62		
1.50	29	256	0.59		
1.60	35	291	0.55		
1.70	30	320	0.53		
1.80	34	342	0.53		
1.90	38	367	0.52		
2.00	37	395	0.51		
2.10	40	425	0.49		
2.20	36	457	0.48		
2.30	41	495	0.46		
2.40	46	541	0.44		
2.50	46	587	0.43		
2.60	42	623	0.42		
2.70	39	654	0.41		
2.80	41	692	0.40		
2.90	47	739	0.39		
3.00	45	784	0.38		
3.10	42	826	0.38		
3.20	40	866	0.37		
3.30	42	908	0.36		
3.40	42	950	0.36		
3.50	45	995	0.35		



TESIS:	ANALISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE CENTROS EDUCATIVOS CON ZAPATAS CORRDIAS EN LA URB. NICOLAS GARATEA - NUEVO CHIMBOTE	 UNS UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA		
UBICACIÓN:	CAMPUS I - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA			
TESISTAS:	BACH. MENDOZA CUELLAR JESUS BACH. RODAS HUERTA HUBER IVÁN			
FECHA:	oct-14			
NIVEL FREÁTICO:	No presenta	DPL 01	INICIO ENSAYO :	0.30 m.

RESUMEN DE ENSAYOS DPL REALIZADOS

DPL	Penetración (m)	Numero de golpes / 30cm	Compacidad Relativa(%)	⊕ Angulo de fricción interna	Descripción	CORRECCIÓN DE N	Qad (KG/CM2)
01	0.30	0.0					
	0.60	4.0	15.0	28.0	MUY FLOJA	9.5	0.97
	0.90	9.0	31.2	29.6	FLOJA	12.0	1.23
	1.20	13.0	39.1	30.6	MEDIA	14.0	1.44
	1.50	14.0	40.6	31.0	MEDIA	14.5	1.49
	1.80	16.0	40.6	31.0	MEDIA	15.5	1.59
	2.10	19.0	39.1	30.6	MEDIA	17.0	1.74
	2.40	20.0	48.2	32.5	MEDIA	17.5	1.79
	2.70	21.0	46.7	32.2	MEDIA	18.0	1.85
	3.00	22.0	51.3	33.2	MEDIA	18.5	1.90
3.30	20.0	49.7	32.8	MEDIA	17.5	1.79	

$$N = \frac{N' + 15}{2}$$

APORTE DE TERZAGUI Y PECK

$$qad = C_w \times 0.041 \times N \times AH$$

APORTE DE PECK - HANSEN

N	En arenas		⊕ Angulo de fricción interna	E (kg/cm2)
	Descripción	Compacidad relativa		
0 - 4	Muy floja	0 - 15%	28°	100
5 - 10	Floja	16 - 35%	28° - 30°	100 - 250
11 - 30	Media	36 - 65%	30° - 36°	250 - 500
31 - 50	Densa	66 - 85%	36° - 41°	500 - 1000
> 50	Muy densa	86 - 100%	> 41°	> 1000

FACTOR DE CORRECCIÓN POR POSICION DE LA NAPA FREÁTICA	CW =	1
ASENTAMIENTO DIFERENCIAL	AH =	2.5 CM

TESIS: ANALISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE CENTROS EDUCATIVOS CON ZAPATAS CORRDIAS EN LA URB. NICOLAS GARATEA - NUEVO CHIMBOTE
UBICACIÓN: CAMPUS I - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
TESISTAS: BACH. MENDOZA CUELLAR JESUS
 BACH. RODAS HUERTA HUBER IVÁN
FECHA: oct-14
NIVEL FREÁTICO: No presenta



UNS
 UNIVERSIDAD
 NACIONAL DEL SANTA

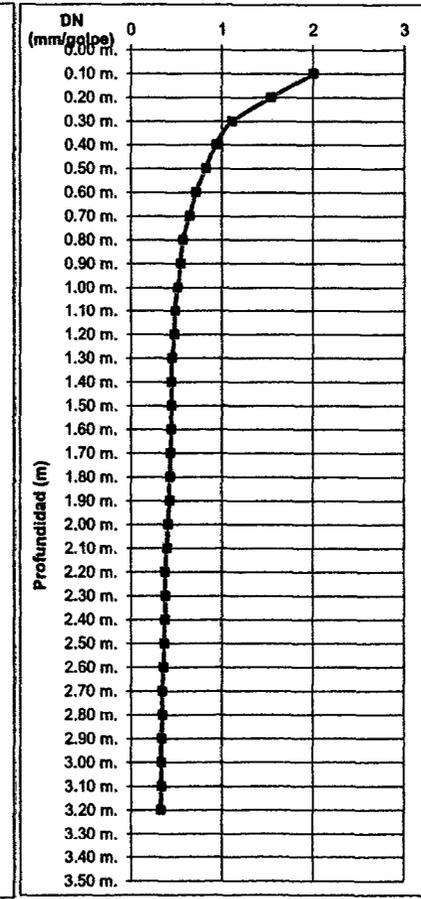
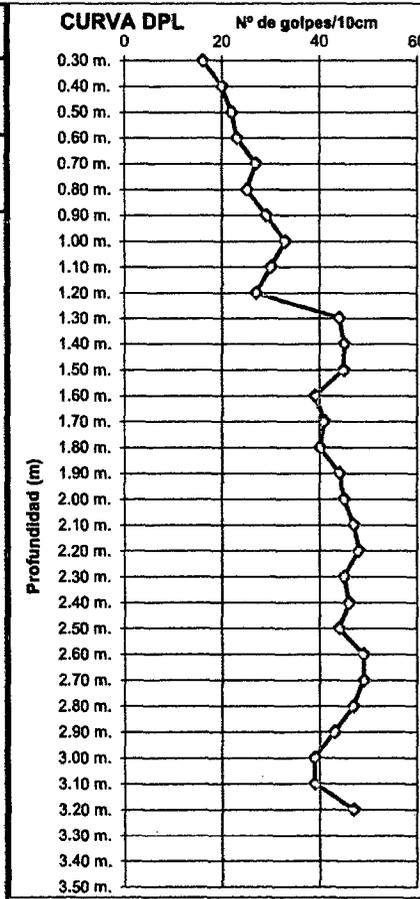
DPL 02

INICIO ENSAYO :

0.30 m.

PENETRACION DINAMICA LIGERA (DPL)

PENETRACIÓN	NUMERO DE GOLPES		DN (mm/golpe)	PERFIL DEL SUELO	DESCRIPCIÓN
	@ 10 cm.	acumulado			
0.00 m.	0	0			
0.10	6	5	2.00		ARENA MUY FLOJA
0.20	13	13	1.54		
0.30	16	27	1.11		
0.40	20	43	0.93		ARENA FLOJA
0.50	22	61	0.82		
0.60	23	85	0.71		ARENA MEDIANAMENTE FLOJA
0.70	27	109	0.64		
0.80	25	140	0.57		
0.90	29	167	0.54		
1.00	33	198	0.51		
1.10	30	227	0.48		
1.20	27	256	0.47		
1.30	44	291	0.45		
1.40	45	320	0.44		
1.50	45	342	0.44		
1.60	39	367	0.44		
1.70	41	395	0.43		
1.80	40	425	0.42		
1.90	44	457	0.42		
2.00	45	495	0.40		
2.10	47	541	0.39		
2.20	48	587	0.37		
2.30	45	623	0.37		
2.40	46	654	0.37		
2.50	44	692	0.36		
2.60	49	739	0.35		
2.70	49	784	0.34		
2.80	47	826	0.34		
2.90	43	866	0.33		
3.00	39	908	0.33		
3.10	39	950	0.33		
3.20	47	995	0.32		



TESIS:	ANALISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE CENTROS EDUCATIVOS CON ZAPATAS CORRDIAS EN LA URB. NICOLAS GARATEA - NUEVO CHIMBOTE	 UNS UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	
UBICACIÓN:	CAMPUS I - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	DPL 02	INICIO ENSAYO:
TESISTAS:	BACH. MENDOZA CUELLAR JESUS BACH. RODAS HUERTA HUBER IVÁN		0.30 m.
FECHA:	oct-14		
NIVEL FREÁTICO:	No presenta		

RESUMEN DE ENSAYOS DPL REALIZADOS

$$N = \frac{N' + 15}{2}$$

APORTE DE PECK - HANSEN

$$qad = C_w \times 0.041 \times N \times AH$$

APORTE DE TERZAGUI Y PECK

DPL	Penetración (r)	Numero de golpes / 30cm	Compacidad Relativa(%)	Φ Angulo de fricción interna	Descripción	CORRECCIÓN DE N	Qad (KG/CM2)
01	0.00	0.0					
	0.30	5.0	16.00	28.00	FLOJA	10.00	1.03
	0.60	10.0	35.00	30.00	FLOJA	12.50	1.28
	0.90	13.0	39.05	30.63	MEDIA	14.00	1.44
	1.20	15.0	46.68	32.21	MEDIA	15.00	1.54
	1.50	22.0	52.79	33.47	MEDIA	18.50	1.90
	1.80	20.0	42.11	31.26	MEDIA	17.50	1.79
	2.10	22.0	49.74	32.53	MEDIA	18.50	1.90
	2.40	23.0	42.11	31.26	MEDIA	19.00	1.95
	2.70	23.0	55.84	34.11	MEDIA	19.00	1.95
3.00	21.0	51.26	33.16	MEDIA	18.00	1.85	

N	En arenas		Φ Angulo de fricción interna	E (kg/cm2)
	Descripción	Compacidad relativa		
0 - 4	Muy floja	0 - 15%	28°	100
5 - 10	Floja	16 - 35%	28° - 30°	100 - 250
11 - 30	Media	36 - 65%	30° - 36°	250 - 500
31 - 50	Densa	66 - 85%	36° - 41°	500 - 1000
> 50	Muy densa	86 - 100%	> 41°	> 1000

FACTOR DE CORRECCIÓN POR POSICION DE LA NAPA FREÁTICA	CW =	1	
ASENTAMIENTO DIFERENCIAL	AH =	2.5	CM

TESIS: ANALISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE CENTROS EDUCATIVOS CON ZAPATAS CORRDIAS EN LA URB. NICOLAS GARATEA - NUEVO CHIMBOTE
UBICACIÓN: CAMPUS I - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
TESISTAS: BACH. MENDOZA CUELLAR JESUS
 BACH. RODAS HUERTA HUBER IVÁN
FECHA: oct-14
NIVEL FREÁTICO: No presenta

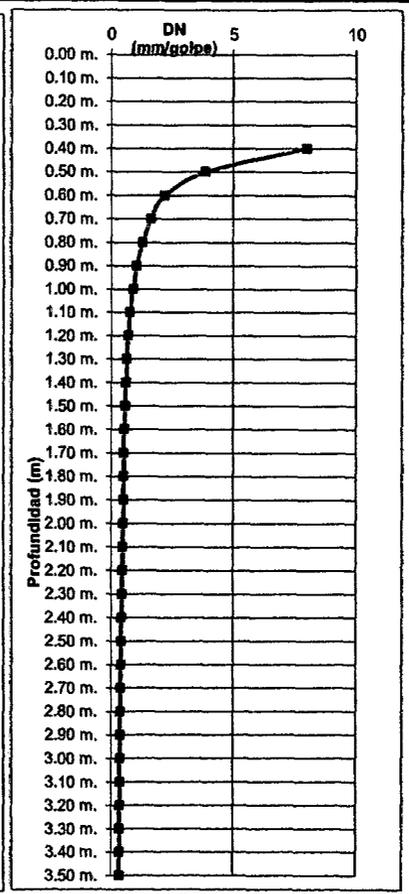
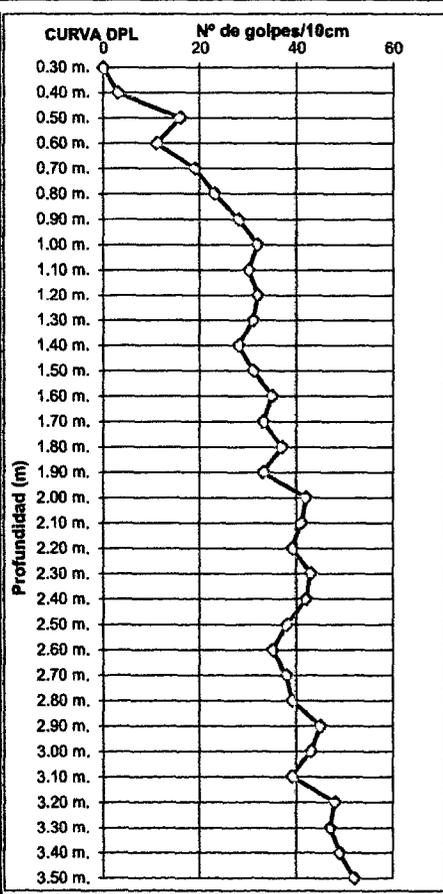


UNS
 UNIVERSIDAD
 NACIONAL DEL SANTA

DPL 03 **INICIO ENSAYO:** **0.30 m.**

PENETRACION DINAMICA LIGERA (DPL)

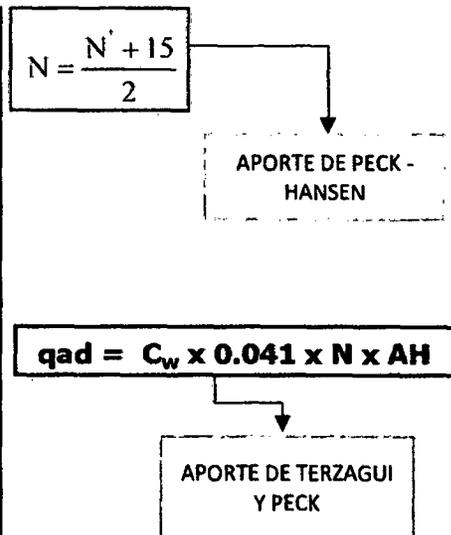
PENETRACIÓN	NUMERO DE GOLPES		DN (mm/golpe)	PERFIL DEL SUELO	DESCRIPCIÓN
	@ 10 cm.	acumulado			
0.30 m.	0	0			
0.40	3	5	8.00		ARENA MUY FLOJA
0.50	16	13	3.85		
0.60	11	27	2.22		ARENA FLOJA
0.70	19	43	1.63		
0.80	23	61	1.31		ARENA MEDIANAMENTE FLOJA
0.90	28	85	1.06		
1.00	32	109	0.92		
1.10	30	140	0.79		
1.20	32	167	0.72		
1.30	31	198	0.66		
1.40	28	227	0.62		
1.50	31	256	0.59		
1.60	35	291	0.55		
1.70	33	320	0.53		
1.80	37	342	0.53		
1.90	33	367	0.52		
2.00	42	395	0.51		
2.10	41	425	0.49		
2.20	39	457	0.48		
2.30	43	495	0.46		
2.40	42	541	0.44		
2.50	38	587	0.43		
2.60	35	623	0.42		
2.70	38	654	0.41		
2.80	39	692	0.40		
2.90	45	739	0.39		
3.00	43	784	0.38		
3.10	39	826	0.38		
3.20	48	866	0.37		
3.30	47	908	0.36		
3.40	49	950	0.36		
3.50	52	995	0.35		



TESIS:	ANALISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE CENTROS EDUCATIVOS CON ZAPATAS CORRDIAS EN LA URB. NICOLAS GARATEA - NUEVO CHIMBOTE	 UNS UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA		
UBICACIÓN:	CAMPUS I - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA			
TESISTAS:	BACH. MENDOZA CUELLAR JESUS BACH. RODAS HUERTA HUBER IVÁN			
FECHA:	oct-14			
NIVEL FREÁTICO:	No presenta	DPL 03	INICIO ENSAYO:	0.30 m.

RESUMEN DE ENSAYOS DPL REALIZADOS

DPL	Penetración (m)	Numero de golpes / 30cm	Compacidad Relativa(%)	Φ Angulo de fricción interna	Descripción	CORRECCIÓN DE N	Qad (KG/CM2)
01	0.30	0.0					
	0.60	5.0	16.00	28.00	FLOJA	10.00	1.03
	0.90	11.0	36.00	30.00	MEDIA	13.00	1.33
	1.20	15.0	42.11	31.26	MEDIA	15.00	1.54
	1.50	15.0	51.26	33.16	MEDIA	15.00	1.54
	1.80	17.0	54.32	33.79	MEDIA	16.00	1.64
	2.10	19.0	54.32	33.79	MEDIA	17.00	1.74
	2.40	20.0	52.79	33.47	MEDIA	17.50	1.79
	2.70	18.0	45.16	31.89	MEDIA	16.50	1.69
	3.00	21.0	43.63	31.58	MEDIA	18.00	1.85
	3.30	22.0	48.21	32.53	MEDIA	18.50	1.90



N	En arenas		Φ Angulo de fricción interna	E (kg/cm2)
	Descripción	Compacidad relativa		
0 - 4	Muy floja	0 - 15%	28°	100
5 - 10	Floja	16 - 35%	28° - 30°	100 - 250
11 - 30	Media	36 - 65%	30° - 36°	250 - 500
31 - 50	Densa	66 - 85%	36° - 41°	500 - 1000
> 50	Muy densa	86 - 100%	> 41°	> 1000

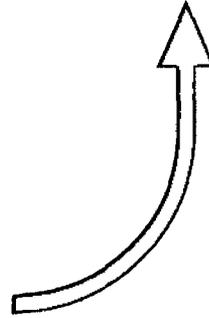
FACTOR DE CORRECCIÓN POR POSICION DE LA NAPA FREÁTICA	CW =	1
ASENTAMIENTO DIFERENCIAL	AH =	2.5 CM

TESIS :	ANALISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE CENTROS EDUCATIVOS CON ZAPATAS CORRDIAS EN LA URB. NICOLAS GARATEA - NUEVO CHIMBOTE		
UBICACIÓN :	CAMPUS I - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA		
TESISTAS :	BACH. MENDOZA CUELLAR JESUS		
FECHA :	oct-14		
NIVEL FREÁTICO :	No presenta	DPL 03	INICIO ENSAYO : 0.30 m.

Hallando el modulo de poisson

Tipo de suato	Módulo de poisson
Arcilla saturada	0,4 – 0,5
Arcilla insaturada	0,1 – 0,3
Arcilla arenosa	0,2 – 0,3
Limos	0,3 – 0,35
Arena, arena gravosa	0,1 – 1,00
Arena, arena gravosa – valores comúnmente usados	0,3 – 0,4
Roca	0,1 – 0,4 (depende algo del tipo de roca)
Loess	0,1 – 0,3

V1= 0.35



Hallando altura de estrato

h1= 3.50

Altura de estrato en campo

TESIS :	ANALISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE CENTROS EDUCATIVOS CON ZAPATAS CORRDIAS EN LA URB. NICOLAS GARATEA - NUEVO CHIMBOTE
UBICACIÓN :	CAMPUS I - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
TESISTAS :	BACH. MENDOZA CUELLAR JESUS BACH. RODAS HUERTA HUBER IVÁN
FECHA :	Oct-14
NIVEL FREÁTICO :	No presenta



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

DPL 03	INICIO ENSAYO :	0.3
--------	-----------------	-----

RELACIÓN DEL NUMERO DE GOLPES DEL DPL CON UN SPT PATRÓN

ANALISIS DE 1.00M - 1.45M

DE ACUERDO A LOS DATOS DEL SPT, SE ANALIZA CADA 45CM, DE LOS CUALES LOS PRIMEROS 15CM NO SE TOMA ENCUESTA, SOLAMENTE SE TRABAJA CON LOS 30CM RESTANTES.

Prof inicio SPT (analisis)	1.00 m.	
Prof despreciable (SPT)	1.00 m.	1.15 m.
Prof a analizar (SPT)	1.15 m.	1.45 m.

DPL N	PROFUNDIDAD (M)		NUMERO DE GOLPES DPL	SUMA DE GOLPES	NUMERO DE GOLPES SPT
1	1.15 m.	1.20 m.	14	89	18
	1.20 m.	1.30 m.	31		18
	1.30 m.	1.40 m.	29		18
	1.40 m.	1.45 m.	15		18
2	1.15 m.	1.20 m.	15	92	18
	1.20 m.	1.30 m.	33		18
	1.30 m.	1.40 m.	30		18
	1.40 m.	1.50 m.	14		18
3	1.15 m.	1.20 m.	16	91	18
	1.20 m.	1.30 m.	31		18
	1.30 m.	1.40 m.	28		18
	1.40 m.	1.45 m.	16		18



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CIBRID - Laboratorio Geotécnica

REGISTRO DE SONDAJES

SOLICITADO : CONCRETIN-JICA SONDAJE : S-1
 PROYECTO : LICENCIAMIENTO DE SUELO-CHIMBOTE FECHA : OCTUBRE 09
 UBICACION : U. DEL SANTI-MOR. AJRES OPERADOR : J.G.B.-V.P.

TIPO DE SONDAJE : S.P.T.-Mush Boring PROFUNDIDAD N.P. : N.A.

P. (m)	D. (cm)	N. (bl)	N. (bl)	PRUEBAS DE CAMPO (bl)	CLASIF. (bl)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	EMBITO DE PENETRACION ESTANDAR	
							NUMERO DE GOLPES	GRAFICA
1.00	7.1	1.8		SP-20		Arena fina ligeramente limosa. Color beige, 1-2% de gravilla, aproximadamente 1.5% de fibras.	7-7-11 N=18	
1.45	7.2	9.7		S1		arenoso a arena media limosa; heterogeneamente limosa. Presencia de 1-2% de gravilla. Color amarillento. Alto contenido de arena. Sinterización. 1.5% de fibras.	7-7-11 N=18	
2.00	7.4	12.9		S1		Arena fina, color beige. Heterogeneamente limosa. 1.5% de fibras. Sinterización.	7-7-11 N=25	
3.00	7.6	13.2		S1		Arena fina a media, color beige. Heterogeneamente limosa. 1.5% de fibras. Presencia de cuarcita. Partículas angulosas de arena. Hondo y no está en contacto.	7-7-11 N=43	
3.45	7.7			S1		Arena fina limosa. Color amarillento. Presencia de arcilla y limo. La continuación en la perforación.		

1.00	
1.45	7-7-11 N=18

PROMEDIO DE GOLPES DE LOS 3 ENSAYOS DPL	91	GOLPES
---	----	--------

TESIS: ANALISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE CENTROS EDUCATIVOS CON ZAPATAS CORRDIAS EN LA URB. NICOLAS GARATEA - NUEVO CHIMBOTE
UBICACIÓN: CAMPUS 1 - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
TESISTAS: BACH. MENDOZA CUELLAR JESUS
 BACH. RODAS HUERTA HUBER IVÁN
FECHA: Oct-14
NIVEL FREÁTICO: No presenta



UNS
 UNIVERSIDAD
 NACIONAL DEL SANTA

DPL 03

INICIO ENSAYO :

0.3

APLICAMOS LA FORMULA DEL N60 (RELACION DEL DPL CON SPT)

$$N_{60} = 0.1277 n_{DPL} + 5.5492$$

N60 =	17.170
-------	--------

HALLANDO EL K30 MODULO DE BALASTO PARA UNA PLACA DE 1PIE CUADRADO

$$k_{30} \left(\frac{kg}{cm^3} \right) = 10^{\frac{N_{SPT} + 2}{34}}$$

K30 =	3.875 Kg/cm3
-------	--------------

TESIS: ANALISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE CENTROS EDUCATIVOS CON ZAPATAS CORRDIAS EN LA URB. NICOLAS GARATEA - NUEVO CHIMBOTE
UBICACIÓN: CAMPUS I - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
TESISTAS: BACH. MENDOZA CUELLAR JESUS
 BACH. RODAS HUERTA HUBER IVÁN
FECHA: oct-14
NIVEL FREÁTICO: No presenta



UNS
 UNIVERSIDAD
 NACIONAL DEL SANTA

DPL 03

INICIO ENSAYO :

0.3

APLICAMOS LA FORMULA DEL N60 (RELACION DEL DPL CON SPT)

$$N_{60} = 0.1277n_{DPL} + 5.5492$$

N60 =	22.150
-------	--------

HALLANDO EL K30 MODULO DE BALASTO PARA UNA PLACA DE 1PIE CUADRADO

$$k_{30} \left(\frac{kg}{cm^3} \right) = 10^{\frac{N_{SPT} + 2}{34}}$$

K30 =	6.225 Kg/cm3
-------	--------------

TESIS: ANALISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE CENTROS EDUCATIVOS CON ZAPATAS CORRDIAS EN LA URB. NICOLAS GARATEA - NUEVO CHIMBOTE
UBICACIÓN: CAMPUS I - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
TESISTAS: BACH. MENDOZA CUELLAR JESUS
 BACH. RODAS HUERTA HUBER IVÁN
FECHA: oct-14
NIVEL FREÁTICO: No presenta



UNS
 UNIVERSIDAD
 NACIONAL DEL SANTA

DPL 03

INICIO ENSAYO:

0.3

APLICAMOS LA FORMULA DEL N60 (RELACION DEL DPL CON SPT)

$$N_{60} = 0.1277n_{DPL} + 5.5492$$

N60 =	22.406
-------	--------

HALLANDO EL K30 MODULO DE BALASTO PARA UNA PLACA DE 1PIE CUADRADO

$$k_{30} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} \right) = 10^{\frac{N_{SPT} + 2}{34}}$$

K30 =	21.063 Kg/cm3
-------	---------------

TESIS: ANALISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE CENTROS EDUCATIVOS CON ZAPATAS CORRDIAS EN LA URB. NICOLAS GARATEA - NUEVO CHIMBOTE
UBICACIÓN: CAMPUS I - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
TESISTAS: BACH. MENDOZA CUELLAR JESUS
 BACH. RODAS HUERTA HUBER IVÁN
FECHA: Oct-14
NIVEL FREÁTICO: No presenta



UNS
 UNIVERSIDAD
 NACIONAL DEL SANTA

DPL 03

INICIO ENSAYO :

0.3

COEFICIENTE DE BALASTO

$$C_1 = \frac{K_1}{h_1 (1 - v_1^2)}$$

Prof inicio SPT (analisis)	1.00 m.
Prof de ensayo	3.50 m.
Nivel de fondo de zapata	1.20 m.
h1	2.30 m.

ESTRATOS		K	h1	v1	V1^2	C1
1.00 m.	1.45 m.	3875	2.30 m.	0.35	0.12	1914.526
2.00 m.	2.45 m.	6225	2.30 m.	0.35	0.12	3075.593
3.00 m.	3.45 m.	21063	2.30 m.	0.35	0.12	10406.621

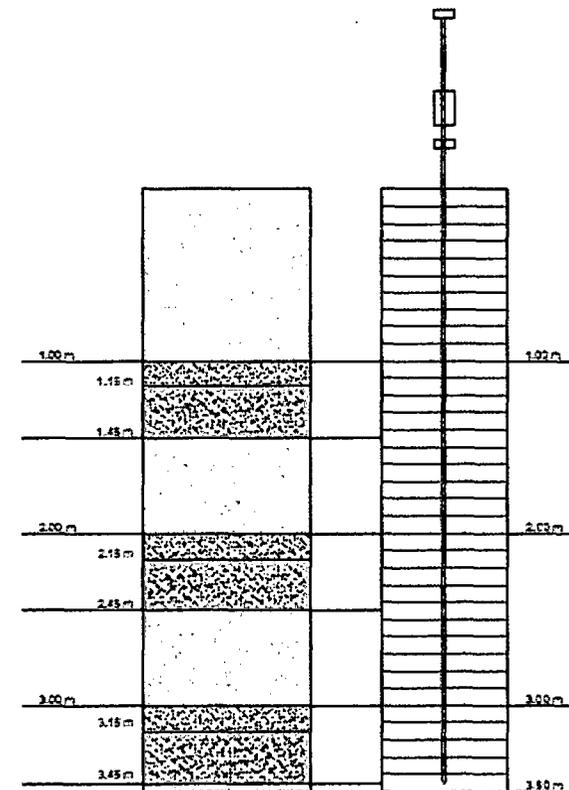
$$C_1 = \frac{1}{\frac{h_1}{K_1} (1 - v_1^2) + \frac{h_2}{K_2} (1 - v_2^2)}$$

76.581 T/m

HALLANDO EL C1 SEGÚN WINNKEL ASUMIENDO 2 ESTRATOS

ESTRATOS		K	h	V^2	C1
1.00 m.	1.45 m.	3875	1.20 m.	0.12	2343.01
2.00 m.	2.45 m.	6225	1.10 m.	0.12	

93.7202 T/m



ENSAYO SPT

ENSAYO DPL

TESIS: ANALISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE CENTROS EDUCATIVOS CON ZAPATAS CORRDIAS EN LA URB. NICOLAS GARATEA - NUEVO CHIMBOTE
UBICACIÓN: CAMPUS I - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
TESISTAS: BACH. MENDOZA CUELLAR JESUS
 BACH. RODAS HUERTA HUBER IVÁN
FECHA: oct-14
NIVEL FREÁTICO: No presenta



UNS
 UNIVERSIDAD
 NACIONAL DEL SANTA

DPL 03

INICIO ENSAYO :

0.3

MODELO DE PASTERNAK

ASUMIENDO UN SOLO ESTRATO H=2.30M

$$C_2 = \frac{K_1 h_1}{6(1 + \nu_1)}$$

Prof incio SPT (analisis)	1.00 m.
Prof de ensayo	3.50 m.
Nivel de fondo de zapata	1.20 m.
h1	2.30 m.

ESTRATOS		K	h1	v1	C2
1.00 m.	1.45 m.	3875	2.30 m.	0.35	1100.31
2.00 m.	2.45 m.	6225	2.30 m.	0.35	1767.59
3.00 m.	3.45 m.	21063	2.30 m.	0.35	5980.85

ASUMIENDO DOS ESTRATOS PARA UN H

$$C_2 = \frac{1}{6(1 + \varepsilon_1)^2} \left[\frac{K_1 h_1}{1 + \nu_1} (3 + 3\varepsilon_1 + \varepsilon_1^2) + \frac{K_2 h_2}{1 + \nu_2} \right]$$

$$\varepsilon_1 = \frac{K_2}{K_1} * \frac{1 - \nu_1^2}{1 - \nu_2^2} * \frac{h_1}{h_2}$$

ESTRATOS		K	h1	v1	V1^2	ε	C2
1.00 m.	1.45 m.	3875	1.05 m.	0.35	0.123		
2.00 m.	2.45 m.	6225	1.10 m.	0.35	0.123	1.53	911.404

TESIS: ANALISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE CENTROS EDUCATIVOS CON ZAPATAS CORRDIAS EN LA URB. NICOLAS GARATEA - NUEVO CHIMBOTE
UBICACIÓN: CAMPUS I - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
TESISTAS: BACH. MENDOZA CUELLAR JESUS
 BACH. RODAS HUERTA HUBER IVÁN
FECHA: oct-14
NIVEL FREÁTICO: No presenta



UNS
 UNIVERSIDAD
 NACIONAL DEL SANTA

DPL 03

INICIO ENSAYO :

0.3

MODELO DE PASTERNAK

Valores a ingresar en ETABS para 1 estrato - ed regular

Valores a ingresar en ETABS para 1 estrato - ed irregular

ejes	dimensiones		C2 para ETABS		ejes	dimensiones		C2 para ETABS	
f6	15.7	2.6	44914.6542	T/m	DA	16.27	1.8	32223.67866	T/m
f10	15.7	1.8	31094.7606	T/m	DB	16.27	2.2	39384.49614	T/m
fbc	13.9	4.1	31353.33345	T/m					
fad	18.3	1.95	39264.56235	T/m					

Valores a ingresar en ETABS para 2 estratos - ed regular

Valores a ingresar en ETABS para 2 estratos - ed irregular

ejes	dimensiones		C2 para ETABS		ejes	dimensiones		C2 para ETABS	
f6	15.7	2.6	37203.51128	T/m	DA	16.27	1.8	26691.37754	T/m
f10	15.7	1.8	25756.27704	T/m	DB	16.27	2.2	32622.79478	T/m
fbc	13.9	4.1	259704.5698	T/m					
fad	18.3	1.95	32523.45174	T/m					

TESIS:	ANALISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE CENTROS EDUCATIVOS CON ZAPATAS CORRDIAS EN LA URB. NICOLAS GARATEA - NUEVO CHIMBOTE	 UNS UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA		
UBICACIÓN:	CAMPUS I - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA			
TESISTAS:	BACH. MENDOZA CUELLAR JESUS BACH. RODAS HUERTA HUBER IVÁN			
FECHA:	oct-14			
NIVEL FREÁTICO:	No presenta	DPL 03	INICIO ENSAYO :	0.3

SEMIESPACIO ELASTICO

Prof incio SPT (analisis)	1.00 m.
Prof de ensayo	3.50 m.
Nivel de fondo de zapata	1.20 m.
h1	2.30 m.

- n número de subestratos.
- $\sigma_{z_{pn}}$ esfuerzo medio vertical en el subestrato n.
- h_n espesor del subestrato n.
- K_n módulo de balasto del subestrato n.
- V_n coeficiente de poisson del subestrato n.
- H_c profundidad del suelo comprimido o espesor del estrato.

$$K_s = \frac{\sum(\sigma_{z_{pn}} * h_n)}{\sum\left(\frac{\sigma_{z_{pn}} * h_n}{K_n}\right)}$$

$$v_s = \frac{\sum(v_n * h_n)}{H_c}$$

SUBSTRATOS		hn	Vn	HC	Vn*Hn	Vs	σ_1	σ_2	σ_3	aprom	aprom*hn	Kn	aprom*hn/Kn	Ks	
1.20	1.50	0.30	0.35	2.30	0.11	0.35	1.44	1.44	1.54	1.469	1469.167	440.750	3631.27	0.121	4580.642
1.50	1.80	0.30	0.35	2.30	0.11		1.49	1.54	1.54	1.520	1520.417	456.125	4430.38	0.103	
1.80	2.10	0.30	0.35	2.30	0.11		1.59	1.90	1.64	1.708	1708.333	512.500	4586.39	0.112	
2.10	2.40	0.30	0.35	2.30	0.11		1.74	1.79	1.74	1.760	1759.583	527.875	5044.22	0.105	
2.40	2.70	0.30	0.35	2.30	0.11		1.79	1.90	1.79	1.828	1827.917	548.375	4957.52	0.111	
2.70	3.00	0.30	0.35	2.30	0.11		1.85	1.95	1.69	1.828	1827.917	548.375	5312.80	0.103	
3.00	3.30	0.30	0.35	2.30	0.11		1.90	1.95	1.85	1.896	1896.250	568.875	5088.14	0.112	
3.30	3.50	0.20	0.35	2.30	0.07		1.79	1.85	1.90	1.845	1845.000	369.000	3662.89	0.101	



HALLANDO EL Kn PARA CADA UNO DE LOS SUBESTRATOS

SUBESTRATOS		NDPL 1	NDPL 2	NDPL 3	NDPL PROM	N60	K30
1.20	1.50	89	90	90	90	17.042	3.63
1.50	1.80	99	134	105	113	19.979	4.43
1.80	2.10	115	120	116	117	20.490	4.59
2.10	2.40	123	136	124	128	21.895	5.04
2.40	2.70	127	139	111	126	21.639	4.96
2.70	3.00	133	142	127	134	22.661	5.31
3.00	3.30	124	129	134	129	22.023	5.09
3.30	3.50	87	86	101	91	17.170	3.66

$$C_1 = \frac{K_s}{[H_c(1-v_s^2)]}$$

$$C_2 = \frac{K_s * H_c}{6(1+v_s)}$$

$$k_{30} \left(\frac{kg}{cm^3} \right) = 10^{\frac{N_{SPR} + 2}{34}}$$

$$N_{60} = 0.1277n_{DPL} + 5.5492$$

HALLANDO C1 Y C2

SUBESTRATOS		Ks	Vs^2	HC	C1	C2
1.20	1.50	4580.6	0.12	2.30 m.	2269.6	1300.68
1.50	1.80	0		2.30 m.		
1.80	2.10	0		2.30 m.		
2.10	2.40	0		2.30 m.		
2.40	2.70	0		2.30 m.		
2.70	3.00	0		2.30 m.		
3.00	3.30	0		2.30 m.		
3.30	3.50	0		2.30 m.		

Valores a ingresar en ETABS para 1 estrato - ed regular

ejes	dimensiones		C2 para ETABS	
f6	15.7	2.6	53093.59432	T/m
f10	15.7	1.8	36757.10376	T/m
fbc	13.9	4.1	37062.76262	T/m
fad	18.3	1.95	46414.62306	T/m

Valores a ingresar en ETABS para 1 estrato - ed irregular

ejes	dimensiones		C2 para ETABS	
DA	16.27	1.8	38091.59734	T/m
DB	16.27	2.2	46556.39674	T/m

COEFICIENTE DE BALASTO VERTICAL	C1	2269.61	T/m3
COEFICIENTE DE BALASTO HORIZONTAL	C2	1300.68	T/m3

52.03 T/m

TESIS :	ANALISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE CENTROS EDUCATIVOS CON ZAPATAS CORRDIAS EN LA URB. NICOLAS GARATEA - NUEVO CHIMBOTE	 UNS UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA		
UBICACIÓN :	CAMPUS I - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA			
TESISTAS :	BACH. MENDOZA CUELLAR JESUS BACH. RODAS HUERTA HUBER IVÁN			
FECHA :	oct-14			
NIVEL FREÁTICO :	No presenta	DPL 03	INICIO ENSAYO :	0.3

SEMIESPACIO ELASTICO

Prof incio SPT (analysis)	1.00 m.
Prof de ensayo	3.50 m.
Nivel de fondo de zapata	1.20 m.
h1	2.30 m.

- n número de subestratos.
- $\sigma_{z_{pn}}$ esfuerzo medio vertical en el subestrato n.
- h_n espesor del subestrato n.
- K_n módulo de balasto del subestrato n.
- V_n coeficiente de poisson del subestrato n.
- H_C profundidad del suelo comprimido o espesor del estrato.

$$K_s = \frac{\sum(\sigma_{z_{pn}} * h_n)}{\sum\left(\frac{\sigma_{z_{pn}} * h_n}{K_n}\right)}$$

$$v_s = \frac{\sum(v_n * h_n)}{H_C}$$

SUBSTRATOS		hn	Vn	HC	Vn*Hn	Vs	σ_1	σ_2	σ_3	σ_{prom}	$\sigma_{prom} * h_n$	K_n	$\sigma_{prom} * h_n / K_n$	Ks	
1.20	1.50	0.30	0.35	2.30	0.11	0.35	1.44	1.44	1.54	1.469	1469.167	440.750	3631.27	0.121	4580.642
1.50	1.80	0.30	0.35	2.30	0.11		1.49	1.54	1.54	1.520	1520.417	456.125	4430.38	0.103	
1.80	2.10	0.30	0.35	2.30	0.11		1.59	1.90	1.64	1.708	1708.333	512.500	4586.39	0.112	
2.10	2.40	0.30	0.35	2.30	0.11		1.74	1.79	1.74	1.760	1759.583	527.875	5044.22	0.105	
2.40	2.70	0.30	0.35	2.30	0.11		1.79	1.90	1.79	1.828	1827.917	548.375	4957.52	0.111	
2.70	3.00	0.30	0.35	2.30	0.11		1.85	1.95	1.69	1.828	1827.917	548.375	5312.80	0.103	
3.00	3.30	0.30	0.35	2.30	0.11		1.90	1.95	1.85	1.896	1896.250	568.875	5088.14	0.112	
3.30	3.50	0.20	0.35	2.30	0.07		1.79	1.85	1.90	1.845	1845.000	369.000	3662.89	0.101	

↑
Viene de la sgt hoja

HALLANDO EL Kn PARA CADA UNO DE LOS SUBESTRATOS

SUBESTRATOS		NDPL 1	NDPL 2	NDPL 3	NDPL PROM	N60	K30
1.20	1.50	89	90	90	90	17.042	3.63
1.50	1.80	99	134	105	113	19.979	4.43
1.80	2.10	115	120	116	117	20.490	4.59
2.10	2.40	123	136	124	128	21.895	5.04
2.40	2.70	127	139	111	126	21.639	4.96
2.70	3.00	133	142	127	134	22.661	5.31
3.00	3.30	124	129	134	129	22.023	5.09
3.30	3.50	87	86	101	91	17.170	3.66

$$C_1 = \frac{K_s}{H_c(1-v_s^2)}$$

$$C_2 = \frac{K_s * H_c}{6(1+v_s)}$$

Ver hoja anterior

$$k_{30} \left(\frac{kg}{cm^3} \right) = 10^{\frac{N_{SER}+2}{34}}$$

$$N_{60} = 0.1277n_{DPL} + 5.5492$$

HALLANDO C1 Y C2

SUBESTRATOS		Ks	Vs^2	HC	C1	C2
1.20	1.50	4580.6	0.12	2.30 m.	2269.6	1300.68
1.50	1.80	0		2.30 m.		
1.80	2.10	0		2.30 m.		
2.10	2.40	0		2.30 m.		
2.40	2.70	0		2.30 m.		
2.70	3.00	0		2.30 m.		
3.00	3.30	0		2.30 m.		
3.30	3.50	0		2.30 m.		

Valores a ingresar en ETABS para 1 estrato - ed regular

ejes	dimensiones		C2 para ETABS	
f6	15.7	2.6	53093.59432	T/m
f10	15.7	1.8	36757.10376	T/m
fbc	13.9	4.1	37062.76262	T/m
fad	18.3	1.95	46414.62306	T/m

Valores a ingresar en ETABS para 1 estrato - ed irregular

ejes	dimensiones		C2 para ETABS	
DA	16.27	1.8	38091.59734	T/m
DB	16.27	2.2	46556.39674	T/m

COEFICIENTE DE BALASTO VERTICAL	C1	2269.61	T/m3
COEFICIENTE DE BALASTO HORIZONTAL	C2	1300.68	T/m3

52.03 T/m

TESIS :

ANALISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE CENTROS EDUCATIVOS CON ZAPATAS CORRDIAS EN LA URB. NICOLAS GARATEA - NUEVO CHIMBOTE

UBICACIÓN :

CAMPUS I - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

TESISTAS :

BACH. MENDOZA CUELLAR JESUS
BACH. RODAS HUERTA HUBER IVÁN

FECHA :

oct-14

NIVEL FREÁTICO :

No presenta



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

DPL 03

INICIO ENSAYO :

0.3

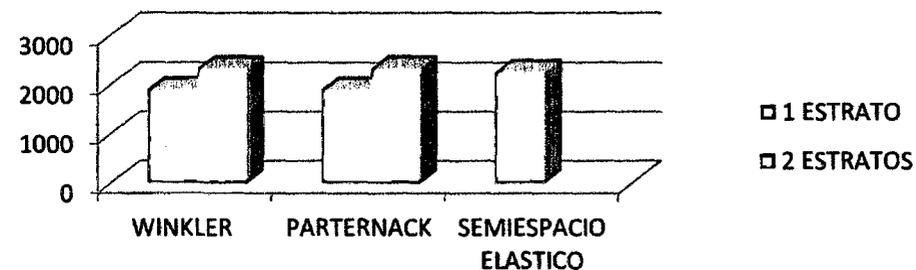
BALASTOS VERTICALES

	1 ESTRATO	2 ESTRATOS
WINKLER	1914.526	2343.006
PARTERNACK	1914.526	2343.006
SEMIESPACIO ELASTICO	2269.611	

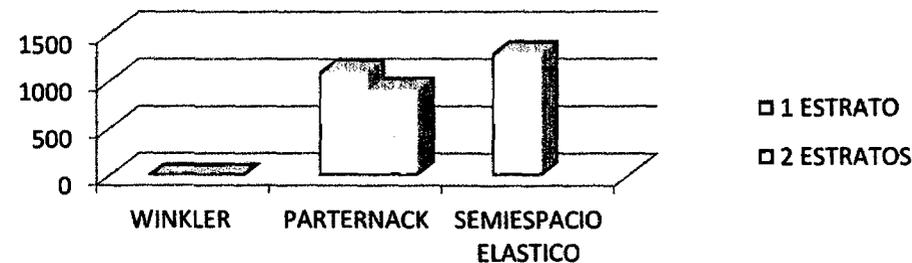
BALASTOS HORIZONTALES

	1 ESTRATO	2 ESTRATOS
WINKLER	0	0
PARTERNACK	1100.31	911.404
SEMIESPACIO ELASTICO	1300.676	

Balastos verticales



Balasto Horizontales





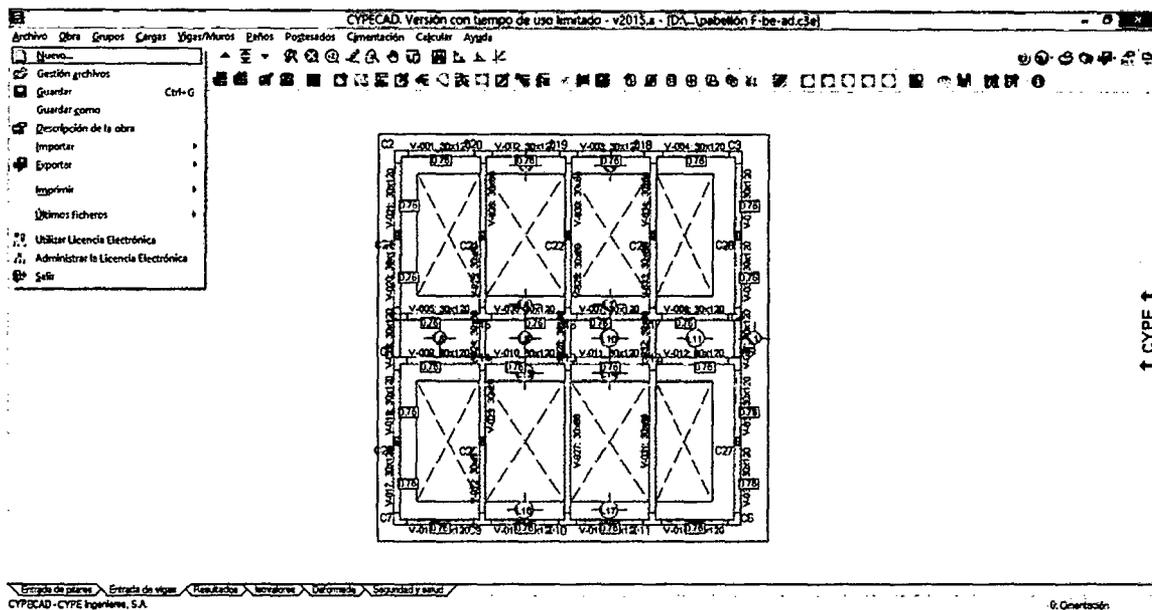
8.7. MODELACIÓN ESTRUCTURAL CON CYPECAD

Generalidades del modelamiento

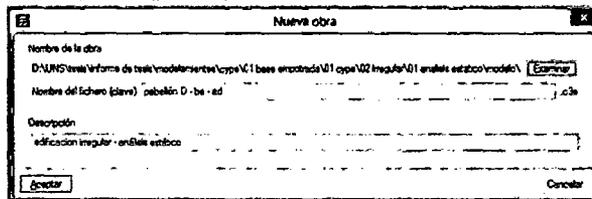
A diferencia de otros programas de cálculo, en los software's de CYPE ingenieros se ingresan los elementos estructurales tal cuales son, por lo tanto el proceso de modelación es diferente al de otros software's. La introducción de los datos en el programa se presenta de una manera ordenada e intuitiva, pero es preciso seguir unos lineamientos en el orden del cálculo.

Creación de una nueva obra

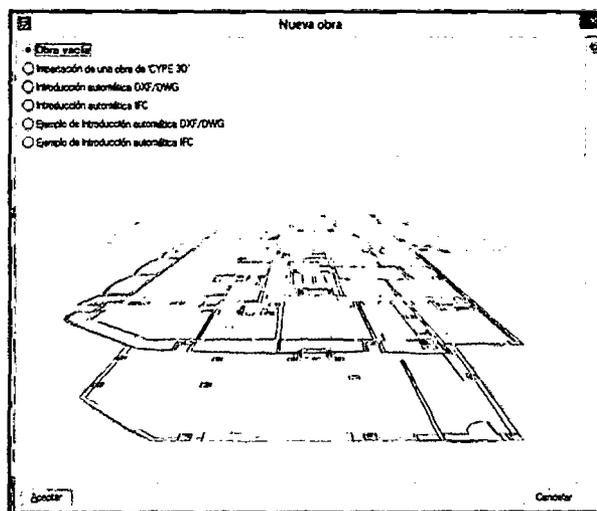
Procedemos a crear una nueva obra desde el menú archivo/nuevo



En esta pantalla de nueva obra procedemos a nombrar nuestra obra, así como a colocarle una pequeña descripción de la misma. Tenemos también la opción de modificar la ruta del archivo. Se recomienda que cada obra a ser calculada sea creada en una carpeta de manera independiente para evitar confusiones al momento de querer salvar la misma.



Una vez realizado esto, el programa nos muestra una ventana que nos permite seleccionar entre distintas opciones para la geometría de la obra. Tenemos la opción de trabajar con un modelo vacío, importar una obra desde otro módulo de los programas de CYPE ingenieros, el CYPE 3D, importar un archivo CAD trabajado en 3D e importar un archivo trabajado en algún software BIM, con extensión ifc. Seleccionamos obra vacía.



Datos generales de obra

La siguiente ventana que tenemos ingresada es la de los datos de obra, aquí procedemos a definir todos los materiales y las normas a usar durante el cálculo, diseño, dibujo de planos y metrados de la obra.



Datos generales

Clave: peballeón D - ba - ad
 Descripción:

Normas: NTE E.060: 2009, ANSI S100-2007 (LRFD), ANSI/AISC 360-10 (LRFD), NBR 7190 y Eurocódigo 9

Hormigón armado

Hormigón

Forjados	f _c =250	▼	Perfiles	Acero
Orientación	f _c =250	▼	Laminados y amados	A36
Páreas	f _c =250	▼	Conformados	ASTM A 36 36 ksi
Muros	f _c =250	▼	Madera	Serrada - Coníferas - C20
Características del árido	15 mm		Aluminio extruido	EN AW-5083 - F

Acero

Barra: Grado 60 ▼

Pernos: A307 ▼

Acciones

Con acción de viento

Con acción sísmica

Comprobar resistencia al fuego

Estados límite (posibilidades)

Modos adicionales (cargas especiales)

Aceptar

Procedemos primeramente a seleccionar las normas a usar:

Selección de normas

Hormigón: NTE E.060: 2009 (Peru) ▼ CTE

Acero conformado: AISI S100-2007 (LRFD) (USA) ▼

Acero laminado: ANSI/AISC 360-10 (LRFD) (USA) ▼

Madera: Eurocódigo 5 (UE) ▼

Aluminio: Eurocódigo 9 ▼

Muros de bloques de hormigón: NTCRC (México)

Loses mallas: Eurocódigo 4

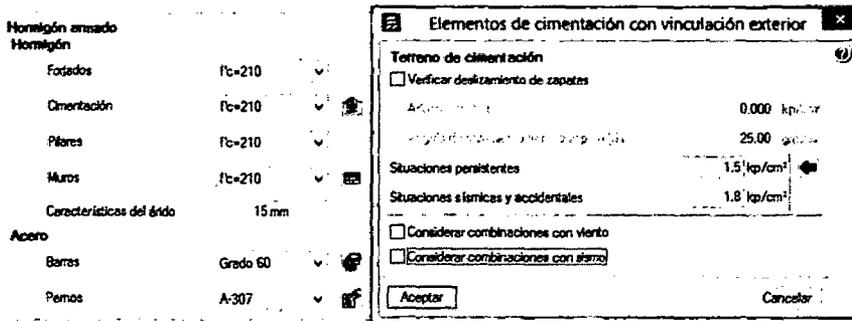
Aceptar Cancelar

Luego definimos los tipos de materiales a usar en la obra:

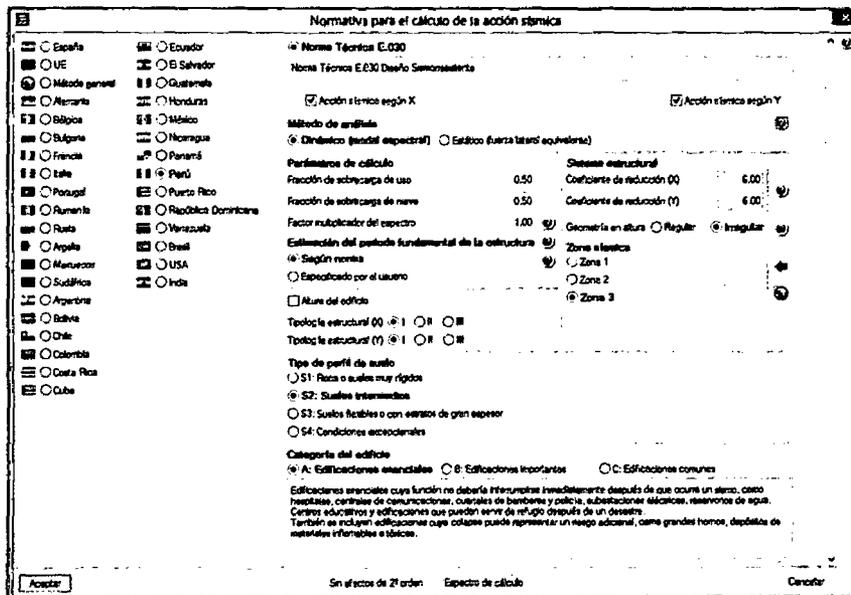
Hormigón armado		Perfiles	
Hormigón		Acero	
Forjados	f _c =210 ▼	Laminados y amados	A36 ▼
Cimentación	f _c =210 ▼	Conformados	ASTM A 36 36 ksi ▼
Páreas	f _c =210 ▼	Madera ⓘ	Serrada - Coníferas - C20
Muros	f _c =210 ▼	Aluminio extruido ⓘ	EN AW-5083 - F
Características del árido	15 mm		
Acero			
Barra	Grado 60 ▼		
Pernos	A-307 ▼		



A continuación procedemos a ingresar la capacidad portante del suelo de fundación, esto para el caso de trabajar con elementos con vinculación exterior. Accedemos a este menú desde el ícono que se muestra junto a la pestaña para seleccionar el f_c del concreto a usar en cimentaciones:



Luego, en la ventana principal procedemos a marcar la opción de "con acción sísmica" y se nos abrirá otra ventana donde podremos asignar los parámetros de sismo según nuestra norma Sismorresistente vigente:

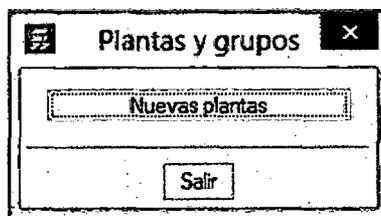


Una vez hecho esto procedemos a aceptar todas las ventanas.

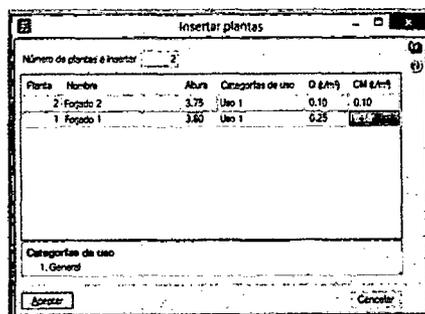


Entrada de columnas

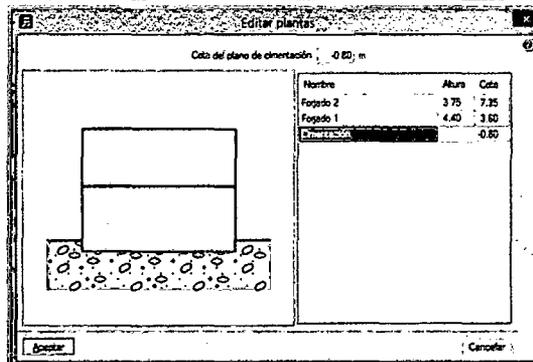
Se nos presentará esta ventana. Ahora procederemos a la definición de los niveles a considerar en el modelo. Para esto seleccionamos introducción/ (plantas/grupos) y tendremos esta ventana:



Seleccionamos nueva planta y nos pregunta si queremos que las plantas sean sueltas, le damos que sí. A continuación tendremos la siguiente ventana, en esta procedemos a definir la altura de entrepiso. Cabe resaltar que CYPE ingenieros considera la altura de entrepiso como la distancia entre los niveles de losa, no entre los ejes de esta. Hecho esto aceptamos.

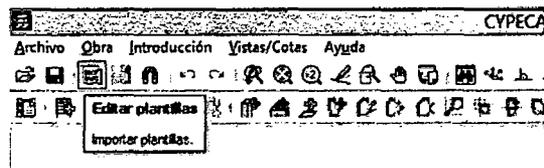


Luego, procedemos a editar las plantas, en el botón que lleva el mismo nombre para poder asignarle al modelo la profundidad de desplante. Nótese aquí que esta profundidad tiene que ser medida hasta el nivel de borde de zapata, no de fondo de cimentación. Luego aceptamos y salimos de la ventana de plantas y grupos.

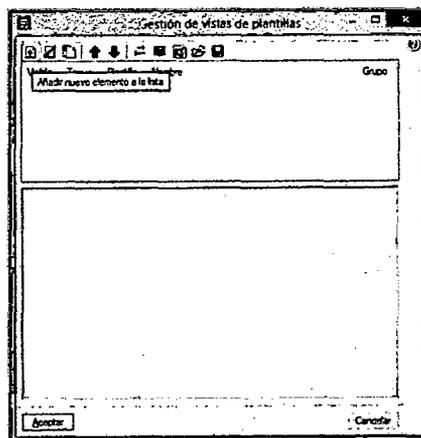


Importación de plantilla de AutoCAD

CYPE ingenieros, en la mayoría de sus software nos permite importar los planos de la obra para usarlos como plantillas en la introducción de los datos al programa. Procedemos a importar un plano para usarlo como plantilla. Para lo cual hacemos clic en editar plantillas:

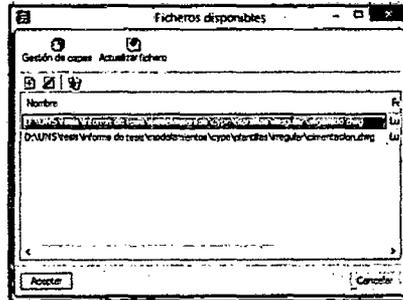


Luego tendremos esta ventana, aquí observamos varios iconos, los cuales veremos a lo largo de todo el programa. Picamos en la hoja en blanco que indica nuevo:



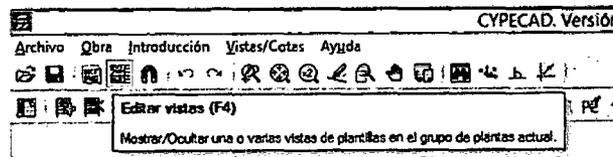


Y se nos abrirá una ventana para seleccionar el o los archivos a importar, una vez hecho esto seleccionamos los archivos ya dentro de CYPE,

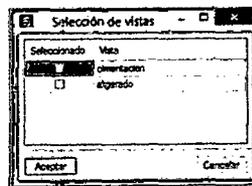


Hecho esto, procedemos a aceptar la ventana y regresamos a la anterior. Aceptamos de nuevo. Si hemos ingresado solo un archivo nos preguntará si deseamos asignar las vistas a todos los planos, seleccionamos que no.

Luego, habiendo regresado a la pantalla de entrada de pilares, asignaremos esta vista a esta pantalla seleccionando el botón de asignar vistas



Y en la ventana siguiente procedemos a seleccionar las vistas a asignar y aceptamos:

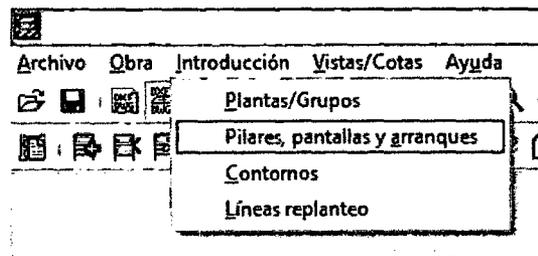




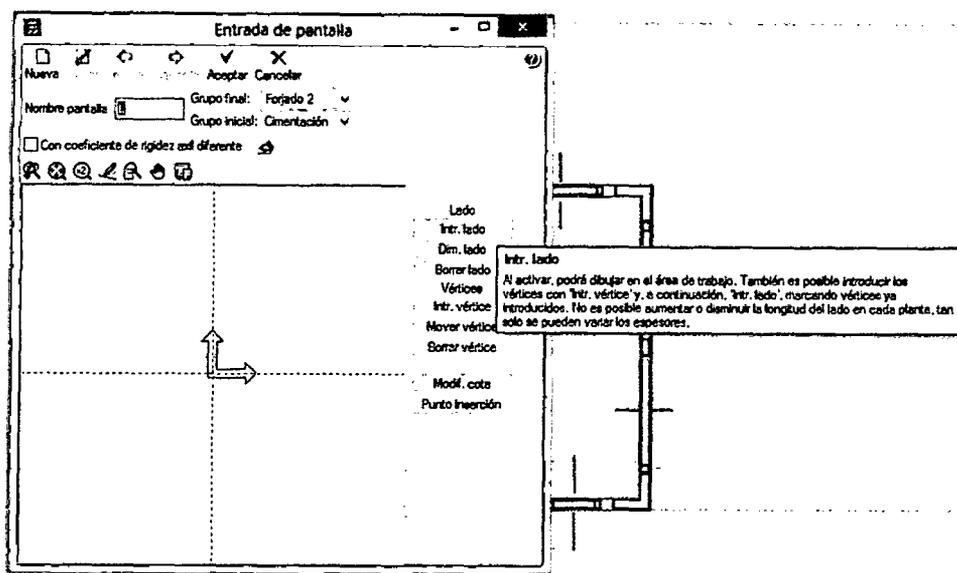
Ingreso de columnas

Definición de las secciones

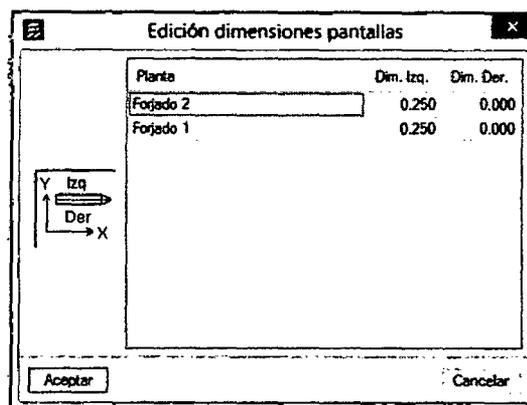
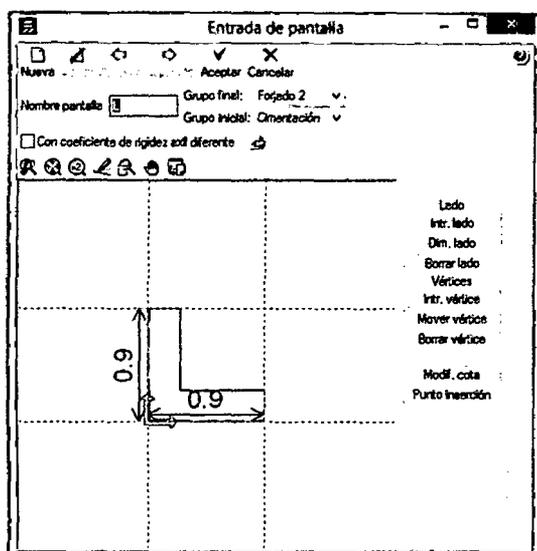
A continuación, teniendo ya el plano como plantilla y definidas las alturas de entrepiso procedemos a ingresar las columnas. Cabe resaltar lo siguiente: como columnas CYPECAD por ahora permite el ingreso de secciones de concreto y metálicas, pero dentro de las secciones de concreto solo podemos usar las secciones rectangular y circular. Recordemos que previamente hemos definido los materiales a usar en los elementos. Para ingresar otro tipo de secciones se usa la opción de pantallas, que vendrían a ser elementos de corte formados a partir de secciones rectangulares. Esto nos permitiría ingresar las secciones T o L, la otra opción es que estas secciones sean ingresadas como elementos muro de concreto armado, lo cual haremos para las columnas que dan para la parte del volado. Para ingresar las columnas ingresamos a:



Luego seleccionamos nueva pantalla, y al no tener definida una pantalla directamente el programa nos envía a la pantalla de definir pantalla. Procedemos a introducir los lados:



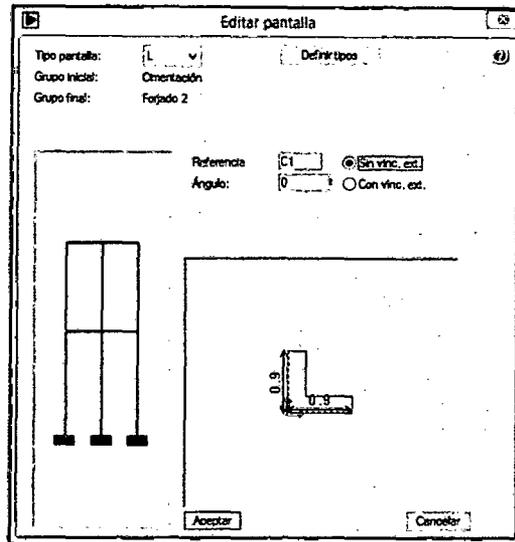
Una vez introducidos los lados se nos solicita el ancho de la sección ingresada:



Y se repite estos 02 últimos pasos para todos los lados de la sección. Una vez definidas las secciones procedemos a insertarlas en el modelo. En el cuadro que aparece luego de definir las secciones tenemos las opciones para definir las alturas de las columnas, así como la referencia, el ángulo de inclinación de la sección y si tiene o no vinculación exterior. Para este modelo consideraremos

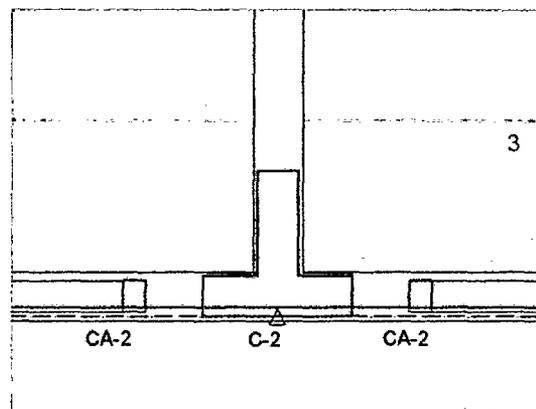


que los elementos no cuentan con vinculación exterior. Procedemos a insertarlos en la ventana siguiente:

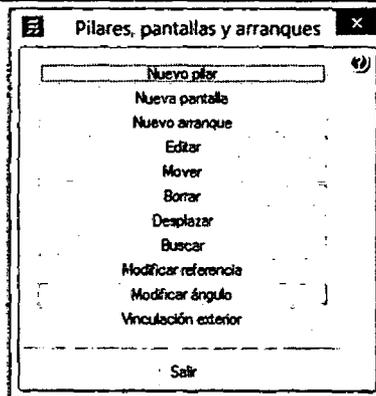


Colocación de los elementos en el modelo

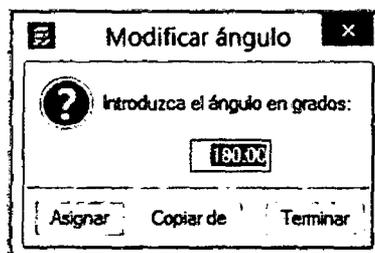
Una vez que todas las condiciones han sido definidas procedemos a insertar las secciones, en el cuadro anterior aceptamos y procedemos a ingresarlas siguiendo la plantilla previamente insertada tal y como un bloque en el AutoCAD:



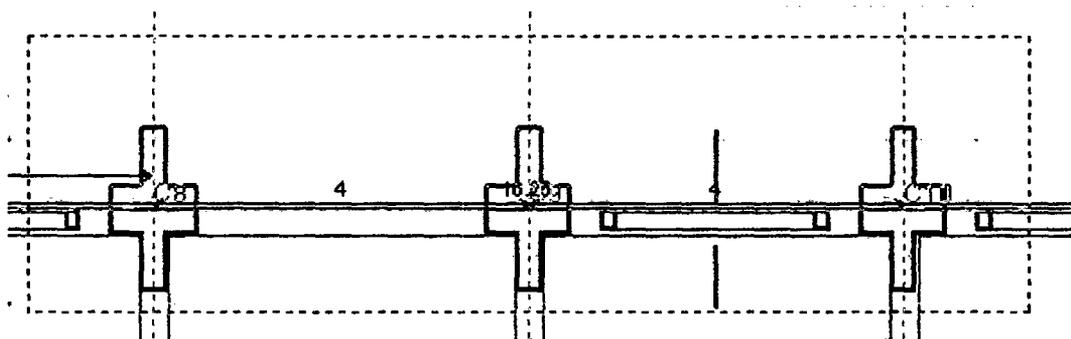
En el caso de que no cambiemos el ángulo regresamos al menú introducción/pilares, pantallas y arranques y vemos que ahora cambia la ventana de entrada, seleccionamos modificar ángulo:



Y luego asignamos en la siguiente ventana el ángulo que deseemos:



Y luego seleccionamos las pantallas para girarlas:



Hecho esto, damos clic derecho y en la ventana anterior seleccionamos terminar. Con este tenemos ya definidas todas las columnas del modelo. A continuación procedemos a insertar todos los elementos horizontales y los muros.

Entrada de vigas

En esta pestaña, tal como se mencionaba, podemos ingresar todos los elementos horizontales del modelo, así como las placas de concreto armado y

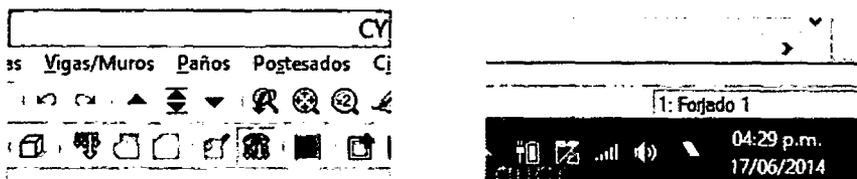


distintos tipos de muro. En esta nueva pestaña los menús y la interface gráfica del programa han cambiado, mostrándose otras opciones en los accesos directos que este presenta, así como otros menús para el trabajo.

Introducción de columnas como elementos muro

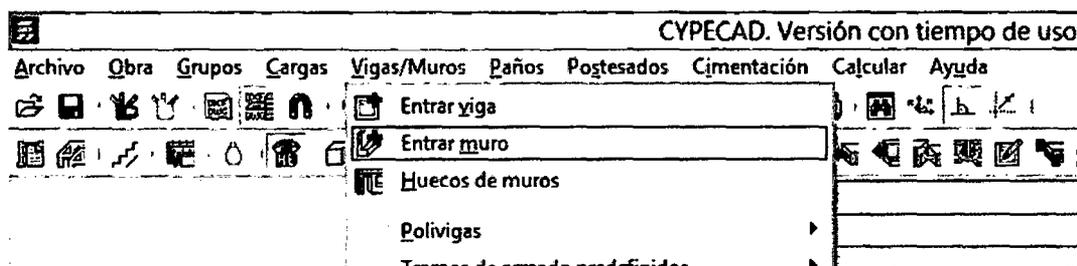
En el apartado anterior dejamos de definir 03 columnas porque si son definidas como placas, al ingresar las losas inclinadas no generarán una correcta unión entre las vigas y producirá un error en el cálculo.

Primeramente tenemos que posicionarnos en el primer entpiso, al cual CYPE lo denomina Forjado 1. Bajo los menús, en la parte superior encontramos unas flechas, y en la esquina inferior derecha observamos el nivel en que nos encontramos:



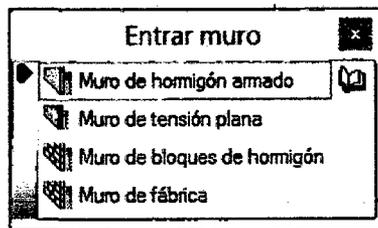
Luego, estando ya en este nivel asignamos la vista de la plantilla como ya hemos tratado anteriormente.

Procedemos a ingresar los muros ingresando al menú vigas/muros y seleccionamos entrar muro

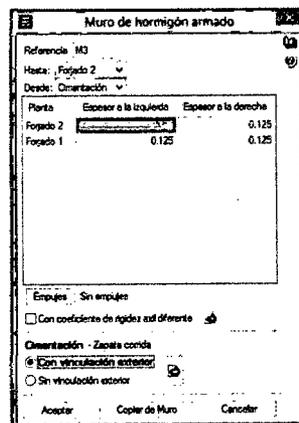




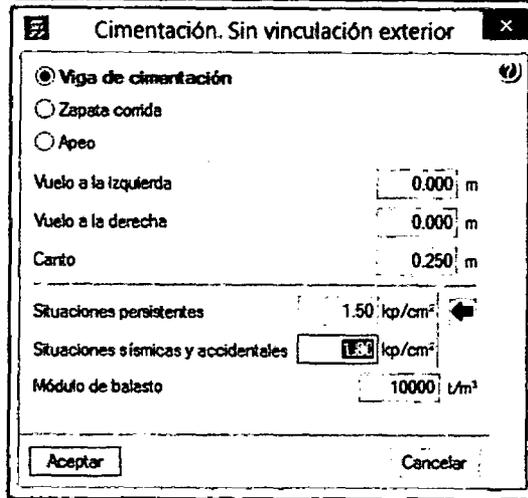
Una vez hecho esto, se nos mostrará una ventana donde se nos indica los tipos de muro que es posible ingresar en el programa. Seleccionamos el muro de hormigón armado:



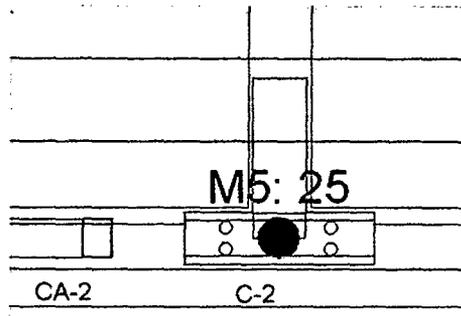
Una vez seleccionado ese muro, se nos mostrará una ventana que es común casi a todas las introducciones de muro, en esta definimos las características del muro:



Seleccionamos, al igual que en las pantallas, la opción de la cimentación como "sin vinculación exterior"; se nos abrirá un cuadro para seleccionar el tipo de cimentación, en este cuadro también se debe definir ya el módulo de balasto vertical y la capacidad portante del terreno:

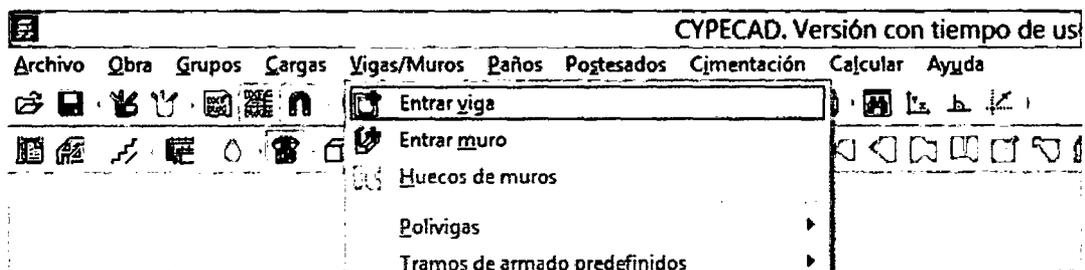


Aceptando esta ventana regresamos a la ventana ya conocida de la definición del muro, damos aceptar y procedemos a ingresar el muro como si trazáramos una línea en el AUTOCAD:



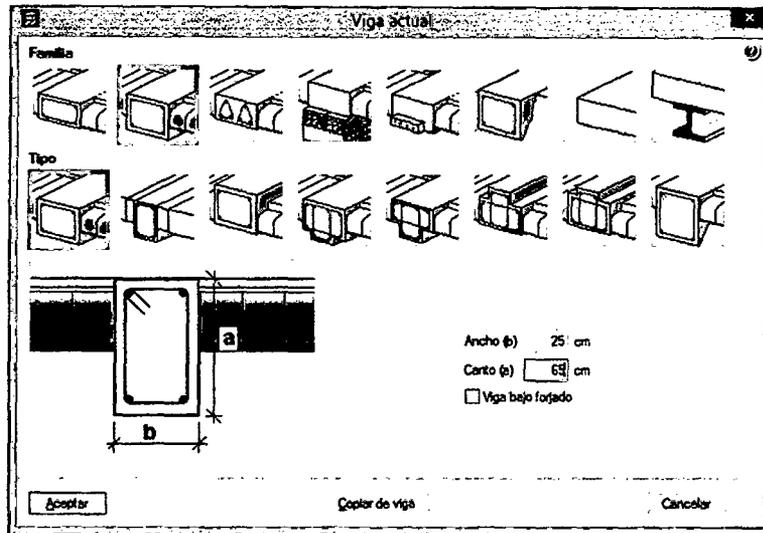
Introducción de vigas

Procedemos a continuación a ingresar las vigas del primer nivel, para esto, entramos al menú "vigas/muros" y seleccionamos entrar viga:

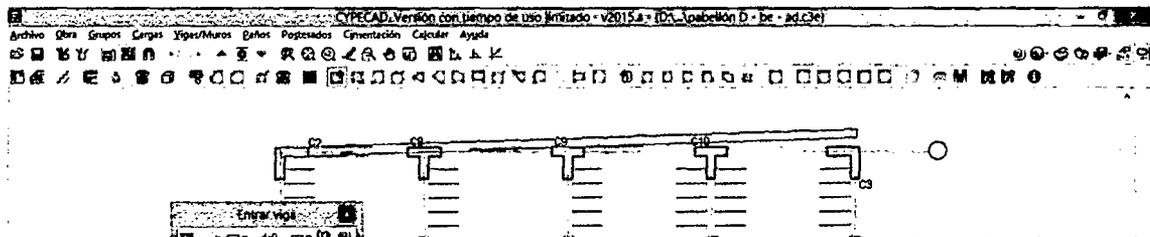




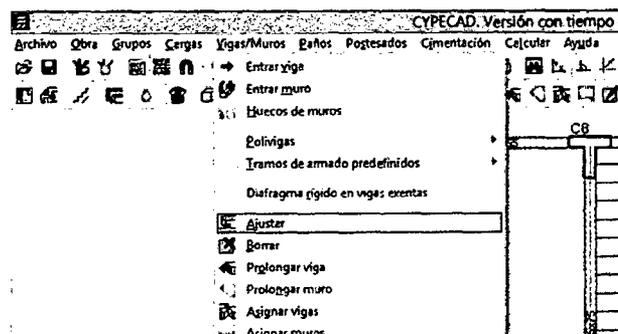
Nos saldrá una ventana con distintos tipos de viga, en esta seleccionamos las vigas tipo peraltada (descolgada) y ubicamos el tipo de viga que deseamos trabajar, ya en ella asignamos las dimensiones que tenga nuestro elemento:



Una vez hecho esto; al igual que la introducción de muros, introducimos la viga:



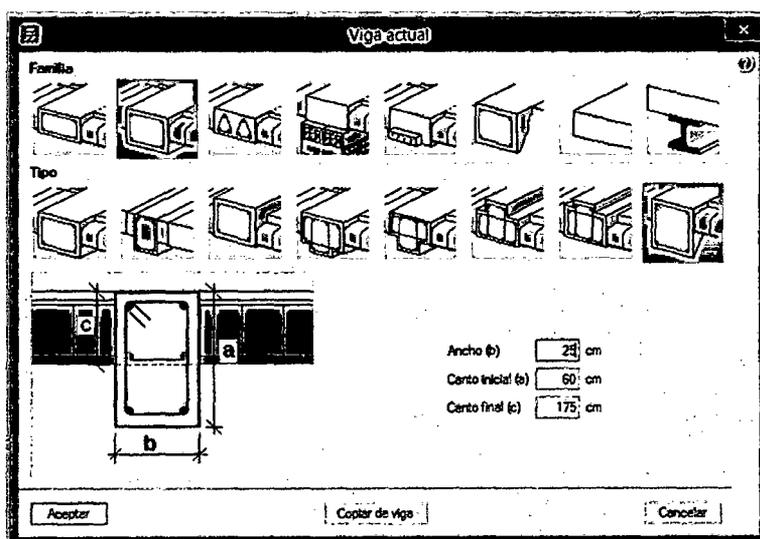
Si hay algún error de alineación al introducir las vigas podemos ajustarlo de la siguiente manera: En el mismo menú de vigas existe un comando llamado ajustar, el cual seleccionamos:





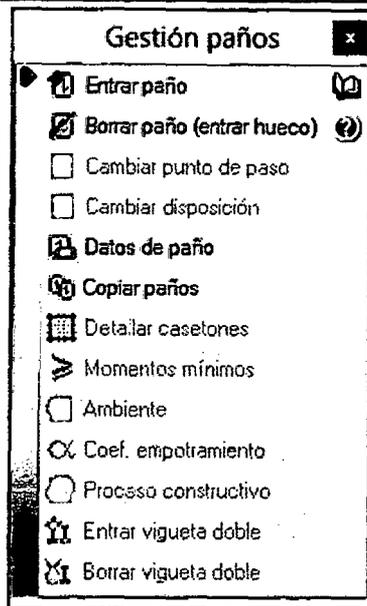
Si producto de esto vemos secciones que están fuera de lo que deseamos procedemos a borrarlas, bajo ajustar está el comando borrar que borra solo el trozo de viga que deseamos, hasta el límite de una intersección con otro elemento.

Luego, para la introducción de las vigas del segundo nivel, procedemos de la misma manera que para el primer nivel, pero seleccionamos otro tipo de vigas; las vigas con sección variable, la seleccionamos en la siguiente ventana:

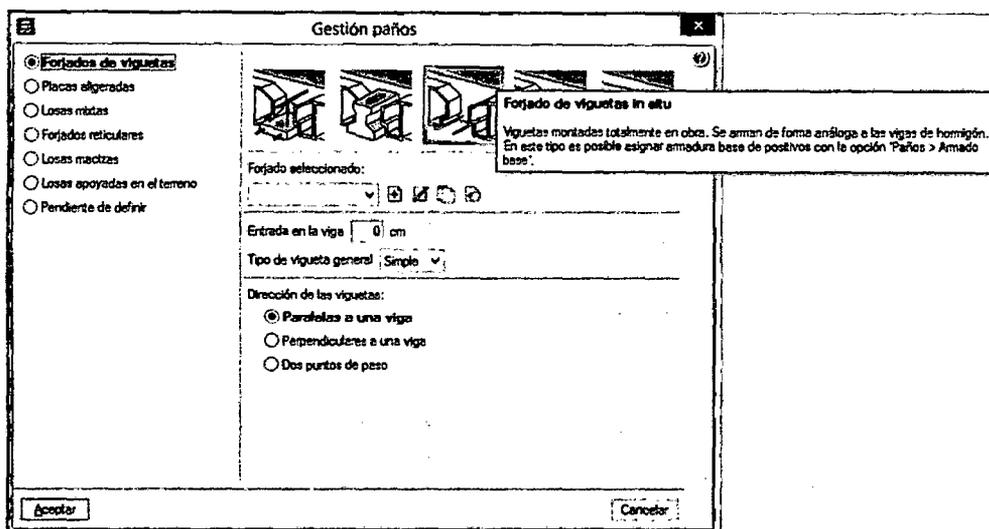


Definición de losas

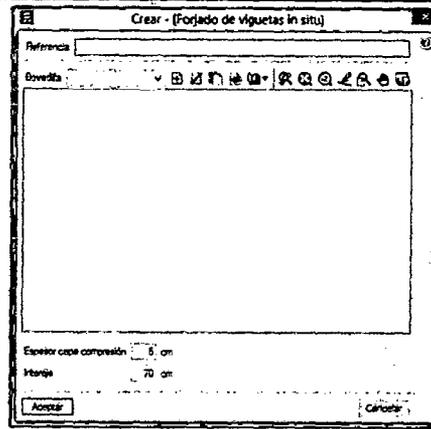
Una vez introducidas todas las vigas procedemos a introducir las losas, para esto nos vamos al menú paños/gestión de paños, una vez Ahí tendremos la siguiente ventana:



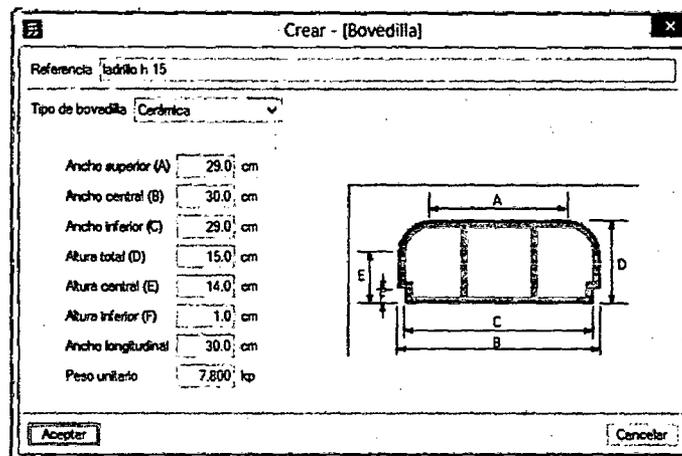
Hacemos clic en entrar paño y tendremos la siguiente ventana, en la cual seleccionamos forjado de viguetas y ya ahí seleccionamos forjado de viguetas in situ:



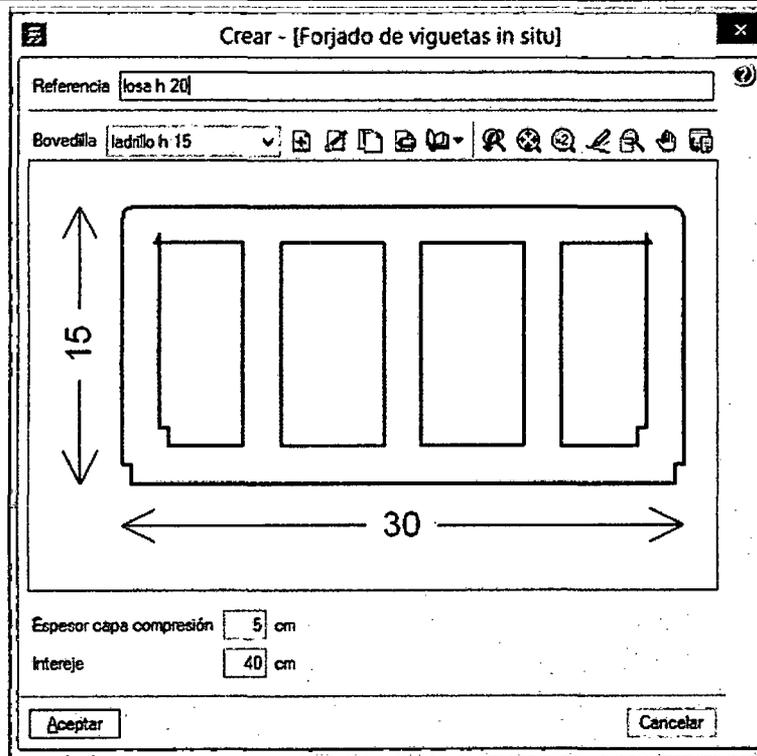
Al no tener ingresado ningún modelo procedemos a añadir uno, seleccionando el símbolo de nuevo (el +) y tendremos la siguiente ventana para definir la losa aligerada:



Como se puede apreciar, el programa solicita los datos de la unidad de ladrillo a usar, en este caso llamada bovedilla para que aparte del cálculo pueda hacer el detallado y el metrado. Con estos datos además el programa calcula el peso por metro cuadrado de la losa a ingresar. Procedemos a añadir un nuevo ladrillo de techo, para esto una vez más seleccionamos el símbolo de nuevo, con lo cual tendremos la siguiente ventana:



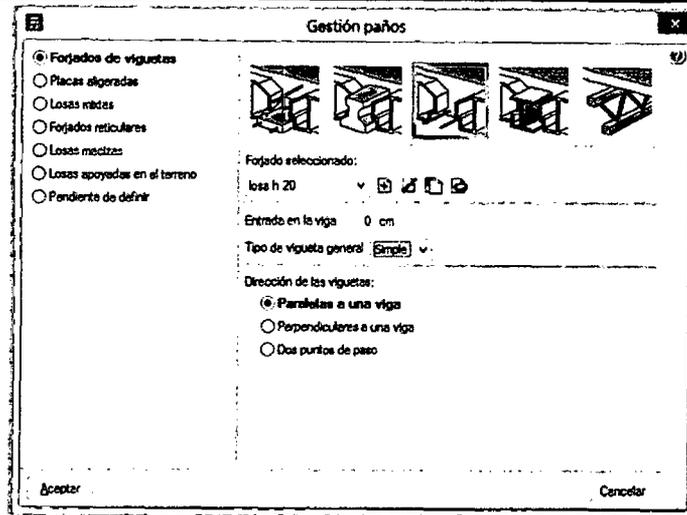
Una vez definidos los datos, el material y el nombre de la unidad procedemos a aceptar y regresamos a la ventana anterior:



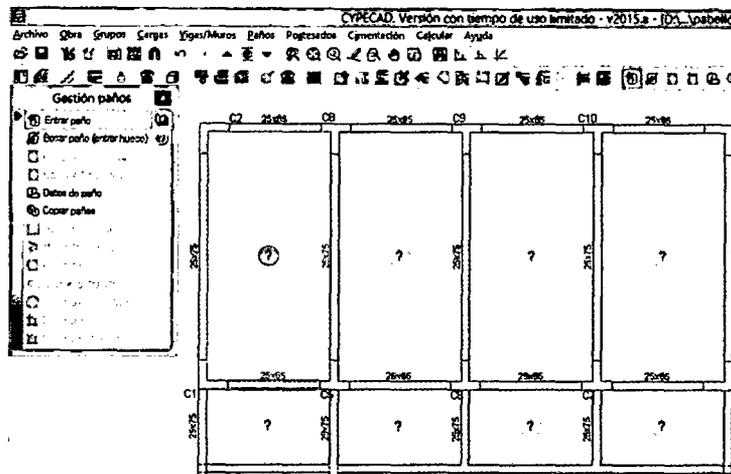
Aquí, en la parte de espesor de la capa de compresión asignamos el espesor de la losa de concreto sobre los ladrillos, y en el interaje el espaciamiento entre viguetas. Al dar aceptar tendremos definido ya nuestro aligerado.

Introducción de losas

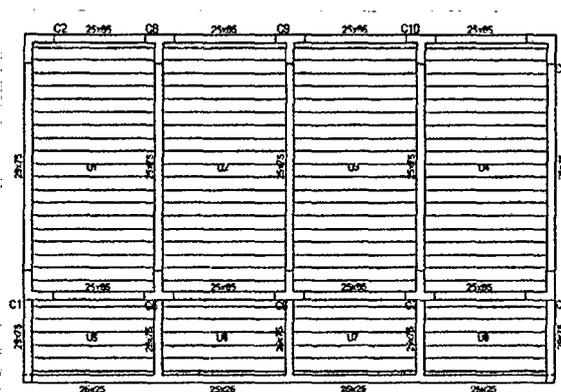
Una vez definido el aligerado, procedemos a ingresarlo, regresando de la ventana anterior esta ventana ya conocida, tenemos opciones ahí para modificar su entrada en la viga, y principalmente, como se definirá la dirección del aligerado:



A continuación hacemos clic en los paños que queremos ingresar y, tal como hemos seleccionado, seleccionamos la viga paralela al sentido de aligerado:



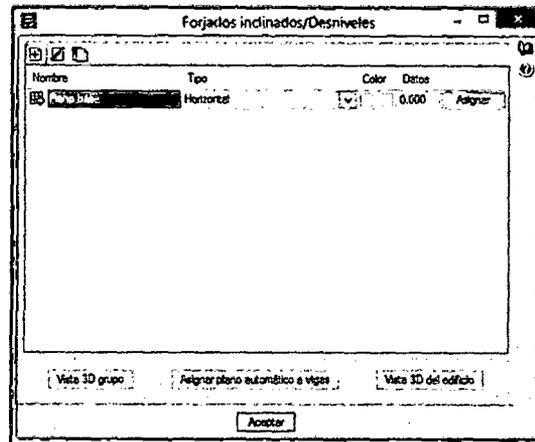
Repetimos los pasos para todas las losas.



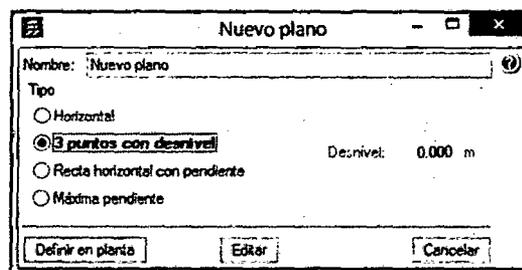


Definición de losas inclinadas

En este modelo se nos presentan losas inclinadas en el segundo nivel; para poder definir estos elementos primeramente tenemos que definir la inclinación en las losas. Para esto ingresamos al menú grupos/ (forjados inclinados/desniveles) y se nos mostrará la siguiente ventana:



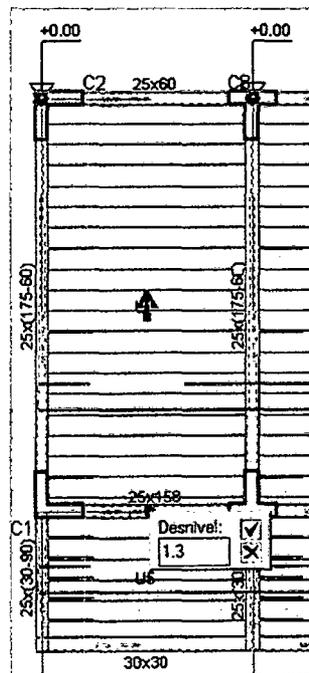
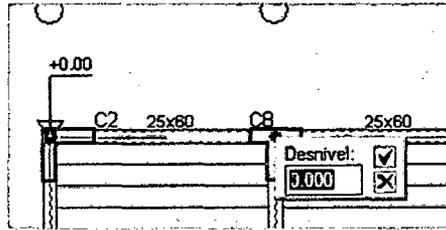
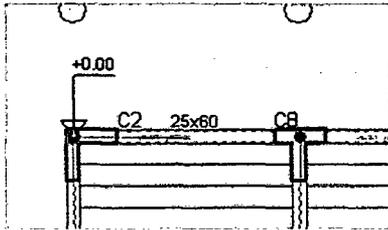
Creamos un nuevo plano con el ya conocido botón de nuevo elemento en la lista y se nos mostrará la siguiente ventana:



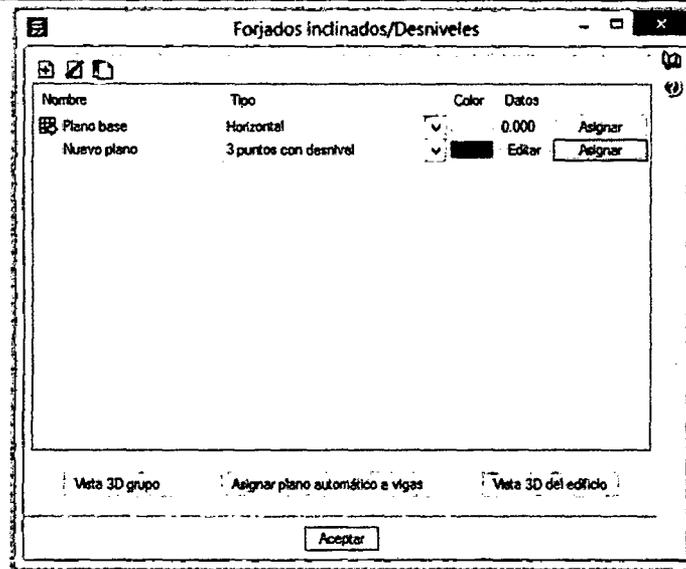
Aquí seleccionamos la opción de 3 puntos con desnivel, y a continuación hacemos clic en el botón definir en planta. Una vez hecho esto el programa nos pedirá que seleccionemos 3 puntos en el modelo, los 2 primeros puntos deberán tener la misma elevación y formar una línea perpendicular con el inicio del desnivel. Para definir la pendiente seleccionamos el tercer punto



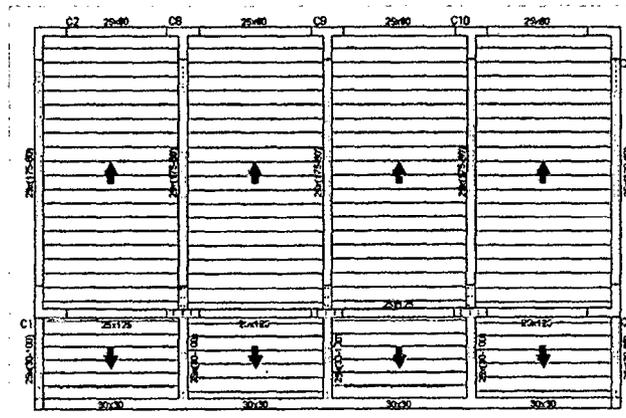
perpendicularmente a los otros 2 y a este le asignamos el desnivel que deseamos en el paño, tal como se muestra en las imágenes siguientes:



Hecho esto, asignamos el desnivel a las losas de la siguiente manera:



Repetimos el mismo proceso para todas las losas inclinadas.

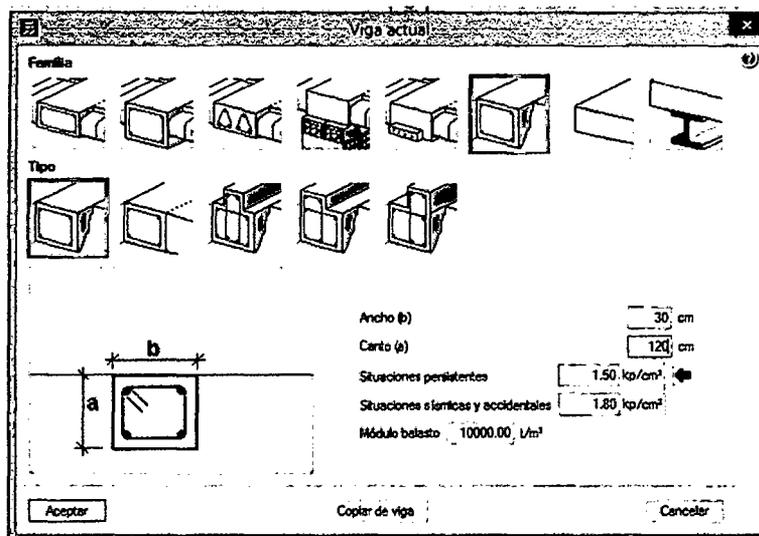


Una vez realizado esto pasamos a ingresar la cimentación.



Introducción de la cimentación

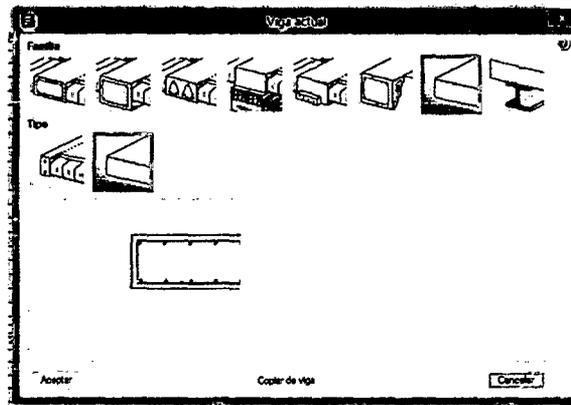
A continuación, procedemos a ingresar las vigas de cimentación. Para esto, ingresamos a la ventana de entrada de vigas:



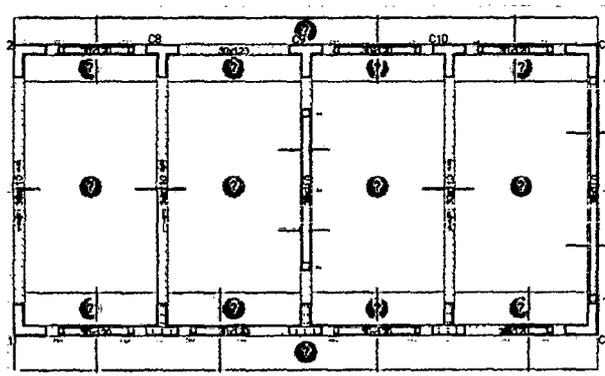
E ingresamos las vigas de cimentación de la manera ya conocida.

Las zapatas corridas; según el programa, solo pueden ser ingresadas cuando se ingresa un muro. En este caso, el sistema estructural es aporticado, por lo cual las definiremos como losas de cimentación. Para esto, usaremos un artificio, el cual consiste en colocar elementos de borde no estructurales, de sección y rigidez nula para que actúen como límites de la losa y así poder definirla.

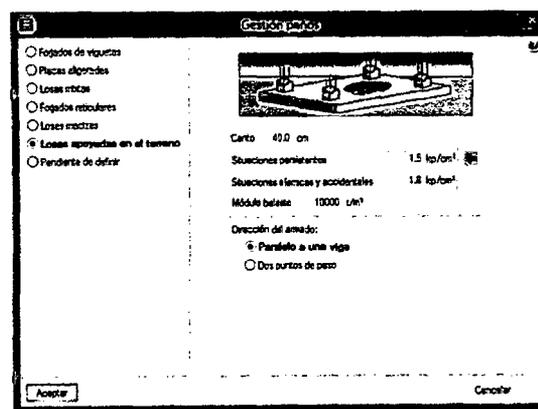
Dentro del programa estos elementos nulos son llamados sunchos no estructurales de ancho cero, los cuales son ingresados desde la ventana de entrada de vigas, la cual ya conocemos:



Al tener todas las vigas de cimentación y los elementos nulos tendremos esta vista:



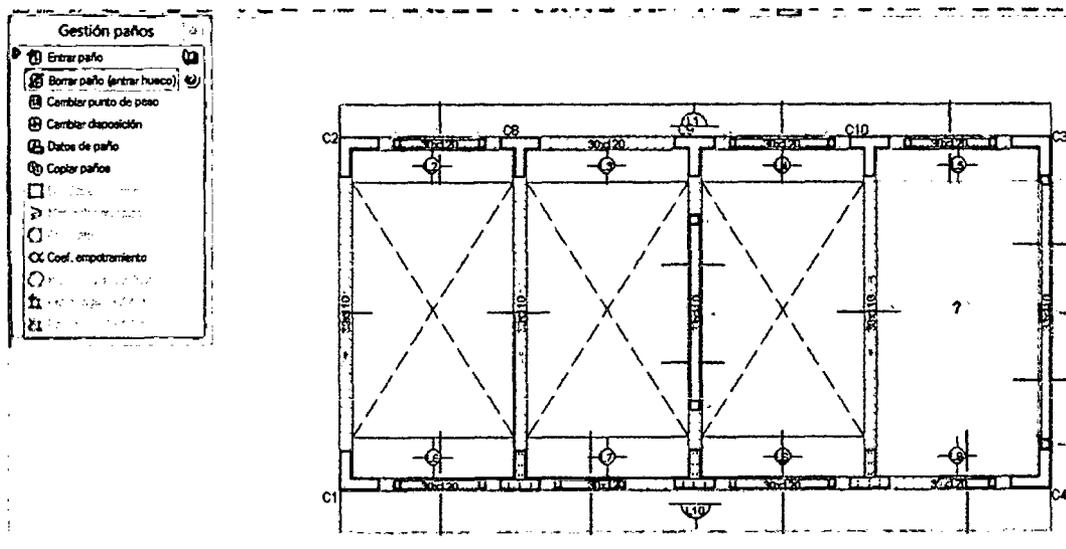
Ahora, para el ingreso de los cimientos corridos o zapatas corridas ingresamos a paños/gestión de paños y luego en entrar paño para poder definir nuevamente una losa de cimentación. Una vez hecho esto, seleccionaremos losas apoyadas en el terreno e ingresamos los datos de la cimentación:





Y al igual que las losas aligeradas, ingresamos la losa en el área generada entre los elementos nulos y seleccionamos cualquier viga, pues estas son losas armadas bidireccionalmente.

Así mismo, en los demás paños que tienen el símbolo de pregunta en ellos, los cuales son paños son definir, se ingresara un huego. Para esto en la ventana de gestión de paños seleccionamos la opción de borrar paño (entrar hueco) y seleccionamos los paños sin definir.



Con esto, tenemos terminada la parte geométrica del modelamiento, a continuación pasamos a ingresar las cargas al modelo.

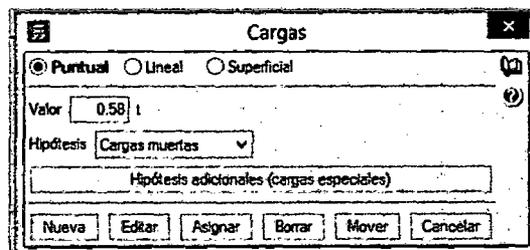
Introducción de cargas

Hecho el metrado de cargas para la estructura, ingresamos estas cargas al modelo.



Cargas puntuales

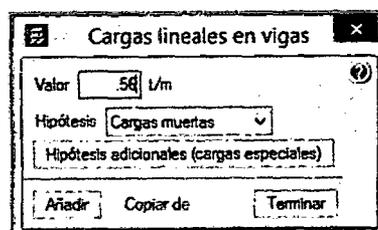
Para el caso de las columnas del primer nivel, estas también serán añadidas como carga, para esto volvemos a ingresar al menú de cargas/cargas y tendremos la siguiente ventana:



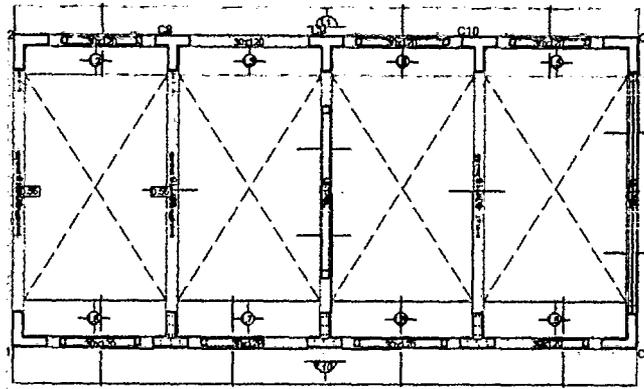
Luego hacemos clic en el lugar donde queremos añadir la carga.

Cargas lineales

Hecho el metrado de cargas para la estructura, ingresamos estas cargas al modelo. Para esto entraremos al menú cargas/cargas lineales en vigas. Tendremos la siguiente ventana:



Pulsamos añadir, y a continuación seleccionamos la viga en la cual queremos añadir la carga:

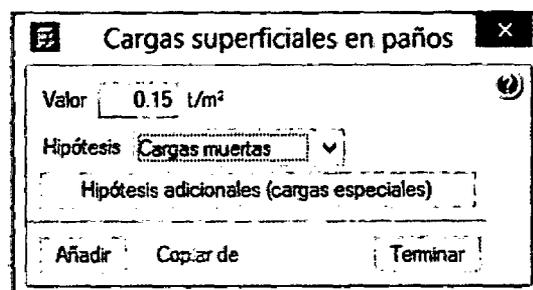


Tenemos también cargas linealmente distribuidas que no son aplicadas en todo el tramo de la viga, para ello en la ventana a la cual ingresamos anteriormente y seleccionamos la opción lineal. Luego hacemos clic en "nueva" y agregamos la carga como si fuera una línea, al igual que las vigas.

Cargas distribuidas

Al definir las plantas en el modelo, definimos un valor para las cargas superficiales por nivel, las cuales para este caso de centros educativos fueron consideradas como 250 kg/cm². En el segundo nivel está considerada dentro del modelo una zona que será usada como corredor, con una carga distribuida de 400 kg/cm². Vemos que es necesario una carga adicional de 150 kg/cm², la cual procederemos a agregar.

Para agregar la carga distribuida faltante vamos al menú cargas/cargas superficiales en paños y se nos mostrará la siguiente ventana:





8.8. PLANOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
OFICINA CENTRAL DE INVESTIGACIÓN

“CATÁLOGO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN – TIPRO”
Resolución N° 1562 – 2006 - ANR

REGISTRO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

ESCUELA O CARRERA PROFESIONAL: INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO DEL TRABAJO:

"ANÁLISIS DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DE CENTROS EDUCATIVOS CON ZAPATAS CORRIDAS EN LA URB. NICOLÁS GARATEA – NUEVO CHIMBOTE”.

ÁREA DE INVESTIGACIÓN:

MECÁNICA DE SUELOS – INGENIERIA ESTRUCTURAL.

AUTOR(ES):

- DNI: 70175106 MENDOZA CUELLAR, JESUS ENRIQUE.
- DNI: 71091148 RODAS HERTA, HUBER IVÁN.

TÍTULO PROFESIONAL A QUE CONDUCE: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AÑO DE APROBACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN: 2015

II. CONTENIDO DEL RESUMEN

• PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Actualmente la normativa sísmica, los criterios de modelamiento y diseño consideran el empotramiento perfecto del suelo de fundación al modelar la superestructura de los proyectos, esto asemeja los cálculos con el comportamiento real de las estructuras, por lo cual se hace necesario un modelo que considere la rigidez del suelo en el modelamiento. Vemos por ejemplo el caso de los centros educativos, en los cuales por esta consideración, las dimensiones de sus elementos estructurales son considerables y son un factor determinante en el momento de hacer un presupuesto de estos.

Es por ello que nos planteamos la siguiente pregunta:

¿La inadecuada idealización del modelo matemático de los centros educativos con cimientos continuos refleja un diseño real?

• OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Analizar la interacción sísmica suelo – estructura en los centros educativos con zapatas corridas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Evaluar las características geotécnicas del suelo, para obtener sus perfiles estratigráficos, capacidad portante, módulo de balasto.
- Adecuar los modelos dinámicos de interacción suelo-estructura a edificaciones con zapatas corridas.
- Desarrollar el modelo estructural para las edificaciones, cumpliendo los requisitos establecidos en el RNE.
- Evaluar la estructura mediante el método estático.

- Evaluar la estructura mediante el método modal-espectral.
- Obtener desplazamientos de la estructura, así como los esfuerzos de los elementos estructurales.

- **HIPÓTESIS:**

“En el análisis de interacción suelo-estructura, la rigidez del suelo de fundación absorbe parte de la energía liberada por el sismo, lo cual logra idealizar de una forma más real el comportamiento sismorresistente de la edificación.”

- **MARCO TEORICO:**

La interacción suelo – estructura es considerar una rigidez finita al suelo de fundación, para que este absorba parte de la energía liberada durante un sismo y/o alguna otra carga vibratoria.

Teniendo en cuenta que la idealización comúnmente usada es considerando al suelo de fundación como un empotramiento perfecto, lo cual no refleja una idealización real, ya que existen diferentes tipos de suelos y por ende comportamientos distintos, se consideraron los siguientes modelos de cálculo.

MODELO DE WINKLER: Asume que la cimentación se apoya sobre un colchón de resortes, por lo cual solo existen balastos verticales, no considera rigideces horizontales.

MODELO DE PASTERNACK: Se basa en el modelo de winkler pero considerando la deformabilidad del suelo adyacente a la carga aplicada.

MODELO DE SEMIESPACIO ELASTICO LINEALMENTE

DEFORMABLE: Considera que el suelo se deforma linealmente por la profundidad de sus estratos.

- **CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES:**

- **CONCLUSIONES**

- Se evaluaron las características geotécnicas del suelo pudiéndose determinar que los suelos estudiados presentan un solo estrato geológico, habiéndose dividido en esta tesis con fines académicos.
- El modelo de interacción suelo estructura que más se adecua a las edificaciones con zapatas corridas es el modelo de semiespacio elástico linealmente deformable.
- Del desarrollo de los modelos estructurales para las edificaciones se concluye que el uso de CYPECAD es conveniente para cumplir los requisitos establecidos en el reglamento nacional de edificaciones, debido a que tiene incluida la norma E.030 y la E.060.
- De la evaluación de los modelos estructurales por el método estático y el método dinámico modal – espectral se concluyó que:
 - En el análisis de interacción suelo estructura, la rigidez del suelo de fundación absorbe parte de la energía liberada por el sismo.
 - Los modelos con un coeficiente de rigidez mayor absorben una cantidad mayor de energía del sismo.
 - En los modelos de Pasternack de uno y 2 estratos así como el del semiespacio elástico linealmente deformable, en la edificación regular las derivas no pasan el límite establecido en la norma E.030 por un máximo del 34%, mientras que los modelos de Winkler si cumplen esta condición.
 - CYPECAD, al momento de idealizar matemáticamente las pantallas, considera estas como elemento finito de lámina gruesa indistintamente, lo cual es incompatible con el comportamiento real de ciertas secciones que se introdujeran en el modelo.

- ETABS, a la hora de hacer las combinaciones de carga, considera el máximo como el mayor positivo y al mínimo como el mayor negativo, sumándolos únicamente; visto esto se pueden plantear casos en que el esfuerzo más desfavorable se dé si el esfuerzo negativo es sumado sin su signo para esa combinación, o viceversa, considerando que el sismo es una carga vibratoria.
- Se obtuvieron los desplazamientos y esfuerzos en los elementos estructurales, concluyéndose que:
 - Los desplazamientos de entrepiso incrementan en el primer nivel en promedio un 22% para la edificación regular en ETABS, y un 47% para la irregular al considerar la interacción suelo estructura en el modelo de cálculo. En el segundo nivel las variaciones se pueden considerar despreciables, al estar en el orden del 5 al 10%.
 - En CYPE se tiene máximos del 35% en el segundo nivel.
 - El modelo de Pasternack produce un aumento del 40% para el análisis estático y del 75% al 100% para el análisis dinámico en los desplazamientos, al considerar el coeficiente de rigidez horizontal.
 - En las columnas los esfuerzos disminuyen en promedio un 3.6% para el sismo en X y un 12.5% para el caso del sismo en Y al considerar la interacción suelo estructura.
 - Por otro lado, en las vigas, si bien es cierto los esfuerzos tienden a disminuir, el esfuerzo de diseño aumenta un 15%.

➤ RECOMENDACIONES

- No se recomienda el uso de algunos de los métodos de interacción suelo estructura que considera la rigidez horizontal, pues a pesar de que estos flexibilizan en mayor grado la cimentación y absorben una mayor cantidad de fuerza sísmica, exigirán algo más de rigidez lateral para poder cumplir con las derivas.
- Se recomienda tener especial cuidado en el uso de las pantallas en los modelamientos a ser realizados con el software CYPECAD. Se recomienda

el uso de CYPECAD para edificaciones convencionales, donde su versatilidad es mejor que la que ofrece ETABS.

- ETABS es complementario a cualquier otro software de cálculo estructural, también puede ser usado de manera individual para el análisis de edificios considerando la interacción suelo estructura con todos los coeficientes de rigidez del suelo o las variaciones del amortiguamiento del concreto.
- El ingeniero estructural no debe concebir que las partes importantes de un estudio de mecánica de suelos son la capacidad portante, el contenido de humedad del suelo, el contenido de sales y sulfatos del suelo-, sino también los módulos de balasto vertical, horizontal y rotacional. Así mismo el estudio de mecánica de suelos debe contener el coeficiente de poisson del suelo, su módulo de elasticidad y los espesores de los estratos, todo esto necesario para el cálculo de los coeficientes de rigidez de la interacción suelo estructura.
- No se recomienda el uso de algunos de los métodos de interacción suelo estructura que considera la rigidez horizontal, pues a pesar de que estos flexibilizan en mayor grado la cimentación y absorben una mayor cantidad de fuerza sísmica, exigirán algo más de rigidez lateral para poder cumplir con las derivas.
- Se recomienda tener especial cuidado en el uso de las pantallas en los modelamientos a ser realizados con el software CYPECAD.
- Se recomienda el uso de CYPECAD para edificaciones convencionales, donde su versatilidad es mejor que la que ofrece ETABS.
- ETABS es complementario a cualquier otro software de cálculo estructural, también puede ser usado de manera individual para el análisis de edificios considerando la interacción suelo estructura con todos los coeficientes de rigidez del suelo o las variaciones del amortiguamiento del concreto.
- El ingeniero estructural no debe concebir que las partes importantes de un estudio de mecánica de suelos son la capacidad portante, el contenido de humedad del suelo, el contenido de sales y sulfatos del suelo-, sino también los módulos de balasto vertical, horizontal y rotacional. Así mismo el

estudio de mecánica de suelos debe contener el coeficiente de poisson del suelo, su módulo de elasticidad y los espesores de los estratos, todo esto necesario para el cálculo de los coeficientes de rigidez de la interacción suelo estructura.

• **BIBLIOGRAFÍA:**

- BADILLO, JUARES; RODRIGUEZ, RICO, Mecánica de suelos Tomo II, México DF: Editorial Limusa;1984
- BAÑON, LUIS; BEVÍA, JOSE; Manual de carreteras Volumen II; Alicante: Ortiz e Hijos, Contrastista de Obras, S.A.; 2000
- VILLALA, CRESPO; Mecánica de suelos y cimentaciones; México DF: Editorial Limusa; 2008
- HUMALA, GENARO, Mecánica de suelos I – Problemas resueltos, Lima, Facultad de ingeniería civil –UNI, 1999
- AYUSO, CABALLERO, LÓPEZ, JIMENEZ, AGRELA, Cimentaciones y estructuras de contención de tierras Tomo 1, Madrid: Bellisco ediciones, 2010
- LEONI, JOSE, Apunte de coeficiente de balasto, Buenos Aires: Facultad de ingeniería – Universidad nacional de la plata.
- FREIRE, MANUEL, Interacción del suelo, cimiento y estructura: el caso de las zapatas (1º parte), A. Coruña: Departamento de tecnología de la construcción: Universidad de A Coruña.
- ATALA, CESAR, Estudio experimental sobre correlaciones en suelos granulares finos (arenas) compactados, usando equipos de penetración (Tesis), Lima: Facultad de ingeniería civil - sección de post grado.
- SANTOS, JAIME, Interacción estática suelo – estructura, Modelos de suelos empleados, Revista de obras públicas, 1980.
- VILLARREAL, GENNER, Interacción sísmica suelo estructura en edificaciones con zapatas aisladas, Lima: Asamblea nacional de rectores, 2009.

- DAS, BRAJA, Principios de ingeniería de cimentaciones, México DF: International Thomson Editores, 1999
- BOWELS, JOSEPH, Foundation analysis and design, Singapur: McGraw-Hill, 1997
- CISMID-UNI, Seminario taller de mecánica de suelos y exploración geotécnica, Lima: 1992
- SANTANA, ARIEL, Trabajo de fin de master – modelo de Winkler para el análisis de la respuesta dinámica de estructuras enterradas, Las Palmas: Universidad de las palmas de Gran Canaria, 2010.
- VILLARREAL, GENNER, Análisis de estructuras con el programa Lira 9.0, Lima: Asamblea nacional de rectores, 2009.
- LOPEZ, EFRAIN, Tesis – análisis de interacción sísmica suelo-estructura para reducir esfuerzos en los elementos estructurales en edificaciones regulares e irregulares con zapatas aisladas en Huaraz, Huaraz: Escuela de post grado – universidad Santiago Antúnez de Mayolo, 2012.