

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Motivación.....	1
1.2.	Objetivos	2
1.2.1.	Generales	2
1.2.2.	Específicos	2
1.3.	Metodología	3
1.3.1.	Estudio del Comportamiento del Terreno.....	3
1.3.2.	Desarrollo de los Modelos de Túneles de Recuperación	3
1.3.3.	Análisis Sísmico.....	4
1.3.4.	Análisis Comparativo de los Modelos.....	4
1.3.5.	Diseño de las Propuestas.....	4
2.	ANTECEDENTES	5
2.1.	Introducción General.....	5
2.2.	Túneles de Recuperación	5
2.3.	Diseño de Túneles de Recuperación	6
2.4.	Perfil de Presiones Bajo una Pila	7
2.5.	Diseño Sísmico en Estructuras Enterradas.....	14
2.5.1.	Manual de Carreteras.....	15
2.5.1.1.	Método Detallado.....	15
2.5.1.2.	Método Aproximado.....	20
2.5.1.3.	Método Simplificado.....	22
2.5.2.	NCh433 Anexo C.....	23
2.5.3.	Métodos con Registros.....	23
3.	MODELACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS.....	24
3.1.	Introducción.....	24
3.2.	Bases de la Modelación	24
3.2.1.	Descripción de los Túneles	24
3.2.2.	Materiales	25
3.2.3.	Características del Terreno.....	25
3.2.4.	Características del Acopio	26
3.2.5.	Cargas Solicitantes.....	28
3.2.5.1.	Cargas Muertas.....	28

3.2.5.2.	Cargas Vivas	28
3.2.5.3.	Cargas Laterales	29
3.2.5.4.	Cargas Sísmicas Horizontales	29
3.2.5.5.	Cargas Sísmicas Verticales	29
3.2.5.6.	Cargas de Nieve	29
3.2.5.7.	Cargas de Viento	30
3.2.5.8.	Cargas por Temperatura	30
3.2.6.	Combinaciones de Carga	31
3.2.6.1.	Diseño del Hormigón	31
3.2.6.2.	Estabilidad de Fundaciones y Tensiones del Suelo	33
3.3.	Modelos en Sap2000	34
3.3.1.	Modelo Rectangular	35
3.3.2.	Modelo en Forma de Arco	37
3.3.3.	Cargas Solicitantes	39
3.3.4.	Cálculo de la Constante de Balasto	43
3.3.5.	Metodología de Mediciones	44
3.3.5.1.	Túnel Rectangular	44
3.3.5.2.	Túnel en Forma de Arco	47
3.4.	Modelos en Plaxis	49
3.4.1.	Modelo Rectangular	50
3.4.1.1.	Constitución del Modelo	50
3.4.1.2.	Ejecución del Modelo	52
3.4.2.	Modelo en Forma de Arco	53
3.4.2.1.	Constitución del Modelo	53
3.4.2.2.	Ejecución del Modelo	55
3.4.3.	Cargas Solicitantes	56
3.4.4.	Metodología de Mediciones	60
3.5.	Análisis Sísmico	61
4.	RESULTADOS	62
4.1.	Modelos en Sap2000	62
4.1.1.	Constante de Balasto Estáticas	62
4.1.2.	Modelo Rectangular en Sap2000	63
4.1.2.1.	Resultados en la Dirección Principal	63
4.1.2.2.	Resultados en la Dirección Transversal	64
4.1.3.	Modelo con Forma de Arco en Sap2000	64
4.1.3.1.	Resultados en la Dirección Principal	64
4.1.3.2.	Resultados en la Dirección Transversal	65
4.1.4.	Capacidad de Portante del Suelo	65
Capacidad admisible de soporte del suelo	66	
Tensiones del Suelo	66	
4.2.	Modelos en Plaxis	67
4.2.1.	Modelo Rectangular	67

4.2.2.	Modelo con Forma de Arco	67
4.2.3.	Capacidad de Portante del Suelo	68
4.3.	Análisis Sísmico	69
4.3.1.	Resultados del Análisis Sísmico	69
4.3.2.	Esfuerzos Internos de Cargas Sísmicas	72
4.4.	Análisis Comparativo de los Modelos	73
4.4.1.	Comparación por Forma.....	73
4.4.2.	Comparación de Programas	74
4.4.3.	Influencia de las Cargas Sísmicas en el Diseño	75
5.	DISEÑO ESTRUCTURAL DE LAS PROPUESTAS	78
5.1.	Introducción General.....	78
5.2.	Criterios de Diseño	79
5.3.	Diseño de Propuestas	80
5.4.	Modelo Rectangular	83
5.4.1.	Esfuerzos de Diseño	83
5.4.2.	Diseño Estructural	86
5.5.	Modelo en Forma de Arco.....	88
5.5.1.	Esfuerzos de diseño.....	88
5.5.2.	Diseño Estructural	89
5.6.	Cotización y Resumen de las Propuestas.....	91
5.7.	Verificaciones de los Modelos.....	93
5.7.1.	Capacidad de Portante del Suelo	93
Capacidad admisible de soporte del suelo	93	
Tensiones del Suelo	94	
5.7.2.	Deformaciones Admisibles.....	95
5.7.2.1.	Túnel Rectangular	95
5.7.2.2.	Túnel en Forma de Arco.....	96
6.	COMENTARIOS Y CONCLUSIONES.....	98
6.1.	Estudio de las Cargas Estáticas y Dinámicas	98
6.2.	Comparación de Resultados entre Plaxis y Sap2000	98
6.3.	Comparación de Resultados por Geometría.....	99
6.4.	Análisis de las Propuestas	100
6.5.	Consideraciones a Tener en Cuenta	101

GLOSARIO	103
BIBLIOGRAFÍA	108
ANEXO A. RESULTADOS MODELO ESTÁTICO EN SAP2000.....	110
A.1. Túnel en Forma Rectangular	110
A.2. Túnel en Forma Rectangular – Sección Transversal.....	111
A.3. Túnel en Forma de Arco	112
A.4. Túnel en Forma de Arco – Sección Transversal	113
ANEXO B. RESULTADOS MODELO ESTÁTICO EN PLAXIS	114
B.1. Túnel en Forma Rectangular	114
B.2. Túnel Forma de Arco	115
ANEXO C. RESULTADOS FINALES DE DISEÑO EN SAP2000	116
C.1. Túnel en Forma Rectangular	116
C.2. Túnel en Forma Rectangular – Sección Transversal.....	117
C.3. Túnel en Forma de Arco	118
C.4. Túnel en Forma de Arco – Sección Transversal	119
ANEXO D. RESULTADOS FINALES DE DISEÑO EN PLAXIS.....	120
D.1. Túnel en Forma Rectangular	120
D.2. Túnel en Forma de Arco	121
ANEXO E. ESFUERZOS FINALES DE DISEÑO DE PROPUESTAS	122
E.1. Túnel en Forma Rectangular	122
E.2. Túnel en forma de Arco	123
ANEXO F. DISEÑO ESTRUCTURAL.....	124

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2-1	LIMITACIONES DE ANCHO PARA MÉTODOS DEL MANUAL DE CARRETERAS.....	15
TABLA 2-2	COEFICIENTE DE CORTE MÁXIMO PARA PEQUEÑAS DEFORMACIONES.....	17
TABLA 2-3	FACTOR DE RIGIDEZ SÍSMICA PARA FUNDACIONES SUPERFICIALES.....	18
TABLA 2-4	DESANGULACIÓN SÍSMICA.....	20
TABLA 2-5	FACTOR DE RIGIDEZ FR.....	21
TABLA 3-1	HORMIGÓN G30.....	25
TABLA 3-2	ACERO A630-420H.....	25
TABLA 3-3	PROPIEDADES DEL TERRENO.....	25
TABLA 3-4	VALORES DE ACCELERACIÓN MÁXIMA DEL SUELO Y ACCELERACIÓN MÁXIMA EFECTIVA.....	26
TABLA 3-5	DIMENSIONES DE LA PILA.....	26
TABLA 3-6	PROPIEDADES DE LAS PLACAS DEL TÚNEL RECTANGULAR.....	51
TABLA 3-7	PROPIEDADES DE LAS PLACAS DEL TÚNEL EN FORMA DE ARCO.....	54
TABLA 3-8	RESUMEN DE VALORES UTILIZADOS EN LOS MODELOS DE PLAXIS.....	59
TABLA 3-9	DISTANCIAS PARA MEDICIÓN DEL CORTE.....	60
TABLA 4-1	DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA CONSTANTE DE BALASTO PARA EL TÚNEL RECTANGULAR.....	62
TABLA 4-2	CONSTANTE DE BALASTO PARA TÚNEL RECTANGULAR.....	62
TABLA 4-3	DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA CONSTANTE DE BALASTO PARA EL TÚNEL RECTANGULAR.....	63
TABLA 4-4	CONSTANTE DE BALASTO PARA TÚNEL EN FORMA DE ARCO.....	63
TABLA 4-5	RESUMEN RESULTADOS ESTÁTICOS TÚNEL RECTANGULAR. DIRECCIÓN PRINCIPAL.....	63
TABLA 4-6	RESUMEN RESULTADOS ESTÁTICOS TÚNEL RECTANGULAR. DIRECCIÓN TRANSVERSAL.....	64
TABLA 4-7	RESUMEN RESULTADOS ESTÁTICOS TÚNEL EN FORMA DE ARCO. DIRECCIÓN PRINCIPAL.....	64
TABLA 4-8	RESUMEN RESULTADOS ESTÁTICOS TÚNEL EN FORMA DE ARCO. DIRECCIÓN TRANSVERSAL.....	65
TABLA 4-9	RESUMEN RESULTADOS ESTÁTICOS TÚNEL RECTANGULAR EN PLAXIS. DIRECCIÓN PRINCIPAL.....	67
TABLA 4-10	RESUMEN RESULTADOS ESTÁTICOS TÚNEL EN FORMA DE ARCO EN PLAXIS. DIRECCIÓN PRINCIPAL....	67
TABLA 4-11	RESORTES VERTICALES.....	69
TABLA 4-12	RESULTADOS MÉTODO DETALLADO EN LOSA SUPERIOR E INFERIOR. NO CONSIDERA CARGA DE LA PILA.	69
TABLA 4-13	RESULTADOS MÉTODO DETALLADO EN LOSA SUPERIOR E INFERIOR. CONSIDERA LA CARGA DE LA PILA.	69
TABLA 4-14	RESULTADOS MÉTODO APROXIMADO EN LOSA SUPERIOR E INFERIOR. NO CONSIDERA CARGA DE LA PILA.	70
TABLA 4-15	RESULTADOS MÉTODO SIMPLIFICADO EN LOSA SUPERIOR E INFERIOR. NO CONSIDERA CARGA DE LA PILA.	70
TABLA 4-16	RESULTADOS DE MÉTODO DE LA NCh433 PARA LOSA INFERIOR Y SUPERIOR. SIN MAYORAR.....	70
TABLA 4-17	RESULTADOS DE MÉTODO DE LA NCh433 PARA LOSA INFERIOR Y SUPERIOR. VALORES MAYORADOS POR 1,4.....	70
TABLA 4-18	RESULTADOS DEL PLAXIS PRODUCTO DEL REGISTRO DE ESTACIÓN PISAGUA.....	71

TABLA 4-19	RESULTADOS FINALES MÉTODO DETALLADO CON CARGA TRIANGULAR CONSIDERANDO LA PILA. TÚNEL RECTANGULAR.....	72
TABLA 4-20	RESULTADOS FINALES MÉTODO DETALLADO CON CARGA TRIANGULAR CONSIDERANDO LA PILA. TÚNEL EN FORMA DE ARCO.....	72
TABLA 4-21	RELACIÓN RESULTADOS ENTRE FORMA RECTANGULAR Y DE ARCO. SAP2000.....	73
TABLA 4-22	RELACIÓN RESULTADOS ENTRE FORMA RECTANGULAR Y DE ARCO. PLAXIS.....	73
TABLA 4-23	RELACIÓN DE RESULTADOS ENTRE SAP2000 Y PLAXIS. TÚNEL RECTANGULAR.....	74
TABLA 4-24	RELACIÓN DE RESULTADOS ENTRE SAP2000 Y PLAXIS. TÚNEL EN FORMA DE ARCO.....	75
TABLA 4-25	COMBINACIONES QUE CONTROLAN EN DISEÑO. TÚNEL RECTANGULAR EN SAP2000.....	76
TABLA 4-26	COMBINACIONES QUE CONTROLAN EN DISEÑO. TÚNEL EN FORMA DE ARCO EN SAP2000.....	76
TABLA 4-27	COMBINACIONES QUE CONTROLAN EN DISEÑO. TÚNEL RESCTANGULAR EN PLAXIS.....	77
TABLA 4-28	COMBINACIONES QUE CONTROLAN EN DISEÑO. TÚNEL EN FORMA DE ARCO EN PLAXIS.....	77
TABLA 5-1	CUANTÍAS DE ACERO PARA TÚNEL RECTANGULAR. PREDISEÑO.....	80
TABLA 5-2	CUANTÍAS DE ACERO PARA TÚNEL EN FORMA DE ARCO. PREDISEÑO.....	80
TABLA 5-3	CUANTÍAS DE ACERO PARA TÚNEL RECTANGULAR. DISEÑO FINAL.	81
TABLA 5-4	CUANTÍAS DE ACERO PARA TÚNEL EN FORMA DE ARCO. DISEÑO FINAL.	81
TABLA 5-5	RELACIÓN ENTRE SECCIONES DEL MODELO RECTANGULAR EN SAP2000. LOSA SUPERIOR BORDE ABERTURAS POR LOSA SUPERIOR CENTRAL.	83
TABLA 5-6	RELACIÓN ENTRE SECCIONES DEL MODELO RECTANGULAR EN SAP2000. LOSA SUPERIOR BORDE CORTE POR LOSA SUPERIOR APOYOS.	83
TABLA 5-7	RESULTADOS PARA EL DISEÑO DE LOSA SUPERIOR BORDE ABERTURAS.....	84
TABLA 5-8	RESULTADOS PARA EL DISEÑO DE LA LOSA SUPERIOR BORDE CORTE.	84
TABLA 5-9	VALORES DE DISEÑO PARA TÚNEL RECTANGULAR. DIRECCIÓN PRINCIPAL.	85
TABLA 5-10	VALORES DE DISEÑO PARA TÚNEL RECTANGULAR. DIRECCIÓN TRANSVERSAL.....	85
TABLA 5-11	DISEÑO ESTRUCTURAL TÚNEL RECTANGULAR DIRECCIÓN PRINCIPAL.	86
TABLA 5-12	DISEÑO ESTRUCTURAL TÚNEL RECTANGULAR DIRECCIÓN TRANSVERSAL.	87
TABLA 5-13	VALORES DE DISEÑO PARA TÚNEL EN FORMA DE ARCO. DIRECCIÓN PRINCIPAL.	88
TABLA 5-14	VALORES DE DISEÑO PARA TÚNEL EN FORMA DE ARCO. DIRECCIÓN TRANSVERSAL.	89
TABLA 5-15	DISEÑO ESTRUCTURAL TÚNEL EN FORMA DE ARCO DIRECCIÓN TRANSVERSAL.	89
TABLA 5-16	DISEÑO ESTRUCTURAL TÚNEL EN FORMA DE ARCO DIRECCIÓN TRANSVERSAL.	90
TABLA 5-17	RESUMEN DE MODELO RECTANGULAR Y VOLUMEN DE HORMIGÓN.	91
TABLA 5-18	RESUMEN DE MODELO EN FORMA DE ARCO Y VOLUMEN DE HORMIGÓN.	91
TABLA 5-19	RESUMEN COSTO DE TÚNEL RECTANGULAR.....	92
TABLA 5-20	RESUMEN COSTO DE TÚNEL EN FORMA DE ARCO.....	92
TABLA A-1	RESULTADOS MODELO RECTANGULAR SAP2000. LOSA SUPERIOR.....	110
TABLA A-2	RESULTADOS MODELO RECTANGULAR SAP2000. MURO LATERAL.	110
TABLA A-3	RESULTADOS MODELO RECTANGULAR SAP2000. LOSA INFERIOR.	111
TABLA A-4	RESULTADOS MODELO RECTANGULAR SAP2000. LOSA SUPERIOR. SECCIÓN TRANSVERSAL.	111
TABLA A-5	RESULTADOS MODELO RECTANGULAR SAP2000. MURO LATERAL. SECCIÓN TRANSVERSAL.	111
TABLA A-6	RESULTADOS MODELO RECTANGULAR SAP2000. LOSA INFERIOR. SECCIÓN TRANSVERSAL.	111

TABLA A-7	RESULTADOS MODELO EN FORMA DE ARCO SAP2000. ARCO SUPERIOR.....	112
TABLA A-8	RESULTADOS MODELO EN FORMA DE ARCO SAP2000. MURO LATERAL.....	112
TABLA A-9	RESULTADOS MODELO EN FORMA DE ARCO SAP2000. LOSA INFERIOR.	112
TABLA A-10	RESULTADOS MODELO EN FORMA DE ARCO SAP2000. LOSA SUPERIOR. SECCIÓN TRANSVERSAL ..	113
TABLA A-11	RESULTADOS MODELO EN FORMA DE ARCO SAP2000. MURO-ARCO. SECCIÓN TRANSVERSAL ..	113
TABLA A-12	RESULTADOS MODELO EN FORMA DE ARCO SAP2000. MURO LATERAL. SECCIÓN TRANSVERSAL...	113
TABLA A-13	RESULTADOS MODELO EN FORMA DE ARCO SAP2000. LOSA INFERIOR. SECCIÓN TRANSVERSAL ...	113
TABLA B-1	RESULTADOS MODELO RECTANGULAR PLAXIS. LOSA SUPERIOR.....	114
TABLA B-2	RESULTADOS MODELO RECTANGULAR PLAXIS. MURO LATERAL.....	114
TABLA B-3	RESULTADOS MODELO RECTANGULAR PLAXIS. LOSA INFERIOR.....	114
TABLA B-4	RESULTADOS MODELO EN FORMA DE ARCO PLAXIS. ARCO SUPERIOR.	115
TABLA B-5	RESULTADOS MODELO EN FORMA DE ARCO PLAXIS. MURO LATERAL.	115
TABLA B-6	RESULTADOS MODELO EN FORMA DE ARCO PLAXIS. LOSA INFERIOR.....	115
TABLA C-1	RESULTADOS MODELO RECTANGULAR SAP2000. LOSA SUPERIOR.....	116
TABLA C-2	RESULTADOS MODELO RECTANGULAR SAP2000. MURO LATERAL.....	116
TABLA C-3	RESULTADOS MODELO RECTANGULAR SAP2000. LOSA INFERIOR.	117
TABLA C-4	RESULTADOS MODELO RECTANGULAR SAP2000. LOSA SUPERIOR. DIRECCIÓN TRANSVERSAL.....	117
TABLA C-5	RESULTADOS MODELO RECTANGULAR SAP2000. MURO LATERAL. DIRECCIÓN TRANSVERSAL.	117
TABLA C-6	RESULTADOS MODELO RECTANGULAR SAP2000. LOSA INFERIOR. DIRECCIÓN TRANSVERSAL.	117
TABLA C-7	RESULTADOS MODELO EN FORMA DE ARCO SAP2000. ARCO SUPERIOR.....	118
TABLA C-8	RESULTADOS MODELO EN FORMA DE ARCO SAP2000. MURO LATERAL.....	118
TABLA C-9	RESULTADOS MODELO EN FORMA DE ARCO SAP2000. LOSA INFERIOR.	118
TABLA C-10	RESULTADOS MODELO EN FORMA DE ARCO SAP2000. LOSA SUPERIOR. DIRECCIÓN TRANSVERSAL.	119
TABLA C-11	RESULTADOS MODELO EN FORMA DE ARCO SAP2000. MURO-ARCO. DIRECCIÓN TRANSVERSAL. .	119
TABLA C-12	RESULTADOS MODELO EN FORMA DE ARCO SAP2000. MURO LATERAL. DIRECCIÓN TRANSVERSAL.	119
TABLA C-13	RESULTADOS MODELO EN FORMA DE ARCO SAP2000. LOSA INFERIOR. DIRECCIÓN TRANSVERSAL.	119
TABLA D-1	RESULTADOS MODELO EN RECTANGULAR PLAXIS. LOSA SUPERIOR. DIRECCIÓN TRANSVERSAL.....	120
TABLA D-2	RESULTADOS MODELO EN RECTANGULAR PLAXIS. MURO LATERAL. DIRECCIÓN TRANSVERSAL.....	120
TABLA D-3	RESULTADOS MODELO EN RECTANGULAR PLAXIS. LOSA INFERIOR. DIRECCIÓN TRANSVERSAL.....	121
TABLA D-4	RESULTADOS MODELO EN FORMA DE ARCO PLAXIS. ARCO SUPERIOR. DIRECCIÓN TRANSVERSAL....	121
TABLA D-5	RESULTADOS MODELO EN FORMA DE ARCO PLAXIS. MURO LATERAL. DIRECCIÓN TRANSVERSAL ...	121
TABLA D-6	RESULTADOS MODELO EN FORMA DE ARCO PLAXIS. LOSA INFERIOR. DIRECCIÓN TRANSVERSAL.	121
TABLA E-1	ESFUERZOS FINALES PROPUESTA DE TÚNEL RECTANGULAR. LOSA SUPERIOR.	122
TABLA E-2	ESFUERZOS FINALES PROPUESTA DE TÚNEL RECTANGULAR. MURO LATERAL.	122
TABLA E-3	ESFUERZOS FINALES PROPUESTA DE TÚNEL RECTANGULAR. LOSA INFERIOR.	123
TABLA E-4	ESFUERZOS FINALES PROPUESTA DE TÚNEL EN FORMA DE ARCO. ARCO SUPERIOR.....	123
TABLA E-5	ESFUERZOS FINALES PROPUESTA DE TÚNEL EN FORMA DE ARCO. MURO LATERAL.	123
TABLA E-6	ESFUERZOS FINALES PROPUESTA DE TÚNEL EN FORMA DE ARCO. LOSA INFERIOR.	123

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2-1 PRESIONES EN LA BASE AL FINAL DE CADA VACIADO.....	7
FIGURA 2-2 PRESIONES EN LA BASE AL FINAL DE CADA RELLENO.....	8
FIGURA 2-3 CARGA SOBRE EL ALIMENTADOR.....	9
FIGURA 2-4 EVOLUCIÓN DE LAS PRESIONES DURANTE FORMACIÓN DE LA PILA.....	10
FIGURA 2-5 DISTRIBUCIÓN DE PRESIONES NORMALIZADO POR LA ALTURA.....	10
FIGURA 2-6 COMPARACIÓN ENTRE RESULTADOS REALIZADOS CON FEM FRENTE A LOS EXPERIMENTALES DE OOI (2008)	11
FIGURA 2-7 COMPARACIÓN EXPERIMENTO DE CONLEY (2012) CON ARENA FINA, MÉTODO PREDICTIVO Y ECUACIÓN EMPÍRICA.	12
FIGURA 2-8 REPRESENTACIÓN DEL MÉTODO DETALLADO.....	16
FIGURA 2-9 COEFICIENTE DE CORTE SÍSMICO NORMALIZADO PARA SUELOS GRANULARES.....	17
FIGURA 2-10 APROXIMACION LINEAL DE LA DESANGULACION SISMICA.	18
FIGURA 2-11 DESANGULACIÓN SÍSMICA PROMEDIO DEL SUELLO.....	20
FIGURA 2-12 MÉTODO SIMPLIFICADO.	22
FIGURA 3-1 CURVA DE PRESIONES BAJO LA PILA Y CURVA ENVOLVENTE DE PRESIONES.....	27
FIGURA 3-2 MODELO ELABORADO EN SAP2000 DE TÚNEL DE RECUPERACIÓN RECTANGULAR.....	35
FIGURA 3-3 VISTA DE FREnte DE MODELO RECTANGULAR EN SAP2000.	36
FIGURA 3-4 MODELO REALIZADO EN SAP2000 DE TÚNEL DE RECUPERACIÓN RECTANGULAR.	37
FIGURA 3-5 VISTA DE FREnte DE MODELO EN FORMA DE ARCO EN SAP2000.	38
FIGURA 3-6 DIAGRAMA DE MOMENTO SOBRE SECCIÓN DE LOSA SUPERIOR. COMBINACIÓN C1.....	44
FIGURA 3-7 DIAGRAMA DE MOMENTO SOBRE UNA ABERTURA EN LA LOSA SUPERIOR. COMBINACIÓN C1.....	45
FIGURA 3-8 DIAGRAMA DE MOMENTO SOBRE UNA ABERTURA EN EL MURO. COMBINACIÓN C1.....	45
FIGURA 3-9 DIAGRAMA DE MOMENTO SOBRE UNA ABERTURA EN LA LOSA INFERIOR. COMBINACIÓN C1.....	46
FIGURA 3-10 REPRESENTACIÓN SECCIONES TÚNEL EN FOMRA DE ARCO.....	47
FIGURA 3-11 REPRESENTACIÓN DE LA SECCIÓN DE ESTUDIO EN SAP2000.....	50
FIGURA 3-12 DISPOSICIÓN DE LA CARGAS DEL ACOPIO PARA TÚNEL RECTANGULAR.	51
FIGURA 3-13 MODELO COMPLETO TÚNEL DE RECUPERACIÓN RECTANGULAR.....	52
FIGURA 3-14 REPRESENTACION TÚNEL EN FORMA DE ARCO EN SAP2000.....	53
FIGURA 3-15 DISPOSICIÓN DE LA CARGA DEL ACOPIO PARA TÚNEL EN FORMA DE ARCO.	54
FIGURA 5-1 REPRESENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE LOS TÚNELES DE RECUPERACIÓN. EN NEGRO EL TÚNEL DE SECCIÓN RECTANGULAR, Y EN AZUL, EL TÚNEL EN FORMA DE ARCO.	82