



PROYECTO BÁSICO DE PUENTE SOBRE LA RAMBLA DE ALCALÁ EN BENICARLÓ (CASTELLÓN). SOLUCIÓN A.

APÉNDICE 1 AL ANEJO Nº 4: REPARTO DE ESFUERZOS A PILOTES. CÁLCULOS GEOTÉCNICOS

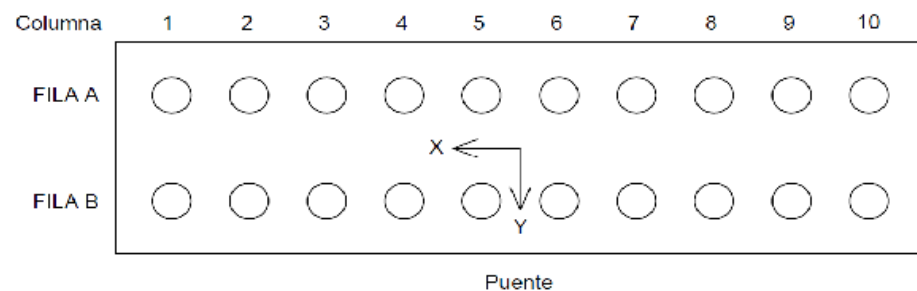
Titulación: Grado en Ingeniería Civil

Autora: Belén Piñol Gómez

Tutor: José Casanova Colón

Cotutora: Maria Elvira Garrido de la Torre

COMBINACIÓN 1: REPARTO DE ESFUERZOS A PILOTES



COMBINACIÓN 1 (Máx N1-N2)	Fy (kN)	-Fx (kN)	Fz (kN)	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)	My (kN-m)	-Mx (kN-m)	Mz (kN-m)
Neopreno NE (N1) - ELS característica	0	0	-4742,074	0	3,75	4,65	-17782,7775	0	0
Neopreno NO (N2) - ELS característica	0	-162,7	-3403,808	0	-5,35	4,65	18966,9278	0	0
Empuje hidrostático	551,4825	0	0	0	0	0,76	0	419,1267	0
Empuje terreno	2579,145	0	0	0	0	1,8	0	4642,461	0
Peso subestructura	0	0	-5404,32	0	0	2,12	0	0	0
Peso terreno trasdós	0	0	-3631,0275	-1,8	0	2,7	0	-6535,8495	0
ELS - Característica (kN)	3130,6275	-162,7	-17181,2295				1184,1503	-1474,2618	0

Nº pilotes/fila	10
Ø (m)	1
A _i (m²)	0,785
ΣA _i (m²)	15,708
S. Longitud. (m)	2
S. Transv. (m)	3

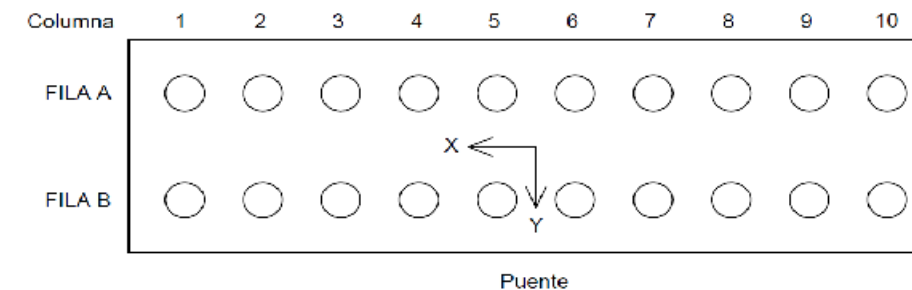
H _x (kN)	162,7
H _y (kN)	3130,6
V _x (kN)	17181,2
M _x (kN-m)	1474,3
M _y (kN-m)	1184,2
M _z (kN-m)	0,0

N _{máx} (kN)	929,1964406
H _{x,l máx} (kN)	8,14
H _{y,l máx} (kN)	156,53

FILA A	x	y	A·x²	ΣA·x²	A·y²	ΣA·y²	A²·(x²+y²)	ΣA²·(x²+y²)	N _i (kN)	H _{x,i} (kN)	H _{y,i} (kN)
1	-9	-1,5	63,62	63,62	1,77	1,77	51,35	51,35	892,38	8,14	156,53
2	-7	-1,5	38,48	102,10	1,77	3,53	31,61	82,97	896,47	8,14	156,53
3	-5	-1,5	19,63	121,74	1,77	5,30	16,81	99,78	900,56	8,14	156,53
4	-3	-1,5	7,07	128,81	1,77	7,07	6,94	106,72	904,65	8,14	156,53
5	-1	-1,5	0,79	129,59	1,77	8,84	2,00	108,72	908,74	8,14	156,53
6	1	-1,5	0,79	130,38	1,77	10,60	2,00	110,72	912,84	8,14	156,53
7	3	-1,5	7,07	137,44	1,77	12,37	6,94	117,66	916,93	8,14	156,53
8	5	-1,5	19,63	157,08	1,77	14,14	16,81	134,47	921,02	8,14	156,53
9	7	-1,5	38,48	195,56	1,77	15,90	31,61	166,09	925,11	8,14	156,53
10	9	-1,5	63,62	259,18	1,77	17,67	51,35	217,44	929,20	8,14	156,53

FILA B	x	y	A·x²	ΣA·x²	A·y²	ΣA·y²	A²·(x²+y²)	ΣA²·(x²+y²)	N _i	H _{x,i}	H _{y,i}
1	-9	1,5	63,62	63,62	1,77	1,77	51,35	51,35	788,93	8,14	156,53
2	-7	1,5	38,48	102,10	1,77	3,53	31,61	82,97	793,02	8,14	156,53
3	-5	1,5	19,63	121,74	1,77	5,30	16,81	99,78	797,11	8,14	156,53
4	-3	1,5	7,07	128,81	1,77	7,07	6,94	106,72	801,20	8,14	156,53
5	-1	1,5	0,79	129,59	1,77	8,84	2,00	108,72	805,29	8,14	156,53
6	1	1,5	0,79	130,38	1,77	10,60	2,00	110,72	809,38	8,14	156,53
7	3	1,5	7,07	137,44	1,77	12,37	6,94	117,66	813,47	8,14	156,53
8	5	1,5	19,63	157,08	1,77	14,14	16,81	134,47	817,56	8,14	156,53
9	7	1,5	38,48	195,56	1,77	15,90	31,61	166,09	821,65	8,14	156,53
10	9	1,5	63,62	259,18	1,77	17,67	51,35	217,44	825,74	8,14	156,53

COMBINACIÓN 2: REPARTO DE ESFUERZOS A PILOTES



COMBINACIÓN 2 (Mín N1-N2)	Fy (kN)	-Fx (kN)	Fz (kN)	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)	My (kN-m)	-Mx (kN-m)	Mz (kN-m)
Neopreno NE (N1) - ELS característica	0	0	-2298,28	0	3,75	4,65	-8618,55	0	0
Neopreno NO (N2) - ELS característica	503,37	162,7	-1526,61	0	-5,35	4,65	7410,8085	2340,6705	2693,0295
Empuje hidrostático	551,4825	0	0	0	0	0,76	0	419,1267	0
Empuje terreno	2579,145	0	0	0	0	1,8	0	4642,461	0
Peso subestructura	0	0	-5404,32	0	0	2,12	0	0	0
Peso terreno trasdós	0	0	-3631,0275	-1,8	0	2,7	0	-6535,8495	0
ELS - Característica (kN)	3633,9975	162,7	-12860,2375				-1207,7415	866,4087	2693,0295

Nº pilotes/fila	10
Ø (m)	1
A _i (m²)	0,785
ΣA _i (m²)	15,708
S. Longitud. (m)	2
S. Transv. (m)	3

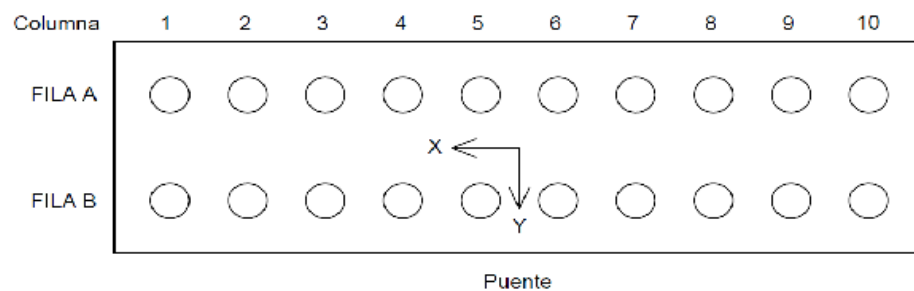
H _x (kN)	-162,7
H _y (kN)	3634,0
V _x (kN)	12860,2
M _x (kN-m)	-866,4
M _y (kN-m)	-1207,7
M _z (kN-m)	2693,0

N _{máx} (kN)	692,1853642
H _{x,l máx} (kN)	-1,64
H _{y,l máx} (kN)	220,68

FILA A	x	y	A·x²	ΣA·x²	A·y²	ΣA·y²	A²·(x²+y²)	ΣA²·(x²+y²)	N _i (kN)	H _{x,i} (kN)	H _{y,i} (kN)
1	-9	-1,5	63,62	63,62	1,77	1,77	51,35	51,35	631,38	-1,64	142,72
2	-7	-1,5	38,48	102,10	1,77	3,53	31,61	82,97	627,21	-1,64	151,38
3	-5	-1,5	19,63	121,74	1,77	5,30	16,81	99,78	623,04	-1,64	160,04
4	-3	-1,5	7,07	128,81	1,77	7,07	6,94	106,72	618,87	-1,64	168,71
5	-1	-1,5	0,79	129,59	1,77	8,84	2,00	108,72	614,70	-1,64	177,37
6	1	-1,5	0,79	130,38	1,77	10,60	2,00	110,72	610,53	-1,64	186,03
7	3	-1,5	7,07	137,44	1,77	12,37	6,94	117,66	606,35	-1,64	194,69
8	5	-1,5	19,63	157,08	1,77	14,14	16,81	134,47	602,18	-1,64	203,36
9	7	-1,5	38,48	195,56	1,77	15,90	31,61	166,09	598,01	-1,64	212,02
10	9	-1,5	63,62	259,18	1,77	17,67	51,35	217,44	593,84	-1,64	220,68

FILA B	x	y	A·x²	ΣA·x²	A·y²	ΣA·y²	A²·(x²+y²)	ΣA²·(x²+y²)	N _i	H _{x,i}	H _{y,i}
1	-9	1,5	63,62	63,62	1,77	1,77	51,35	51,35	692,19	-14,63	142,72
2	-7	1,5	38,48	102,10	1,77	3,53	31,61	82,97	688,01	-14,63	151,38
3	-5	1,5	19,63	121,74	1,77	5,30	16,81	99,78	683,84	-14,63	160,04
4	-3	1,5	7,07	128,81	1,77	7,07	6,94	106,72	679,67	-14,63	168,71
5	-1	1,5	0,79	129,59	1,77	8,84	2,00	108,72	675,50	-14,63	177,37
6	1	1,5	0,79	130,38	1,77	10,60	2,00	110,72	671,33	-14,63	186,03
7	3	1,5	7,07	137,44	1,77	12,37	6,94	117,66	667,15	-14,63	194,69
8	5	1,5	19,63	157,08	1,77	14,14	16,81	134,47	662,98	-14,63	203,36
9	7	1,5	38,48	195,56	1,77	15,90	31,61	166,09	658,81	-14,63	212,02
10	9	1,5	63,62	259,18	1,77	17,67	51,35	217,44	654,64	-14,63	220,68

COMBINACIÓN 3: REPARTO DE ESFUERZOS A PILOTES



COMBINACIÓN 3 (Máx N3-N4)	Fy (kN)	-Fx (kN)	Fz (kN)	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)	My (kN-m)	-Mx (kN-m)	Mz (kN-m)
Neopreno SE (N3) - ELS característica	0	0	-5055,87	0	3,75	4,65	-18959,5125	0	0
Neopreno SO (N4) - ELS característica	0	-162,7	-3403,795	0	-5,35	4,65	18966,85825	0	0
Empuje hidrostático	551,4825	0	0	0	0	0,76	0	419,1267	0
Empuje terreno	2579,145	0	0	0	0	1,8	0	4642,461	0
Peso subestructura	0	0	-5404,32	0	0	2,12	0	0	0
Peso terreno trasdós	0	0	-3631,0275	-1,8	0	2,7	0	-6535,8495	0
ELS - Característica (kN)	3130,6275	-162,7	-17495,0125				7,34575	-1474,2618	0

Nº pilotes/fila	10
Ø (m)	1
A _i (m²)	0,785
ΣA _i (m²)	15,708
S. Longitud. (m)	2
S. Transv. (m)	3

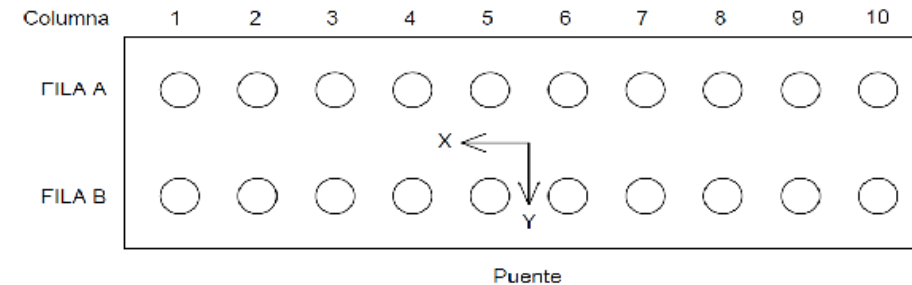
H _x (kN)	162,7
H _y (kN)	3130,6
V _x (kN)	17495,0
M _x (kN-m)	1474,3
M _y (kN-m)	7,3
M _z (kN-m)	0,0

N _{máx} (kN)	926,5932919
H _{x,l máx} (kN)	8,14
H _{y,l máx} (kN)	156,53

FILA A	x	y	A·x²	ΣA·x²	A·y²	ΣA·y²	A²·(x²+y²)	ΣA²·(x²+y²)	N _i (kN)	H _{x,i} (kN)	H _{y,i} (kN)
1	-9	-1,5	63,62	63,62	1,77	1,77	51,35	51,35	926,36	8,14	156,53
2	-7	-1,5	38,48	102,10	1,77	3,53	31,61	82,97	926,39	8,14	156,53
3	-5	-1,5	19,63	121,74	1,77	5,30	16,81	99,78	926,42	8,14	156,53
4	-3	-1,5	7,07	128,81	1,77	7,07	6,94	106,72	926,44	8,14	156,53
5	-1	-1,5	0,79	129,59	1,77	8,84	2,00	108,72	926,47	8,14	156,53
6	1	-1,5	0,79	130,38	1,77	10,60	2,00	110,72	926,49	8,14	156,53
7	3	-1,5	7,07	137,44	1,77	12,37	6,94	117,66	926,52	8,14	156,53
8	5	-1,5	19,63	157,08	1,77	14,14	16,81	134,47	926,54	8,14	156,53
9	7	-1,5	38,48	195,56	1,77	15,90	31,61	166,09	926,57	8,14	156,53
10	9	-1,5	63,62	259,18	1,77	17,67	51,35	217,44	926,59	8,14	156,53

FILA B	x	y	A·x²	ΣA·x²	A·y²	ΣA·y²	A²·(x²+y²)	ΣA²·(x²+y²)	N _i	H _{x,i}	H _{y,i}
1	-9	1,5	63,62	63,62	1,77	1,77	51,35	51,35	822,91	8,14	156,53
2	-7	1,5	38,48	102,10	1,77	3,53	31,61	82,97	822,93	8,14	156,53
3	-5	1,5	19,63	121,74	1,77	5,30	16,81	99,78	822,96	8,14	156,53
4	-3	1,5	7,07	128,81	1,77	7,07	6,94	106,72	822,98	8,14	156,53
5	-1	1,5	0,79	129,59	1,77	8,84	2,00	108,72	823,01	8,14	156,53
6	1	1,5	0,79	130,38	1,77	10,60	2,00	110,72	823,03	8,14	156,53
7	3	1,5	7,07	137,44	1,77	12,37	6,94	117,66	823,06	8,14	156,53
8	5	1,5	19,63	157,08	1,77	14,14	16,81	134,47	823,09	8,14	156,53
9	7	1,5	38,48	195,56	1,77	15,90	31,61	166,09	823,11	8,14	156,53
10	9	1,5	63,62	259,18	1,77	17,67	51,35	217,44	823,14	8,14	156,53

COMBINACIÓN 4: REPARTO DE ESFUERZOS A PILOTES



COMBINACIÓN 4 (Mín N3-N4)	Fy (kN)	-Fx (kN)	Fz (kN)	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)	My (kN-m)	-Mx (kN-m)	Mz (kN-m)
Neopreno SE (N3) - ELS característica	0	0	-2298,3	0	3,75	4,65	-8618,625	0	0
Neopreno SO (N4) - ELS característica	0	-162,711	-1526,5	0	-5,35	4,65	8923,38115	0	0
Empuje hidrostático	551,4825	0	0	0	0	0,76	0	419,1267	0
Empuje terreno	2579,145	0	0	0	0	1,8	0	4642,461	0
Peso subestructura	0	0	-5404,32	0	0	2,12	0	0	0
Peso terreno trasdós	0	0	-3631,0275	-1,8	0	2,7	0	-6535,8495	0
ELS - Característica (kN)	3130,6275	-162,711	-12860,1475				304,75615	-1474,2618	0

Nº pilotes/fila	10
Ø (m)	1
A _i (m²)	0,785
ΣA _i (m²)	15,708
S. Longitud. (m)	2
S. Transv. (m)	3

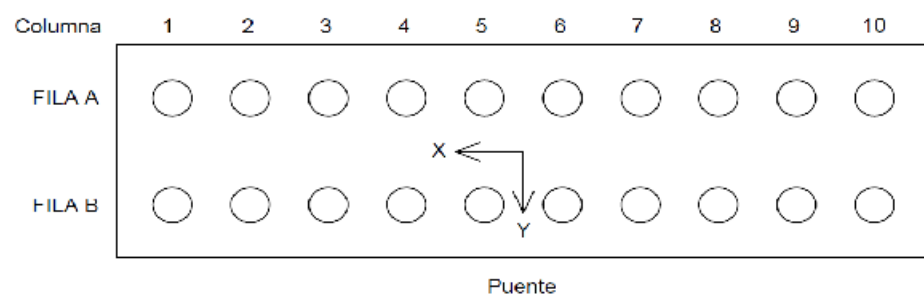
H _x (kN)	162,7
H _y (kN)	3130,6
V _x (kN)	12860,1
M _x (kN-m)	1474,3
M _y (kN-m)	304,8
M _z (kN-m)	0,0

N _{máx} (kN)	699,4730014
H _{x,l máx} (kN)	8,14
H _{y,l máx} (kN)	156,53

FILA A	x	y	A·x²	ΣA·x²	A·y²	ΣA·y²	A²·(x²+y²)	ΣA²·(x²+y²)	N _i (kN)	H _{x,i} (kN)	H _{y,i} (kN)
1	-9	-1,5	63,62	63,62	1,77	1,77	51,35	51,35	690,00	8,14	156,53
2	-7	-1,5	38,48	102,10	1,77	3,53	31,61	82,97	691,05	8,14	156,53
3	-5	-1,5	19,63	121,74	1,77	5,30	16,81	99,78	692,10	8,14	156,53
4	-3	-1,5	7,07	128,81	1,77	7,07	6,94	106,72	693,16	8,14	156,53
5	-1	-1,5	0,79	129,59	1,77	8,84	2,00	108,72	694,21	8,14	156,53
6	1	-1,5	0,79	130,38	1,77	10,60	2,00	110,72	695,26	8,14	156,53
7	3	-1,5	7,07	137,44	1,77	12,37	6,94	117,66	696,31	8,14	156,53
8	5	-1,5	19,63	157,08	1,77	14,14	16,81	134,47	697,37	8,14	156,53
9	7	-1,5	38,48	195,56	1,77	15,90	31,61	166,09	698,42	8,14	156,53
10	9	-1,5	63,62	259,18	1,77	17,67	51,35	217,44	699,47	8,14	156,53

FILA B	x	y	A·x²	ΣA·x²	A·y²	ΣA·y²	A²·(x²+y²)	ΣA²·(x²+y²)	N _i	H _{x,i}	H _{y,i}
1	-9	1,5	63,62	63,62	1,77	1,77	51,35	51,35	586,54	8,14	156,53
2	-7	1,5	38,48	102,10	1,77	3,53	31,61	82,97	587,59	8,14	156,53
3	-5	1,5	19,63	121,74	1,77	5,30	16,81	99,78	588,65	8,14	156,53
4	-3	1,5	7,07	128,81	1,77	7,07	6,94	106,72	589,70	8,14	156,53
5	-1	1,5	0,79	129,59	1,77	8,84	2,00	108,72	590,75	8,14	156,53
6	1	1,5	0,79	130,38	1,77	10,60	2,00	110,72	591,81	8,14	156,53
7	3	1,5	7,07	137,44	1,77	12,37	6,94	117,66	592,86	8,14	156,53
8	5	1,5	19,63	157,08	1,77	14,14	16,81	134,47	593,91	8,14	156,53
9	7	1,5	38,48	195,56	1,77	15,90	31,61	166,09	594,96	8,14	156,53
10	9	1,5	63,62	259,18	1,77	17,67	51,35	217,44	596,02	8,14	156,53

COMBINACIÓN 5: REPARTO DE ESFUERZOS A PILOTES



COMBINACIÓN 5	Fy (kN)	-Fx (kN)	Fz (kN)	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)	My (kN-m)	-Mx (kN-m)	Mz (kN-m)
Neopreno NE (N1) - ELS qp	0	0	-2866,6	0	3,75	4,65	-10749,75	0	0
Neopreno NO (N2) - ELS qp	0	0	-2085,22	0	-5,35	4,65	11155,927	0	0
Empuje hidrostático	551,4825	0	0	0	0	0,76	0	419,1267	0
Empuje terreno	2579,145	0	0	0	0	1,8	0	4642,461	0
Peso subestructura	0	0	-5404,32	0	0	2,12	0	0	0
Peso terreno trasdós	0	0	-3631,0275	-1,8	0	2,7	0	-6535,8495	0
ELS - Característica (kN)	3130,6275	0	-13987,1675				406,177	-1474,2618	0

Nº pilotes/fila	10
Ø (m)	1
A _i (m²)	0,785
ΣA _i (m²)	15,708
S. Longitud. (m)	2
S. Transv. (m)	3

H _x (kN)	0,0
H _y (kN)	3130,6
V _x (kN)	13987,2
M _x (kN-m)	1474,3
M _y (kN-m)	406,2
M _z (kN-m)	0,0

N _{máx} (kN)	757,4004913
H _{x,i máx} (kN)	0,00
H _{y,i máx} (kN)	156,53

FILA A	x	y	A·x²	ΣA·x²	A·y²	ΣA·y²	A²·(x²+y)²	ΣA²·(x²+y)²	N _i (kN)	H _{x,i} (kN)	H _{y,i} (kN)
1	-9	-1,5	63,62	63,62	1,77	1,77	51,35	51,35	744,77	0,00	156,53
2	-7	-1,5	38,48	102,10	1,77	3,53	31,61	82,97	746,18	0,00	156,53
3	-5	-1,5	19,63	121,74	1,77	5,30	16,81	99,78	747,58	0,00	156,53
4	-3	-1,5	7,07	128,81	1,77	7,07	6,94	106,72	748,98	0,00	156,53
5	-1	-1,5	0,79	129,59	1,77	8,84	2,00	108,72	750,39	0,00	156,53
6	1	-1,5	0,79	130,38	1,77	10,60	2,00	110,72	751,79	0,00	156,53
7	3	-1,5	7,07	137,44	1,77	12,37	6,94	117,66	753,19	0,00	156,53
8	5	-1,5	19,63	157,08	1,77	14,14	16,81	134,47	754,59	0,00	156,53
9	7	-1,5	38,48	195,56	1,77	15,90	31,61	166,09	756,00	0,00	156,53
10	9	-1,5	63,62	259,18	1,77	17,67	51,35	217,44	757,40	0,00	156,53

FILA B	x	y	A·x²	ΣA·x²	A·y²	ΣA·y²	A²·(x²+y)²	ΣA²·(x²+y)²	N _i	H _{x,i}	H _{y,i}
1	-9	1,5	63,62	63,62	1,77	1,77	51,35	51,35	641,32	0,00	156,53
2	-7	1,5	38,48	102,10	1,77	3,53	31,61	82,97	642,72	0,00	156,53
3	-5	1,5	19,63	121,74	1,77	5,30	16,81	99,78	644,12	0,00	156,53
4	-3	1,5	7,07	128,81	1,77	7,07	6,94	106,72	645,53	0,00	156,53
5	-1	1,5	0,79	129,59	1,77	8,84	2,00	108,72	646,93	0,00	156,53
6	1	1,5	0,79	130,38	1,77	10,60	2,00	110,72	648,33	0,00	156,53
7	3	1,5	7,07	137,44	1,77	12,37	6,94	117,66	649,73	0,00	156,53
8	5	1,5	19,63	157,08	1,77	14,14	16,81	134,47	651,14	0,00	156,53
9	7	1,5	38,48	195,56	1,77	15,90	31,61	166,09	652,54	0,00	156,53
10	9	1,5	63,62	259,18	1,77	17,67	51,35	217,44	653,94	0,00	156,53