



**UNIVERSIDAD DE SALAMANCA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ÁVILA
– GRADO EN INGENIERÍA CIVIL –
MENCION HIDROLOGÍA**



**ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA DEL
SALTO DE RICOBAYO BAJO PARÁMETROS
CONCESIONALES MODERNOS Y SU PUESTA EN
EQUIVALENCIA CON LA TECNOLOGÍA IÓNICA**

TRABAJO FIN DE GRADO

**Alumno: D. José Ángel Fernández Gago
Tutora: Dña. Remedios Aumente Rodriguez**

Ávila, febrero de 2023

**ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA DEL
SALTO DE RICOBAYO BAJO PARÁMETROS
CONCESIONALES MODERNOS Y SU PUESTA EN
EQUIVALENCIA CON LA TECNOLOGÍA IÓNICA**

TRABAJO FIN DE GRADO

**Alumno: José Ángel Fernández Gago
Tutora: Dña. Remedios Aumente Rodríguez**

Ávila, febrero de 2023

RELACIÓN DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN ACADÉMICO	2
ACADEMIC ABSTRACT	3
1. INTRODUCCIÓN	4
2. EL SALTO DE RICOBAYO DESDE UNA PERSPECTIVA HISTÓRICA	7
3. SOLUCIÓN TÉCNICA FINALMENTE ADOPTADA	9
3.1 RESPECTO DE LA OBRA CIVIL	9
3.1.1 DIMENSIONES	9
3.1.2 SITUACIÓN DEL ALVIADERO	9
3.1.3 FORMA DE RESISTIR EL EMPUJE HIDROSTÁTICO	10
3.1.4 MATERIAL EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN	11
3.2 RESPECTO DEL TURBINADO DEL AGUA PARA LA GENERACIÓN ELÉCTRICA	12
3.2.1 CARACTERÍSTICAS Y APLICABILIDAD DE CADA TIPO DE TURBINA.....	13
3.2.1.1 LA TURBINA FRANCIS	13
3.2.1.2 LA TURBINA PELTON	13
3.2.1.3 LA TURBINA KAPLAN	13
3.2.2 PEQUEÑA REFERENCIA SOBRE LOS ALTERNADORES DE CORRIENTE	13
3.2.3 PEQUEÑA REFERENCIA SOBRE EL TRANSPORTE DE LA ENERGÍA.....	14
3.2.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS CENTRALES ELÉCTRICAS ALBERGADAS POR LA PRESA DE RICOBAYO.....	14
3.2.4.1 RICOBAYO I	14
3.2.4.2 RICOBAYO II	15
3.2.5 A MODO DE EJEMPLO: SECUENCIA DEL FUNCIONAMIENTO INTEGRAL DE UNA SALTO HIDROELÉCTRICO CON TURBINA FRANCIS.....	15
4. CARACTERÍSTICAS DE LA CONCESIÓN PRIVATIVA DEL DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO DEL PRIMER APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO SOBRE EL RIO ESLA	16
4.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICO-CONCESIONALES DEL CONTRATO PÚBLICO ORIGINAL – RICOBAYO I	16
4.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICO-CONCESIONALES DE LA OBRA DE AMPLIACIÓN DE SU CAPACIDAD PRODUCTIVA – RICOBAYO II	18
5. IDENTIFICACIÓN, UBICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y CUANTIFICACIÓN FÍSICA DE LAS PARTIDAS DE OBRA, EQUIPAMIENTOS Y ACTOS ADMINISTRATIVOS VINCULADOS A LA PROVISIÓN DE RICOBAYO I Y II	21

5.1	PANORÁMICA GENERAL DE LAS ACTUACIONES PRINCIPALES.....	21
5.2	PANORÁMICA GENERAL DE LAS ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS	22
5.2.1	VIADUCTOS / PUENTES SOBRE EL EMBALSE	22
5.2.2	PUEBLOS DESPLAZADOS	23
5.2.3	AFECCIÓN AL PATRIMONIO HISTÓRICO	24
5.3	PARTIDAS DE OBRA CIVIL MEDIANTE EL EMPLEO DE INGENIERÍA INVERSA.....	24
5.3.1	CUERPO DE LA PRESA [1]	24
5.3.2	TORRE DE CAPTACIÓN Y TUBERÍAS FORZADAS [2]	29
5.3.3	EDIFICIO CENTRAL ELÉCTRICA DE RICOBAYO I [3]	31
5.3.4	ALIVIADERO LATERAL [4].....	33
5.3.5	FOSO DE AMORTIGUACIÓN O "CAZUELA" [5].....	37
5.3.6	SISTEMA DE COMPUERTAS [6]	37
5.3.7	RESALTO FINAL ALIVIADERO [7]	39
5.3.8	RESALTO FINAL TRAS EL CUERPO DE LA PRESA [8].....	40
5.3.9	DESAGÜE LATERAL RICOBAYO I [9]	41
5.3.10	SUBESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN ELEVADORA DE RICOBAYO I [10]	43
5.3.11	GALERÍA DE CONDUCCIÓN FORZADA EN RICOBAYO II [11]	44
5.3.12	CAVERNA PARA ALOJAMIENTO DE GRUPOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN RICOBAYO II [12]	47
5.3.13	SUBESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN ELEVADORA DE RICOBAYO II [13]	48
5.3.14	PASO ELEVADO (O PASARELA) PARA CONEXIÓN DE AMBAS LADERAS [14]	48
5.3.15	GALERÍAS DE SERVICIO SUBTERRÁNEAS VISITABLES [15]	49
5.3.16	CARRETERA SOBRE CORONACIÓN DEL CUERPO DE PRESA [16].....	50
5.3.17	EDIFICIO ADMINISTRATIVO [17]	51
5.4	EQUIPAMIENTOS	52
5.4.1	GRUPOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA RICOBAYO I [18]	52
5.4.1.1	TURBINAS FRANCIS.....	52
5.4.1.2	ALTERNADORES	53
5.4.2	GRUPOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA RICOBAYO II [19].....	53
5.4.2.1	TURBINAS FRANCIS.....	53
5.4.2.2	ALTERNADORES	53
5.4.3	SUBESTACIONES DE TRANSFORMACIÓN ELEVADORA [20]	53
5.5	ACTOS ADMINISTRATIVOS.....	54
5.5.1	ORDEN DE CONSTRUCCIÓN DE UNA NUEVA VÍA DE COMUNICACIÓN Y DE UN NUEVO VIADUCTO PARA SUSTITUIR EL ANTIGUO PUENTE DE LA ESTRELLA [21]	54
5.5.2	EXPROPIACIÓN DE LOS TERRENOS AGUAS ABAJO [22].....	55
5.5.3	EXPROPIACIÓN DE LOS TERRENOS AGUAS ARRIBA PARA NMN [23]	55
5.5.4	ORDEN DE TRASLADO DE LA POBLACIÓN DE LA PUEBLICA HASTA EL POBLADO DE NUEVA PLANTA DE LA PUEBLICA DE CAMPEAN [24]	56
5.5.5	ORDEN DE TRASLADO DE LA POBLACIÓN DE SAN PEDRO DE LA NAVE AL POBLADO PRE EXISTENTE DE EL CAMPILLO [25]	58
5.5.6	ORDEN DE TRASLADO DE LA POBLACIÓN DE PALACIOS DEL PAN A SU NUEVA UBICACIÓN [26]	59
5.5.7	ORDEN DE TRASLADO DE LA IGLESIA VISIGODA DE SAN PEDRO DE LA NAVE A UNA PARCELA EN EL POBLADO DE EL CAMPILLO [27]	61

6. CAPEX Y OPEX VINCULADOS AL APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO 64

6.1	SOBRE EL CAPEX	64
6.1.1	PROYECTO DE EJECUCIÓN	64
6.1.2	RESUMEN DE EXPROPIACIÓN DE TERRENOS Y OTROS ACTOS ADMINISTRATIVOS	64
6.1.3	PARTIDAS DE OBRA CIVIL Y EQUIPAMIENTOS DIRECTAMENTE RELACIONADOS CON LA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA	64
6.1.3.1	CUERPO DE LA PRESA	65
6.1.3.2	TORRE DE CAPTACIÓN Y TUBERÍAS FORZADAS	67
6.1.3.3	EDIFICIO CENTRAL ELÉCTRICA DE RICOBAYO I	67
6.1.3.4	ALVIADERO LATERAL	68
6.1.3.5	SISTEMA DE COMPUERTAS	70
6.1.3.6	RESALTO FINAL EN EL CAUCE AGUAS ABAJO TRAS EL CUERPO DE PRESA	71
6.1.3.7	DESAGÜE LATERAL DE RICOBAYO I	71
6.1.3.8	GALERÍA DE CONDUCCIÓN FORZADA EN RICOBAYO II	72
6.1.3.9	CAVERNA PARA ALOJAMIENTO DE GRUPOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN RICOBAYO II	73
6.1.3.10	GRUPOS DE GENERACIÓN	74
6.1.4	PARTIDAS DE OBRA CIVIL NO DIRECTAMENTE RELACIONADAS CON LA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA	75
6.1.4.1	PASO ELEVADO / PASARELA PARA LA CONEXIÓN DE AMBAS LADERAS AGUAS ABAJO DEL CUERPO DE PRESA	75
6.1.4.2	GALERÍAS DE SERVICIO SUBTERRÁNEAS VISITABLES	75
6.1.4.3	CARRETERA SOBRE CORONACIÓN DEL CUERPO DE PRESA	76
6.1.4.4	EDIFICIO ADMINISTRATIVO	77
6.1.5	RESTO DE ACTUACIONES	79
6.1.5.1	NUEVA VÍA DE COMUNICACIÓN Y VIADUCTO EN LOS ALREDEDORES DEL PUENTE DE LA ESTRELLA (INCLUYENDO PROYECTO DE EJECUCIÓN Y EXPROPIACIONES)	79
6.1.5.2	EXPROPIACIONES	80
6.1.5.3	TRASLADO MONUMENTO HISTÓRICO	80
6.1.6	RESUMEN CAPEX	81
6.1.7	TABLA DE CAPEX EN FORMATO INPUT PARA LA ALIMENTACIÓN DEL MECOFIN	82
6.2	SOBRE EL OPEX	83
6.2.1	EN EL ÁMBITO DE LA GESTIÓN	83
6.2.2	EN EL ÁMBITO DE LA PRESA Y EMBALSE	83
6.2.2.1	REVISIONES E INSPECCIONES DE SEGURIDAD	83
6.2.2.2	VIGILANCIA, AUSCULTACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN	84
6.2.2.3	APLICACIONES INFORMÁTICAS DE DATOS	84
6.2.2.4	PLANES DE EMERGENCIA	85
6.2.2.5	MANTENIMIENTO, CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN	85
6.2.2.6	ANÁLISIS DE RIESGOS	86
6.2.3	EN EL ÁMBITO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA	86
6.2.3.1	EFICIENCIA Y OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS	86
6.2.4	OTROS GASTOS DE FUNCIONAMIENTO	87
6.2.5	TABLA RESUMEN	87
7.	CRONOGRAMA DE ACTUACIONES	89
7.1	INVERSIONES NUEVAS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN – INFC	89
7.2	INVERSIONES NUEVAS EN FASE DE EXPLOTACIÓN – INFE	90
7.3	REPOSICIÓN EN FASE DE EXPLOTACIÓN DE LAS INVERSIONES NUEVAS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN – RINFC	90

7.4	REPOSICIÓN EN FASE DE EXPLOTACIÓN DE LAS INVERSIONES NUEVAS EN FASE DE EXPLOTACIÓN – RINFE.....	91
8.	PLAN DE EXPLOTACIÓN HIDROELÉCTRICA.....	92
8.1	TENDENCIA HISTÓRICA DE LA PLUVIOMETRÍA EN LA ZONA	92
8.2	TENDENCIA HISTÓRICA DE LA CLIMATOLOGÍA EN LA ZONA.....	93
8.3	TENDENCIA HISTÓRICA DE LA GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA DE RICOBAYO	94
8.4	CONCLUSIÓN.....	96
8.5	ESCENARIOS DE PRODUCCIÓN ENERGÉTICA A CONSIDERAR	97
8.5.1	ESCENARIO IBERDROLA.....	97
8.5.2	ESCENARIO TENDENCIAL.....	98
8.5.3	ESCENARIOS DE ACCIÓN CLIMÁTICA	98
8.5.3.1	SOBRE EL ACUERDO DE PARÍS	98
8.5.3.2	ELASTICIDAD RICOBAYO [SENSIBILIDAD DE VARIACIÓN QUE PRESENTA LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA DEL COMPLEJO HIDROELÉCTRICO ANTE VARIACIONES DE TEMPERATURA MEDIA EN LA ZONA]	99
8.5.3.3	ESCENARIO LIMITADO POR CALENTAMIENTO GLOBAL DE 1,5 ° C.....	99
8.5.3.4	ESCENARIO LIMITADO POR CALENTAMIENTO GLOBAL DE 2,0 ° C.....	100
8.5.4	ESCENARIO ADICIONAL PROMEDIO.....	101
9.	UNA APROXIMACIÓN A LA HERRAMIENTA CONCEPTUAL QUE REPRESENTAN LOS ACUERDOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO-PRIVADA	102
9.1	BREVE RESEÑA HISTÓRICA Y FUNDAMENTOS	102
9.2	FUNCIONAMIENTO MERCANTIL A LARGO PLAZO DE LAS SOCIEDADES DE CAPITAL	104
9.2.1	PROPUESTA DE UN SISTEMA DE REPRESENTACIÓN NORMALIZADO PARA AYUDAR A EXPLICAR CÓMO SE MOVILIZAN LOS FONDOS MONETARIOS POR PARTE DE LAS EMPRESAS CUANDO SUMINISTRAN SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURA.....	104
9.2.2	EJEMPLO DE VISUALIZACIÓN DE UN CASO DE PROVISIÓN INDIRECTA A TRAVÉS DE UN CONTRATO DE COLABORACIÓN PÚBLICO-PRIVADA	105
9.3	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LAS SOCIEDADES DE CAPITAL MEDIANTE EL EMPLEO DE LA DINÁMICA DE SISTEMAS	107
9.3.1	ARQUITECTURA BÁSICA DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN ECONÓMICO-FINANCIEROS	107
9.3.1.1	SOBRE LOS INPUTS	109
9.3.1.2	SOBRE LA FUNCIONALIDAD DE LA HOJA INGRESOS-GASTOS	112
9.3.1.3	SOBRE LA FUNCIONALIDAD DE LA HOJA DE FINANCIACIÓN	112
9.3.1.4	SOBRE LA FUNCIONALIDAD DE LA HOJA DE FISCALIDAD	113
9.3.1.5	SOBRE LA FUNCIONALIDAD DE LA HOJA DE AMORTIZACIÓN DEUDA.....	113
9.3.1.6	SOBRE LA FUNCIONALIDAD DE LA HOJA DE TIE (TASA DE INTERÉS EFECTIVO)	113
9.3.1.7	SOBRE LOS RESULTADOS NUMÉRICOS QUE APORTA EL MODELO DE SIMULACIÓN	113
9.3.1.8	SOBRE EL POTENCIAL DE ESTE TIPO DE HERRAMIENTAS	114
10.	EL COMPLEJO DE RICOBAYO COMO UN PROYECTO DE INVERSIÓN EN EL ÁMBITO DE LA PRODUCCIÓN HIDROELÉCTRICA	117
10.1	CONSTITUCIÓN DE UNA SOCIEDAD VEHÍCULO DE PROYECTO (SVP) O SOCIEDAD DE PROPÓSITO ESPECIAL (SPE)	117

10.2	UBICACIÓN DE HIDROBAYO, S.A. EN EL MERCADO ELÉCTRICO ESPAÑOL.....	117
10.3	CUADERNO DE HIPÓTESIS	119
10.3.1	CONDICIONES DE CONTORNO TEMPORALES.....	119
10.3.2	BASE CONTABLE.....	119
10.3.3	VARIABLES DE CARÁCTER MACROECONÓMICO	121
10.3.4	DATOS TÉCNICOS DE EXPLOTACIÓN	122
10.3.5	DATOS ECONÓMICOS	122
10.3.5.1	DE INGRESOS	122
10.3.5.2	DE GASTOS	122
10.3.6	PLAN DE INVERSIONES Y REPOSICIONES	122
10.3.7	ESTRUCTURA FINANCIERA	123
10.3.8	FISCALIDAD.....	124
10.3.9	DECALAJES OPERATIVOS.....	124
10.3.10	OBJETIVO DE RENTABILIDAD.....	124
10.3.11	PLANTEAMIENTOS PARA EL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	125
10.4	RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA Y SENSIBILIDAD.....	125
10.4.1	ESCENARIO IBERDROLA.....	126
10.4.1.1	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN	126
10.4.1.2	PERFIL CONCESIONAL	126
10.4.1.3	SENSIBILIDAD PRECIO DE VENTA ENERGÍA – CAPEX [MANTENIENDO CONSTANTE LA TIR CAPITAL ACCIONISTAS EN EL 8,0%].....	127
10.4.1.4	SENSIBILIDAD TIR CAPITAL ACCIONISTAS – CAPEX [MANTENIENDO CONSTANTE EL PRECIO VENTA DE ENERGÍA EN 43,95 €/MWh]	127
10.4.1.5	SENSIBILIDAD PRECIO DE VENTA ENERGÍA – OPEX [MANTENIENDO CONSTANTE LA TIR CAPITAL ACCIONISTAS EN EL 8,0%].....	128
10.4.1.6	SENSIBILIDAD TIR CAPITAL ACCIONISTAS – OPEX [MANTENIENDO CONSTANTE EL PRECIO VENTA DE ENERGÍA EN 43,95 €/MWh].....	128
10.4.2	ESCENARIO TENDENCIAL.....	129
10.4.2.1	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN	129
10.4.2.2	PERFIL CONCESIONAL	129
10.4.2.3	SENSIBILIDAD PRECIO DE VENTA ENERGÍA – CAPEX [MANTENIENDO CONSTANTE LA TIR CAPITAL ACCIONISTAS EN EL 8,0%].....	130
10.4.2.4	SENSIBILIDAD TIR CAPITAL ACCIONISTAS – CAPEX [MANTENIENDO CONSTANTE EL PRECIO VENTA DE ENERGÍA EN 42,97 €/MWh]	130
10.4.2.5	SENSIBILIDAD PRECIO DE VENTA ENERGÍA – OPEX [MANTENIENDO CONSTANTE LA TIR CAPITAL ACCIONISTAS EN EL 8,0%].....	131
10.4.2.6	SENSIBILIDAD TIR CAPITAL ACCIONISTAS – OPEX [MANTENIENDO CONSTANTE EL PRECIO VENTA DE ENERGÍA EN 42,97 €/MWh].....	131
10.4.3	ESCENARIO CALENTAMIENTO GLOBAL +1,5 ° C.....	132
10.4.3.1	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN	132
10.4.3.2	PERFIL CONCESIONAL	132
10.4.3.3	SENSIBILIDAD PRECIO DE VENTA ENERGÍA – CAPEX [MANTENIENDO CONSTANTE LA TIR CAPITAL ACCIONISTAS EN EL 8,0%].....	133
10.4.3.4	SENSIBILIDAD TIR CAPITAL ACCIONISTAS – CAPEX [MANTENIENDO CONSTANTE EL PRECIO VENTA DE ENERGÍA EN 42,49 €/MWh]	133
10.4.3.5	SENSIBILIDAD PRECIO DE VENTA ENERGÍA – OPEX [MANTENIENDO CONSTANTE LA TIR CAPITAL ACCIONISTAS EN EL 8,0%].....	134
10.4.3.6	SENSIBILIDAD TIR CAPITAL ACCIONISTAS – OPEX [MANTENIENDO CONSTANTE EL PRECIO VENTA DE ENERGÍA EN 42,49 €/MWh].....	134
10.4.4	ESCENARIO CALENTAMIENTO GLOBAL +2,0 ° C.....	135

10.4.4.1	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN	135
10.4.4.2	PERFIL CONCESIONAL	135
10.4.4.3	SENSIBILIDAD PRECIO DE VENTA ENERGÍA – CAPEX [MANTENIENDO CONSTANTE LA TIR CAPITAL ACCIONISTAS EN EL 8,0%]	136
10.4.4.4	SENSIBILIDAD TIR CAPITAL ACCIONISTAS – CAPEX [MANTENIENDO CONSTANTE EL PRECIO VENTA DE ENERGÍA EN 43,63 €/MWh]	136
10.4.4.5	SENSIBILIDAD PRECIO DE VENTA ENERGÍA – OPEX [MANTENIENDO CONSTANTE LA TIR CAPITAL ACCIONISTAS EN EL 8,0%]	137
10.4.4.6	SENSIBILIDAD TIR CAPITAL ACCIONISTAS – OPEX [MANTENIENDO CONSTANTE EL PRECIO VENTA DE ENERGÍA EN 43,63 €/MWh]	137
10.4.5	ESCENARIO PROMEDIO.....	138
10.4.5.1	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN	138
10.4.5.2	PERFIL CONCESIONAL	138
10.4.5.3	SENSIBILIDAD PRECIO DE VENTA ENERGÍA – CAPEX [MANTENIENDO CONSTANTE LA TIR CAPITAL ACCIONISTAS EN EL 8,0%]	139
10.4.5.4	SENSIBILIDAD TIR CAPITAL ACCIONISTAS – CAPEX [MANTENIENDO CONSTANTE EL PRECIO VENTA DE ENERGÍA EN 43,62 €/MWh]	139
10.4.5.5	SENSIBILIDAD PRECIO DE VENTA ENERGÍA – OPEX [MANTENIENDO CONSTANTE LA TIR CAPITAL ACCIONISTAS EN EL 8,0%]	140
10.4.5.6	SENSIBILIDAD TIR CAPITAL ACCIONISTAS – OPEX [MANTENIENDO CONSTANTE EL PRECIO VENTA DE ENERGÍA EN 43,62 €/MWh]	140
10.5	CONCLUSIONES PARCIALES.....	141

11. ANÁLISIS DE LA TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN ELÉCTRICA A TRAVÉS DE CENTRALES ELÉCTRICAS IÓNICAS 144

11.1	INTRODUCCIÓN.....	144
11.2	ORIGEN DEL CONCEPTO Y EVOLUCIÓN HASTA LA ACTUALIDAD.....	145
11.3	PATENTES	145
11.3.1	ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA PROTECCIÓN	145
11.3.2	“CELDA ENRIQUECIDA PARA REACCIÓN TIPO REDOX” [19.01.2016].....	146
11.3.3	“DESPOLARIZADOR CATÓDICO ANÓDICO” [29.11.2017]	146
11.3.4	“MÓDULO METÁLICO GENERADOR ELÉCTRICO” [30.11.2018].....	147
11.3.5	“MÓDULO IÓNICO” [04.03.2021]	147
11.3.6	“CENTRAL ELÉCTRICA IÓNICA” [10.03.2021]	147
11.3.7	“PROCESO PARA LA LIMPIEZA DE SUPERFICIES CATÓDICAS EN CELDAS VOLTAICAS” [08.07.2021]	148
11.3.8	“MÉTODO PARA LA PRODUCCIÓN DE MICRO HILOS CONDUCTORES POR MEDIO DE CARBONIZACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE ELECTRODOS” [14.10.2021]	148
11.4	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.....	148
11.5	IMPACTO DE ESTA NUEVA TECNOLOGÍA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA	149
11.5.1	IMPACTO EN EL SECTOR INDUSTRIAL	149
11.5.2	IMPACTO MEDIOAMBIENTAL.....	150
11.5.3	IMPACTO GEOESTRATÉGICO	150
11.5.4	IMPACTO MACROECONÓMICO.....	150
11.6	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO AENA	150
11.7	DIMENSIONAMIENTO IÓNICO EQUIVALENTE AL POTENCIAL ELÉCTRICO PLANTEADO PARA EL SALTO DE RICOBAYO A FUTURO	153
11.7.1	CONSOLIDACIÓN DE HIPÓTESIS.....	153
11.7.2	DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS TIPO AENA.....	153
11.7.3	DIMENSIONAMIENTO DE OBRA CIVIL	155

11.7.3.1	SOBRE LA SOLERA DE HORMIGÓN.....	155
11.7.3.2	SOBRE EL BORDILLO PERIMETRAL.....	156
11.7.3.3	SOBRE LA RED DE DRENAJE	156
11.7.3.4	SOBRE EL VALLADO PERIMETRAL	156
11.7.4	DIMENSIONAMIENTO DE OPERACIONES DE GESTIÓN Y MANTENIMIENTO.....	157
11.7.5	SINERGIAS, ECONOMÍAS DE ESCALA Y VALORIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS	157
11.8	CAPEX Y OPEX VINCULADOS A UNA PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA IÓNICA	158
11.8.1	SOBRE EL CAPEX	158
11.8.2	PROYECTO DE EJECUCIÓN	158
11.8.3	EXPROPIACIÓN DE TERRENOS.....	158
11.8.4	PARTIDAS DE OBRA CIVIL Y EQUIPAMIENTOS DIRECTAMENTE RELACIONADOS CON LA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA.....	159
11.8.4.1	SOLERA DE HORMIGÓN Y SU RED DE DRENAJE	159
11.8.4.2	BORDILLO PERIMETRAL.....	159
11.8.4.3	VALLADO PERIMETRAL.....	160
11.8.4.4	CONTENEDORES MARÍTIMOS	160
11.8.4.5	MÓDULOS IÓNICOS O CENTRALES ELÉCTRICAS IÓNICAS.....	160
11.8.4.6	ACOMETIDA ELÉCTRICA HASTA PUNTO DE CONEXIÓN CON LA RED ELÉCTRICA	161
11.8.4.7	REPOSICIONES DE CONSUMIBLES EN MÓDULOS IÓNICOS O CENTRALES ELÉCTRICAS IÓNICAS	161
11.8.5	RESUMEN CAPEX.....	161
11.8.6	TABLA DE CAPEX EN FORMATO INPUT PARA LA ALIMENTACIÓN DEL MECOFIN ...	162
11.8.7	SOBRE EL OPEX.....	163
11.8.7.1	TABLA RESUMEN	163
11.9	CRONOGRAMA DE ACTUACIONES.....	163
11.9.1	INVERSIONES NUEVAS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN – INFC	164
11.9.2	INVERSIONES NUEVAS EN FASE DE EXPLOTACIÓN – INFE.....	164
11.9.3	REPOSICIÓN EN FASE DE EXPLOTACIÓN DE LAS INVERSIONES NUEVAS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN – RINFC	164
11.9.4	REPOSICIÓN EN FASE DE EXPLOTACIÓN DE LAS INVERSIONES NUEVAS EN FASE DE EXPLOTACIÓN – RINFE.....	165
11.10	EL COMPLEJO DE RICOBAYO COMO UN PROYECTO DE INVERSIÓN EN EL ÁMBITO DE LA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA IÓNICA.....	165
11.10.1	UN APUNTE SOBRE LOS DERECHOS DE INGRESO A CONSIDERAR.....	165
11.11	RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA Y SENSIBILIDAD.....	166
11.11.1	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN.....	166
11.11.1.1	PERFIL CONCESIONAL	167
11.11.1.2	SENSIBILIDAD PRECIO DE VENTA ENERGÍA – CAPEX [MANTENIENDO CONSTANTE LA TIR CAPITAL ACCIONISTAS EN EL 8,0%].....	167
11.11.1.3	SENSIBILIDAD TIR CAPITAL ACCIONISTAS – CAPEX [MANTENIENDO CONSTANTE EL PRECIO VENTA DE ENERGÍA EN 1,88 €/MWh]	168
11.11.1.4	SENSIBILIDAD PRECIO DE VENTA ENERGÍA – OPEX [MANTENIENDO CONSTANTE LA TIR CAPITAL ACCIONISTAS EN EL 8,0%].....	168
11.11.1.5	SENSIBILIDAD TIR CAPITAL ACCIONISTAS – OPEX [MANTENIENDO CONSTANTE EL PRECIO VENTA DE ENERGÍA EN 1,88 €/MWh].....	169
11.12	CONCLUSIONES PARCIALES.....	169

12. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VARIABLES TÉCNICAS Y FINANCIERAS MÁS RELEVANTES VINCULADAS A CADA COMPLEJO

DE GENERACIÓN ELÉCTRICA Y A SUS SOCIEDADES VEHÍCULO DE PROYECTO VINCULADAS	173
13. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES FINALES.....	174
14. NUBE DE PALABRAS DEL DOCUMENTO	178
15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	179
16. ANEJOS	185
16.1 ESTADOS FINANCIEROS DEL ESCENARIO BASE VINCULADO A LA SOCIEDAD MERCANTIL HIDROBAYO, S.A. [PRECIO DE EQUILIBRIO = 43,62 €/MWH – TIR CAPITAL ACCIONISTA = 8,0 %]	185
16.1.1 ESTADO DE RESULTADOS.....	185
16.1.2 BALANCE DE SITUACIÓN.....	190
16.1.3 ESTADO DE FLUJOS DE EFECTIVO	195
16.2 ESTADOS FINANCIEROS DEL ESCENARIO BASE VINCULADO A LA SOCIEDAD MERCANTIL RIONIC, S.A. [PRECIO DE EQUILIBRIO = 1,88 €/MWH – TIR CAPITAL ACCIONISTA = 8,0 %]	200
16.2.1 ESTADO DE RESULTADOS.....	200
16.2.2 BALANCE DE SITUACIÓN.....	205
16.2.3 ESTADO DE FLUJOS DE EFECTIVO	210

AGRADECIMIENTOS

Este Trabajo Fin de Grado es fruto de la curiosidad. Después de casi 20 años de carrera profesional, dedicada en su mayor parte a las infraestructuras de transporte y a los servicios de diferente tipología que se prestan desde ellas, he querido acercarme con este trabajo académico en un primer momento al sector de la energía hidroeléctrica, para en un paso posterior, indagar acerca de una fuente de energía eléctrica de carácter iónico, que podría llegar a ser clasificada de geoestratégica para Europa, si en el corto plazo se verifica de una manera documentada todo su potencial.

En este contexto, la temática planteada aborda varios de los problemas que asolan a las sociedades actuales en cualquier rincón del mundo: el coste de la energía, el cambio climático y la búsqueda de fuentes de generación de energía renovables.

Para poder analizar con detalle cada uno de los ámbitos mencionados ha sido necesaria la implicación de varias personas físicas (y alguna jurídica) a las que quiero mostrar mi agradecimiento.

En primer lugar, quiero agradecer el apoyo prestado por mi tutora académica, Remedios Aumente Rodríguez, quien desde el primer momento en que le planteé mis inquietudes me respondió de una manera decidida y positiva. Ella ha supervisado con paciencia todo el proceso de elaboración de este documento. Espero no haberle robado más tiempo del estrictamente necesario.

Quiero mostrar también mi agradecimiento a mis compañeros de trabajo. Una mención especial recae sobre Fede Collado, con quien creo que hago un tándem profesional perfecto cuando nos planteamos retos intelectuales de todo tipo. En este caso Fede me orientó de una manera muy solvente sobre como entendía él que era la mejor forma de extrapolar las series de producción hidroeléctrica de Ricobayo teniendo en cuenta los datos disponibles y las variables de cambio climático. La otra persona es Elena Curto, del área de medioambiente, quien me hizo tomar conciencia de la emergencia climática que vivimos tras presentarle los primeros análisis que realice tomando como base la climatología y pluviometría de la ciudad de Zamora en los últimos casi 80 años.

Este esfuerzo académico no hubiera sido posible sin el apoyo de la empresa para la que trabajo desde hace 15 años. Alguien puede construir en el largo plazo versiones mejoradas de uno mismo si es parte integrante de un ecosistema adecuado, y sin duda Ineco es una pieza clave en la construcción de ambientes innovadores que permiten a sus empleados poner en práctica un pensamiento lateral.

Un agradecimiento muy especial recae sobre la persona de Alberto Santana, inventor español y ejemplo de lucha constante por materializar las ideas plasmadas en su múltiples patentes. Ha sido y es un honor haberle conocido Alberto, y que me esté permitiendo ser testigo directo de la implementación en un entorno real de una Central Eléctrica Iónica.

Ya por último quería mostrar una gratitud infinita hacia mi mujer y mis hijos. Se que todas estas "cosas" que a veces de manera inoportuna me "lían" no sería posible darles salida sin su apoyo.

RESUMEN ACADÉMICO

En este Trabajo Fin de Grado se realiza un análisis exhaustivo de la presa de Ricobayo, comparando su capacidad de producción eléctrica con la de otras tecnologías incipientes en el mercado energético.

Así, se puede expresar que la presa de Ricobayo es una de las principales infraestructuras hidráulicas de España, siendo desde la década de los años 30 del siglo pasado una importante fuente de generación en el mercado eléctrico nacional.

Articulada a través de la técnica de los Contratos de Colaboración Público Privada, ha permitido dotar al territorio sobre el que se asienta de servicios energéticos, además de otros como los de abastecimiento o recreativo.

La evolución de las variables pluviométricas y climáticas en la zona de influencia del embalse en los últimos 75 años evidencian lo que las estadísticas mundiales reflejan a nivel global respecto del cambio climático. En este contexto, este trabajo aborda la problemática de una producción eléctrica anual menguante en Ricobayo desde que se pueden obtener registros de manera indirecta (1988).

Unos costes hundidos elevados, obtenidos a través de técnicas de ingeniería civil forense o ingeniería inversa, y una perspectiva de producción anual eléctrica a largo plazo pesimista, ha permitido calcular a través de técnicas de simulación, el coste del MWh necesario para que una Sociedad de Propósito Especial pudiera construir (hipotéticamente) en el momento actual dicha infraestructura con un mínimo de viabilidad financiera.

Siendo el sistema de generación de energía eléctrica a través de infraestructuras hidráulicas, una fuente competente en el ámbito del precio y la sostenibilidad, el constante progreso de la técnica ha hecho que otras tecnologías vayan alcanzando virtudes similares.

De esta manera, este TFG aborda también el análisis de una tecnología novedosa soportada por varias patentes a nombre del inventor español Alberto Santana, como es la producción eléctrica a través de las denominadas Centrales Eléctricas Iónicas.

Aunque el potencial de dicha tecnología está siendo testado en un prototipo instalado en la actualidad en el Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, en este TFG se ha podido dimensionar a nivel teórico un complejo productivo de potencia útil instalada similar a la que ofrece Ricobayo y se ha podido estimar un precio de venta de la energía, resultando a priori una fuente de generación barata, sostenible, escalable, segura y estable.

PALABRAS CLAVE:

Energía Hidráulica, infraestructura, CAPEX, precio de venta de la energía, cambio climático, Central Eléctrica Iónica, Módulo Iónico.

ACADEMIC ABSTRACT

In this Final Degree Project, an exhaustive analysis of the Ricobayo dam is carried out, comparing its electricity production capacity with that of other incipient technologies in the energy market.

Thus, it can be said that the Ricobayo dam is one of the main hydraulic infrastructures in Spain, being since the decade of the 30's of the last century an important source of generation in the national electricity market.

Articulated through the technique of Public-Private Partnership Contracts, it has allowed the territory on which it is based to be provided with energy services, in addition to others such as supply or leisure services.

The evolution of pluviometry and climatic variables in the reservoir's area of influence over the last 75 years is evidence of what world statistics reflect at a global level with respect to climate change. In this context, this work addresses the problem of a decreasing annual electricity production in Ricobayo since records can be obtained indirectly (1988).

High sunk costs, obtained through forensic civil engineering or reverse engineering techniques, and a pessimistic long-term annual electricity production perspective, have made it possible to calculate, through simulation techniques, the cost per MWh necessary for a Special Purpose Company to build (hypothetically) at the present time such infrastructure with a minimum of financial viability.

While the system of electricity generation through hydraulic infrastructures is a competent source in terms of price and sustainability, the constant progress of the technology has led other technologies to achieve similar virtues.

In this way, this FDP also deals with the analysis of a novel technology supported by several patents in the name of the Spanish inventor Alberto Santana, such as the production of electricity through the so-called Ionic Power Plants.

Although the potential of this technology is being tested in a prototype currently installed at the Adolfo Suárez Madrid-Barajas Airport, in this TFG it has been possible to theoretically dimension a production complex with a useful installed power similar to that offered by Ricobayo and it has been possible to estimate an energy sale price, resulting a priori in a cheap, sustainable, scalable, safe and stable generation source.

KEY WORDS:

Hydropower, infrastructure, CAPEX, energy selling price, climate change, Ionic Power Plant, Ionic Module.

1. INTRODUCCIÓN

La molienda de grano, o la trituración de materiales con alto contenido en celulosa para la fabricación de papel mediante el empleo de molinos hidráulicos, fueron los primeros ejemplos de uso de la fuerza del agua en beneficio del hombre.

Aunque existe cierta controversia en la fecha y autoría, no fue hasta finales del siglo XIX, al albor de la Revolución Industrial cuando empezaron a entrar en acción las primeras centrales hidroeléctricas del mundo.

Se suele considerar que la primera de ellas fue la construida en Northumberland (Reino Unido), en 1880, y que un año después entró en funcionamiento un sistema que aprovechaba la fuerza del agua generada por las cataratas del Niágara para alimentar una red de alumbrado público. Ya en 1882, de la mano de Sr. H.F. Rogers se inauguró en el río Fox en Wisconsin, la que se considera la primera gran presa hidroeléctrica de Estado Unidos.

Según los últimos datos¹ publicados por la Agencia Internacional de la Energía, en 2020 el mundo produjo un total de 171.389 TWh de energía, de los cuales consumió en forma de electricidad alrededor de 25.027 TWh. En este contexto, la generación mundial de energía hidroeléctrica alcanzó en 2021 la cifra de 4.327,4 TWh, lo que representa aproximadamente un 17,3 % de la demanda eléctrica mundial.

En España, la cifra de energía hidroeléctrica generada en 2021 ascendió a 29,595 TWh, lo que representa un nada despreciable 0,68 % de la producción de energía a través de esta tecnología en todo el mundo.

Si nos centramos en el Salto de Ricobayo, y según información² suministrada por Iberdrola, la generación eléctrica de esta infraestructura zamorana asciende anualmente a alrededor de 0,59 TWh (0,98 % de la generación hidroeléctrica española).

Este Trabajo Fin de Grado pretende analizar el Salto de Ricobayo de una manera integral desde diferentes perspectivas. En primer lugar, se realizará un análisis histórico de los aspectos técnicos que han desembocado en esta gran obra hidráulica tal y como se encuentra en servicio en la actualidad.

Analizados todos los conceptos técnicos, se abordará un análisis de tipo más técnico, en el que se determinarán las unidades de obra básicas que componen todo el complejo hidroeléctrico, y se enumerarán todas aquellas actuaciones de ingeniería civil complementarias que ha sido necesario desarrollar también. Se estudiará de una manera especial el tipo de turbinas empleadas por Ricobayo de entre la oferta³ del mercado (Pelton, Turgo, Francis, Crossflow, Propeller o Kaplan).

En tercer lugar, habiendo cuantificado el volumen de obras principales y accesorias de Ricobayo se procederá a realizar una estimación del coste de provisión de esta

¹ Puede ampliarse más información en el siguiente enlace web: <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/hydropower>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 22 de octubre de 2022.

² Puede ampliarse más información en el siguiente enlace web: <https://www.iberdrola.com/conocenos/nuestra-actividad/energia-hidroelectrica/central-hidroelectrica-ricobayo>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 22 de octubre de 2022.

³ Puede ampliarse más información en el siguiente enlace web: https://hispagua.cedex.es/sites/default/files/especiales/energia_hidr/1a_origen.htm. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 24 de octubre de 2022.

infraestructura si la misma hubiera sido realizada en el momento presente con procedimientos, técnicas de construcción y materiales más modernos que los empleados en el siglo pasado.

En cuarto lugar, se realizará un análisis de la producción eléctrica de Ricobayo a lo largo de sus más de 90 años de antigüedad, pero no solo eso. Se tratará de vincular dicha producción eléctrica con variables de tipo hidrológico (precipitaciones en la Cuenca Hidrográfica del Duero y en las inmediaciones del embalse) y de tipo climático (histórico de temperaturas). Actuar de esta manera permitirá generar una base de datos con la que entrenar un algoritmo que permita a través de las previsiones de calentamiento global hechas por organismos internacionales en el largo plazo, estimar el potencial de agua embalsada de Ricobayo, y consecuentemente cuantificar su potencial anual de generación eléctrica.

En quinto lugar, se analizará el modelo de operaciones vinculado a una infraestructura de este tipo, para poder valorarlo adecuadamente (OPEX).

Ya, por último, se plantearán las condiciones de contorno necesarias que permitan derivar en el ámbito de Ricobayo en una concesión privativa del dominio público hidráulico para la explotación de una actividad como es la producción de energía eléctrica que requiere de una autorización administrativa por estar regulada. Así, planteada una Sociedad Vehículo de Proyecto (SVP) o Sociedad de Propósito Especial (SPE) que cargue con la responsabilidad de ejecutar la obra hidráulica, financiarla y operarla durante un plazo de 75 años, se podrá determinar en base al modelo de explotación predefinido, el coste de cada MWh producido por el sistema para que los accionistas de la citada mercantil obtengan una rentabilidad adecuada.

Tras esta fase de estudio, se puede comenzar una segunda fase en la que se analice una tecnología de producción eléctrica española, soportada por numerosas patentes a nombre de D. Alberto Andrés Santana Ramírez, y que está siendo testada en la actualidad en el Aeropuerto Internacional Adolfo Suárez Madrid-Barajas perteneciente a la red de Aena.

Esta tecnología, cuyos elementos principales se conocen por el nombre de Centrales Eléctricas Iónicas basan su razón de ser de una manera resumida en la reacción electroquímica que se produce cuando un electrolito compuesto de agua salada oxida un ánodo de sacrificio de aluminio en presencia de un cátodo compuesto de nanotubos de carbono.

La prueba piloto que se desarrolla en Madrid se hace a través de un dispositivo que tiene una potencia de 300 KW y que puede entregar para consumo a lo largo de su vida útil una cantidad de energía de como mínimo 8 GWh. Con estas premisas, asumiendo un régimen constante de entrega de energía de 150 KWh, se puede inferir que cada Central Eléctrica Iónica o Módulo Iónico podría funcionar de manera ininterrumpida durante al menos 6 años, lo cual permite pensar que una determinada superficie de terreno dotada de instalaciones de este tipo tendría potencial para sustituir una generación de energía hidráulica por otra de este tipo de carácter iónico.

Es el potencial de dicha sustitución lo que se analiza en la última parte de este proyecto técnico.

Bajo el planteamiento descrito, puede expresarse que académicamente el Trabajo Fin de Grado propuesto cumple con los objetivos marcados en la Orden CIN/307/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas. En efecto se trata de un proyecto en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería Civil (hidrología) de naturaleza profesional en el que se sintetizan e integran las competencias adquiridas en las enseñanzas.

2. EL SALTO DE RICOBAYO DESDE UNA PERSPECTIVA HISTÓRICA

El Salto de Ricobayo en la provincia de Zamora, junto con las presas de Aldeadávila, Almendra, Castro, Saucelle y Villalcampo conforman el "Sistema Duero" o "Saltos del Duero", conforman un proyecto hidroeléctrico construido en la zona fronteriza de la cuenca hidrográfica del Duero, entre España y Portugal, ideado originalmente para alimentar de energía eléctrica a las ciudades de Zamora y Salamanca, así como al potente sector industrial que a principios del siglo XX estaba gestándose en el norte de España.

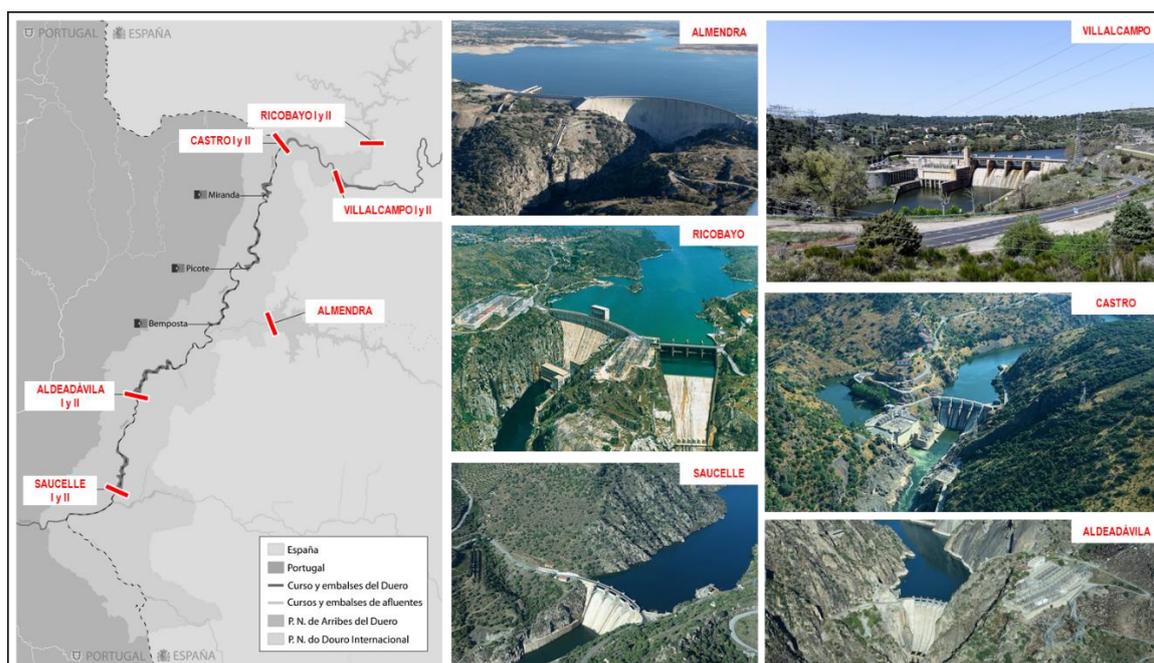


Figura 1. Ubicación y detalle de cada una de las presas del Sistema Duero. Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes web.

En 1919 se aprueba el proyecto de obra para el Salto de Ricobayo, y siete años más tarde, en 1926, se otorga a la compañía Sociedad Hispano-Portuguesa de Transportes Eléctricos con sede en Bilbao, la concesión de explotación del dominio público hidráulico por un plazo de 75 años. Dicho periodo comienza a contar a partir de 1935, y se oficializa a través de un acta del Ministerio de Fomento de 1958, en la que también se expresa que la reversión al Estado de la nueva infraestructura hidráulica deberá producirse en 2010.

En efecto, el Salto de Ricobayo fue la primera gran obra del citado Sistema, y en 1928 la iniciativa privada⁴ que lo promovió a través de una sociedad mercantil hizo un primer aporte de capital por valor de 16 millones de pesetas, de los cuales el 50 % (8 millones de pesetas) fueron destinados en el año siguiente al inicio de las obras sobre el río Esla.

Como dato significativo se tiene que, a finales de 1930, las inversiones realizadas por la construcción del salto superaban los 27 millones de pesetas, y la cifra de obreros que trabajaron en ella durante aquel verano llegó a ser de 2.600.

⁴ Información obtenida del artículo "El proceso de creación de Saltos del Duero (1917-1935)" de Pablo Díaz Morlán de la Universidad de Alicante. Puede obtenerse más información en el enlace web: https://www.academia.edu/es/76463070/El_proceso_de_creaci%C3%B3n_de_Saltos_del_Duero_1917_1935. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 24 de octubre de 2022.

En 1946 la concesión⁵ pasa a formar parte de la cartera de activos de la antigua Iberduero que se fusionó en dicho año con la titular original S.H.P.T.E., S.A. Se inicia entonces un periodo de relativa estabilidad que duró hasta el año 1990 en el que se comienzan por parte de la empresa los trámites para ampliar la capacidad de producción eléctrica de la infraestructura a través de una nueva central conocida a partir de ese momento como Ricobayo II.

En 1993 el proyecto de Ricobayo II es aprobado, y la concesión se amplía en 30 años más. No obstante, no es hasta el año 2011 cuando se aprueba el acta de reconocimiento final de Ricobayo II y queda fijada la reversión al Estado del Salto para el 17 de diciembre de 2039.

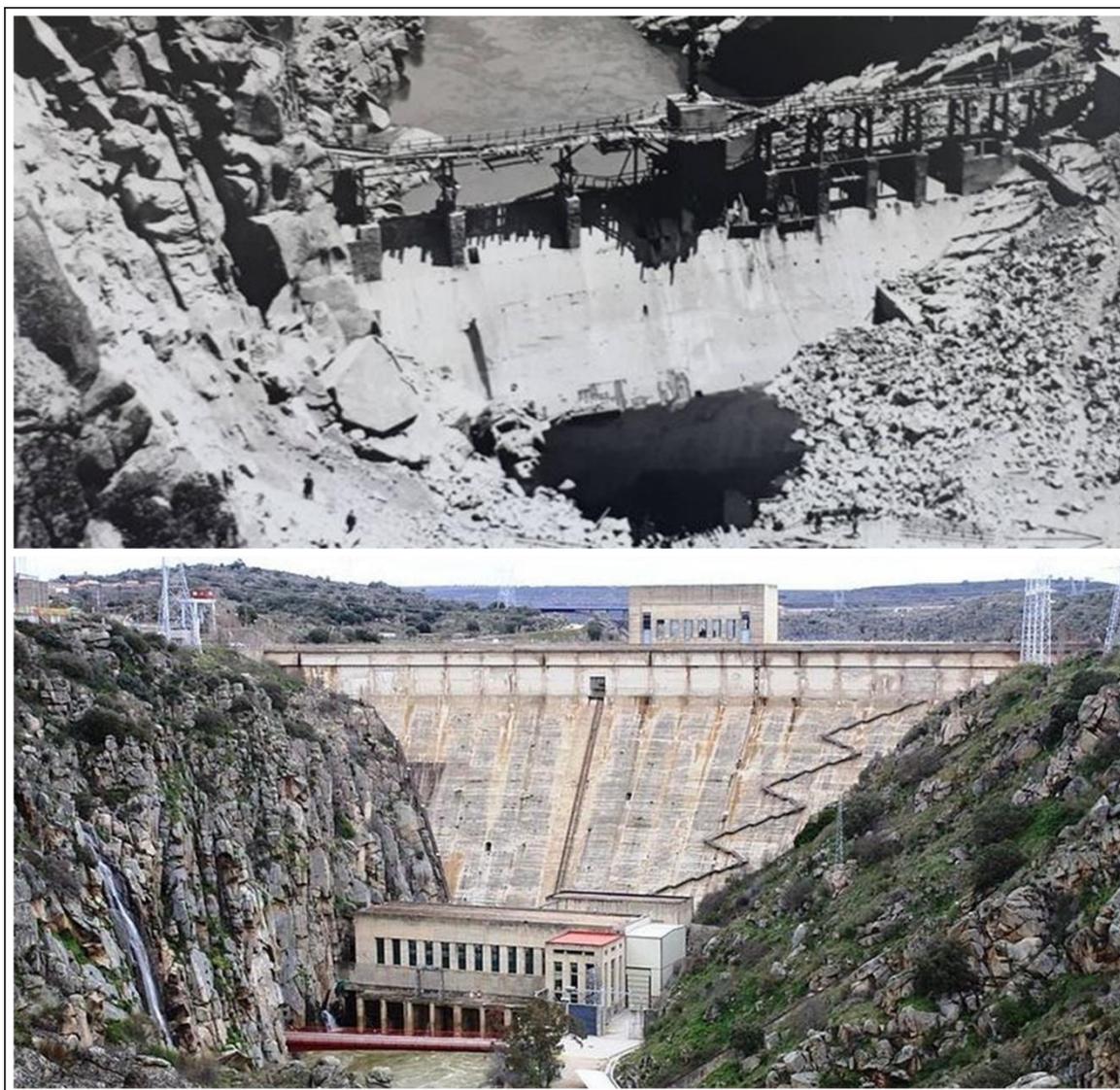


Figura 2. Aspecto de la presa al inicio de la fase constructiva y en su estado actual. Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes web.

⁵ Puede ampliarse información en el artículo "El eterno negocio eléctrico del río: Iberdrola explotará esta presa en Zamora 114 años" disponible en el enlace web: https://www.elconfidencial.com/empresas/2019-07-07/iberdrola-ricobayo-concesiones-hidroelectricas-114-anos_2109399/. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 25 de octubre de 2022.

3. SOLUCIÓN TÉCNICA FINALMENTE ADOPTADA

Una presa es una infraestructura hidráulica cuyo objetivo es contener el agua de un cauce natural para la creación de altura y que el agua pueda derivarse por una conducción (aprovechamientos hidroeléctricos), o bien para formar un depósito que permita laminar avenidas en ciertos momentos, o suministrar agua para diferentes necesidades humanas en épocas de escasez.

3.1 RESPECTO DE LA OBRA CIVIL

3.1.1 DIMENSIONES⁶

Según la Instrucción para el Proyecto, Construcción y Explotación de Grandes Presas, este tipo de infraestructura hidráulica tiene tal consideración cuando se cumpla al menos una de las siguientes condiciones:

- altura superior a 15 metros, medida desde la parte más baja de la cimentación hasta la coronación.
- altura comprendida entre 10 y 15 metros si la longitud de coronación es mayor de 500 metros, la capacidad de embalse es superior a 1 Hm³, o la capacidad de desagüe es superior a 2.000 m³/s.
- las que presenten dificultades en su cimentación o posean características no habituales.

Cualquier otra presa cuyas dimensiones o características no se adecuen a las prescripciones anteriores tendrán la consideración de Pequeñas Presas.

En este contexto, registrando la presa de Ricobayo una altura desde cimientos de 99,57 m, ya puede clasificarse la misma como una **GRAN PRESA**.

3.1.2 SITUACIÓN DEL ALIVIADERO⁷

Según la situación del aliviadero en la presa, éstas pueden clasificarse como presas veredero si el aliviadero está incorporado sobre el propio cuerpo, o presas con aliviadero independiente si dicho elemento está separado de la propia presa.

En el primero de los casos el proyecto de aliviadero debe integrarse con el proyecto de la misma presa, mientras que, en el segundo caso, la estructura de aliviadero puede proyectarse de manera independiente.

La presa de Ricobayo posee un **ALIVIADERO INDEPENDIENTE** que generó serios problemas durante los primeros años de funcionamiento como se comentará en un epígrafe posterior.

⁶ Basado en el Tema 5: Presas, de la asignatura Ingeniería Civil de la titulación de Ingeniería Técnica de Topografía impartida en la E.P.S. de Ávila por el profesor Alberto Villarino Otero.

⁷ Idem que la nota 6.

En cualquier caso, el aliviadero de la presa de Ricobayo tiene en la actualidad una capacidad de desagüe de 5.962,00 m³/s y su entrada en servicio se hace a través de la regulación de cuatro grandes compuertas que se accionan mecánicamente. Además del citado aliviadero la presa también cuenta también con un desagüe lateral (margen izquierda) con una capacidad de expulsión de agua de 74,9 m³/s. En total, la capacidad de desagüe de la presa se sitúa en 6.036,9 m³/s, sin contar con el volumen de agua turbinado para la producción eléctrica.

En este contexto, el caudal punta de la avenida de proyecto se sitúa en 5.000,0 m³/s.

3.1.3 FORMA DE RESISTIR EL EMPUJE HIDROSTÁTICO⁸

Según la forma de resistir el empuje hidrostático, las presas pueden ser **de gravedad** o **de arco**.

Las presas de gravedad resisten el empuje del agua principalmente por su peso. La resultante de fuerzas actuantes sobre la infraestructura hidráulica debe ser tal que atraviese su base, de lo contrario la presa será inestable pudiendo sufrir deslizamiento o vuelco.

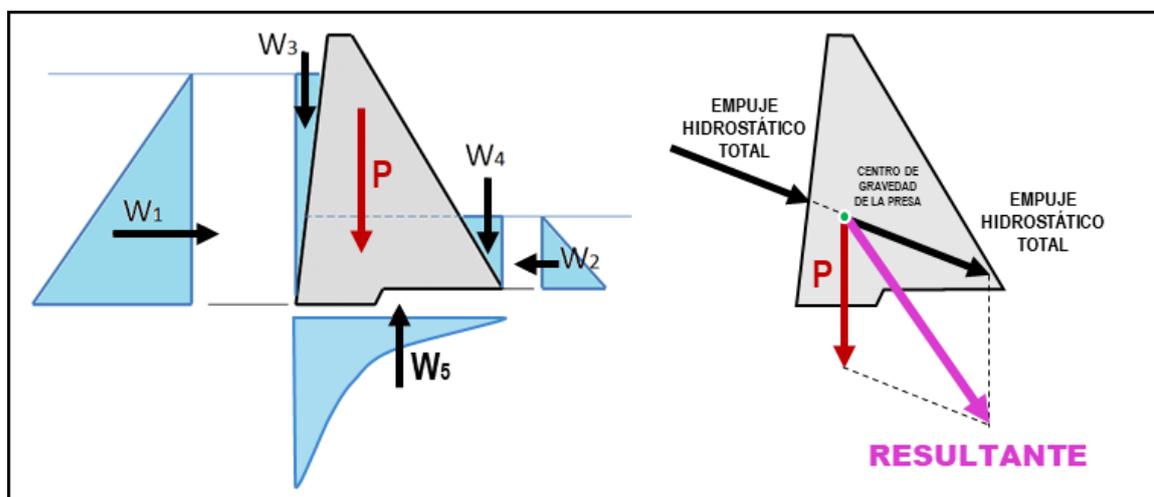


Figura 3. Esquema simple de las fuerzas actuantes en una presa de gravedad. Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes web.

Las presas de gravedad pueden a su vez ser macizas o aligeradas. Las macizas suelen consistir en un perfil triangular con taludes del orden de 0,75 – 0,80 aguas abajo si los terrenos sobre los que asienta tienen una consideración normal, y de un orden algo superior si los terrenos tienen la consideración de difíciles o presentan históricos de alta sismicidad. Las aligeradas tienen reducciones de hormigón para optimizar el uso de material. El aligeramiento se consigue en este caso generando galerías en el interior del cuerpo de presa o a través de contrafuertes aguas abajo.

Las presas de arco utilizan una forma curva para la presa de tal manera que el empuje hidrostático se dirige con la intensidad adecuada tanto a los cimientos como a los estribos. Las presas arco pueden tener curvatura solo horizontal, conocidas en tal caso como presas de arco-gravedad, o curvatura horizontal y vertical, conocidas en tal caso como presas bóveda.

⁸ Idem que la nota 6.

En las presas arco-gravedad la acción de la curvatura es insuficiente para resistir el empuje y hay que dar a la presa un cierto peso para que compense ese defecto. La estabilidad y resistencia se consigue por efecto del peso propio y del arco que transmite los esfuerzos a las laderas, por lo que se necesita un macizo rocoso resistente.

Existe un tipo específico de presas denominadas de bóvedas múltiples, constituidas a partir de una serie de contrafuertes equidistantes de sección rectangular y unas bóvedas que apoyan sobre ellos.

La presa de Ricobayo apoya sobre un suelo granítico muy competente. En este contexto, los expedientes administrativos califican a esta presa como de gravedad. No obstante, la planta de esta obra sobre el río Esla presenta también cierta curvatura, razón por la cual, en el ámbito de este trabajo académico, y por las razones expuestas con anterioridad se clasifica a esta infraestructura hidráulica como de **ARCO-GRAVEDAD**.



Figura 4. Justificación de la clasificación de la presa de Ricobayo como de arco-gravedad. Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes web.

3.1.4 MATERIAL EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN⁹

En líneas generales podemos clasificar las presas en dos grandes grupos: presas de fábrica (de hormigón) y presas de materiales sueltos, siendo estas últimas las más comunes por su versatilidad.

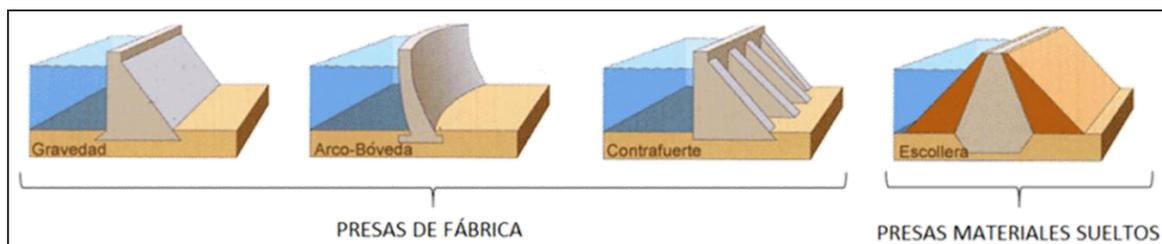


Figura 5. Tipología de presas. Fuente: Blog Más que Ingeniería (<https://masqueingenieria.com/blog/tipos-de-presas-y-su-clasificacion/>).

Las presas de fábrica son relativamente esbeltas, y aunque antiguamente se construían mediante muros de mampostería, lo normal en la actualidad es una construcción basada en **hormigón en masa**.

Como ya se ha expresado, el mecanismo resistente de este tipo de presas es, principalmente, el rozamiento del cuerpo de presa con el terreno sobre el que se apoya debido a su gran peso (resistencia al deslizamiento).

⁹ Extraído en parte del artículo "Principales tipos de presas y su clasificación" que facilita el ingeniero Ángel Amador Fernández en su blog Más que Ingeniería. Puede consultarse más información al respecto en el enlace web: <https://masqueingenieria.com/blog/tipos-de-presas-y-su-clasificacion/>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 2 de noviembre de 2022.

Se construyen con hormigón en masa prácticamente en su totalidad, armándose únicamente en puntos concretos sometidos a fuertes tracciones como las galerías. Son presas que trabajan a compresión, por lo que las tracciones se deben controlar cuidadosamente, siendo el pie de aguas arriba uno de los puntos más problemáticos.

Se pueden distinguir dos tipologías constructivas. Por un lado, están las presas de fábrica de hormigón vibrado, es decir, convencional. Por otro están las de hormigón compactado con rodillo (HCR).

En el caso de la presa de Ricobayo apoyada sobre un berrocal granítico¹⁰, se decidió, como ya se ha expresado, que su solución técnica adoptada fuera la de una presa de gravedad (arco-gravedad), subtipo de las **PRESAS DE FÁBRICA**, con hormigón probablemente vibrado durante su ejecución.

3.2 RESPECTO DEL TURBINADO DEL AGUA PARA LA GENERACIÓN ELÉCTRICA¹¹

Una turbina hidroeléctrica es un dispositivo que transforma la energía cinética del agua en energía mecánica y es un elemento esencial de las centrales hidroeléctricas. El rendimiento de un elemento de este tipo se sitúa en cifras cercanas al 90,0 %.

Las partes de una turbina hidroeléctrica son dos:

- una parte fija, llamada estator que dirige y regula el caudal de agua.
- una parte móvil llamada rueda o rotor que transfiere la energía cinética del agua al eje que lo soporta.

Básicamente existen tres tipologías de turbina con aplicación en los aprovechamientos hidroeléctricos, y se utiliza una u otra en función del caudal turbinado y la altura de la columna de agua: la turbina Francis, la turbina Pelton y la turbina Kaplan.

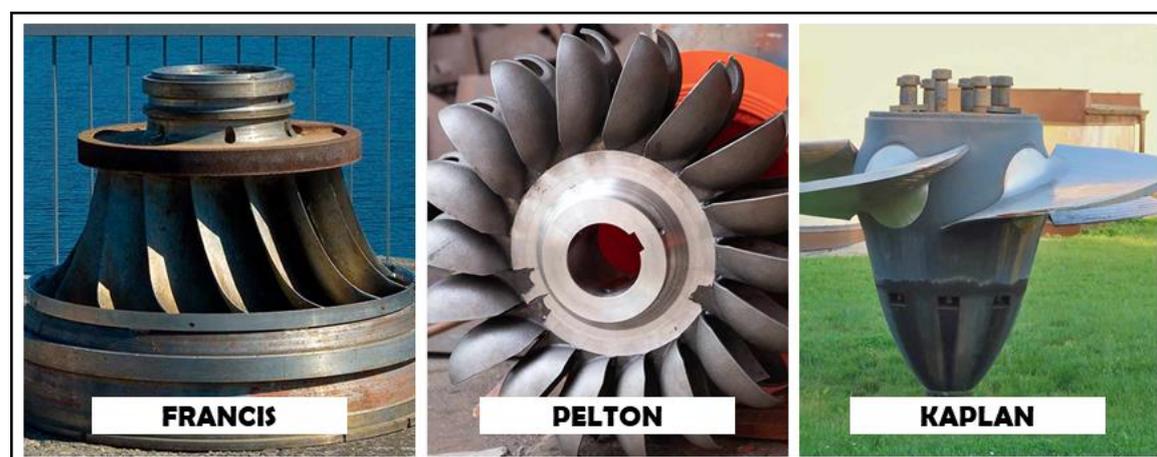


Figura 6. Tipología de turbinas en aprovechamientos hidroeléctricos. Fuente: Enel (<https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/energias-renovables/energia-hidroelectrica/turbina-hidroelectrica>).

¹⁰ Puede ampliarse información en la web del Instituto Geológico y Minero de España (enlace web: <https://info.igme.es/ielig/LIGInfo.aspx?codigo=C1035>). Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 2 de noviembre de 2022.

¹¹ Información extraída del artículo generado por la empresa Enel Green Power "Turbina hidroeléctrica Francis, Pelton y Kaplan - tres nombres para tres formas diferentes de aprovechar la potencia de los ríos". Puede consultarse a través del siguiente enlace web: <https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/energias-renovables/energia-hidroelectrica/turbina-hidroelectrica>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 3 de noviembre de 2022.

3.2.1 CARACTERÍSTICAS Y APLICABILIDAD DE CADA TIPO DE TURBINA

3.2.1.1 LA TURBINA FRANCIS

La turbina Francis fue desarrollada en 1848 por el ingeniero francés James B. Francis y es el tipo de turbina hidráulica más utilizado. Es una turbina de flujo centrípeto en la que el agua llega al rotor a través de un conducto en espiral; después, un rodillo en la parte fija dirige el caudal para invertir las palas del rotor. Se utiliza para saltos de altura media (de 10 a 300/400 m) y caudales de agua de 2 a 100 m³/s.

3.2.1.2 LA TURBINA PELTON

La turbina Pelton fue introducida en 1879 por el carpintero e inventor americano Lester Allan Pelton. Su principio de funcionamiento refleja el de la clásica noria con paletas de los antiguos molinos de agua, reelaborada para aumentar su eficiencia: el agua se transporta a la tubería forzada, que cuenta con una boquilla en el extremo, una obturación que aumenta la velocidad del agua. El chorro de agua que sale de la boquilla golpea las palas del rotor, que tienen forma de cuchara. La turbina Pelton se utiliza para grandes saltos (entre 300 y 1.400 m) y caudales de menos de 50 m³/s, con el fin de obtener mayores velocidades.

3.2.1.3 LA TURBINA KAPLAN

La turbina Kaplan, que vio la luz en 1913 gracias al profesor austriaco Viktor Kaplan, sigue el principio de las hélices de un barco. La turbina Kaplan es una turbina de tipo axial en la que el caudal de agua hace que los álabes de la hélice giren hacia adentro y hacia afuera en dirección axial con respecto al eje de rotación de la hélice. Gracias a la posibilidad de ajustar el ángulo de incidencia de las palas, tiene la ventaja de proporcionar un excelente rendimiento con pequeños saltos, pero también con grandes variaciones en el caudal (desde 200 m³/s).

3.2.2 PEQUEÑA REFERENCIA SOBRE LOS ALTERNADORES DE CORRIENTE¹²

Un alternador es una máquina eléctrica, capaz de transformar energía mecánica en energía eléctrica.

En el caso de los aprovechamientos hidroeléctricos actuales, la corriente eléctrica que se genera con el turbinado del agua es de tipo alterna, y ello es así porque en el extremo del eje rotario de la turbina se ubican una serie de imanes con diferente polaridad que crean un campo electromagnético en presencia de bobinados comúnmente de cobre.

Se puede concluir que un alternador consta de dos partes fundamentales: el inductor, que es el que crea el campo magnético, y el inducido, que es el conductor atravesado por las líneas de fuerza de dicho campo magnético.

¹² Puede encontrarse información muy detallada sobre alternadores en centrales hidroeléctricas en las páginas 150-160 de la tesis doctoral de María Soledad Martín-Cleto Sánchez titulada "INGENIERÍA HIDROELÉCTRICA – Evolución histórica y futuro de los aprovechamientos hidroeléctricos, su ingeniería y su función", leída en la Universidad de Burgos en octubre de 2015. Disponible en el siguiente enlace web: <https://riubu.ubu.es/handle/10259/5726>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 2 de noviembre de 2022.

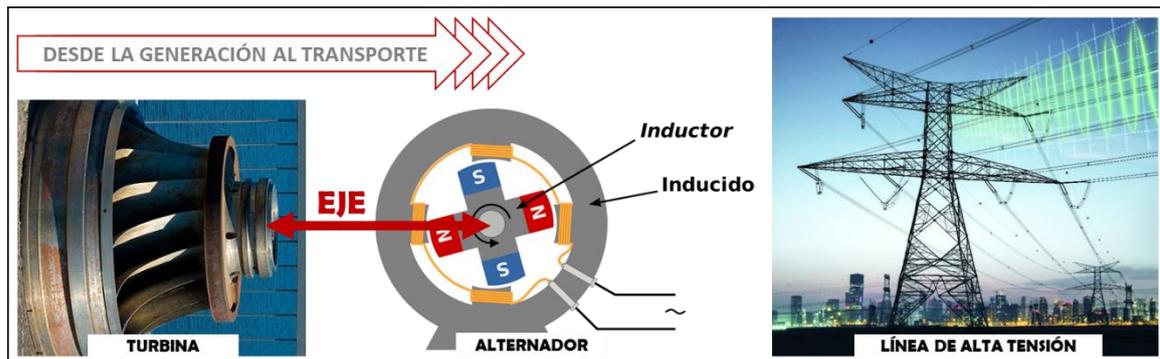


Figura 7. Visión general muy esquemática del proceso de generación eléctrica y su posterior transporte. Fuente: Elaboración propia a partir de diferentes imágenes de la Web.

3.2.3 PEQUEÑA REFERENCIA SOBRE EL TRANSPORTE DE LA ENERGÍA¹³

El transporte de la energía eléctrica se hace en la actualidad de forma masiva en corriente alterna y en alta tensión.

La utilización de la alta tensión respecto de la media o baja tensión se justifica por las menores pérdidas que provoca el hecho de intensidades de corriente circulando por conductores asociados a altos voltajes.

Los primeros saltos hidroeléctricos, alejados de los centros de consumo, tenían grandes pérdidas de potencia provocadas por la distancia a la cual había que transportar la energía. El problema comenzó a solventarse con el desarrollo de transformadores de corriente que permiten aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia.

A pesar de lo anterior, el transporte en corriente continua presenta respecto del corriente alterna una serie de ventajas que actualmente se siguen explotando gracias a la ayuda que ofrece al respecto la electrónica de potencia que permite rectificar ondas alternas y pasarlas a continuas en las denominadas "estaciones convertoras" donde se ubican convertidores AC/DC (rectificadores), convertidores DC/AC (inversores), transformadores de conversión, y filtros AC/DC.

3.2.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS CENTRALES ELÉCTRICAS ALBERGADAS POR LA PRESA DE RICOBAYO¹⁴

3.2.4.1 RICOBAYO I

Se trata de un tipo de central exterior ubicada a pie de presa, de potencia nominal de 133,20 MW, compuesto por cuatro grupos que admiten un caudal cada uno de 240m³/s.

El salto de agua es de 83 m, y las turbinas son de tipo Francis Vertical fabricadas por Voith.

¹³ Idem que la nota 12 pero referido al transporte de la energía en las páginas 160-163.

¹⁴ Información extraída del artículo "Aprovechamiento hidroeléctrico en la provincia de Zamora" de José Luis Hernández Merchán, publicado en la revista de Técnica Industrial en marzo de 2019 con la Colaboración del Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Zamora (páginas 70 a 72). Puede ampliarse información en el enlace web <https://www.tecnicaindustrial.es/wp-content/uploads/Numeros/112/6725/a6725.pdf>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 3 de noviembre de 2022.

Los cuatro alternadores que recogen la fuerza mecánica trasladada por las turbinas son de tipo síncrono, fabricados tres de ellos por General Electric y otro por AEG.

Tres grupos se pusieron en servicio en el año 1935. El cuarto grupo¹⁵ -que se distingue de los otros tres por su alternador, su turbina y por poseer un puente más bajo- se complicó ya que el barco en el que viajaba la maquinaria se hundió como consecuencia de la II Guerra Mundial y hubo que fabricarla de nuevo. Por ello, este cuarto grupo no se puso en marcha hasta 1948.

3.2.4.2 RICOBAYO II

Se trata de un tipo de central subterránea ubicada en la margen derecha de la presa, de potencia nominal 158,04 MW, compuesto por un único grupo que admite un caudal de 217 m³/s.

El salto de agua es de 75 m, y las turbinas son también de tipo Francis Vertical fabricadas por Mecapeña-Kvaerner.

El alternador que acompaña a la turbina es de tipo síncrono fabricado por ABB.

El año de puesta en servicio de Ricobayo II fue 1999.

3.2.5 A MODO DE EJEMPLO: SECUENCIA DEL FUNCIONAMIENTO INTEGRAL DE UNA SALTO HIDROELÉCTRICO CON TURBINA FRANCIS¹⁶

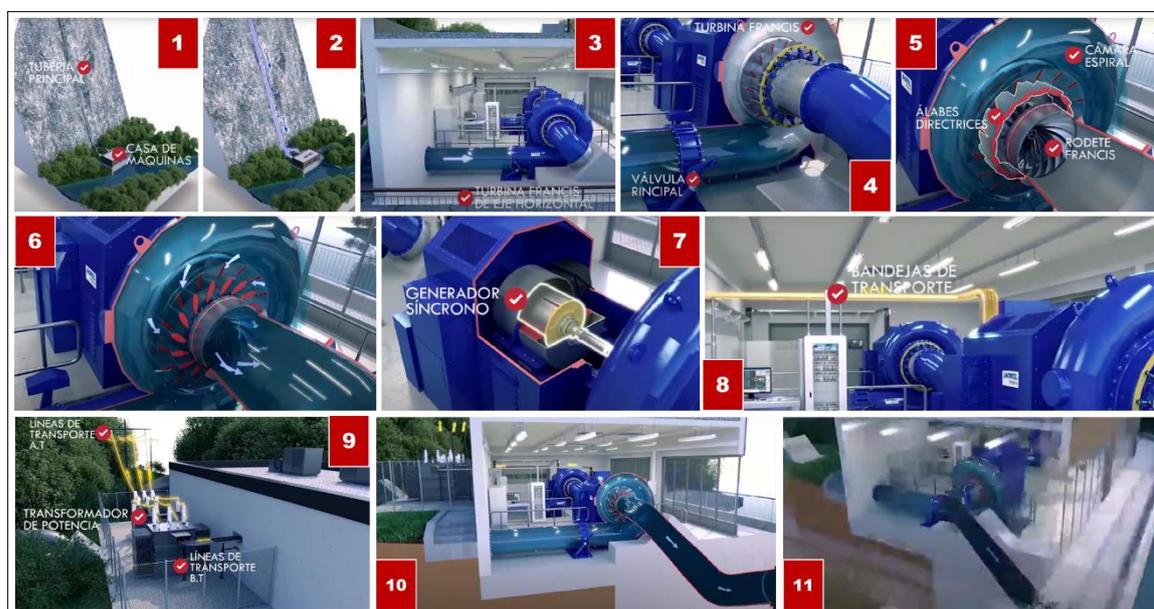


Figura 8. Secuencia de funcionamiento de un aprovechamiento hidroeléctrico mediante turbina Francis. Fuente: Elaboración propia a partir del video en Youtube vinculado al enlace web <https://www.youtube.com/watch?v=ZUKjBB-RgBM&t=78s>.

¹⁵ Información obtenida de la página web de Iberdrola en el siguiente enlace: <https://www.iberdrola.com/conocenos/nuestra-actividad/energia-hidro-electrica/central-hidroelectrica-ricobayo>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 3 de noviembre de 2022.

¹⁶ Información extraída de Youtube: "Funcionamiento de Turbina Francis - How Francis Turbine Works | Animación de Turbina Francis", publicado por CYS Electric. Puede verse el video íntegro a través del enlace web <https://www.youtube.com/watch?v=ZUKjBB-RgBM&t=78s>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 4 de noviembre de 2022.

4. CARACTERÍSTICAS DE LA CONCESIÓN PRIVATIVA DEL DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO DEL PRIMER APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO SOBRE EL RIO ESLA

El 26 de agosto de 1926 se publicó un Real Decreto-Ley en la Gaceta de Madrid (número 236) firmado por el ministro de Fomento de la época, Rafael Benjumea y Burin, donde se establecían las condiciones que deberían de regir la construcción y explotación de una serie de aprovechamientos hidroeléctrico sobre el río Duero y sus afluentes en el extremo occidental de Castilla y León, junto a la frontera con Portugal.

La citada norma, a lo largo de sus 32 artículos otorga libertad al concesionario para comenzar las obras por aquella infraestructura que más convenga a sus intereses, pero se pone de manifiesto la importancia que en el Sistema Duero tendrá la que se realice en Ricobayo.

4.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICO-CONCESIONALES DEL CONTRATO PÚBLICO ORIGINAL – RICOBAYO I

En la tabla que sigue se exponen algunos derechos/obligaciones de la concesión original:

ID.	CLAUSULADO MÁS RELEVANTE
1	Una vez aprobado el proyecto constructivo de cada infraestructura hidráulica se fijará el plazo de ejecución correspondiente, que en ninguno podrá pasar de ocho años.
2	En todas las centrales de los aprovechamientos se instalará un vatímetro registrador y un contador totalizador, comprobados con arreglo a las instrucciones que rigen sobre esta materia y precintados por la Inspección.
3	Los proyectos definitivos de construcción deberán contener: a) Datos y consecuencias de los sondeos suficientes para garantizar la seguridad de los cimientos de las presas. b) Estudio de impermeabilidad de los pantanos. c) Referencias de la coronación de las presas a puntos invariables del terreno. d) Los proyectos completos de variación del trazado, de las carreteras de Zamora a Portugal, en las inmediaciones del puente de Ricobayo y demás que resulten inundadas por los embalses, así como los de variación de caminos vecinales a los que le suceda lo propio. e) Los proyectos de completos de elevación de rasante del puente de la Estrella en la carretera de Villacastín a Vigo, y del puente económico de Manzanal del Barco y demás que por inundarse con los embalses lo requieran.
4	Se presentarán los estados de aforos que definan el régimen de los ríos Esla, Tormes y Duero y sirvan de base para justificar el volumen de los pantanos, estudiando su régimen y los aliviaderos de superficie, de modo que quede el resguardo suficiente para que en ningún caso pueda saltar el agua sobre la coronación.
5	Se presentará el proyecto de las compuertas o alzas que se adopten y explicación de su funcionamiento.
6	Se presentarán los proyectos detallados de las compuertas de los túneles de toma.
7	El concesionario tiene la obligación de presentar los presupuestos de las obras que ocupen dominio público que resulte de todas las actuaciones anteriormente descritas.
8	Se declaran de utilidad pública las obras a que se refiere el Real Decreto-Ley, lo que permite imponer servidumbres e iniciar los expedientes de expropiación que sean necesarios.
9	Obligación de traslado del templo visigodo de San Pedro de la Nave.
10	Los planes de abastecimiento y regadío se harán por el Estado y se remitirán a la Confederación Hidrográfica del Duero en un plazo máximo de tres años, fijando las cantidades y aprovechamientos correspondientes.

	Toda toma de abastecimiento o regadío que suponga consumo, y que sea posteriormente concedida, será hecha a base de indemnización por el agua que para ello se necesite, y ha de ser aprobada por el Ministerio de Fomento.
11	El caudal total de los ríos se concede para los embalses, sin perjuicio de establecer y ser objeto de aprobación, un régimen de desagüe que se examinará y propondrá al hacer el estudio de los proyectos definitivos, quedando, desde luego, preceptuado que el mínimo caudal sería el estiaje medio, si no se llega a un acuerdo con Portugal, o el estiaje medio aumentado en cuanto se convenga en el Tratado internacional si el citado acuerdo se alcanza.
12	El concesionario queda obligado a respetar las servidumbres públicas de toda clase y las correspondientes a predios que no sean expropiados, y para conservarlas o sustituirlas tendrá obligación de construir todas las obras necesarias para dejar en el mismo servicio que venía prestando la servidumbre inutilizada con las obras o embalses de esta concesión, indemnizando en otro caso los perjuicios que produzca su variación.
13	Esta concesión se otorga por el plazo de setenta y cinco años, que podrá extenderse hasta noventa y nueve si en el conjunto de los saltos que componen esta concesión, sumados a los de Trechón y Santiago, ya concedidos a la misma Empresa, se consigue la regularización de todas las corrientes en un cierto grado de intensidad. El plazo se contará para cada aprovechamiento a partir de la terminación y autorización para la explotación respectiva.
14	La Administración se reserva el derecho de tomar de la concesión los volúmenes de agua necesarios para conservación de carreteras, por los medios y en los puntos que estime más conveniente, en forma que no perjudique a las obras ejecutadas por la concesión.
15	No se podrá exportar al extranjero la energía producida sin previa autorización del Ministerio de Estado, a propuesta del de Fomento, ni terminar ninguna línea de transporte de fuerza en el extranjero, ni explotarla parcialmente sin tener terminada hasta su extremo y en explotación una de las líneas españolas que la empresa concesionaria se proponga establecer.
16	Las tarifas en país extranjero serán superiores en un 20% por lo menos a las que el concesionario aplique en España, haciendo el cómputo de la moneda extranjera al cambio corriente en la fecha del contrato.
17	La duración de los contratos de suministro en el extranjero será por plazo máximo de cinco años.
18	Si la suma de la fuerza de los contratos extranjeros excede del 60% de la de los españoles, quedarán prohibidos nuevos contratos fuera de España hasta que se alcance dicha proporción.
19	El consumo de fuerza que se suministre al extranjero pagará a la Hacienda española la mitad de los tributos que por este concepto se paguen en España, bien entendido que cualesquiera que sean las condiciones convenidas en el Tratado internacional con Portugal, el concesionario será siempre responsable del pago de ese tributo.
20	Las tarifas máximas para el consumo en España serán las que se deduzcan de los tipos y condiciones siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Servicio público: 0,14 pesetas/KWh. • Tracción de ferrocarril de interés general: 0,10 pesetas/KWh. • Alumbrado: 0,60 pesetas/KWh. • Fuerza motriz para industrias privadas: 0,25 pesetas/KWh. • En el punto de unión a la red nacional para unirla a la distribución general: 0,10 pesetas/KWh.
21	El 80% al menos del personal empleado en la explotación, incluso los braceros y personal subalterno de toda clase, será español, y el importe de sus haberes y jornales se hallará en idéntica proporción con la cifra total de los gastos de personal de dicha industria; se exceptúa el de aquellas secciones o talleres para cuyo servicio se requieran conocimientos técnicos especiales.

El producto final de la concesión establecida en los términos precedentes para el Salto de Ricobayo es una infraestructura hidráulica del tipo presa de gravedad, con 95 metros de altura sobre cimientos y 230 metros de longitud en coronación, creando un embalse de 1.200 Hm³ de capacidad, con una central a pie de presa provista de cuatro grupos de eje vertical con turbinas Francis que pueden utilizar conjuntamente un caudal de 240 m³/s, con una potencia unitaria de 33.300 KW, totalizando 133.200 KW.

No obstante, las condiciones de contorno que bajo el Reinado de Alfonso XIII, el Gobierno de Primo de Rivera impuso a la Sociedad Hispano Portuguesa de Transportes Eléctricos,

S.A., son condiciones que no pasarían el filtro de cualquier interventoría pública hoy en día en ningún país de la OCDE.

La componente ecológica vinculada a cualquier infraestructura hidráulica moderna, y mucho menos variables de cambio climático, son factores que no se tuvieron en cuenta en ninguna de las concesiones de aprovechamientos hidroeléctricos que se concedieron en España en la primera mitad del siglo pasado.

Es difícil, por la opacidad de la empresa concesionaria, conocer como han evolucionado con el tiempo las condiciones de explotación de la infraestructura.

No obstante, lo que si se conoce por ser un documento público, es la modificación de características de la concesión para el Salto de Ricobayo en el río Esla a partir de 1993. Se analiza en el epígrafe siguiente.

4.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICO-CONCESIONALES DE LA OBRA DE AMPLIACIÓN DE SU CAPACIDAD PRODUCTIVA – RICOBAYO II¹⁷

En 1990 se entrega a la Administración “Proyecto de ampliación de la Central de Ricobayo en el Salto del Esla”.

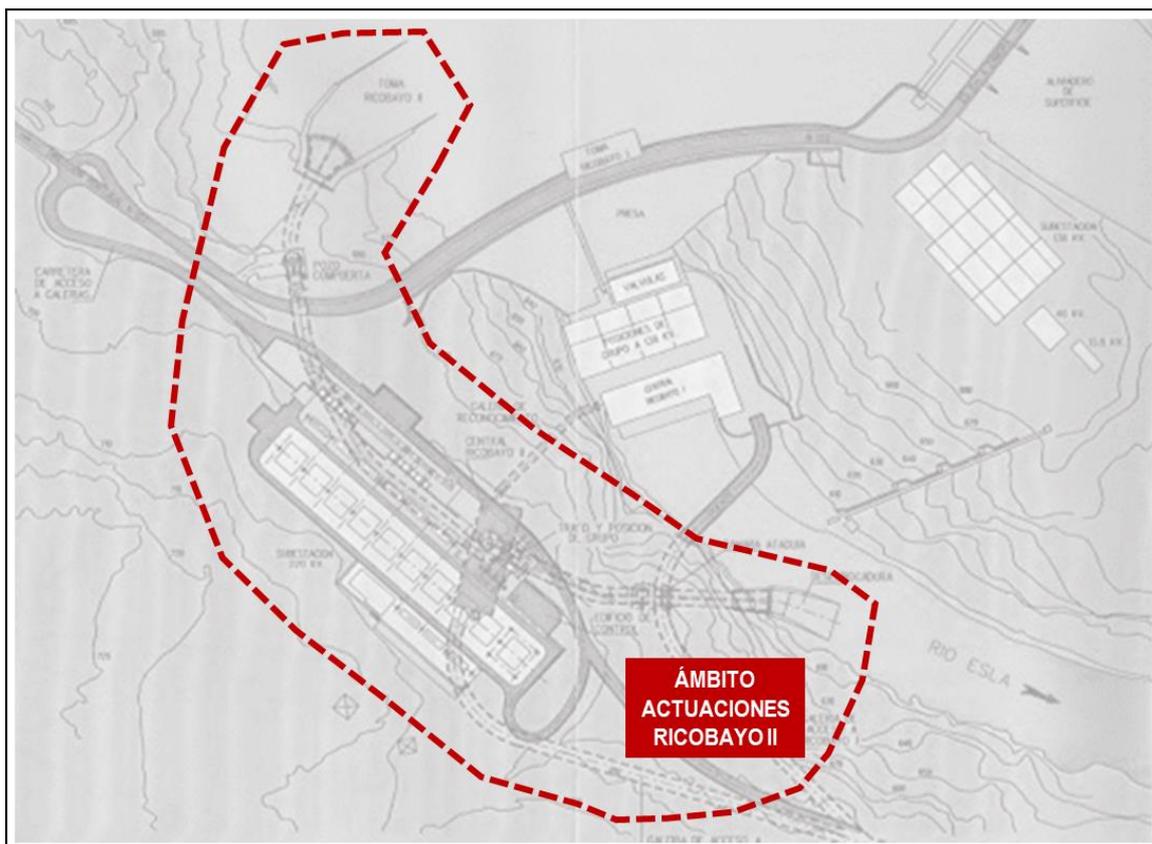


Figura 9. Ámbito de las actuaciones propuestas por la concesionaria para ampliar la capacidad de producción eléctrica del Salto de Ricobayo. Fuente: Elaboración propia a partir de imagen publicada en <https://megaconstrucciones.net/?construccion=presa-ricobayo>.

¹⁷ Elaborado a partir del documento “MUELAS DEL PAN (ZAMORA). MODIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE LA CONCESIÓN PARA EL SALTO DE RICOBAYO EN EL RÍO ESLA” emitido por la Confederación Hidroeléctrica del Duero el 22 de junio de 1993 y publicado mediante indexación al artículo “El eterno negocio eléctrico del río: Iberdrola explotará esta presa en Zamora 114 años” publicado el 7 de julio de 2019 en El Confidencial. Disponible en el siguiente enlace web: https://www.elconfidencial.com/empresas/2019-07-07/iberdrola-ricobayo-concesiones-hidroelectricas-114-anos_2109399/. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 25 de octubre de 2022.

En dicho Proyecto se describen las obras de ampliación dimensionadas para un caudal de 210 m³/s, que son totalmente independientes de las actuales, incluyen unas obras de toma en la margen derecha del embalse cerca del estribo de la presa, con solera a la cota de 649, desde donde se inicia la conducción, con 216 metros de longitud, constituida por un primer tramo de sección rectangular de 10 x 7,5 m de dimensiones, para dar paso, después de la estructura de compuertas a una sección circular de 7,5 metros de diámetro. En la Central en caverna se dispone de una galería de desagüe en contrapendiente de 120 metros de longitud y sección abovedada de 10 metros de anchura por 11 metros de altura.

El presupuesto de ejecución por contrata para dichas actuaciones ascendió en 1990 a 45.987.086 €.

La propuesta de estas obras de ampliación modificó sustancialmente las condiciones de la concesión original, por lo que el plazo de reversión, que en principio estaba fijado para el 4 de febrero de 2010, se pospuso de acuerdo con la fórmula que figura en el artículo 152 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico hasta el año 2040 (ampliación de plazo de 30,33 años).

En la tabla que sigue se destacan algunos de los derechos y obligaciones de la concesión ampliada.

ID.	CLAUSULADO MÁS RELEVANTE
1	El caudal que como máximo podrá derivarse del río Esla, con destino al Salto de Ricobayo será de 450 m ³ /s, de los que 240 m ³ /s corresponden a la concesión primitiva y 210 m ³ /s a la ampliación, no modificándose el tramo del río concedido.
2	La nueva potencia instalada en el Salto de Ricobayo será de 151 MW, en un solo grupo, constituido por una turbina tipo Francis.
3	Los trabajos de ampliación deberán de ejecutarse de acuerdo con un Estudio de Seguridad e Higiene en el trabajo.
4	Se declaran de utilidad pública las obras de ampliación objeto de la concesión. Los problemas de expropiación de propiedades y derechos que puedan surgir serán objeto de estudio económico y social y se resolverán observando la Ley y Reglamento de Expropiación Forzosa, con la finalidad de que los daños sean compensados a su debido tiempo.
5	Todas las obras e instalaciones revertirán al Estado en el año 2040, libres de cargas, y en buenas condiciones de mantenimiento.
6	Todas las obras accesorias necesarias para realizar la obra ampliación principal, y que afecten a carreteras, caminos y demás obras de carácter público, obligarán a la Concesionaria a solicitar de la Administración Central, Autonómica o Local competente la necesaria autorización.
7	En la ejecución de las obras se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones: <ul style="list-style-type: none"> • Los materiales sobrantes de las excavaciones serán conducidos y depositados en vertederos autorizados, quedando prohibido su vertido en cauces públicos. • Se restaurará la cobertura vegetal afectada por la construcción del aprovechamiento. • Queda prohibido el vertido de escombros u otros materiales a los cauces públicos, riberas o márgenes. • Las obras e instalaciones serán objeto de una conservación tal que eviten las filtraciones y la pérdida de agua.
8	Las obras de ampliación deberán estar acabadas en un plazo de ocho años desde su autorización.
9	La Sociedad concesionaria instalará los aparatos de medida que sean necesarios para conocer en todo momento y de manera inmediata los caudales instantáneos y los volúmenes turbinados en el aprovechamiento. La Sociedad concesionaria queda obligada a suministrar a los organismos idóneos de la Administración cuantos datos le sean requeridos sobre cifras de producción, aforos, materiales, medidas, etc., siendo responsable de la exactitud de dichos datos.
10	LA ADMINISTRACIÓN PODRÁ CONDICIONAR O LIMITAR LA UTILIZACIÓN DE ESTA CONCESIÓN EN FUNCIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DEL RECURSO Y DE LA GARANTÍA DE EXPLOTACIÓN RACIONAL

	DEL MISMO, SEGÚN PREVIENEN EL ARTÍCULO 53 DE LA LEY DE AGUAS Y EL 90 DEL REGLAMENTO DEL DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO. ASIMISMO, EL APROVECHAMIENTO PODRÁ QUEDAR SOMETIDO, EN CASO DE SEQUÍAS EXTRAORDINARIAS O DE OTRAS CIRCUNSTANCIAS DE CARÁCTER EXCEPCIONAL, A LAS MEDIDAS RESTRICTIVAS QUE PUDIESE ESTABLECER EL GOBIERNO MEDIANTE DECRETO ACORDADO EN CONSEJO DE MINISTROS, DE ACUERDO CON LO PREVISTO EN EL ARTÍCULO 56 DE LA MISMA LEY.
11	El agua que se concede queda adscrita a los usos especificados, prohibiéndose su enajenación, cesión o arriendo, así como alterar su pureza y composición o destinarla a fines distintos del autorizado. La Administración se reserva el derecho de tomar de la concesión los volúmenes de agua necesarios para toda clase de obras públicas, sin ocasionar perjuicios a las obras de la Sociedad concesionaria.
12	La concesión del aprovechamiento queda sujeta al pago del canon que en cualquier momento pueda establecerse por el Ministerio responsable.
13	La Sociedad concesionaria queda obligada tanto durante la fase de construcción como durante la fase de explotación posterior a cumplir la Ley de Pesca Fluvial para conservación de especies acuícolas, así como cuantas otras normas en materia de industria y ambiental que se encuentren en vigor en cada momento.

El nuevo clausulado introduce, respecto del planteado en la concesión original, inquietudes medioambientales.

De la misma manera, las nuevas condiciones explicitan también el poder de la Administración para cambiar las normas de explotación del aprovechamiento si se dan condiciones extraordinarias. A pesar de ello, parece que estas nuevas condiciones no pudieron evitar la controversia surgida en el verano de 2021 (meses de junio y julio) cuando la Sociedad concesionaria decidió desembalsar más de un 70% de la totalidad del agua disponible en ese momento bajo el pretexto de producir energía eléctrica barata debido a los elevados precios del gas utilizado en las centrales de ciclo combinado en ese momento.

5. IDENTIFICACIÓN, UBICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y CUANTIFICACIÓN FÍSICA DE LAS PARTIDAS DE OBRA, EQUIPAMIENTOS Y ACTOS ADMINISTRATIVOS VINCULADOS A LA PROVISIÓN DE RICOBAYO I Y II

5.1 PANORÁMICA GENERAL DE LAS ACTUACIONES PRINCIPALES

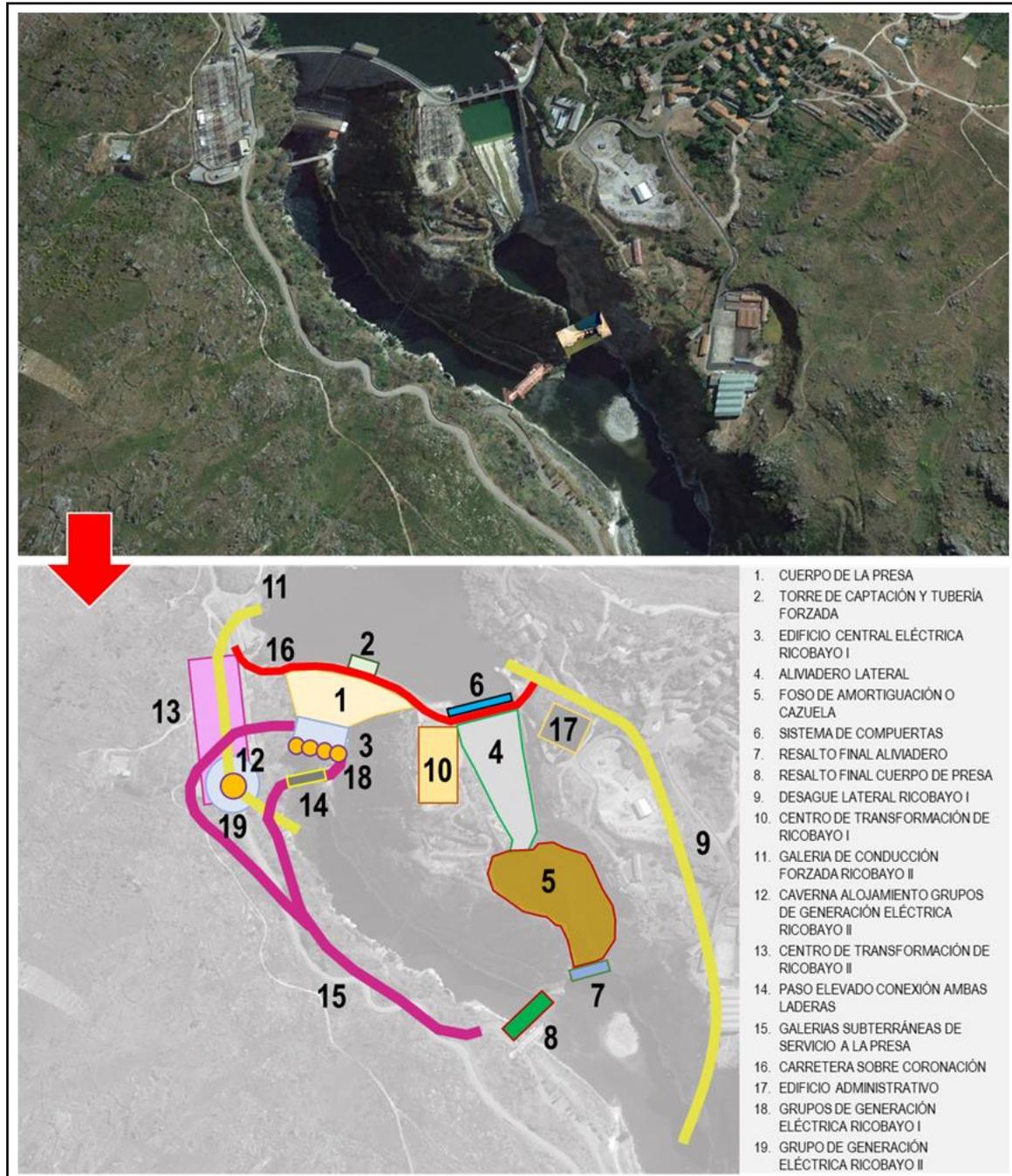


Figura 10. Panorámica de las obras principales. Fuente: Elaboración propia.

5.2 PANORÁMICA GENERAL DE LAS ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

5.2.1 VIADUCTOS / PUENTES SOBRE EL EMBALSE



Figura 11. Panorámica de puentes / viaductos. Fuente: Elaboración propia.

Además del paso que proporciona la propia coronación de la presa de Ricobayo (N-122a), existen en el Embalse de Ricobayo 13 puentes / viaductos transitables que conectan diversas orillas de éste.

Pero de los viaductos anteriores solamente uno podría ser atribuido a la inundación de la cuenca que contiene Ricobayo, lo cual provocó en su día que hubiera que construir uno nuevo, el llamado Puente de la Estrella o Puente de La Encomienda.



Figura 12. Antiguo Puente de la Estrella (s. XIX) sobre el río Esla vs. Nuevo Puente de la Estrella (1933). Fuente: Elaboración propia.

El resto de los puentes o viaductos hubiera sido inevitable construirlos, en menor o mayor medida, si lo que se deseaba era salvar la orografía del embalse sin inundar para las obras lineales que se plantearon tras la construcción de la presa.

5.2.2 PUEBLOS DESPLAZADOS



Figura 13. Poblaciones afectadas directamente por el embalsado de agua del río Esla en Ricobayo. Fuente: Elaboración propia.

En virtud del estudio del arquitecto José Ramón Sola¹⁸, Premio de Investigación 'Florián de Ocampo' en 2021, fueron tres las poblaciones que quedaron sumergidas bajo las aguas del nuevo embalse de Ricobayo.

La población de La Puebla identificada en la imagen de arriba como "Ruinas de" fue trasladado al pueblo de nueva planta promovido por la empresa hidroeléctrica que construyó Ricobayo denominado La Puebla de Campeán. Dicho municipio se encuentra a 48 kms en línea recta del poblado original.

La población de San Pedro de la Nave, identificada en la imagen de arriba como "Ruinas de" fue trasladada a la población cercana de El Campillo.

Por último, la población original de Palacios del Pan, identificada también en la imagen superior como "Ruinas de", fue trasladada a la población actual del mismo nombre.

¹⁸ Puede ampliarse información en el siguiente enlace web: https://www.elespanol.com/castilla-y-leon/region/valladolid/20220216/jose-ramon-sola-premio-investigacion-florian-ocampo/650685044_0.html. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 6 de noviembre de 2022.

5.2.3 AFECCIÓN AL PATRIMONIO HISTÓRICO

La construcción de la presa de Ricobayo y el posterior embalse de agua afecto a un elemento religioso de un gran valor histórico.

En efecto, la construcción de la Iglesia visigoda de San Pedro de la Nave a las orillas del río Esla se remonta a finales del siglo VII e inicios del siglo VIII, es decir, en los años previos a la conquista musulmana, por lo que puede tratarse de una de las últimas obras del arte visigodo en España.

Con la construcción del embalse de Ricobayo hubiera quedado sumergida bajo las aguas, y fue gracias al empeño de Manuel Gómez-Moreno¹⁹ que se decidiera su traslado piedra a piedra a la actual ubicación en El Campillo. Esta operación se llevó a cabo entre los años 1930 y 1932 bajo la dirección del arquitecto Alejandro Ferrant Vázquez.

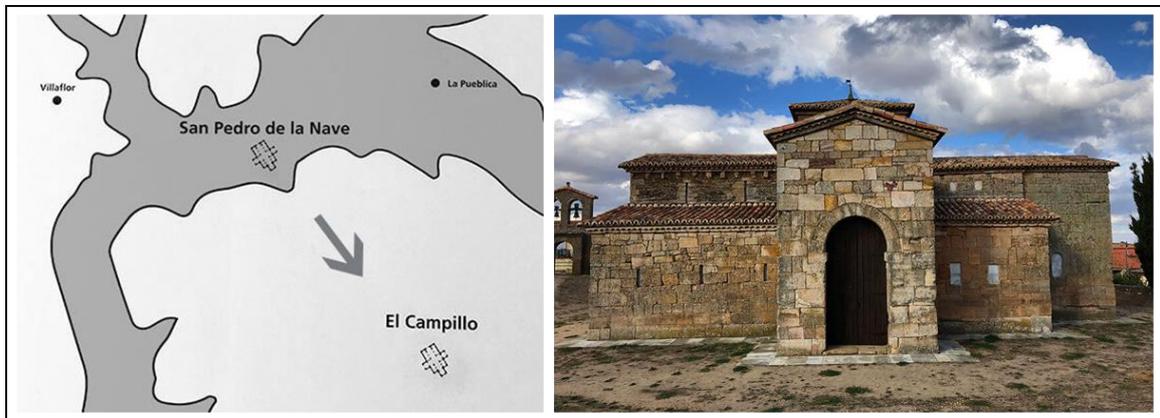


Figura 14. Esquema del traslado de la Iglesia de San Pedro de la Nave y aspecto en su ubicación actual. Fuente: Elaboración propia a partir de fotos obtenidas en el enlace web siguiente: <https://dosaladeriva.com/san-pedro-de-la-nave/>.

5.3 PARTIDAS DE OBRA CIVIL MEDIANTE EL EMPLEO DE INGENIERÍA INVERSA

5.3.1 CUERPO DE LA PRESA [1]

Como ya se ha expresado con anterioridad, se considera que el cuerpo de presa de Ricobayo es de la tipología de arco-gravedad ejecutada mediante hormigón vibrado.

La información pública sobre el proceso constructivo de esta infraestructura hidráulica no es muy extensa, por esta razón, en el ámbito de este proyecto se ha intentado conseguir directamente de las fuentes²⁰ información técnica detallada, más allá de la publicada en internet, pero no ha sido posible.

En este contexto, las mediciones que se aportan en este epígrafe han sido calculadas por deducción a partir de la información que, de otras fuentes solventes, aunque escasas, se dispone.

¹⁹ Información obtenida en el enlace web: [https://es.wikipedia.org/wiki/Iglesia_de_San_Pedro_de_la_Nave_\(El_Campillo\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Iglesia_de_San_Pedro_de_la_Nave_(El_Campillo)). Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 6 de noviembre de 2022.

²⁰ El 24 de octubre de 2022 se sondeó formalmente por email a Iberdrola sobre la posibilidad de "consultar algún texto sobre el proceso constructivo del Salto de Ricobayo y sobre los volúmenes de obra (m3 de hormigón, tn. de acero, horas de trabajo...) vinculados a la construcción de dicha infraestructura hidráulica". En ningún momento se ha obtenido respuesta alguna a dicho email.

Para el caso del cuerpo de presa, como para el resto de los elementos de obra, se procederá de manera similar, con el objetivo de obtener unas volumetrías lo más fieles posibles de la infraestructura.

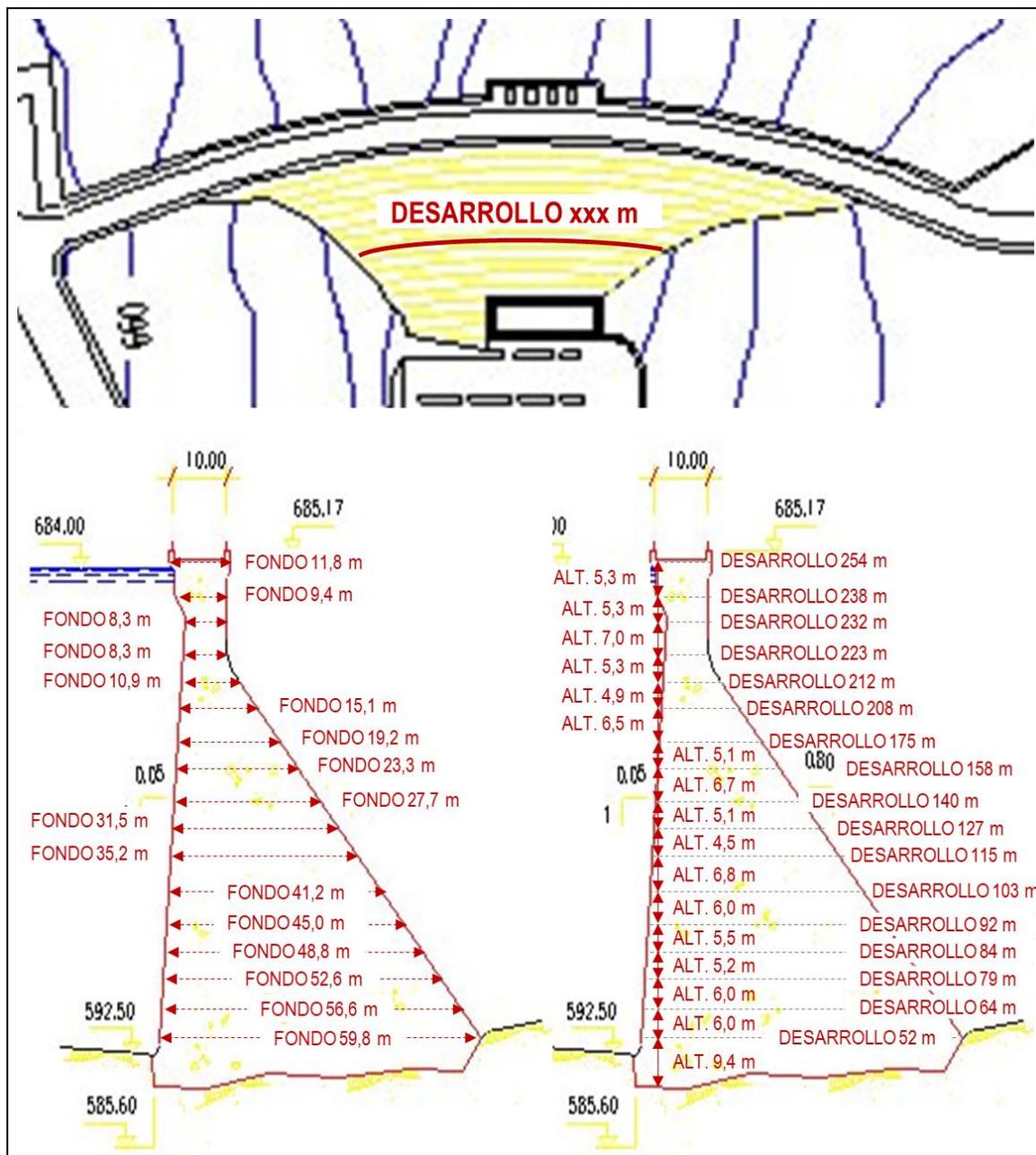


Figura 15. Planta y sección transversal del cuerpo de presa de Ricobayo con algunas mediciones. Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes obtenidas en el enlace web siguiente: <https://www.iaqua.es/data/infraestructuras/presas/ricobayo>.

Respecto del proceso constructivo del cuerpo de presa, a falta de otra información se estima que siguió estos hitos:

1. **Escarificación de los márgenes de la cerrada:** Se considera la hipótesis de una escarificación de 9,0 m de profundidad y un ancho igual al ancho (fondo) del cuerpo de presa en todos los puntos de contacto con los márgenes de la cerrada. El volumen de escarificación ejecutado sobre roca granítica con las condiciones de contorno anteriores ascendería a 59.280,66 m³.

- 2. Excavación en cimentación:** Se considera la hipótesis de una excavación de cimentación de 9,4 m de profundidad y un ancho igual al ancho (fondo) del cuerpo de la presa en la base.

El volumen de excavación en cimentación ejecutada sobre roca granítica con las condiciones de contorno anteriores ascendería a 31.674,24 m³.

- 3. Cortina de inyecciones desde cimientos:** Con el objetivo de reducir la subpresión de la presa se considera que será necesario ejecutar una cortina de inyecciones desde la base. Dicha cortina estaría compuesta por 14 inyecciones de 50,3 m de profundidad y 6,6 cms de diámetro según prescripciones²¹ de Zhuravliov (1979).

- 4. Cortina de inyecciones en márgenes:** Se estiman 8 inyecciones de 40,0 m de profundidad y 6,6 cms de diámetro en cada uno de los márgenes de la presa.

- 5. Galerías en el cuerpo de la presa:** A falta de información más fiable, se estima que el cuerpo de la presa de Ricobayo dispone de tres galerías visitables que atraviesan la infraestructura de margen a margen horizontalmente, penetrando en cada margen las dos inferiores 35 m adicionales²². Se propone que la sección de dichas galerías sea de 6,83 m² cada una²³. La base de la galería de fondo estaría a 91 m desde la coronación, la base de la galería intermedia a 61 m desde la coronación, y la base de la galería más elevada a 31 m.

El volumen total de las galerías descritas, con la penetración en la ladera de las dos señaladas alcanzaría el valor de 3.250,78 m³.

Cada una de las galerías se puede visitar a través de escalera metálica ubicada en el paramento aguas abajo de la presa que recorre dicho paramento en zigzag desde la coronación hasta la central eléctrica de pie.

- 6. Armado de la estructura:** La presa se armará fuertemente junto a estribos, cimentación, y galerías, de manera intermedia en coronación y muy débilmente en el resto del cuerpo.

En este contexto, un armado fuerte presentará un valor de 200 kg de acero / m³ de elemento estructural, el armado medio presentará un valor de 130 kg de acero / m³ de elemento estructural, mientras que un armado débil presentará un valor de 50 kg de acero / m³ de elemento estructural.

El volumen de las zonas estructurales a armar fuertemente ascenderá:

- en las zonas vinculadas a estribos, a 79.040,88 m³ (consideraciones volumen - 12 m hacia el interior del cuerpo de la presa desde cada estribo).
- en las zonas de cimentación, a 28.019,52 m³ (consideraciones volumen - 9,4 m por encima de la base rocosa).
- en las zonas que rodean cada galería a 2.330,77 m³ (consideraciones volumen - desde la cara interior de cada galería, 0,5 m hacia el exterior de ésta, en el cuerpo de la presa).

El volumen de la zona estructural a armar de manera intermedia, la coronación de la presa ascenderá a 58.694,44 m³.

²¹ Ver página 82 del manual "Capítulo 3: Presas de hormigón sobre roca" elaborado por Washington Ramiro Sandoval Erazo de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE de Sangolquí, Ecuador. Puede ampliarse información en el enlace web https://www.researchgate.net/publication/326560498_Capitulo_3_Presas_de_Hormigón_sobre_roca. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 8 de noviembre de 2022.

²² Se adopta para Ricobayo la misma forma de actuar como la que adoptó en la presa de Casasola en Málaga (página 10 de la presentación). Se puede ampliar información en el enlace web https://www.sepreem.es/st_pe_f/JDFCC/PRESA_DE_CASASOLA.pdf. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 9 de noviembre de 2022.

²³ Se toma como referencia Nedrigi (1983). Puede obtenerse más información en la página 84 del manual y autor referenciado en la nota anterior. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 8 de noviembre de 2022.

Teniendo en consideración, bajo las hipótesis de medidas más probables expuestas en la Figura 15, que el volumen total del cuerpo de la presa²⁴ asciende a 398.010,39 m³, por diferencia se obtiene que el volumen del cuerpo de la presa que se armará muy débilmente ascendería a 229.924,78 m³.

En este contexto:

- en las zonas fuertemente armadas la cantidad de acero ascenderá a $(79.040,88+28.019,52+2.330,77) \times 200 = 21.878.234 \text{ Kg} = 21.878,23 \text{ Tn}$.
- en las zonas armadas de manera intermedia la cantidad de acero ascenderá a $58.694,44 \times 130 = 7.630.277,20 \text{ Kg} = 7.630,28 \text{ Tn}$.
- en las zonas muy débilmente armadas la cantidad de acero ascenderá a $229.924,78 \times 50 = 11.496.239 \text{ Kg} = 11.496,24 \text{ Tn}$.

La cantidad de acero total empleado en el cuerpo de la presa ascenderá en virtud de los valores anteriores a 41.004,75 Tn.

De la misma manera, teniendo en cuenta que la densidad del acero es 7.850 Kg/m³ (7,85 Tn/m³):

- en las zonas fuertemente armadas el volumen del acero empleado ascenderá a $21.878,23 / 7,85 = 2.787,04 \text{ m}^3$.
- en las zonas armadas de manera intermedia el volumen del acero empleado ascenderá a $7.630,28 / 7,85 = 972,01 \text{ m}^3$.
- en las zonas muy débilmente armadas el volumen del acero empleado ascenderá a $11.496,24 / 7,85 = 1.464,49 \text{ m}^3$.

El volumen total de acero en el cuerpo de la presas ascenderá en virtud de los valores anteriores a 5.223,54 m³.

- 7. Hormigonado del cuerpo de la presa propiamente dicho:** El volumen de hormigón empleado en el cuerpo de la presa se puede calcular restando al volumen total de este los huecos generados por las galerías interiores (2.294,67 m³) y por el acero del armado (5.223,54 m³).

A efectos de este cálculo, se considera que el volumen que ocupa la red de drenaje en el interior de la presa, así como el volumen que ocupa la red de tuberías forzadas para alimentar las turbinas de la central hidroeléctrica es despreciable en el contexto de las medidas que se están exponiendo. De la misma manera, se considera también que el volumen de las galerías interiores y del acero del armado está embebido en las zonas débilmente armadas. Proceder así opera además como un coeficiente de seguridad que evitará minusvalorar el CAPEX asociado, aunque no es el cálculo más fino que podría realizarse.

De esta forma, el volumen de hormigón empleado procederá de esta operación matemática: $229.924,78 - 2.294,67 - 5.223,54 = 222.406,57 \text{ m}^3$.

La dosificación²⁵ de cemento empleado en el Hormigonado del cuerpo de presa de Ricobayo se movió en la horquilla de los 150-250 Kg de cemento / m³ de hormigón.

En obras más recientes históricamente, como la de la presa de Casasola en Málaga²⁶ (año 2000), la prescripción de dosificaciones del hormigón fue la siguiente:

- H-150/120 Bloques.
- H-150/70 Junto a paramentos vistos.

²⁴ Esta cifra es casi idéntica a la registrada en la ficha técnica de la presa (398.000 m³) y que puede consultarse de manera oficial en el Geoportal adscrito al Ministerio de agricultura, alimentación y pesca, y al Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. Puede ampliarse información en el enlace web: <https://sig.mapama.gob.es/WebServices/clientews/snczi/default.aspx?nombre=PRESA&claves=CODPRESA&valores=2490015>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 9 de noviembre de 2022.

²⁵ Idem que la nota 12 pero referido a la fábrica del cuerpo de presa en la página 261.

²⁶ Idem que la nota 22 (pero tomando como referencia la página 62 de la presentación).

- H-175/15 Para maestrear.
- H-175/40 Zonas armadas.
- H-200/40 Zonas muy armadas.

En el contexto de este proyecto, se adoptará como solución válida, emplear un hormigón del tipo H-200 en las zonas del cuerpo de presa muy armadas, un hormigón del tipo H-175 en las zonas del cuerpo de presa medianamente armadas, y un hormigón del tipo H-150 para el resto de las zonas (muy débilmente armadas).

- 8. Encofrado:** Según presentación de la constructora FCC ante la Sociedad Española de Presas y Embalses (SEPREM), en relación a la presa del tipo arco-gravedad de Casasola en Málaga²⁷, la superficie de encofrado (encofrados trepantes) necesaria para ejecutar la obra responde a la división del volumen total de hormigón empleado entre una constante que oscilaría según los caso entre 3 y 6.

Adoptando como valor de la constante más probable el valor promedio de la horquilla expuesta, esto es 4,5, se puede inferir que la superficie necesaria de encofrado en el cuerpo de presa de Ricobayo ascendería a $222.406,57 / 4,5 = 49.423,68$ m².

- 9. Resto de elementos:** Se considera que la presa está dotada de equipos propios para la auscultación de ésta durante su periodo de explotación. Dichos equipos, ubicados a lo largo del cuerpo de la presa estarían compuestos al menos por una red de termómetros para medir la temperatura, por una red de medidores de junta internos para medir el movimiento de las juntas, por una red de aforadores para medir el nivel de filtraciones de agua que pudieran producirse, por un grupo de extensómetros para medir las deformaciones y por una serie de drenajes de gran profundidad para mitigar la subpresión.

La cantidad de elementos mencionados en Ricobayo, por similitud con lo expresado para la presa de Casasola en Málaga²⁸, ascendería a: 17 termómetros, 17 medidores de juntas, 26 aforadores, 7 grupos de extensómetros y 2 drenes de profundidad.

- 10. Sobre instalaciones auxiliares y maquinaria empleada²⁹:** La construcción de una presa de estas características requerirá de una serie de instalaciones de carácter industrial, cercanas al tajo de obra y con una vocación de permanencia en ella a medio plazo. Una relación aproximada de dichas instalaciones podría considerar la existencia de una cantera (con depósitos clarificadores, tolva de alimentación, depósito de agua clarificada, acopios de arena gruesa y de arena fina y planta de triturado), una zona de acopio de áridos que garantice una semana de Hormigonado, al menos tres grúas torre, una planta de Hormigonado, una instalación para la producción de hielo, una zona de acopio de agua, una zona de acopio de cemento y de cenizas, generadores eléctricos, transformadores, vestuarios, aseos, servicios, almacenes, así como una red de accesos a obra y red de caminos.

La ejecución de la presa requerirá también de maquinaria específica como pudieran ser equipos de vibrado del hormigón, equipos de compactación tipo buldócer, equipos de inyección, cintas transportadoras, blondines etc.

Tanto las instalaciones como la maquinaria no serán objeto aquí de una cuantificación particular. Su repercusión en el CAPEX se cuantificará mediante porcentajes estimados, o de alguna forma ligados a la cantidad de material empleado en cada elemento de obra.

²⁷ Idem que la nota 22 (pero tomando como referencia la página 72 de la presentación).

²⁸ Idem que la nota 22 (pero tomando como referencia la página 14 de la presentación).

²⁹ Idem que la nota 22 (pero tomando como referencia las páginas 37-42 de la presentación).

11. Sobre la mano de obra: La propia web de Iberdrola³⁰ establece que en el verano de 1930 había trabajando de manera simultánea en la presa de Ricobayo del orden de 2.600 personas. Probablemente, con los medios mecánicos auxiliares existentes en la actualidad la ejecución de la obra si se hiciera hoy en día sería menos intensiva en mano de obra.

En cualquier caso, la repercusión en el CAPEX de la mano de obra se cuantificará, al igual que en el punto anterior, mediante porcentajes estimados, o de alguna forma ligados, a la cantidad de material empleado en cada elemento de obra.

5.3.2 TORRE DE CAPTACIÓN Y TUBERÍAS FORZADAS [2]

En la composición de figuras que siguen, a partir de algunas mediciones fiables obtenidas en Google Earth, se logra deducir las dimensiones de la torre de captación, así como de las tuberías forzadas para alimentar las turbinas de generación eléctrica.

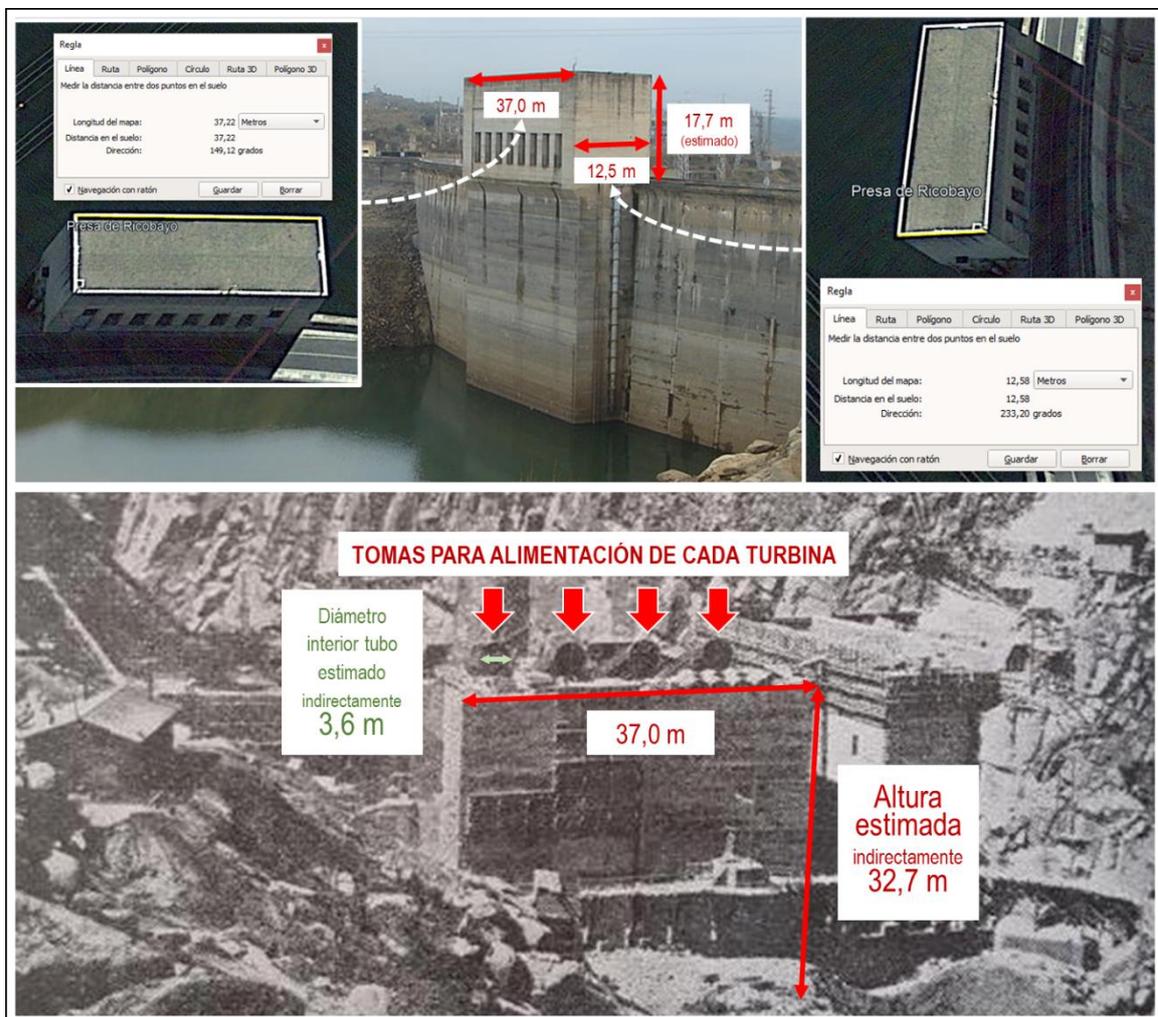


Figura 16. Torre de captación de agua en su estado actual y foto histórica de su proceso de construcción. Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes obtenidas en los enlace web siguientes: <https://megaconstrucciones.net/?construccion=presa-ricobayo> / <https://www.todocoleccion.net/documentos-antiguos/ricobayo-zamora-presa-lamina-huecograbado-anos-30-x155710014>.

³⁰ Puede ampliarse más información en el enlace web <https://www.iberdrola.com/conocenos/nuestra-actividad/energia-hidroelectrica/central-hidro-electrica-ricobayo>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 10 de noviembre de 2022.

La siguiente figura muestra una sección transversal de la torre de captación junto con mediciones de superficies y longitudes.

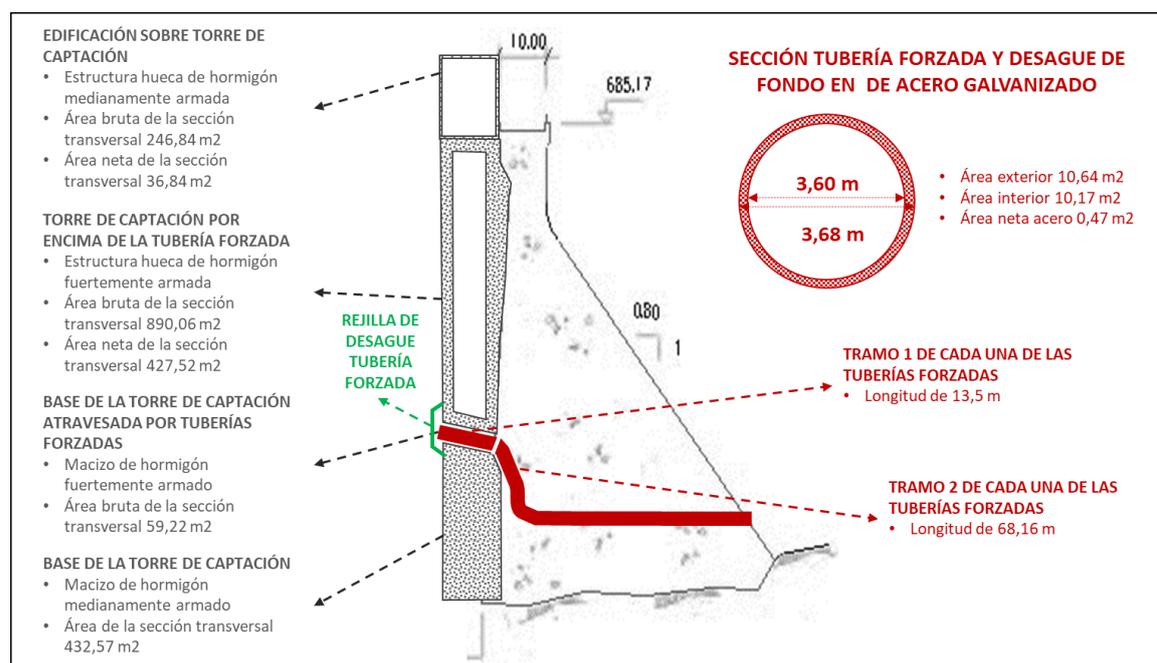


Figura 17. Algunas medidas de la torre de captación y de las tuberías vinculadas deducidas a partir de las figuras 15 y 16. Fuente: Elaboración propia.

Respecto del proceso constructivo de la torre de captación y de la colocación de sus elementos auxiliares, al igual que en el caso del cuerpo de la presa, a falta de otra información, se estima que siguió los hitos expuestos:

- 1. Excavación en cimentación:** Se considera la hipótesis de una excavación de cimentación sobre roca granítica con forma prismática de 9,4 m x 37,0 m x 12,5 m, esto es 4.347,50 m³.
- 2. Armado de la estructura:** La torre de captación se armará medianamente en la base, fuertemente en la zona atravesada por las tuberías forzadas y por encima de éstas, y medianamente en la edificación sobre la torre de captación.

En este contexto, un armado fuerte presentará un valor de 200 kg de acero / m³ de elemento estructural, el armado medio presentará un valor de 130 kg de acero / m³ de elemento estructural, mientras que un armado débil presentará un valor de 50 kg de acero / m³ de elemento estructural.

El volumen de las zonas estructurales a armar fuertemente ascenderá:

- en las zonas atravesadas por los tuberías forzadas, a 1.768,23 m³.
- en la torre de captación por encima de la tubería forzada, a 15.818,24 m³.

El volumen de las zonas estructurales a armar medianamente ascenderá:

- en la base de la torre de captación, a 16.005,09 m³.
- en la edificación sobre la torre de captación, a 1.573,08 m³.

En este contexto:

- en las zonas fuertemente armadas la cantidad de acero ascenderá a $(1.768,23+15.818,24) \times 200 = 3.517.294 \text{ Kg} = 3.517,29 \text{ Tn}$.
- en las zonas armadas de manera intermedia la cantidad de acero ascenderá a $(16.005,09+1.573,08) \times 130 = 2.285.162 \text{ Kg} = 2.285,16 \text{ Tn}$.

La cantidad de acero total empleado en la torre de captación ascenderá en virtud de los valores anteriores a 5.802,45 Tn.

De la misma manera, teniendo en cuenta que la densidad del acero es 7.850 Kg/m³ (7,85 Tn/m³):

- en las zonas fuertemente armadas el volumen del acero empleado ascenderá a $3.517,29 / 7,85 = 448,06$ m³.
- en las zonas armadas de manera intermedia el volumen del acero empleado ascenderá a $2.285,16 / 7,85 = 290,72$ m³.

El volumen total de acero en la torre de captación ascenderá en virtud de los valores anteriores a 738,78 m³.

- 3. Cuerpo de la torre de captación propiamente dicho:** El volumen de hormigón empleado en la torre se puede calcular restando al volumen total de ésta los huecos generados por el acero del armado (738,78 m³).

A efectos de este cálculo, se considera que el volumen que ocupa la red de tuberías forzadas para alimentar las turbinas de la central hidroeléctrica es despreciable en el contexto de las medidas que se están exponiendo. Proceder así, como ya se expresó con anterioridad, opera además como un coeficiente de seguridad que evitará minusvalorar el CAPEX asociado.

De esta forma, el volumen de hormigón empleado procederá de esta operación matemática: $1.768,23 + 15.818,24 + 16.005,09 + 1.573,08 - 738,78 = 34.425,86$ m³.

Como ya se expresó con anterioridad, en el contexto de este proyecto, se adoptará como solución válida, emplear un hormigón del tipo H-200 en las zonas de la torre muy armadas, y un hormigón del tipo H-175 en las zonas de la torre medianamente armadas.

- 4. Encofrado:** Operando como en el epígrafe anterior, se puede inferir que la superficie necesaria de encofrado en la torre de captación de Ricobayo ascendería a $34.425,86 / 4,5 = 7.650,19$ m².
- 5. Tuberías forzadas:** Las cuatro tuberías forzadas de acero galvanizado para mover las turbinas Francis, de acuerdo con las dimensiones expuestas en la Figura 17, tienen un peso de $4,0 \times [0,47 \times (13,50+68,16) \times 7,85] = 1.205,14$ Tn.
- 6. Resto de elementos:** La torre de captación dispone además de los expresado, de cuatro rejillas, una por embocadura de cada tubería forzada. El resto de los elementos de obra civil en esta torre se estima que tiene una valor de CAPEX del 10% del valor de la misma.
- 7. Sobre instalaciones auxiliares, maquinaria empleada y mano de obra:** Mismas consideraciones que las expresadas para el cuerpo de presa.

5.3.3 EDIFICIO CENTRAL ELÉCTRICA DE RICOBAYO I [3]

Las centrales hidroeléctricas en función de su ubicación en el entorno de construcción pueden ser³¹ de agua fluyente (en el lateral de un río), de bombeo reversible (son necesarios dos embalses), o vinculadas a embalses.

Esta última tipología distingue a su vez entre dos tipos de centrales, las denominadas a pie de presa, y las denominadas por derivación de aguas (requieren de una pequeña presa, canal de poca pendiente y una cámara de presión antes de que el agua llegue a una tubería forzada).

³¹ Clasificación hecha por Endesa. Ver enlace web: <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/centrales-renovables/central-hidroelectrica>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 14 de noviembre de 2022.

En el caso de Ricobayo I se tiene que su central es del tipo “a pie de presa”.

La figura que sigue es una composición de imágenes provenientes de Google Earth y de la Sede Electrónica del Catastro.

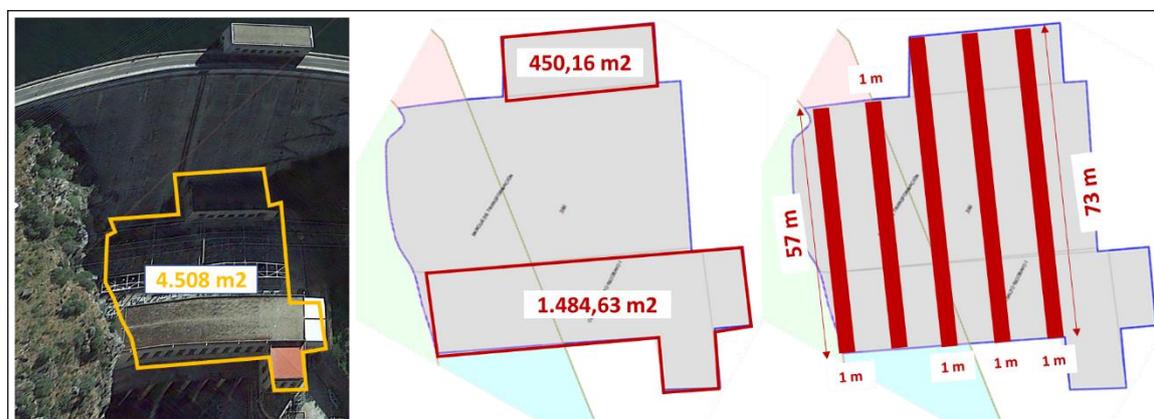


Figura 18. Detalles de la Central Eléctrica de Ricobayo I. Fuente: Elaboración propia.

Se establece la hipótesis, a falta de información más precisa, de que esta central está apoyada en terreno rocoso a través de las paredes que conforman los cuatro canales de evacuación del agua turbinada.

Sobre estas paredes se apoya una losa de 4.508 m² (de espesor estimado 0,8 m), y sobre la losa se levantan dos edificaciones de tipo industrial de 1.484,63 m² y de 450,16 m².

Respecto del proceso constructivo de esta infraestructura y de la colocación de sus elementos auxiliares, al igual que en el caso anterior, a falta de otra información, se estima que se aproximó a los siguientes hitos:

- 1. Excavación en cimentación:** Se considera la hipótesis de unas excavaciones de cimentación sobre roca granítica con forma prismática de 1,0 m x (57,0 m x 2 + 73,0 m x 3) x 1,5 m = 499,5 m³.
- 2. Armado de la estructura:** Las paredes de los canales de evacuación se armarán fuertemente desde los cimientos hasta su coronación (1,5 m de profundidad en cimientos + 4,0 m de altura en el resto).

La solera mencionada anteriormente se armará de forma intermedia.

Sobre dicha solera, se elevarán los dos edificios mencionados.

Como en los casos anteriores, un armado fuerte presentará un valor de 200 kg de acero / m³ de elemento estructural, y el armado medio presentará un valor de 130 kg de acero / m³ de elemento estructural.

El volumen de las zonas estructurales a armar fuertemente ascenderá a 1.831,50 m³.

El volumen de las zonas estructurales a armar medianamente ascenderá a 3.606,40 m³.

En este contexto:

- en las zonas fuertemente armadas la cantidad de acero ascenderá a $1.831,50 \times 200 = 366.300,00 \text{ Kg} = 366,30 \text{ Tn}$.
- en las zonas armadas de manera intermedia la cantidad de acero ascenderá a $3.606,40 \times 130 = 468.832,00 \text{ Kg} = 468,83 \text{ Tn}$.

La cantidad de acero total empleado en este elemento (sin contar las dos edificaciones de tipo industrial) ascenderá en virtud de los valores anteriores a 835,13 Tn.

De la misma manera, teniendo en cuenta que la densidad del acero es 7.850 Kg/m³ (7,85 Tn/m³):

- en las zonas fuertemente armadas el volumen del acero empleado ascenderá a $366,30 / 7,85 = 46,66$ m³.
- en las zonas armadas de manera intermedia el volumen del acero empleado ascenderá a $468,83 / 7,85 = 59,72$ m³.

El volumen total de acero en la torre de captación ascenderá en virtud de los valores anteriores a 106,38 m³.

- 3. Hormigón:** El volumen de hormigón empleado en las paredes del canal y en la losa se puede calcular restando a su volumen total, los huecos generados por el acero del armado.

De esta forma, el volumen de hormigón empleado procederá de esta operación matemática: $1.831,50 + 3.606,40 - 106,38 = 5.331,52$ m³.

Como ya se expresó con anterioridad, en el contexto de este proyecto, se adoptará como solución válida, emplear un hormigón del tipo H-200 en las zonas de la torre muy armadas, y un hormigón del tipo H-175 en las zonas de la torre medianamente armadas.

- 8. Encofrado:** Se estima la superficie de encofrado en $(57,0 \text{ m} \times 4 + 73,0 \text{ m} \times 6 + 1,0 \text{ m} \times 10) \times (1,5 \text{ m} + 4,0 \text{ m}) + 4.508 \text{ m}^2 = 8.226,00 \text{ m}^2$.
- 4. Edificaciones industriales:** Sobre la losa de hormigón se levantan 2 edificios industriales de una superficie total de 1.934,79 m².
- 5. Resto de elementos:** Se estima que esta infraestructura posee elementos, además de los señalados, por valor en CAPEX del orden del 10% del valor de la misma.
- 6. Sobre instalaciones auxiliares, maquinaria empleada y mano de obra:** Mismas consideraciones que las expresadas para el cuerpo de presa.

5.3.4 ALIVIADERO LATERAL [4]

La presa de Ricobayo se configuró de origen con un aliviadero lateral. Dicho aliviadero³² consistía en un canal excavado en roca (sin revestimiento) de 480³³ m de longitud que al final del mismo descargaba el agua directamente sobre la ladera con una caída de 80 m hasta el lecho del río.

Sucesivas avenidas desde 1934 hasta 1939 provocaron desprendimientos y erosiones continuadas del sustrato del canal hasta que el proyecto original de aliviadero quedó configurado por la fuerza del agua como una gran garganta rocosa de dimensiones extraordinarias, la denominada "Olla" o "Cazuela".

En la actualidad, según la ficha técnica de la presa, la capacidad de desagüe de su aliviadero asciende a 5.962 m³/s. La regulación del citado desagüe se gestiona a través de cuatro compuertas tipo Taintor.

En este contexto cabe realizarse la siguiente pregunta, ¿con los conocimientos actuales en materia de obras hidráulicas, la "Cazuela de Ricobayo" se hubiera producido? En el

³² Información obtenida del folleto "Geología Zamora 16", que versa sobre una jornada para la difusión de la geología en los Arribes del Duero ("Recorrido por la Arribes zamoranos: Agua, Rocas y Hormigón"), que se celebró el 7 de mayo de 2016. Puede ampliarse información en el enlace web https://sge.usal.es/archivos_pdf/geolod%C3%ADa16/guias_geologia16/gdia16qui_zamora.pdf (páginas 7-11). Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 14 de noviembre de 2022.

³³ La nota anterior establece que la longitud original del aliviadero ascendía a 580 m, pero dicha medida no cuadra con el plano de aliviadero presentado en el mismo documento. Se asume por tanto que se trata de un error, y que la longitud que se ha querido expresar es de 100 m menos.

ámbito de este TFG se va a considerar que no, revistiéndose éste desde un primer momento.

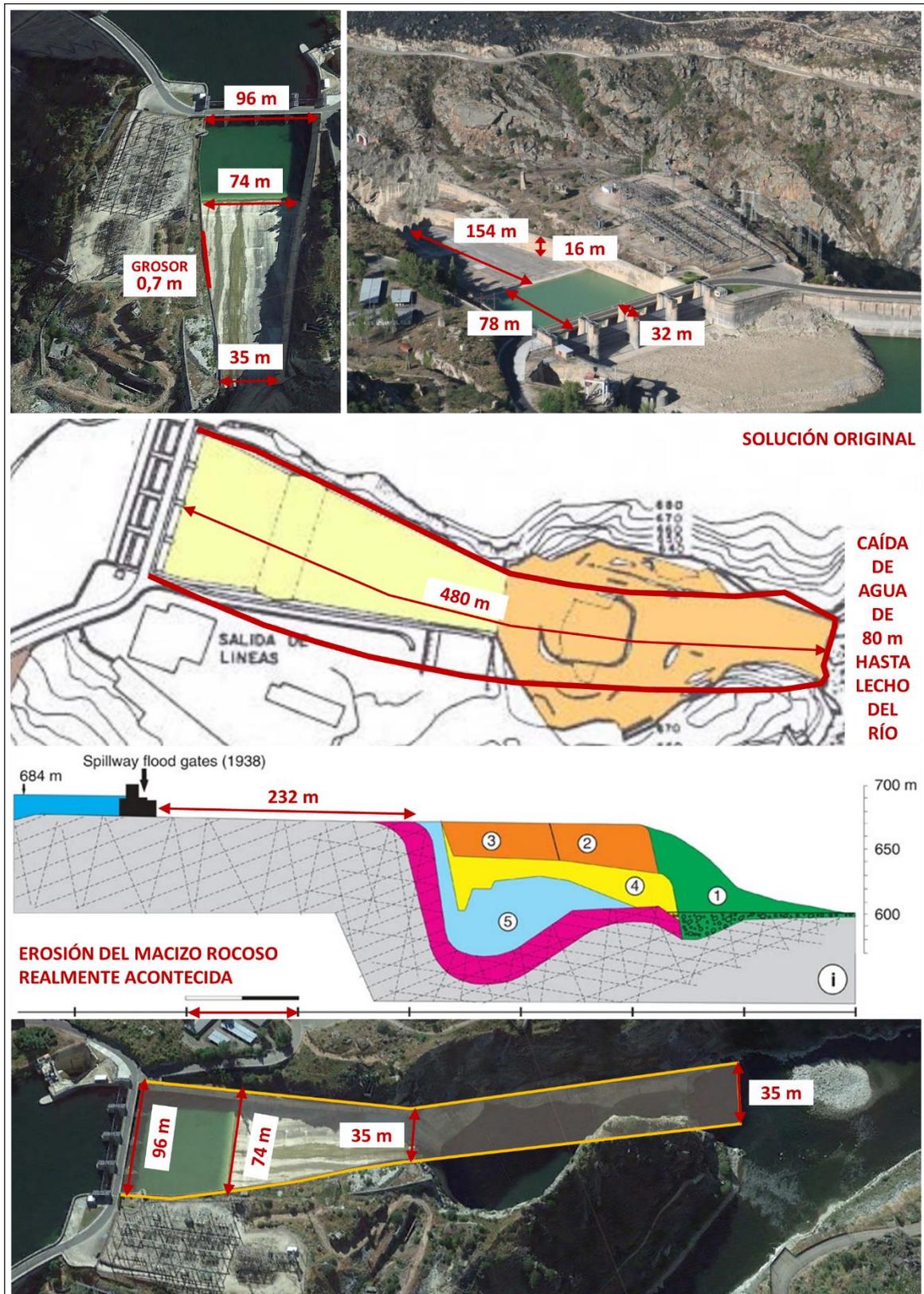


Figura 19. Detalles del aliviadero lateral de la presa de Ricobayo. Fuente: Elaboración propia a partir de diversas fuentes (Google Earth / https://sge.usal.es/archivos_pdf/geolod%C3%ADa16/guias_geolodia16/gdia16gui_zamora.pdf / L. Antón et al. 2015)

La figura anterior es una composición de imágenes que muestran medidas del aliviadero en su configuración actual, medidas del aliviadero originalmente proyectado, secuencia de las erosiones³⁴ producidas en el sustrato rocoso en la década de los 30 del siglo pasado y una hipótesis de las medidas del aliviadero si se hubiera ejecutado en el momento actual.

El proceso constructivo de este elemento, al igual que en el caso anterior, a falta de otra información, se estima que se ciñó a los siguientes hitos:

- 1. Escarificación / excavación del terreno sobre el que apoya el aliviadero:** Por simplificación se va a considerar el aliviadero dividido en tres tramos.
 - El primero de ellos, la más cercana a la presa tiene una anchura en la embocadura de 96,0 m y 74,0 m en su parte final, donde se forma una pequeña depresión que opera como resalto hidráulico para el agua que fluye por el canal en las otras dos zonas. Esta zona tiene una longitud de 78 m. La profundidad de excavación de esta primera zona se estima en 8,5 m netos. Con estas condiciones de contorno se estima que el volumen de roca excavada ascendería a $78,0 \text{ m} \times (96,0 \text{ m} + 74,0 \text{ m}) \times 0,5 \times 8,5 \text{ m} = 800,5 \text{ m}^3$.
 - El segundo tramo, el intermedio, tiene una anchura de 74,0 y 35,0 m al comienzo y al final de éste. La longitud de dicho tramo asciende aproximadamente a 154,0 m, y la profundidad de excavación a 2,0 m. Con estas condiciones de contorno se estima que el volumen de roca excavada ascendería a $154,0 \text{ m} \times (74,0 \text{ m} + 35,0 \text{ m}) \times 2,0 \text{ m} = 33.572 \text{ m}^3$.
 - El tercer y último tramo tiene una anchura constante de 35 m. La longitud del tramo en este caso asciende a 248,0 m, y la profundidad a 2,0 m. Con estas condiciones de contorno se estima que el volumen de roca excavada ascendería a $35,0 \text{ m} \times 248,0 \text{ m} \times 2,0 \text{ m} = 17.360,0 \text{ m}^3$.
 - Existe un último tramo vinculado a la preparación del terreno en el aliviadero, como sería para la ejecución de la pared vertical al final del mismo de 1,5 m de espesor. El volumen de excavación asociada a este elemento estructural ascendería a $35,0 \text{ m} \times 80,0 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} = 4.200 \text{ m}^3$.
- 2. Estabilización del terreno del aliviadero:** Se considera que toda la superficie sobre la que apoya el aliviadero (incluso la pared vertical de terminación por la que se vierte el agua desembalsada) se estabiliza a través de la inyección de resinas expansivas con perforaciones de 1,5 m de profundidad. Siendo la separación entre inyecciones de al menos 1,5 m, se tiene que en la zona afectada se ejecutarían al menos $[800,5 / 8,5 \text{ m}^2 + (33.572,0 + 17.360,0) / 2,0 \text{ m}^2 + 4.200,0 / 1,5 \text{ m}^2] / (1,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}) = 12.605$ operaciones unitarias de estabilización.
- 3. Excavación para cimentación:** En el aliviadero se estima que deberá hacerse una excavación adicional a la señalada para la escarificación del terreno. Se trata de las vinculadas a las cimentaciones de las paredes laterales del canal desde el inicio hasta el final, de las vinculadas a la cimentación de la pared vertical de desagüe, y de las vinculadas a las paredes del cuenco o estanque dissipador.
 - Las paredes del canal de desagüe tienen una anchura de 0,7 m por lo que la excavación para cimentación de dichas paredes en ambos márgenes si se considera una profundidad de cimiento de 2,0 m, ascendería a $480,0 \text{ m} \times 2 \times 0,7 \text{ m} \times 2,0 \text{ m} = 1.344 \text{ m}^3$.

³⁴ Anton, L., Mather, A., Stokes, M. et al. Exceptional river gorge formation from unexceptional floods. *Nat Commun* 6, 7963 (2015). <https://doi.org/10.1038/ncomms8963>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 14 de noviembre de 2022

- La excavación por este concepto asociada a la pared vertical de desagüe, bajo la misma hipótesis de profundidad de cimiento, ascendería a $35,0 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times 2,0 \text{ m} = 105 \text{ m}^3$.
- Se asume para el cuenco dissipador una geometría rectangular en planta de dimensiones exteriores de $39,0 \text{ m} \times 52,0 \text{ m}$. Si la cimentación de sus 3 paredes laterales (la cuarta la forma la pared vertical de desagüe) es también de $2,0 \text{ m}$, y el espesor de las mismas también de $2,0 \text{ m}$, se tiene que el volumen de excavación para cimentación de este elemento estructural ascendería a $(52,9 \text{ m} + 32,0 \text{ m} + 52,9 \text{ m}) \times 2,0 \text{ m} \times 2,0 \text{ m} = 551,2 \text{ m}^3$.

4. Armado de la estructura: Las paredes de los canales de evacuación se armarán fuertemente desde los cimientos hasta su coronación ($2,0 \text{ m}$ de profundidad en cimientos + $16,0 \text{ m}$ de altura en el resto).

La base del canal de aliviadero se armará muy débilmente.

La pared vertical de desagüe se armará fuertemente desde los cimientos ($2,0 \text{ m}$) hasta su coronación.

Las paredes del cuenco de dissipador se armarán fuertemente en los cimientos y de manera intermedia en el resto.

Como en los casos anteriores, un armado fuerte presentará un valor de 200 kg de acero / m^3 de elemento estructural, un armado medio presentará un valor de 130 kg de acero / m^3 de elemento estructural, y un armado muy débil presentará un valor de 50 kg de acero / m^3 .

El volumen de las zonas a armar fuertemente ascenderá:

- en las paredes del canal de evacuación a $480,0 \text{ m} \times 2 \times 0,7 \text{ m} \times (2,0 \text{ m} + 16,0 \text{ m}) = 12.096 \text{ m}^3$.
- en la pared vertical de desagüe a $35,0 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times (80,0 \text{ m} + 2,0 \text{ m}) = 4.305,0 \text{ m}^3$.
- en los cimientos de los tres muros del cuenco dissipador a $551,2 \text{ m}^3$.

De la misma manera, el volumen de las zonas a armar medianamente (muros del cuenco dissipador por encima de cimientos de $10,0 \text{ m}$ de altura) ascenderá a $(52,9 \text{ m} + 32,0 \text{ m} + 52,9 \text{ m}) \times 2,0 \text{ m} \times 10,0 \text{ m} = 2.756,0 \text{ m}^3$.

Y ya, por último, el volumen de las zonas a armar muy débilmente (solera del canal de evacuación de espesor $0,8 \text{ m}$) ascenderá a $[800,5 / 8,5 \text{ m}^2 + (33.572,0 + 17.360,0) / 2,0 \text{ m}^2] \times 0,8 \text{ m} = 20.448,14 \text{ m}^3$.

En este contexto:

- en las zonas fuertemente armadas la cantidad de acero ascenderá a $(12.096,0 + 4.305,0 + 551,2) \times 200 = 3.390.440,00 \text{ Kg} = 3.390,37 \text{ Tn.}$
- en las zonas armadas de manera intermedia la cantidad de acero ascenderá a $2.756,0 \times 130 = 358.280,00 \text{ Kg} = 358,28 \text{ Tn.}$
- en las zonas armadas muy débilmente la cantidad de acero ascenderá a $20.448,14 \times 50 = 1.022.407,00 \text{ kg} = 1.022,41 \text{ Tn.}$

La cantidad de acero total empleado en este elemento ascenderá en virtud de los valores anteriores a $4.771,06 \text{ Tn.}$

De la misma manera, teniendo en cuenta que la densidad del acero es 7.850 Kg/m^3 ($7,85 \text{ Tn/m}^3$):

- en las zonas fuertemente armadas el volumen del acero empleado ascenderá a $3.390,37 / 7,85 = 431,89 \text{ m}^3$.
- en las zonas armadas de manera intermedia el volumen del acero empleado ascenderá a $358,28 / 7,85 = 45,64 \text{ m}^3$.
- y en las zonas débilmente armadas el volumen del acero empleado ascenderá a $1.022,41 / 7,85 = 130,24 \text{ m}^3$.

El volumen total de acero en el conjunto de elementos que componen el aliviadero lateral ascienda a 607,77 m³.

- 5. Hormigón:** El volumen de hormigón empleado en el aliviadero se puede calcular restando al volumen total de todos los elementos, el volumen del acero del armado (607,77 m³).

Así, como el volumen total del elemento asciende a 12.096,0 m³ + 4.305,0 m³ + 551,2 m³ + 2.756,0 m³ + 20.448,14 m³ = 40.156,34 m³, el volumen de hormigón ascenderá a 40.156,34 m³ – 607,77 m³ = 39.548,57 m³.

Como ya se ha expresado, se empleará un hormigón del tipo H-200 en las zonas armadas muy fuertemente, un hormigón del tipo H-175 en las medianamente armadas, y un hormigón del tipo H-150 para el resto de las zonas que serán las que estarían muy débilmente armadas.

- 6. Encofrado:** A través de la ratio ya expresada con anterioridad de 4,5 se puede inferir que la superficie necesaria de encofrado en el aliviadero lateral ascendería a 39.548,57 / 4,5 = 8.788,57 m².
- 7. Resto de elementos:** El aliviadero se completa con 6 disipadores de energía con forma de trampolín o salto en esquí. Se estima, que el valor del CAPEX asociado a ellos representa aproximadamente un 2,0% del total.
- 8. Sobre instalaciones auxiliares, maquinaria empleada y mano de obra:** Mismas consideraciones que las expresadas para el cuerpo de presa.

5.3.5 FOSO DE AMORTIGUACIÓN O “CAZUELA” [5]

La denominada Cazuela de Ricobayo fue originada de manera accidental por la fuerza de la propia naturaleza. Con un diseño óptimo en origen la geometría del aliviadero lateral hubiera sido diferente.

Aunque en el momento presente esta depresión del terreno tiene su utilidad hidráulica (no sin numerosas actuaciones previas de refuerzo), sería impensable construir de manera artificial dicha infraestructura a día de hoy para dar servicio a una presa de nueva planta.

Es por esta razón por la que no se hace consideración alguna a dicho elemento en este epígrafe.

Las funciones hidráulicas de un dispositivo de este tipo ya están consideradas en el cuenco disipador incluido en el epígrafe anterior.

5.3.6 SISTEMA DE COMPUERTAS [6]

El sistema de compuertas del aliviadero lateral de Ricobayo está compuesto por cuatro unidades de tipo Taintor.

Las compuertas Taintor son compuertas pivotantes que se utilizan, principalmente, en los aliviaderos y tomas de las presas y en canales abiertos.

Cuando este tipo de compuertas son empleadas en aliviaderos permiten elevar la cota del agua embalsada y realizar grandes evacuaciones o regular dicha cota.

En este contexto, y según la ficha técnica de la propia presa, las cuatro compuertas de este tipo instaladas en Ricobayo permiten desaguar por este punto un caudal de 5.962

m³/s, valor coherente con el caudal punta de avenida considerado en el proyecto de 5.000 m³/s.

En la figura que sigue se ofrece una combinación de imágenes sobre el sistema de compuertas y sus dimensiones.



Figura 20. Detalles del sistema de compuertas en el aliviadero lateral de la presa de Ricobayo. Fuente: Elaboración propia a partir de diversas imágenes web.

Este que sigue sería su proceso de implementación:

1. **Excavación de la cimentación en la embocadura del aliviadero:** Los tres "pilares" y los dos estribos (se considera que cada estribo consume los mismos recursos que un "pilar") sobre los que se anclan las compuertas, y que sirven de apoyo para las vigas que conforman la carretera de coronación de la presa en la zona del aliviadero, apoyan sobre una cimentación corrida de 3,0 m de profundidad y volumen $(96,0 \text{ m} + 2 \times 3,0 \text{ m}) \times 35,0 \text{ m} \times 3,0 \text{ m} = 10.710,0 \text{ m}^3$. Es por tanto esta cantidad la que se corresponde con el volumen de excavación en roca para la cimentación.
2. **Armado de la "zapata" corrida y de los pilares de soporte de las compuertas más estribos:** Tanto la zapata, como los pilares o estribos aludidos se armarán fuertemente (200 kg de acero / m³ de elemento estructural). La edificación de coronación en pilares y estribos se armará medianamente (130 kg de acero / m³ de elemento estructural).

El volumen de las zonas a armar fuertemente ascenderá:

- en la zapata corrida a 10.710,0 m³.
- en cada uno de los seis denominados pilares (incluye la asimilación a "pilares" de los 2 estribos) a $(23,0 \text{ m} \times 10,0 \text{ m} \times 3,0 \text{ m}) \times 6 = 4.140,0 \text{ m}^3$.

El volumen de las edificaciones sobre pilares a armar medianamente ascenderá, teniendo en cuenta un grosor de paramentos de 40 cms, a la cantidad de $[(3,0 \text{ m} \times 4,0 \text{ m} \times 12,0 \text{ m}) - (2,4 \text{ m} \times 3,6 \text{ m} \times 11,2 \text{ m})] \times 6 = 283,4 \text{ m}^3$.

En este contexto:

- en las zonas fuertemente armadas la cantidad de acero ascenderá a $(10.710,0 + 4.140,0) \times 200 = 2.970.000,00 \text{ Kg} = 2.970,00 \text{ Tn}$.
- en las zonas armadas de manera intermedia la cantidad de acero ascenderá a $283,4 \times 130 = 36.842,00 \text{ Kg} = 36,84 \text{ Tn}$.

La cantidad de acero total empleado en este elemento ascenderá en virtud de los valores anteriores a 3.006,84 Tn.

De la misma manera, teniendo en cuenta que la densidad del acero es 7.850 Kg/m³ (7,85 Tn/m³):

- en las zonas fuertemente armadas el volumen del acero empleado ascenderá a $2.970,00 / 7,85 = 378,34 \text{ m}^3$.
- en las zonas armadas de manera intermedia el volumen del acero empleado ascenderá a $36,84 / 7,85 = 4,69 \text{ m}^3$.

El volumen total de acero en el conjunto de elementos que componen el aliviadero lateral ascienda a 383,0 m³.

- 3. Hormigón en la zona de compuertas:** El volumen de hormigón empleado en esta zona de la presa se puede calcular, como en los casos anteriores, restando al volumen total de todos los elementos, el volumen del acero del armado (383,03 m³).

Como el volumen total de los distintos elementos asciende a $10.710,0 \text{ m}^3 + 4.140,0 \text{ m}^3 + 283,4 \text{ m}^3 = 15.133,4 \text{ m}^3$, el volumen de hormigón ascenderá a $15.133,4 \text{ m}^3 - 383,0 \text{ m}^3 = 14.750,4 \text{ m}^3$.

Como ya se ha expresado, se empleará un hormigón del tipo H-200 en las zonas armadas muy fuertemente, y un hormigón del tipo H-175 en las medianamente armadas.

- 4. Encofrado en la zona de compuertas:** Operando como en casos anteriores, con una ratio de 4,5 se puede inferir que la superficie necesaria de encofrado en el aliviadero lateral ascendería a $14.750,4 / 4,5 = 3.277,9 \text{ m}^2$.

- 5. Compuertas propiamente dichas:** El sistema de compuertas está compuesto como ya se ha expresado por cuatro unidades. Cada una de ellas obtura un hueco en el aliviadero de $20,0 \text{ m} \times 10,0 \text{ m} = 200,0 \text{ m}^2$. La superficie total de obturación de las cuatro compuertas asciende por tanto a 800,0 m².

- 6. Resto de elementos:** Se estima que el sistema de compuertas tiene un coste adicional de implantación (CAPEX) de aproximadamente un 3,0% del valor total del resto de elementos valorados.

- 7. Sobre instalaciones auxiliares, maquinaria empleada y mano de obra:** Mismas consideraciones que las expresadas para el cuerpo de presa.

5.3.7 RESALTO FINAL ALIVIADERO [7]

La configuración actual de Ricobayo presenta un resalto hidráulico o presa de pequeña entidad en la parte final del sistema de aliviadero lateral.

La función hidráulica de este dispositivo ya está considerada el cuenco disipador incluido el epígrafe anterior.

5.3.8 RESALTO FINAL TRAS EL CUERPO DE LA PRESA [8]

Junto al cuenco disipador al final del aliviadero, pero en la margen derecha del complejo hidroeléctrico, existe una pequeña presa para la que se asume una funcionalidad hidráulica de regulación del caudal ecológico aguas abajo del río Esla.

La composición de imágenes que se facilita en la figura que sigue muestra la forma y dimensiones aproximadas de la citada presa.



Figura 21. Detalles de la presa de regulación del caudal ecológico del río Esla en el complejo de Ricobayo. Fuente: Elaboración propia a partir de diversas imágenes web.

Los hitos que darían lugar a este desarrollo estructural serían los siguientes:

- 1. Excavación de la cimentación de la presa:** Se asume que la cimentación tiene forma de prisma, que tiene 4,0 m de profundidad y que va desde la margen izquierda a la margen derecha del cauce. Con estas condiciones de contorno se tiene que el volumen de excavación en roca ascendería a $(81,0 \text{ m} + 9,0 \text{ m}) \times 15,0 \text{ m} \times 2,0 \text{ m} = 2.700,0 \text{ m}^3$.
- 2. Armado de la cimentación, del cuerpo de presa y del estribo derecho:** Todo el elemento estructural se armará de forma intermedia (130 kg de acero / m³ de elemento estructural).

El volumen de los elementos a armar ascenderá:

- en la cimentación a 2.700,0 m³.
- en el cuerpo de la presa de sección trapezoidal a $[(7,0 \text{ m} + 15,0 \text{ m}) \times 0,5 \times 20,0 \text{ m}] \times 81,0 \text{ m} = 17.820,0 \text{ m}^3$.
- en el cuerpo de la presa que aloja la compuerta a $7,0 \text{ m} \times 20,0 \text{ m} \times 11,0 \text{ m} = 1.540,0 \text{ m}^3$.
- en el estribo de la margen derecha a $9,0 \text{ m} \times 20,0 \text{ m} \times 15,0 \text{ m} = 2.700 \text{ m}^3$.

En este contexto, la cantidad de acero ascenderá a $(2.700,0 + 17.820,0 + 1.540,0) \times 130 = 2.867.800,00 \text{ Kg} = 2.867,80 \text{ Tn}$.

De la misma manera, teniendo en cuenta que la densidad del acero es 7.850 Kg/m³ (7,85 Tn/m³), el volumen del acero empleado ascenderá a $2.867,80 / 7,85 = 365,32 \text{ m}^3$.

3. **Hormigón:** El volumen de hormigón empleado en el conjunto de esta presa se puede calcular, como en los casos anteriores, restando al volumen total de todos los elementos que la componen, el volumen del acero del armado (365,32 m³). Como el volumen total de los distintos elementos asciende a 2.700,0 m³ + 17.820,0 m³ + 1.540,0 m³ + 2.700 m³ = 24.760,0 m³, el volumen de hormigón ascenderá a 24.760,0 m³ – 365,32 m³ = 24.394,68 m³. Como ya se ha expresado, se empleará un hormigón del tipo H-175 en las zonas medianamente armadas.
4. **Encofrado en la zona de compuertas:** Operando como en casos anteriores, con una ratio de 4,5 se puede inferir que la superficie necesaria de encofrado en el aliviadero lateral ascendería a 24.760,0 / 4,5 = 5.502,2 m².
5. **Compuerta propiamente dicha:** A falta de poder obtener una información más precisa de las dimensiones de esta compuerta, se estima que la misma tiene una superficie de 11,0 m x 5,0 m = 55,0 m². El coste de una compuerta de este tipo se estimará más adelante como el resultado de multiplicar por un factor de 0,4 el valor de una compuerta Taintor de la misma superficie.
6. **Resto de elementos:** Se estima que esta presa tiene un coste adicional de implantación (CAPEX) de aproximadamente un 5,0% del valor total del resto de elementos valorados.
7. **Sobre instalaciones auxiliares, maquinaria empleada y mano de obra:** Mismas consideraciones que las expresadas para el cuerpo de presa.

5.3.9 DESAGÜE LATERAL RICOBAYO I [9]

Uno de los elementos originales del sistema de Ricobayo (conocido como Ricobayo I) consiste en un túnel de desagüe lateral en la margen izquierda.

La figura que sigue muestra una combinación de imágenes con formas y dimensiones estimadas para el mismo.

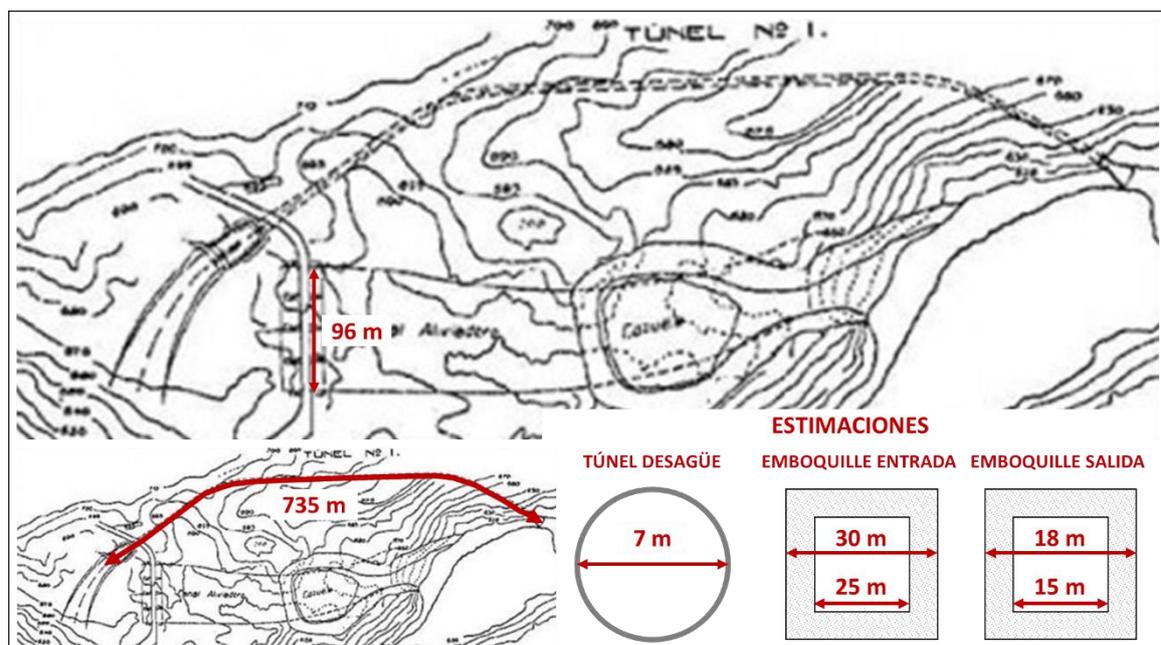


Figura 22. Detalles del desagüe lateral de origen en Ricobayo I. Fuente: Elaboración propia a partir de diversas imágenes web.

Los hitos que darían lugar a este túnel serían:

- 1. Escarificación del terreno en emboquilles:** Se supone que la longitud del emboquille aguas arriba de la presa es de 60,0 m, y la longitud del emboquille aguas abajo de 22,0 m.
Se considera así que el volumen de escarificación para los dos emboquilles es de $30,0 \text{ m} \times 60,0 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 4.500 \text{ m}^3$ en el de toma de agua y de $18,0 \text{ m} \times 22,0 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} = 594,0 \text{ m}^3$ en el de desagüe.
- 2. Excavación en roca:** Considerando un revestimiento interior de hormigón del túnel de 30 cms de espesor, se tiene que el volumen de excavación en roca ascendería a $3,14159 \times (3,5 \text{ m} + 0,3 \text{ m})^2 \times 735,0 \text{ m} = 33.343,0 \text{ m}^3$.
- 3. Estabilización paredes interiores de túnel:** La superficie de túnel a estabilizar mediante inyecciones de resina expansiva asciende a $2 \times 3,14159 \times (3,5 \text{ m} + 0,3 \text{ m}) \times 735,0 \text{ m} = 17.548,9 \text{ m}^2$. En este contexto, siendo la profundidad de cada inyección de 1,5 m, y estando las mismas separadas unas de otras también 1,5 m, se tiene que el número de inyecciones a realizar en el terreno ascendería a $17.548,9 \text{ m}^2 / (1,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}) = 7.800$.
- 4. Armado:** Se considera la existencia de 3 elementos del túnel con necesidad de armado. El emboquille de la toma que se armará fuertemente y el revestimiento del túnel se armarán fuertemente (200 kg de acero / m³ de elemento estructural), y el emboquille de salida que se armará de forma intermedia (130 kg de acero / m³ de elemento estructural).

El volumen de las zonas a armar fuertemente ascenderá:

- en el emboquille de toma a $(30,0 \text{ m} \times 30,0 \text{ m} - 25,0 \text{ m} \times 25,0 \text{ m}) \times 60,0 \text{ m} = 16.500,0 \text{ m}^3$.
- en el revestimiento del túnel a $3,14159 \times [(3,5 \text{ m} + 0,3 \text{ m})^2 - (3,5 \text{ m})^2] \times 735,0 \text{ m} = 5.056,9 \text{ m}^3$.

El volumen de las zonas a armar de forma intermedia ascenderá a $(18,0 \text{ m} \times 18,0 \text{ m} - 15,0 \text{ m} \times 15,0 \text{ m}) \times 22,0 \text{ m} = 2.178,0 \text{ m}^3$.

En este contexto:

- en las zonas fuertemente armadas la cantidad de acero ascenderá a $(16.500,0 + 5.056,9) \times 200 = 4.311.380,00 \text{ Kg} = 4.311,4 \text{ Tn}$.
- en las zonas armadas de manera intermedia la cantidad de acero ascenderá a $2.178,0 \times 130 = 283.140,00 \text{ Kg} = 283,1 \text{ Tn}$.

La cantidad de acero total empleado en este caso ascenderá en virtud de los valores anteriores a 4.594,5 Tn.

De la misma manera, teniendo en cuenta que la densidad del acero es 7.850 Kg/m³ (7,85 Tn/m³):

- en las zonas fuertemente armadas el volumen del acero empleado ascenderá a $4.311,4 / 7,85 = 549,2 \text{ m}^3$.
- en las zonas armadas de manera intermedia el volumen del acero empleado ascenderá a $283,1 / 7,85 = 36,1 \text{ m}^3$.

El volumen total de acero en el conjunto de elementos que componen el túnel de desagüe analizado ascenderá a 585,3 m³.

- 8. Hormigonado:** El volumen de hormigón empleado en el conjunto de este túnel se puede calcular, como en los casos anteriores, restando al volumen total de todos los elementos que lo componen, el volumen del acero del armado (585,3 m³). Como el volumen total de los distintos elementos asciende a 16.500,0 m³ + 5.056,9 m³ + 2.178,0 m³ = 23.734,9 m³, el volumen de hormigón ascenderá a 23.734,9 m³ – 585,3 m³ = 23.149,6 m³. Como ya se ha expresado, se empleará un hormigón del tipo H-200 en las zonas altamente armadas, y H-175 en las zonas medianamente armadas.
- 9. Compuerta:** Se estima en este caso que existe una compuerta de superficie igual al hueco libre en la entrada del túnel, esto es $3,14159 \times (3,5 \text{ m})^2 = 38,49 \text{ m}^2$. El coste de una compuerta de este tipo se estimará más adelante como el resultado de multiplicar por un factor de 0,4 el valor de una compuerta Taintor de la misma superficie.
- 10. Rejilla:** Se estima en este caso que existe una rejilla de superficie igual al hueco libre en la entrada del emboquille aguas arriba, esto es 25,0 m x 25,0 m = 625,0 m². El coste de una rejilla de este tipo se estimará más adelante como el resultado de multiplicar por un factor de 0,05 el valor de una compuerta Taintor de la misma superficie.
- 5. Resto de elementos:** Se estima que esta presa tiene un coste adicional de implantación (CAPEX) de aproximadamente un 5,0% del valor total del resto de elementos valorados.
- 6. Sobre instalaciones auxiliares, maquinaria empleada y mano de obra:** Mismas consideraciones que las expresadas para el cuerpo de presa.

5.3.10 SUBESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN ELEVADORA DE RICOBAYO I [10]

El complejo hidroeléctrico de Ricobayo dispone de dos subestaciones de transformación elevadoras.

No obstante, lo propio en estas infraestructuras, que reciben directamente la energía de la generación y la elevan a alta tensión para su posterior transporte a largas distancias, es que su coste de inversión y explotación lo asuma, en el caso de España, la empresa Red Eléctrica Española³⁵.

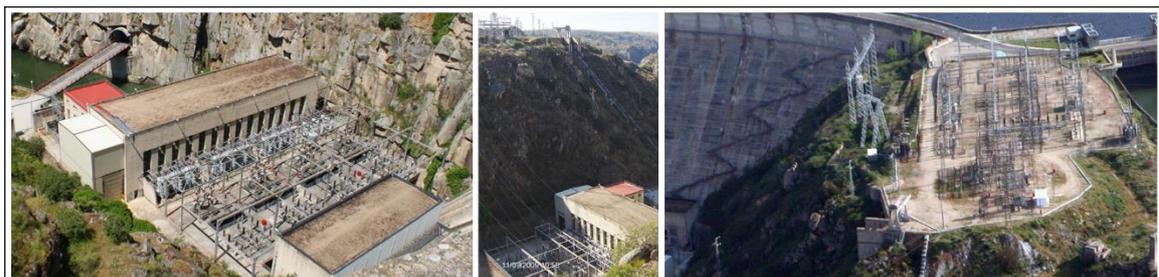


Figura 23. Detalles de la subestación de Ricobayo I. Fuente: Elaboración propia a partir de diversas imágenes web.

Es por la razón expresada con anterioridad, que el CAPEX y OPEX de la obra civil de este tipo de infraestructuras no debe ser recuperado por parte del concesionario del aprovechamiento hidroeléctrico vía precio MWh.

³⁵ Puede comprobarse tal extremo acudiendo al BOE del 8 de abril de 2008 y analizando la "Resolución de la Dirección General de Energía y Minas por la que se otorga autorización administrativa y se aprueba el proyecto de ejecución de la ampliación de la subestación de 220 kV «Ricobayo», promovida por «Red Eléctrica de España, Sociedad Anónima», en el término municipal de Muelas del Pan (Zamora)". Puede consultarse en el enlace web <https://boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-B-2008-94145>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 17 de noviembre de 2022.

El CAPEX y OPEX de la obra civil vinculada a las subestaciones de transformación en las inmediaciones de los aprovechamientos hidroeléctricos lo debe recuperar Red Eléctrica Española, en el caso español, a través de los peajes eléctricos.

5.3.11 GALERÍA DE CONDUCCIÓN FORZADA EN RICOBAYO II [11]

La denominada galería de conducción forzada en Ricobayo II tiene el aspecto de lo mostrado en el fotomontaje de la figura que sigue.

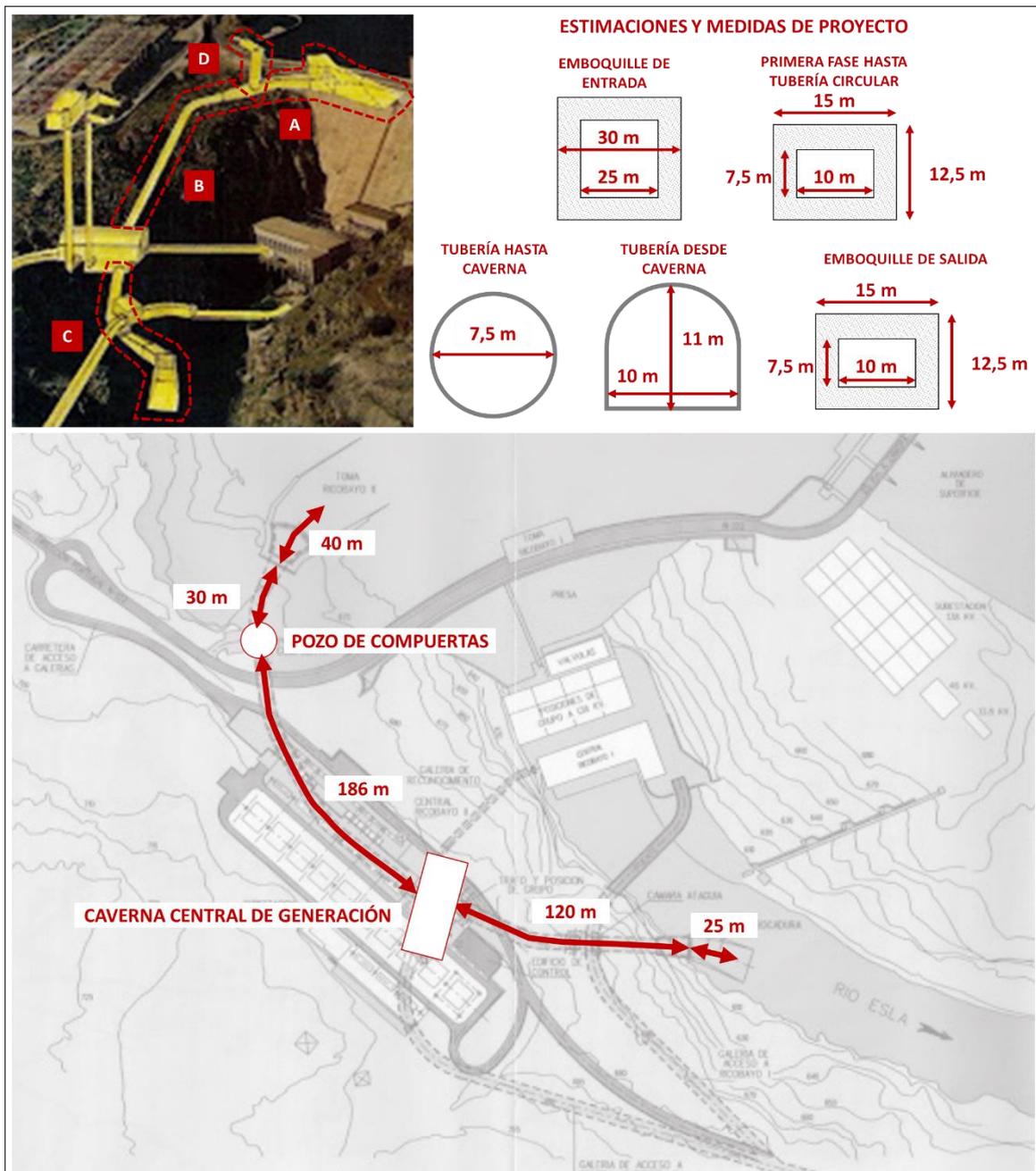


Figura 24. Dimensiones aproximadas de las galerías para conducción de agua en Ricobayo II. Fuente: Elaboración propia a partir de diversas imágenes web.

Las dimensiones de las secciones expuestas para los emboquilles son una estimación, y darán como volúmenes de obra magnitudes similares a las que realmente se registraron tras su ejecución.

Con el mismo propósito, y apoyándose en la autorización para la modificación de la concesión original de Ricobayo³⁶, se estiman también algunas de las longitudes de cada uno de los elementos constituyentes del sistema de conducción mostrado.

Así, para el emboquille de entrada se considera una longitud de 40,0 m; para el túnel que sigue hasta la estructura de compuertas se considera una longitud de 30,0 m; para la conducción que va desde el pozo de compuertas hasta la caverna donde está la turbina se estima una longitud de 186,0 m. La longitud de la galería de desagüe en contrapendiente, desde la caverna hasta el emboquille de salida mide según proyecto 120,0 m. Para el emboquille de salida se estima una longitud de 25,0 m.

Los hitos que darían lugar a esta estructura serían:

- 1. Escarificación del terreno en emboquilles:** Como ya se ha expresado, la longitud del emboquille aguas arriba de la presa es de 40,0 m, y la longitud del emboquille aguas abajo de 25,0 m.

Se considera así que el volumen de escarificación para los dos emboquilles es de $30,0 \text{ m} \times 40,0 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 3.000,0 \text{ m}^3$ en el de toma de agua y de $15,0 \text{ m} \times 25,0 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 937,5 \text{ m}^3$ en el de desagüe.

- 2. Excavación en roca:** Existen tres tramos de túnel bien diferenciados. El primer de ellos (A) discurre desde el emboquille aguas arriba hasta el pozo de compuertas, 30,0 metros después. El segundo (B) tramo va desde este punto hasta la caverna que aloja la turbina, 186,0 m después. El tercer y último tramo (C) va desde la citada caverna hasta el emboquille de salida aguas abajo y tiene 120,0 m de longitud.

Además de los elementos señalados existe el citado pozo de compuertas (D) que requiere también excavación en roca. En este contexto se estima que dicho pozo, de sección circular y diámetro 2,0 m tiene una profundidad desde la superficie hasta su conexión con las galerías descritas de 20,0 m.

- Sobre A: Se estima que se trata de un túnel con un revestimiento de hormigón de 30 cm espesor. En este contexto, y de acuerdo con la información precedente, se tiene que el volumen de excavación ascendería a $3,14159 \times (3,75 \text{ m} + 0,3 \text{ m})^2 \times 30,0 \text{ m} = 1.545,9 \text{ m}^3$.
- Sobre B: Se estima que se trata de un túnel con revestimiento de acero galvanizado de 4,0 cm de espesor. Por esta razón, el volumen de roca a excavar en este caso ascendería a $3,14159 \times (3,75 \text{ m} + 0,04 \text{ m})^2 \times 186,0 \text{ m} = 8.393,4 \text{ m}^3$.
- Sobre C: Este elemento se trata como un túnel excavado en roca con un revestimiento de hormigón de 30 cm espesor. En este contexto, y de acuerdo con la información precedente, se tiene que el volumen de excavación ascendería a $104,0 \text{ m}^2$ (estimación) $\times 120,0 \text{ m} = 12.480,0 \text{ m}^3$.
- Sobre D: Este pozo vertical, revestido también con un revestimiento de 30 cm de espesor, necesitaría de una excavación en roca de a $3,14159 \times (1,0 \text{ m} + 0,3 \text{ m})^2 \times 20,0 \text{ m} = 106,2 \text{ m}^3$.

- 3. Estabilización paredes interiores de túnel:** La superficie de túnel a estabilizar mediante inyecciones de resina expansiva de 1,5 m de profundidad, y separadas unas de otras al menos a 1,5 m, asciende según la discretización realizada a las cifras que se exponen a continuación.

- Sobre A: Al ser un túnel con revestimiento, la superficie del mismo asciende a $2 \times 3,14159 \times (3,75 \text{ m} + 0,3 \text{ m}) \times 30,0 \text{ m} = 763,4 \text{ m}^2$. En este contexto, siendo la

³⁶ Ver nota 17.

profundidad de cada inyección de 1,5 m, y estando las mismas separadas unas de otras también 1,5 m, se tiene que el número de inyecciones a realizar en este tramo ascenderá a $763,4 \text{ m}^2 / (1,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}) = 340$.

- Sobre B: De la misma manera se tiene que en este tramo la zona a estabilizar asciende a $2 \times 3,14159 \times (3,75 \text{ m} + 0,04 \text{ m}) \times 186,0 \text{ m} = 4.429,3 \text{ m}^2$, lo que resultará en un total de $4.429,3 / (1,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}) = 1.969$ inyecciones.
- Sobre C: En este tramo la zona a estabilizar tendrá un área de $39,6 \text{ m}$ (estimación del perímetro de la galería) $\times 120,0 \text{ m} = 4.752,0 \text{ m}^2$, lo que se transformará en $4.752,0 \text{ m}^2 / (1,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}) = 2.112$ inyecciones.
- Sobre D: Este pozo vertical, revestido de hormigón tiene una superficie a estabilizar de $2 \times 3,14159 \times (1,0 \text{ m} + 0,3 \text{ m}) \times 20,0 \text{ m} = 163,4 \text{ m}^2$, por lo que requerirá bajo los parámetros anteriores de $163,4 \text{ m}^2 / (1,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}) = 73$ inyecciones.

4. Tubería de acero galvanizado para el segundo tramo: El tramo denominado como B conducirá el agua de manera forzada a través de una tubería de acero galvanizado de 4,0 cm de espesor. El peso de dicha tubería ascenderá según las dimensiones expuestas en la figura anterior a $3,14159 \times [(3,75 \text{ m} + 0,04 \text{ m})^2 - 3,75 \text{ m}^2] \times 186,0 \text{ m} \times 7,85 \text{ Tn/m}^3 = 1.383,4 \text{ Tn}$.

5. Armado: Solo 3 de los 4 elementos de túnel mencionados llevan un revestimiento de hormigón (en A, C y D), y por tanto armado. Se estima, como en casos anteriores de túneles / galería que el armado de estos elementos será fuerte (200 kg de acero / m³ de elemento estructural).

En este escenario, el volumen de los elementos a armar ascenderá:

- En A a $3,14159 \times [(3,75 \text{ m} + 0,3 \text{ m})^2 - 3,75 \text{ m}^2] \times 30,0 \text{ m} = 220,5 \text{ m}^3$.
- En C a $3,14159 \times [(3,75 \text{ m} + 0,3 \text{ m})^2 - 3,75 \text{ m}^2] \times 120,0 \text{ m} = 882,2 \text{ m}^3$.
- En D a $3,14159 \times [(3,75 \text{ m} + 0,3 \text{ m})^2 - 3,75 \text{ m}^2] \times 20,0 \text{ m} = 147,0 \text{ m}^3$.

Y en base a estos cálculos, la cantidad de acero necesario será:

- En A de $220,5 \times 200 = 44.100 \text{ Kg} = 44,1 \text{ Tn}$.
- En C de $882,2 \times 200 = 176.440 \text{ Kg} = 176,4 \text{ Tn}$.
- En D de $147,0 \times 200 = 29.400 \text{ Kg} = 29,4 \text{ Tn}$.

La cantidad de acero total empleado ascenderá por tanto a 249,9 Tn.

Como en casos anteriores, teniendo en cuenta que la densidad del acero es 7.850 Kg/m³ (7,85 Tn/m³), en estas zonas fuertemente armadas, el volumen de acero ascenderá a $249,9 / 7,85 = 31,8 \text{ m}^3$.

11. Hormigonado: El volumen de hormigón empleado en el conjunto de este túnel se puede calcular, como en los casos anteriores, restando al volumen total de todos los elementos que lo componen, el volumen del acero del armado (31,8 m³).

Como el volumen total de los distintos elementos asciende a $220,5 \text{ m}^3 + 882,2 \text{ m}^3 + 147,0 \text{ m}^3 = 1.249,7 \text{ m}^3$, el volumen de hormigón ascenderá a $1.249,7 \text{ m}^3 - 31,8 \text{ m}^3 = 1.217,9 \text{ m}^3$.

Se empleará un hormigón del tipo H-200 en las zonas altamente armadas.

6. Compuerta: La superficie de la compuerta señalada en este caso ascenderá a $8,0 \text{ m} \times 8,0 \text{ m} = 64,0 \text{ m}^2$.

7. Rejilla: Se estima en este caso que existe una rejilla de superficie igual al hueco libre en la entrada del emboquille aguas arriba, esto es $25,0 \text{ m} \times 25,0 \text{ m} = 625,0 \text{ m}^2$.

8. Resto de elementos: Se estima que la infraestructura analizada en este epígrafe tiene un coste adicional de implantación (CAPEX) de aproximadamente un 2,0% del valor total del resto de elementos valorados.

9. Sobre instalaciones auxiliares, maquinaria empleada y mano de obra: Mismas consideraciones que las expresadas para el cuerpo de presa.

5.3.12 CAVERNA PARA ALOJAMIENTO DE GRUPOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN RICOBAYO II [12]

El grupo de generación hidroeléctrica de Ricobayo II está ubicado en una caverna excavada en material rocoso que posee unas dimensiones estimadas de 60,0 m x 24,0 m x 20,0 m = 28.800,0 m³.



Figura 25. Detalles de la caverna para el alojamiento de turbina y alternador de Ricobayo II. Fuente: Elaboración propia a partir de diversas imágenes web.

Esta cavidad se llevaría a cabo a través de los siguientes hitos:

1. **Excavación en roca:** Con el volumen ya expresado de 28.800,0 m³.
2. **Estabilización paredes interiores de la caverna:** La superficie de caverna a estabilizar mediante inyecciones de resina expansiva de 1,5 m de profundidad, y separadas unas de otras al menos a 1,5 m, asciende a $2 \times (60,0 \text{ m} \times 20,0 \text{ m} + 24,0 \text{ m} \times 20,0 \text{ m} + 60,0 \text{ m} \times 24,0 \text{ m}) = 6.240,0 \text{ m}^2$. Esta superficie deriva en la necesidad de realizar $6.240,0 \text{ m}^2 / (1,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}) = 2.774$ inyecciones.
3. **Armado:** De los 6 paramentos generados en la excavación prismática de la caverna, solo el suelo irá Hormigonado al 100%, mientras que los paramentos verticales lo irán a un 50%. Ambas zonas poseerán un armado intermedio (130 kg de acero / m³ de elemento estructural).

Así, se considera que la solera de hormigón de la caverna tendrá un espesor de 0,8 m, mientras que el espesor de los muros perimetrales verticales tendrá un espesor de 0,4 m.

En este escenario, el volumen de los elementos a armar ascenderá:

- En solera a $60,0 \text{ m} \times 24,0 \text{ m} \times 0,8 \text{ m} = 1.152,0 \text{ m}^3$.
- En paramentos verticales $2 \times (60,0 \text{ m} + 24,0 \text{ m}) \times 20,0 \text{ m} \times 0,4 \text{ m} \times 50\% = 672,0 \text{ m}^3$.

Y en base a estos cálculos, la cantidad de acero necesario será de:

- En solera de $1.152,5 \times 130 = 149.825 \text{ Kg} = 149,8 \text{ Tn}$.
- En paramentos verticales = $672,0 \times 130 = 87.360,0 \text{ Kg} = 87,4 \text{ Tn}$.

La cantidad de acero total empleado ascenderá por tanto a 237,2 Tn.

Como en casos anteriores, teniendo en cuenta que la densidad del acero es 7.850 Kg/m³ (7,85 Tn/m³), en estas zonas medianamente armadas, el volumen de acero ascendería a $237,2 / 7,85 = 30,2$ m³.

- 4. Hormigonado:** El volumen de hormigón empleado en el conjunto de la caverna se puede calcular, como en los casos anteriores, restando al volumen total de todos los elementos señalados, el volumen del acero del armado (30,2 m³).

Como el volumen total de los distintos elementos asciende a $1.152,0 \text{ m}^3 + 672,0 \text{ m}^3 = 1.824,0 \text{ m}^3$, el volumen de hormigón ascenderá a $1.824,0 \text{ m}^3 - 30,2 \text{ m}^3 = 1.793,8 \text{ m}^3$. Se empleará un hormigón del tipo H-175 en las zonas medianamente armadas.

- 5. Resto de elementos:** Se estima que la infraestructura analizada en este epígrafe tiene un coste adicional de implantación (CAPEX) de aproximadamente un 17,5% del valor total del resto de elementos valorados. En este concepto entraría la ejecución por ejemplo de dos conducciones verticales estrechas para conectar la generación eléctrica de las turbinas con la subestación de transformación en superficie.
- 6. Sobre instalaciones auxiliares, maquinaria empleada y mano de obra:** Mismas consideraciones que las expresadas para el cuerpo de presa.

5.3.13 SUBESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN ELEVADORA DE RICOBAYO II [13]

Idénticos comentarios que los expresados para Ricobayo I en relación con la obra civil.



Figura 26. Detalles de la subestación de Ricobayo II. Fuente: Elaboración propia a partir de diversas imágenes web.

5.3.14 PASO ELEVADO (O PASARELA) PARA CONEXIÓN DE AMBAS LADERAS [14]

La conexión de las instalaciones de Ricobayo I (margen izquierda) con las de Ricobayo II (margen derecha) se hace a través de una pasarela metálica que transmite las cargas a los estribos situados en las laderas sobre las que apoya. No existe ningún pilar de sustentación. La pasarela salva una luz de 52,0 m y tiene una anchura de 7,0 m. El tablero del puente está conformado de vigas metálicas, y su superficie es de 364,0 m².



Figura 27. Detalles de la pasarela de conexión de Ricobayo I con Ricobayo II. Fuente: Elaboración propia a partir de diversas imágenes web.

5.3.15 GALERÍAS DE SERVICIO SUBTERRÁNEAS VISITABLES [15]

Con la construcción de Ricobayo II se ejecutaron ciertas vías de conexión para conectar la central de generación anterior con la nueva.

No existe mucha información de detalle disponible que se pueda extraer para dimensionar correctamente dichas vías.

Es por esta razón que se considera que su longitud es de aproximadamente 560,0 m, y su sección como la que muestra la figura adjunta.

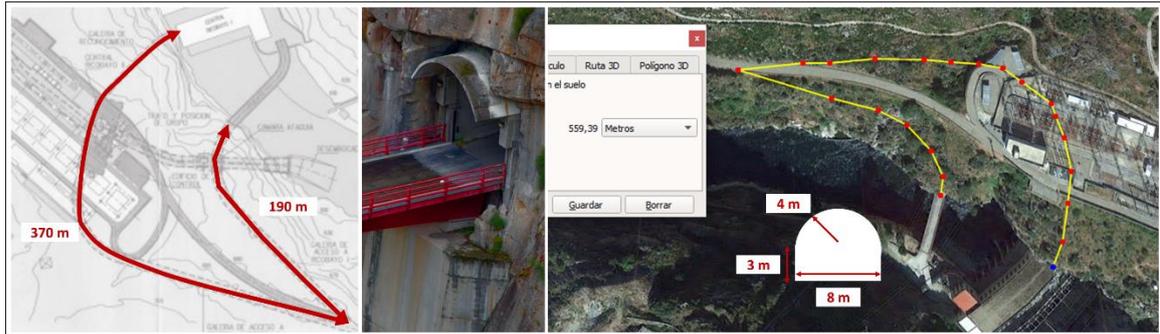


Figura 28. Detalle de las galerías subterráneas de conexión de Ricobayo I con Ricobayo II. Fuente: Elaboración propia a partir de diversas imágenes web.

Si se observa una ortofoto de la zona, parece intuirse que dichas vías de conexión son más extensas de lo indicado. A pesar de ello, se imputa a la concesionaria solamente la ejecución de viales subterráneos por la longitud descrita.

Esta cavidad se llevaría a cabo a través de los siguientes hitos:

- 1. Excavación en roca:** El volumen estimado de excavación en roca en este caso asciende a $[(8,0 \text{ m} \times 3,0 \text{ m}) + 0,5 \times 3,14159 \times (4,0 \text{ m})^2] \times 560,0 \text{ m} = 27.514,3 \text{ m}^3$.
- 2. Estabilización paredes interiores:** La superficie interior de galería a estabilizar mediante inyecciones de resina expansiva de 1,5 m de profundidad, y separadas unas de otras al menos a 1,5 m, asciende a $[8,0 \text{ m} + 2 \times 3,0 \text{ m} + 0,5 \times 2 \times 3,14159 \times 4,0 \text{ m}] \times 560,0 \text{ m} = 14.877,2 \text{ m}^2$. Esta superficie deriva en la necesidad de realizar $14.877,2 \text{ m}^2 / (1,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}) = 6.612$ inyecciones.
- 3. Emboquilles:** Son dos, y se estima que solo requieren de 1 actuación relevante, como es el de estabilizar la ladera en la que se ubican. En este caso se asume que la superficie a estabilizar alrededor de la boca de entrada (o de salida) será 5 veces el valor de la superficie de dicha boca, esto es $5 \times [(8,0 \text{ m} \times 3,0 \text{ m}) + 0,5 \times 3,14159 \times (4,0 \text{ m})^2] = 147,4 \text{ m}^2$. En este caso se estima que las inyecciones con resina expansiva de 1,5 m de profundidad y separación mínima entre ellas de 1,5 metros ascenderán a la cantidad de $147,4 \text{ m}^2 / (1,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}) = 66$. Como se están considerando dos emboquilles, se asume que el número total de inyecciones necesarias serán $2 \times 66 = 132$.
- 4. Armado:** Se estima que el volumen de elementos a armar será aquel que ocupe la solera de 0,8 m de espesor y dos muros laterales (uno a cada lado del vial dentro del túnel) de 2,2 m de altura y 0,4 m de espesor. Dicha cifra ascenderá a $(0,8 \text{ m} \times 8,0 \text{ m} + 2 \times 2,5 \text{ m} \times 0,4 \text{ m}) \times 560,0 \text{ m} = 4.704,0 \text{ m}^3$. Todos los elementos se armarán medianamente (130 kg de acero / m³ de elemento estructural).

En base a estos cálculos, la cantidad de acero necesario será de $4.704,0 \times 130 = 611.520 \text{ Kg} = 611,5 \text{ Tn}$.

Como en casos anteriores, teniendo en cuenta que la densidad del acero es de 7.850 Kg/m³ (7,85 Tn/m³), el volumen de acero ascendería a $611,5 / 7,85 = 77,9$ m³.

- 5. Hormigonado:** El volumen de hormigón empleado en el conjunto del revestimiento de estas galería se puede calcular, como en los casos anteriores, restando al volumen total señalado, el volumen del acero del armado (77,9 m³).

Como el volumen total de los distintos elementos asciende a 4.704,0 m³, el requerimiento hormigón ascenderá a $4.704,0 \text{ m}^3 - 77,9 \text{ m}^3 = 4.626,1 \text{ m}^3$.

Se empleará un hormigón del tipo H-175 en las zonas medianamente armadas.

- 6. Vía asfaltada:** Se considera que la vía de rodadura dentro del túnel es una vía asfaltada de 10 cm de espesor. La mezcla bituminosa que se aplicaría en este caso alcanzaría un volumen de $7,2 \text{ m} \times 560,0 \text{ m} = 4.032,0 \text{ m}^2$.
- 7. Resto de elementos:** Se estima que la infraestructura analizada en este epígrafe tiene un coste adicional de implantación (CAPEX) de aproximadamente un 12,5% del valor total del resto de elementos valorados. En este concepto entraría por ejemplo la ejecución de los sistemas de ventilación, o de los sistemas de iluminación, comunicaciones, seguridad, etc.
- 8. Sobre instalaciones auxiliares, maquinaria empleada y mano de obra:** Mismas consideraciones que las expresadas para el cuerpo de presa.

5.3.16 CARRETERA SOBRE CORONACIÓN DEL CUERPO DE PRESA [16]

Se imputa en este estudio a la concesionaria del aprovechamiento hidroeléctrico una longitud de carretera sobre la coronación de la presa de 501 m de longitud.



Figura 29. Detalle de carretera de coronación de la presa de Ricobayo. Fuente: Elaboración propia a partir de diversas imágenes web.

Esta vía se llevaría a cabo teniendo en consideración los siguientes aspectos:

- 1. Capa de rodadura:** El volumen de la capa de rodadura (espesor de 10 cm) conformada por una mezcla bituminosa continua en caliente ascendería a $5,5 \text{ m} \times 501,0 \text{ m} = 2.755,5 \text{ m}^3$.
- 2. Bordillos perimetrales:** Serán necesarios para la ejecución de las aceras a ambos márgenes de la calzada $2 \times 501,0 \text{ m} = 1.002,0 \text{ m}$ lineales de bordillo.
- 3. Acera para el tránsito de peatones:** Se considera que este elemento se ejecuta con hormigón ligeramente armado (50 kg de acero / m³ de elemento estructural). En este contexto, el volumen de ambas aceras, teniendo en consideración un espesor de 15 cm sería de $2 \times 1,0 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} \times 501,0 \text{ m} = 150,3 \text{ m}^3$.

De esta manera, la cantidad de acero necesaria ascendería a $150,3 \times 50 = 7.515,0 \text{ Kg} = 7,5 \text{ Tn}$.

Teniendo en cuenta la densidad del acero, el volumen de esta cantidad de acero ascendería a $7,5 \text{ Tn} \times 7,85 \text{ m}^3/\text{Tn} = 58,9 \text{ m}^3$.

Dicho lo anterior, se tiene que el volumen de hormigón ascendería en este caso a $150,3 \text{ m}^3 - 58,9 \text{ m}^3 = 91,4 \text{ m}^3$.

Se empleará un hormigón del tipo H-150 en las zonas débilmente armadas.

4. Resto de elementos: Se estima que la infraestructura analizada en este epígrafe tiene un coste adicional de implantación (CAPEX) de aproximadamente un 3,0% del valor total del resto de elementos valorados. En este concepto entraría por ejemplo el pintado del vial o la señalización vertical.

5. Sobre instalaciones auxiliares, maquinaria empleada y mano de obra: Mismas consideraciones que las expresadas para el cuerpo de presa.

5.3.17 EDIFICIO ADMINISTRATIVO [17]

Se imputa a la concesionaria en este caso un edificio sobre rasante de 3 plantas y $350,0 \text{ m}^2$ por planta, ocupando una parcela de $3.025,0 \text{ m}^2$. Se asume, de una manera ideal, que dicha parcela es llana y presenta en planta una forma cuadrada cuyo lado tiene una longitud de $55,0 \text{ m}$.

Paralelamente a la elaboración de este TFG, se está desarrollando una tesis doctoral en la que se pretende analizar la viabilidad técnica y financiera de una red Hyperloop en Europa.

En el ámbito de este último trabajo académico se han obtenido ciertas ratios para la construcción de oficinas en el entorno de las estaciones que responden a la siguiente configuración.

Id.	Concepto referidos a edificio de oficinas	Ratio
1	m3 de excavación por cada m2 de superficie construida	0,0851
2	m3 de hormigón por cada m2 de superficie construida	0,5319
3	Tn. de acero corrugado en armado por cada m2 de superficie construida	0,0823
4	m2 de superficie de acristalamiento de fachadas por cada m2 de superficie construida	0,2940
5	m2 de superficie de tabiquería interior (2 caras) por cada m2 de superficie construida	4,1333
6	m2 de superficie de lucernario en cubierta por cada m2 de superficie construida	0,0455

Tabla 1. Ratios de volúmenes de obra vinculados a la edificación de oficinas. Fuente: Elaboración propia.

En este contexto se tiene, que el edificio administrativo planteado requerirá de:

- 1. Excavación:** El volumen de excavación ascenderá a $3 \times 350,0 \text{ m}^2 \times 0,0851 \text{ m}^3/\text{m}^2 = 89,35 \text{ m}^3$. En este caso, este volumen se correspondería con el de zapatas de cimentación para el soporte de pilares.
- 2. Hormigón:** El volumen de hormigón (supongamos H-175) necesario ascenderá a $3 \times 350,0 \text{ m}^2 \times 0,5319 \text{ m}^3/\text{m}^2 = 558,49 \text{ m}^3$.
- 3. Armado:** La cantidad de acero a emplear en los elementos estructurales de la edificación (armado medio) ascenderá a $3 \times 350,0 \text{ m}^2 \times 0,0823 \text{ Tn}/\text{m}^2 = 86,41 \text{ Tn}$.
- 4. Acristalamiento de fachadas:** La cantidad por este concepto ascenderá a $3 \times 350,0 \text{ m}^2 \times 0,2940 \text{ m}^2/\text{m}^2 = 308,70 \text{ m}^2$.

5. **Tabiquería interior:** La superficie de tabiques vistos ascenderá a $3 \times 350,0 \text{ m}^2 \times 4,13330 \text{ m}^2/\text{m}^2\text{c} = 4.339,96 \text{ m}^2$. Si se considera la superficie de tabique, la cifra anterior queda en $4.339,96 \text{ m}^2 \times 0,5 = 2.169,98 \text{ m}^2$.
6. **Lucernario en cubierta:** La cantidad por este concepto ascenderá a $3 \times 350,0 \text{ m}^2 \times 0,0455 \text{ m}^2/\text{m}^2\text{c} = 47,77 \text{ m}^2$.
7. **Urbanización:** La superficie a urbanizar será de $3.000,0 \text{ m}^2 - 350,0 \text{ m}^2 = 2.650,0 \text{ m}^2$.
8. **Cerramiento perimetral:** Se considera que la parcela se cierra con un vallado y puertas metálicas de 2,5 m de altura. El desarrollo de vallado ascenderá a $4 \text{ lados} \times 55,0 \text{ m} = 220,0 \text{ m}$
9. **Resto de elementos:** Se estima que la edificación analizada en este epígrafe tiene un coste adicional de implantación (CAPEX) de aproximadamente un 40,0% del valor total del resto de elementos valorados. En este concepto entraría por ejemplo la iluminación del edificio, comunicaciones, señalética, protección contra incendios, etc.
10. **Sobre instalaciones auxiliares, maquinaria empleada y mano de obra:** Mismas consideraciones que las expresadas para el cuerpo de presa.

5.4 EQUIPAMIENTOS

5.4.1 GRUPOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA RICOBAYO I [18]

5.4.1.1 TURBINAS FRANCIS

El Salto de Ricobayo genera un embalse de 1.200 Hm³ de agua, y su central eléctrica, Ricobayo I, cuenta con cuatro grupos de eje vertical con turbina Francis que pueden utilizar conjuntamente un caudal de 240,0 m³/s, con una potencia unitaria de 33.300 KW, totalizando 133.200 KW³⁷. El fabricante de las turbinas mencionadas es Voith³⁸.



Figura 30. Aspecto de una turbina Francis moderna fabricada por Voith, y turbina de repuesto en Ricobayo II. Fuente: Elaboración propia a partir de diversas imágenes web.

³⁷ Ver nota 5 en lo relativo a la ampliación de la concesión.

³⁸ Se puede ampliar información en https://voith.com/corp-en/products-services/product-service-finder/search-results.html?filter=facet_psf_language:en&filter=facet_psf_hier_product_categories_en:automation-digital-solutions. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 22 de noviembre de 2022.

Se hace constar, que además de las cuatro turbinas instaladas, existe una adicional almacenada en Ricobayo II a modo de repuesto³⁹.

5.4.1.2 ALTERNADORES

Ricobayo I está dotada de cuatro alternadores síncronos, de los cuales tres fueron fabricados por General Electric, y el otro por AEG⁴⁰.



Figura 31. Ejemplo de un alternador síncrono, y de un alternador síncrono conectado con una turbina Francis. Fuente: Elaboración propia a partir de diversas imágenes web.

5.4.2 GRUPOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA RICOBAYO II [19]

5.4.2.1 TURBINAS FRANCIS

Dentro de la caverna descrita en la obra civil se aloja una turbina tipo Francis Vertical de 158,04 MW de potencia nominal.

La capacidad de turbinado asciende en este caso a 217,0 m³/s⁴¹.

Los fabricantes de este elemento es la empresa española (ya extinta) Mecapeña, y la empresa noruega Kvaerner.

5.4.2.2 ALTERNADORES

En el caso de Ricobayo II, la turbina Francis Vertical está conexas a un alternador síncrono de la marca ABB⁴².

5.4.3 SUBESTACIONES DE TRANSFORMACIÓN ELEVADORA [20]

La obra civil vinculada a subestaciones eléctricas se complementa con una serie de postes, cableado y aparataje eléctrico que la dota de la funcionalidad deseada.

³⁹ Se puede ampliar información en <http://foros.embalses.net/showthread.php/4863-Datos-y-fotos-de-Ricobayo/page3>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 22 de noviembre de 2022.

⁴⁰ Ver nota 14.

⁴¹ Ver nota 14.

⁴² Ver nota 14.

Operan evidentemente para el CAPEX y OPEX vinculado a los equipamientos de las subestaciones, las mismas prescripciones que se consideraban en epígrafes anteriores para la obra civil.

5.5 ACTOS ADMINISTRATIVOS

5.5.1 ORDEN DE CONSTRUCCIÓN DE UNA NUEVA VÍA DE COMUNICACIÓN Y DE UN NUEVO VIADUCTO PARA SUSTITUIR EL ANTIGUO PUEBLO DE LA ESTRELLA [21]

El llenado del embalse de Ricobayo provocó la inhabilitación por inundación del viaducto que hasta 1933 daba servicio a la red de vías terrestres de comunicación en su zona de influencia,

Una buena coordinación técnica, facilitó que en ese mismo año se pudiera inaugurar un nuevo viaducto conocido hasta este momento como Nuevo Pueblo de la Estrella.

En un contexto como el actual, si se propusiera la realización de un embalse de nueva planta, sería necesario también construir un nuevo puente, aunque quizás esta vez con un trazado diferente al adoptado en el pasado.

Sea como fuere, en una situación hipotética como la descrita, se considerará que la solución definitiva de trazado vinculada a un viaducto sería la denominada Alternativa 3 propuesta por Angel Mateos Alonso en su TFG presentado en 2016 en la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de A Coruña y titulado “Anteproyecto de nuevo puente en la N-631 sobre el Embalse de Ricobayo”⁴³.

La citada alternativa 3 se impuso a las otras dos alternativas estudiadas tras un análisis multicriterio.

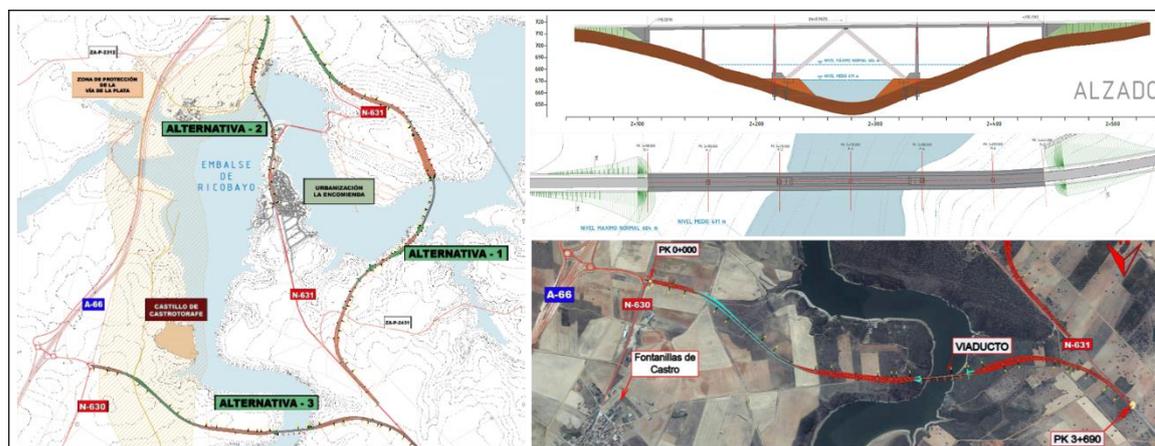


Figura 32. Características de la Alternativa 3 de trazado descrita y de su viaducto vinculado. Fuente: Mateos Alonso, Angel (2016).

Dicha alternativa de trazado para unir las dos márgenes del embalse queda explicada como sigue “Se sitúa al Norte del puente actual, muy próximo a la localidad de Fontanillas de Castro. Comienza en el PK 251+900 de la N-630, en una glorieta, ya ejecutada, en la cual podemos acceder a un enlace de la A-66 (Enlace de Fontanillas de Castro), seguir por la N-630 dirección Benavente, o visitar el Castillo de Castrotorafe a través del camino

⁴³ Puede ampliarse información en el siguiente enlace web: https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/17346/MateosAlonso_Angel_TFG_2016_3.pdf. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 22 de noviembre de 2022.

histórico de la Vía de la Plata. El puente es más corto que el de las otras alternativas (334 m)''.

En la tabla que sigue se facilitan algunas de las características numéricas más importantes de la actuación.

Id.	Concepto actuación	Uds.	Id.	Concepto actuación	Uds.
1	Longitud (m)	3.607,00	8	Radio medio en curva (m)	747,00
2	Pendiente máxima (%)	3,92 %	9	Radio mínimo en curva (m)	492,00
3	Pendiente media (%)	1,51 %	10	Terraplén (m³)	120.360,79
4	Porcentaje con tramo con $i > 6\%$ (m)	0,00 %	11	Desmante (m³)	198.325,36
5	Longitud en recta (m)	1.817,00	12	Compensación de tierras (m³)	77.964,57
6	Longitud media en recta (%)	50,00 %	13	Área ocupada (m²)	92.224,38
7	Longitud puente (m)	334,00			

Tabla 2. Características técnicas del nuevo trazado de conexión de ambas márgenes de Ricobayo por la inundación del antiguo puente de La Estrella. Fuente: Mateos Alonso, Angel (2016).

5.5.2 EXPROPIACIÓN DE LOS TERRENOS AGUAS ABAJO [22]

Se considera que la compañía hidroeléctrica debe expropiar terrenos aguas abajo de la presa, para mantener bajo su control la zona de influencia de la misma, así como para acometer las obras necesarias.



Figura 33. Superficie aproximada expropiada aguas abajo. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth.

En este caso, dicha superficie asciende a 1.060.968 m². A falta de una información más fiable, se establece como hipótesis que esta cantidad se subdivide en 954.872 m² de terreno yermo (90,00 %), 53.048 m² de prados (5,00 %), y 53.048 m² de terrenos cultivados (5,00%).

5.5.3 EXPROPIACIÓN DE LOS TERRENOS AGUAS ARRIBA PARA NMN [23]

Los terrenos sometidos a expropiación en un embalse son aquellos que quedarán completamente inundados cuando la citada infraestructura hidráulica entra en servicio y

alberga la máxima cantidad de agua que puede retener la presa en la cerrada, es decir el denominado NMN (Nivel Máximo Normal)⁴⁴.

En este contexto, la cantidad de superficie que en el caso de Ricobayo hubiera sido necesario someter a expropiación⁴⁵ habría ascendido a 57.250.000 m².

Esta primera cifra debe ser minorada con las superficies de los núcleos urbanos de las poblaciones desplazadas.

Se considera en este cálculo que la superficie ocupada por la Iglesia visigoda de San Pedro de la Nave es despreciable.

Así, la superficie de expropiación en este caso ascendería a 57.250.000 m² – 73.340 m² – 3.315 m² – 179.025 m² = 56.994.320 m².

A falta de una información más fiable, se establece como hipótesis⁴⁶ que esta cantidad se subdivide en 39.525.561 m² de terreno yermo (69,35 %), 15.627.843 m² de prados (27,42 %), y 1.840.916 de terrenos cultivados (3,23%).

5.5.4 ORDEN DE TRASLADO DE LA POBLACIÓN DE LA PUEBLICA HASTA EL POBLADO DE NUEVA PLANTA DE LA PUEBLICA DE CAMPEAN [24]

Se establece de la hipótesis de que, si la presa de Ricobayo debiera ser construida en el momento actual, el necesario traslado de La Pubblica tendría las mismas implicaciones que si hubiera que trasladar el asentamiento actual de La Pubblica de Campean que lo sustituyó.

En este contexto, a continuación, se informa de las principales variables técnicas que en última instancia permitirán definir un coste de expropiación adecuado del núcleo poblacional, y que irremediamente debería de soportar una nueva sociedad concesionaria que se hiciera cargo de la construcción y explotación posterior del aprovechamiento hidroeléctrico.

En todos los casos de desplazamientos de poblaciones se estudia la superficie del código postal vinculada y la superficie del núcleo urbano, para a partir de éstas, deducir todas las demás implicadas en los cálculos monetarios.

⁴⁴ Es el máximo nivel de retención de agua que se alcanza en el embalse cuando todos los elementos mecánicos de los órganos de desagüe se encuentran cerrados (Definición extraída de la "Norma técnica de seguridad para el proyecto, construcción y puesta en carga de grandes presas y llenado de sus embalses" – Disponible en siguiente enlace web: https://www.miteco.gob.es/images/es/pp-proyecto-rd-normas-tecnicas-seguridad-grandes-presas-y-sus-embalses-2-proyecto_tcm30-452743.pdf). Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 22 de noviembre de 2022.

⁴⁵ Puede tomarse como referencia el siguiente dato histórico: El Embalse del Ebro declara una superficie de 6.200 Ha, justo la misma superficie que en su momento fue sometida a expropiación. Puede ampliarse información en la contraportada y página 12 del libro "Pantano del Ebro", registrado en la biblioteca del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (ver enlace web: https://www.fomento.es/LIBROS_ESCANEADOS_WEB/I-401_1930_El_pantano_Ebro.pdf). Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 22 de noviembre de 2022.

⁴⁶ Los porcentajes de reparto utilizados son los mismos que aplicaron en su momento en la construcción del Pantano del Ebro. Ver página 12 del libro mencionado en la Nota 45.

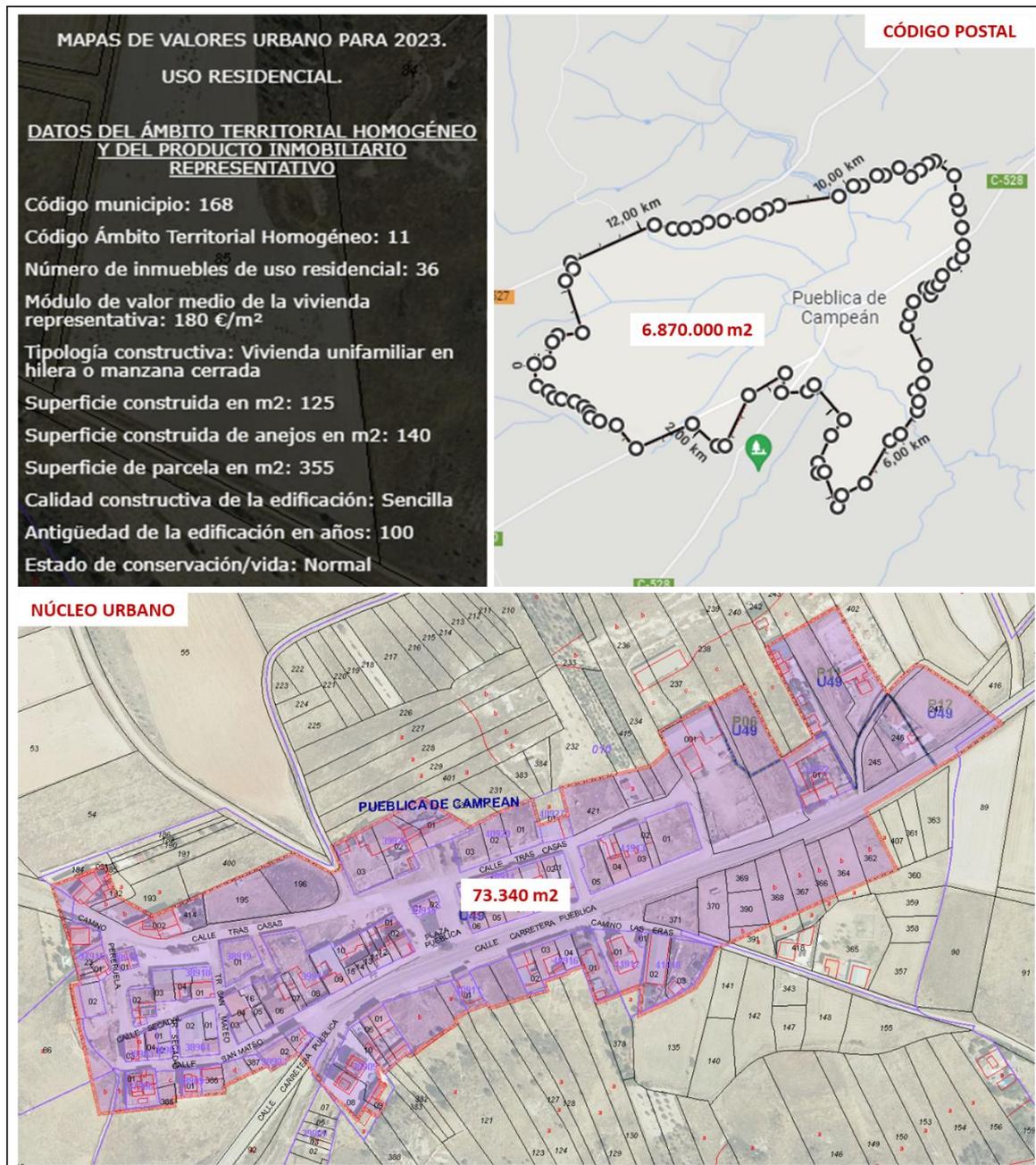


Figura 34. Características técnicas del núcleo de población trasladado a su ubicación actual. Fuente: Elaboración propia a partir del apartado sobre "Valor de referencia" en la Sede Electrónica del Catastro y a partir de Google Maps.

El valor de las superficies que deben ser consideradas ascenderán:

- a) En concepto de superficie de terreno rústico alrededor del núcleo urbano a 6.870.000 m² – 73.340 m² = 6.796.660 m². A falta de una información más fiable, se establece como hipótesis⁴⁷ que esta cantidad se subdivide en 4.731.813 m² de terreno yermo (69,35 %), 1.863.600 m² de prados (27,42 %), y 201.247 de terrenos cultivados (3,23%).
- b) En concepto de urbanización del núcleo urbano a 73.340 m² – 36 parcelas con edificación x 355 m² por parcela – 28 parcelas vacías⁴⁸ x 355 m² = 50.620 m².

⁴⁷ Ver Nota 46.

⁴⁸ El número de parcelas vacías se estima por analogía. Tomando el documento "ANEXO I: LISTADO DE MUNICIPIOS, N° DE INMUEBLES, DINÁMICA INMOBILIARIA Y ÁREAS ESTADÍSTICAS DE ESTUDIO" del "INFORME DEL MERCADO INMOBILIARIO URBANO DE USO RESIDENCIAL Y DE GARAJE – APARCAMIENTO DE 2022", se observa para el Ayuntamiento de Peruela (al que pertenece La Pueblita de Campeán) la existencia

- c) En concepto de parcelas urbanas a $(36 + 28) \times 355 \text{ m}^2 = 22.720$.
- d) En concepto de superficie construida de viviendas a $36 \times 125 \text{ m}^2 = 4.500 \text{ m}^2$.
- e) En concepto de superficie construida de anejos a $36 \times 140 \text{ m}^2 = 5.040 \text{ m}^2$.

5.5.5 ORDEN DE TRASLADO DE LA POBLACIÓN DE SAN PEDRO DE LA NAVE AL POBLADO PRE EXISTENTE DE EL CAMPILLO [25]

Si el complejo hidroeléctrico de Ricobayo se desarrollara en la actualidad, sería necesario el traslado del núcleo poblacional de San Pedro de la Nave.

A partir de 1929, y hasta que se comenzó el llenado del embalse, la población de San Pedro de la Nave tuvo que ser reubicada en el pueblo ya existente de El Campillo.

Analizada la superficie que ocupa el núcleo urbano actual de El Campillo, se intuye que la cantidad de suelo y edificaciones afectadas por el traslado no fue de mucha entidad.

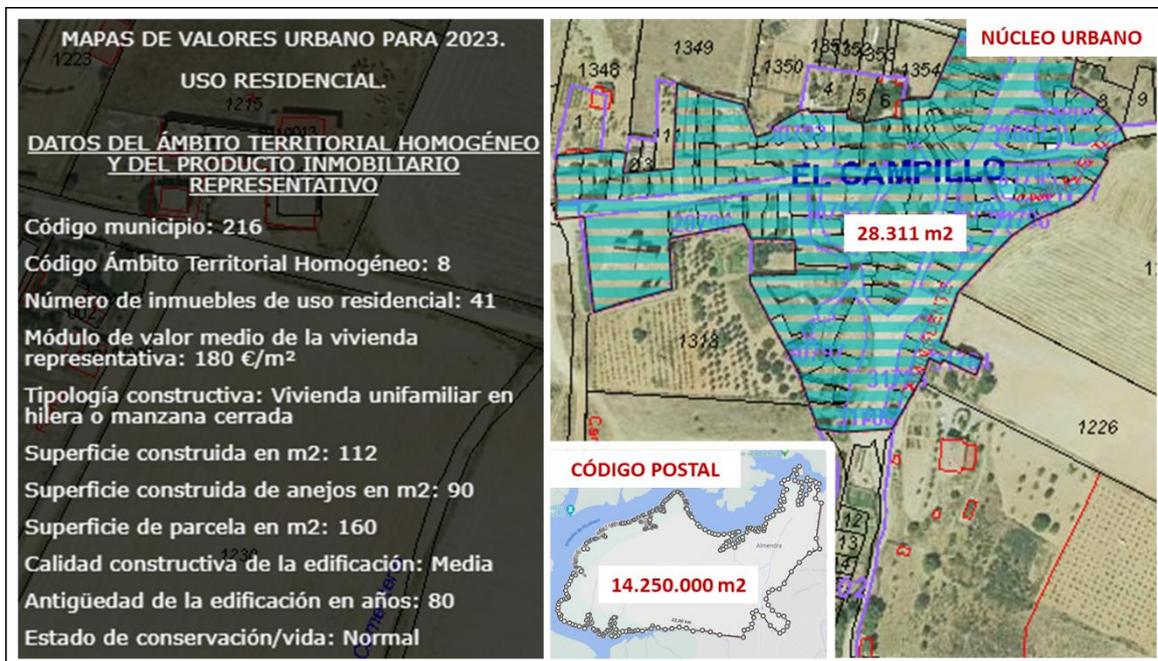


Figura 35. Características técnicas del núcleo de población que recibió el trasladado de la población de San Pedro de la Nave. Fuente: Elaboración propia a partir del apartado sobre "Valor de referencia" en la Sede Electrónica del Catastro y a partir de Google Maps.

En este contexto, de cara a la imputación de un coste expropiatorio a la sociedad concesionaria, se tendrán en cuenta lo siguiente:

- a) La superficie del código postal de El Campillo no solo incluye a este núcleo urbano, sino que también incluye al cercano pueblo de Almendra. A falta de una mayor desagregación, se considera que El Campillo ostenta el 50% del terreno del código postal, esto es $14.250.000 \text{ m}^2 \times 50,0 \% = 7.125.000 \text{ m}^2$.
Como se ha expresado, El Campillo era un pueblo ya existente cuando se inundó San Pedro de la Nave, y en esta zona del embalse no parece que se inundara una gran

de 1.560 inmuebles urbanos, de los cuales 581 son de uso residencial y 100 de uso garaje aparcamiento. Se deduce por tanto que $1.560 - 581 - 100 = 879$ inmuebles son solares vacíos, esto es el 56,34 % del total. Por esta razón, se estima que en La Pubblica de Campean existen $36 / 0,5634 = 63,89 = 64$ inmuebles urbanos, de los cuales 36 como es sabido son inmuebles de uso residencial y 28 son parcelas vacías. Puede consultarse el citado Anexo I, y ampliar información, en <https://www1.sedecatastro.gob.es/Accesos/SECAccvr.aspx>, a través del enlace "Informe del Mercado Inmobiliario Urbano". Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 23 de noviembre de 2022.

superficie. Por esta razón, se imputa a El Campillo una superficie en concepto expropiación del 10,0 % de la señalada, esto es 712.500 m².

- b) La superficie de terreno rústico alrededor del núcleo urbano ascenderá bajo los condicionantes descritos a $712.500 \text{ m}^2 - 28.311 \text{ m}^2 = 684.189 \text{ m}^2$. A falta de una información más fiable, se establece como hipótesis⁴⁹ que esta cantidad se subdivide en 474.485 m² de terreno yermo (69,35 %), 187.605 m² de prados (27,42 %), y 22.099 de terrenos cultivados (3,23%). No obstante, solo el 15,0 % (hipótesis) de estas cantidades se vinculan a los antiguos moradores.
- c) El núcleo urbano de El Campillo tiene una superficie de 28.311 m². Se considera que, del total de suelo urbano actual, solo un 15,0 % proviene de los antiguos moradores de San Pedro de la Nave. Por la misma razón, de los 41 inmuebles actuales de carácter residencial, tan solo $41 \times 15,0 \% = 6,15 = 7$ tendrían su origen por la inundación del embalse.
Por esta razón, en concepto de urbanización del núcleo urbano habría que considerar la cantidad de $22.099 \text{ m}^2 \times 15,0 \% - 7 \text{ viviendas} \times 160 \text{ m}^2 \text{ por parcela} - 5 \text{ parcelas vacías}^{50} \times 160 \text{ m}^2 = 1.395 \text{ m}^2$.
- d) La superficie de parcelas urbanas ascendería a $(7 + 5) \times 160 \text{ m}^2 = 1.920 \text{ m}^2$.
- e) La superficie construida de viviendas ascendería a $7 \times 112 \text{ m}^2 = 784 \text{ m}^2$.
- f) La superficie construida de anejos a $7 \times 90 \text{ m}^2 = 630 \text{ m}^2$.

5.5.6 ORDEN DE TRASLADO DE LA POBLACIÓN DE PALACIOS DEL PAN A SU NUEVA UBICACIÓN [26]

El Embalse de Ricobayo provocó la desaparición bajo las aguas del antiguo pueblo de Palacios del Pan.

A pesar de ello, visto el volumen de agua en las inmediaciones de la zona donde se ubicaba este pueblo, se puede concluir que fue sobre todo el casco urbano el que se vio afectado, y no tanto el terreno rústico que lo rodeaba.

En este caso, al igual que en El Campillo, se intuye que la cantidad de suelo rústico afectado no fue de mucha entidad.

Sobre el suelo urbano, y a falta de más información, se estima que la cantidad afectada del mismo ascendería al 40,0 % de la superficie actual. Es decir, el antiguo pueblo tendría el 40,0 % de superficie urbana que el actual, y es esa cantidad la que se considera que tendrá que soportar la empresa concesionaria vía expropiaciones e indemnizaciones.

⁴⁹ Ver Nota 46.

⁵⁰ El número de parcelas vacías se estima por analogía. Tomando el documento "ANEXO I: LISTADO DE MUNICIPIOS, N° DE INMUEBLES, DINÁMICA INMOBILIARIA Y ÁREAS ESTADÍSTICAS DE ESTUDIO" del "INFORME DEL MERCADO INMOBILIARIO URBANO DE USO RESIDENCIAL Y DE GARAJE – APARCAMIENTO DE 2022", se observa para el Ayuntamiento de Manzanal del Barco (el más cercano a El Campillo y sobre el que hay referencias) la existencia de 450 inmuebles urbanos, de los cuales 180 son de uso residencial y 6 de uso garaje aparcamiento. Se deduce por tanto que $450 - 180 - 6 = 264$ inmuebles son solares vacíos, esto es el 58,66 % del total. Por esta razón, se estima que en la parte de El Campillo vinculada con San Pedro de la Nave existen $7 / 0,5866 = 11,93 = 12$ inmuebles urbanos, de los cuales 7 como es sabido son inmuebles de uso residencial y 5 son parcelas vacías. Puede consultarse el citado Anexo I, y ampliar información, en <https://www1.sedecatastro.gob.es/Accesos/SECA-ccvr.aspx>, a través del enlace "Informe del Mercado Inmobiliario Urbano". Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 23 de noviembre de 2022.

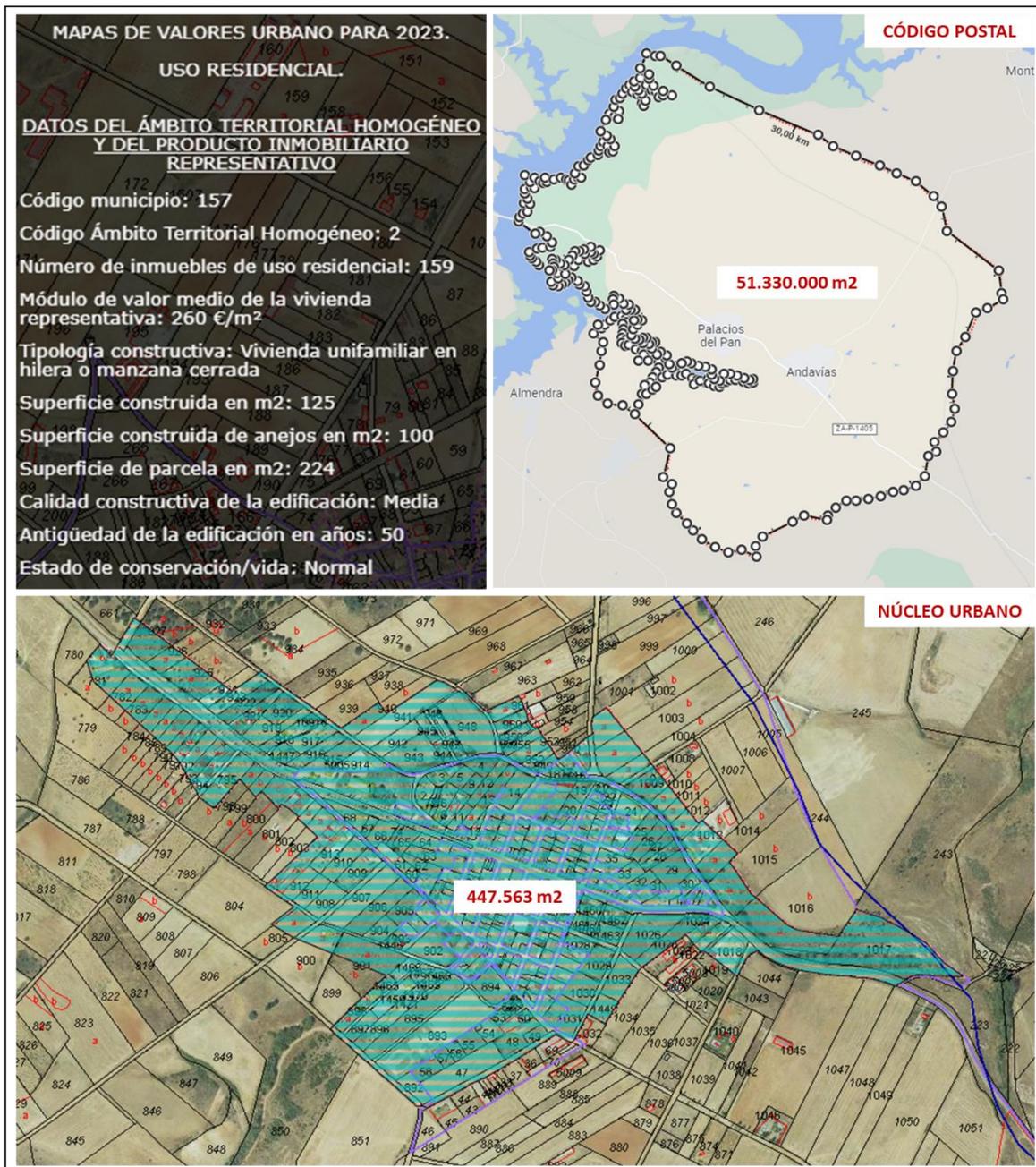


Figura 36. Características técnicas del núcleo de población trasladado a su ubicación actual. Fuente: Elaboración propia a partir del apartado sobre "Valor de referencia" en la Sede Electrónica del Catastro y a partir de Google Maps.

Las superficies a considerar en este caso tendrían las siguientes particularidades:

- a) La superficie del código postal de Palacios del Pan no solo incluye a este núcleo urbano, sino que también incluye a los cercanos pueblos de Santa Eulalia de Tábara y Andavías. A falta de una mayor desagregación, se considera que Palacios del Pan ostenta el 50% del terreno del código postal, esto es $51.330.000 \text{ m}^2 \times 50,0 \% = 25.665.000 \text{ m}^2$.
 Como se ha expresado, el nuevo Palacios del Pan está ubicado muy cerca del antiguo. Es por esta razón, que se imputa a Palacios del Pan una superficie en concepto expropiación de tan solo el 3,0 % de la señalada, esto es 769.950 m^2 .
- b) La superficie de terreno rústico alrededor del núcleo urbano imputable ascenderá bajo los condicionantes descritos a $769.950 \text{ m}^2 - 447.563 \text{ m}^2 \times 40,0 \% = 590.925 \text{ m}^2$. A

falta de una información más fiable, se establece como hipótesis⁵¹ que esta cantidad se subdivide en 409.806 m² de terreno yermo (69,35 %), 162.032 m² de prados (27,42 %), y 19.087 de terrenos cultivados (3,23%).

- c) El núcleo urbano imputable de Palacios del Pan tiene una superficie de 447.563 m² x 40,0 % = 179.025 m². Por la misma razón, de los 159 inmuebles actuales de carácter residencial, tan solo 159 x 15,0 % = 63,6 = 64 tendrían su origen por la inundación del embalse.

Por esta razón, en concepto de urbanización del núcleo urbano habría que considerar la cantidad de 179.025 m² – 64 viviendas x 224 m² por parcela – 52 parcelas vacías⁵² x 224 m² = 153.041 m².

- d) La superficie de parcelas urbanas ascendería a (64 + 52) x 224 m² = 25.984 m².

- e) La superficie construida de viviendas ascendería a 64 x 125 m²c = 8.000 m²c.

- f) La superficie construida de anejos ascendería a 64 x 100 m²c = 6.400 m²c.

5.5.7 ORDEN DE TRASLADO DE LA IGLESIA VISIGODA DE SAN PEDRO DE LA NAVE A UNA PARCELA EN EL POBLADO DE EL CAMPILLO [27]

La ubicación actual de la Iglesia de San Pedro de la Nave se encuentra en la población de El Campillo. El traslado desde su ubicación inicial bajo las aguas del Embalse de Ricobayo fue gracias al empeño personal del historiador Manuel Gómez Moreno, del arquitecto arquitecto Alejandro Ferrant y del constructor Gregorio Prieto Gato.

En la actualidad, la Administración, ante un evento de esta naturaleza no hubiera permitido nunca que el traslado fuera promovido y ejecutado por la iniciativa privada.

Una actuación como la descrita, deberá en todo caso ser soportada por la empresa beneficiaria de la energía eléctrica producida por la central, y exigida en el propio pliego de licitación de la concesión.

No es una tarea sencilla determinar el coste de una obra especializada como la que se propone, por esta razón, lo más conveniente en este caso es acudir a la comparación con obras similares realizadas en el pasado y tomarlas como referencia.

En este caso se atenderá a la licitación "Redacción del proyecto de ejecución del traslado de la Torre Placia desde su emplazamiento actual hasta el nuevo emplazamiento previsto para ella y ejecución de las obras de traslado material de la Torre Placia, desmontaje y posterior reconstrucción de la Torre en su nuevo emplazamiento y acondicionamiento de éste", teniendo en cuenta que se trata de un proceso iniciado en el año 2018 y en el que el valor estimado del contrato ascendía a 1.450.000 €⁵³.

⁵¹ Ver Nota 46.

⁵² Tomando el documento "ANEXO I: LISTADO DE MUNICIPIOS, Nº DE INMUEBLES, DINÁMICA INMOBILIARIA Y ÁREAS ESTADÍSTICAS DE ESTUDIO" del "INFORME DEL MERCADO INMOBILIARIO URBANO DE USO RESIDENCIAL Y DE GARAJE – APARCAMIENTO DE 2022", se observa para el Ayuntamiento de Palacios del Pan, la existencia de 369 inmuebles urbanos, de los cuales 162 son de uso residencial y 2 de uso garaje aparcamiento. Se deduce por tanto que 369 – 162 – 2 = 205 inmuebles son solares vacíos, esto es el 55,56 % del total. Por esta razón, se estima que en la parte de Palacios del Pan nuevo vinculada con Palacios del Pan antiguo existen 64 / 0,5556 = 115,19 = 116 inmuebles urbanos, de los cuales 64 como es sabido son inmuebles de uso residencial y 52 son parcelas vacías. Puede consultarse el citado Anexo I, y ampliar información, en <https://www1.sedecatastro.gob.es/Accesos/SECAccvr.aspx>, a través del enlace "Informe del Mercado Inmobiliario Urbano". Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 23 de noviembre de 2022.

⁵³ Puede ampliarse información en el enlace web https://contrataciondeestado.es/wps/wcm/connect/02721e2a-862f-439d-9825-c06b5b7b7d26/DOC_CN2018-556085.html?MOD=AJPERES. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 23 de noviembre de 2022.



Figura 37. Medidas aproximadas de la envolvente exterior de la Torre Placia en la ciudad de Alicante. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth.

La volumetría de la envolvente exterior de la Torre Placia podría asumirse que asciende a la cantidad de $(6,0 \text{ m} \times 5,0 \text{ m} - 4,5 \text{ m} \times 3,5 \text{ m}) \times 9,0 \text{ m} = 128,25 \text{ m}^3$.



Figura 38. Medidas aproximadas de la envolvente exterior de la Iglesia de San Pedro de la Nave en El Campillo. Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth.

De la misma manera, la volumetría aproximada de la Iglesia de San Pedro de la Nave ascendería a $(21,0 \text{ m} \times 2 + 5,5 \text{ m} \times 2) \times 0,8 \text{ m} \times 9,0 \text{ m} + (18,5 \text{ m} \times 2 + 5,0 \text{ m} \times 2) \times 0,8 \text{ m} \times 9,0 \text{ m} + (6,5 \text{ m} + 3,0 \text{ m}) \times 0,8 \text{ m} \times 6,0 \text{ m} \times 4 - (5,5 \text{ m} \times 2 + 5,0 \text{ m} \times 2) \times 0,8 \text{ m} \times 9,0 \text{ m} = 751,2 \text{ m}^3$.

La parcela sobre la que asienta la iglesia tiene una superficie catastral de 1.949,0 m².

La relación de volumetrías entre la iglesia zamorana y la torre alicantina es $751,2 / 128,25 = 5,84$.

Se supone que la distancia de traslado de la Torre Placia a su nueva ubicación será similar a la distancia que en su día separó las dos ubicaciones de la Iglesia de San Pedro de la Nave.

6. CAPEX Y OPEX VINCULADOS AL APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO

6.1 SOBRE EL CAPEX

En este epígrafe se cuantifican los costes hundidos vinculados a cada uno de los conceptos que cobran protagonismo en un proyecto de inversión en infraestructuras hidráulicas como el que se está analizando.

6.1.1 PROYECTO DE EJECUCIÓN

En un primer momento la Administración mandará redactar un proyecto básico, que una vez ejecutado adjuntará al pliego de licitación de la concesión del aprovechamiento hidroeléctrico. Apoyándose en dicho proyecto básico, la adjudicataria del contrato de concesión desarrollará un proyecto de ejecución que tendrá en consideración todas las condiciones de contorno necesarias para implementar la obra, incluso las expropiaciones u otras actuaciones también relevantes. El coste del proyecto de ejecución se expresa en el cuadro adjunto aplicando un porcentaje sobre el volumen total de Presupuestos de Ejecución Material, expropiaciones y otros actos administrativos aquí expresados.

Id.	Conceptos	Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario	TOTAL €
1	Proyecto de ejecución		3,50 %		10.458.805,88 €

Tabla 3. Proyecto de ejecución. Fuente: Elaboración propia.

6.1.2 RESUMEN DE EXPROPIACIÓN DE TERRENOS Y OTROS ACTOS ADMINISTRATIVOS

Se presenta aquí un resumen de la valoración de las expropiaciones y actos administrativos que habría de realizarse. El detalle de cada uno de ellos se expone al final del epígrafe siguiente.

Id.	Conceptos	Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario	TOTAL €
1	Expropiación de los terrenos aguas abajo				206.887,44 €
2	Expropiación de los terrenos aguas arriba				10.266.499,26 €
3	Exprop. terrenos vial Nuevo Puente Estrella				27.418,28 €
4	La Púeblica				4.499.578,64 €
5	El Campillo				319.896,97 €
6	Palacios del Pan				8.151.256,06 €
7	Traslado de la Iglesia de San Pedro de la Nave				8.538.164,00 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL					32.009.700,65 €

Tabla 4. Expropiaciones y otros actos administrativos. Fuente: Elaboración propia.

6.1.3 PARTIDAS DE OBRA CIVIL Y EQUIPAMIENTOS DIRECTAMENTE RELACIONADOS CON LA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA

A partir de este epígrafe se monetizan todas las cantidades físicas de obra obtenidas con anterioridad.

Dicha monetización, atañe tan solo a aquellas partidas de obra que tienen una relación directa con la producción de energía eléctrica.

6.1.3.1 CUERPO DE LA PRESA

Id.	Conceptos	Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario		TOTAL €	
1	Escarificación márgenes cerrada	59.280,66 m3	33,22 €/m3	Equipo y maquinaria	22,82 €/m3	1.352.784,66 €	
				Mano de obra	9,75 €/m3	577.986,44 €	
				CD complementarios	0,65 €/m3	38.532,43 €	
2	Excavación en cimentación	31.674,24 m3	61,25 €/m3	Equipo y maquinaria	45,43 €/m3	1.438.960,72 €	
				Mano de obra	14,62 €/m3	463.077,39 €	
				CD complementarios	1,20 €/m3	38.009,09 €	
3	Cortina de inyecciones de resina expansiva desde cimientos, 50,3 m de profundidad, 6,6 cm de diámetro	14,00 uds.	104.054,71 €/ud.	Materiales	89.795,44 €/iny.	1.257.136,22 €	
				Mano de obra	12.219,59 €/iny.	171.074,21 €	
				CD complementarios	2.039,68 €/iny.	28.555,57 €	
4	Cortina de inyecciones de resina expansiva desde márgenes, 50,3 m de profundidad, 6,6 cm de diámetro	16,00 uds.	82.747,29 €/iny.	Materiales	71.407,91 €/iny.	1.142.526,53 €	
				Mano de obra	9.717,36 €/iny.	155.477,84 €	
				CD complementarios	1.622,01 €/iny.	25.952,23 €	
5	Armado de la estructura	41.004,75 Tn.	2.010,00 €/Tn.	Materiales	1.330,00 €/Tn.	54.536.317,50 €	
				Mano de obra	640,00 €/Tn.	26.243.040,00 €	
				CD complementarios	40,00 €/Tn.	1.640.190,00 €	
6	Hormigón H-150	222.406,57 m3	56,35 €/m3	Materiales	45,34 €/m3	10.083.966,84 €	
				Mano de obra	9,90 €/m3	2.201.825,04 €	
				CD complementarios	1,10 €/m3	245.715,84 €	
7	Hormigón H-175	58.694,44 m3	64,05 €/m3	Materiales	52,90 €/m3	3.104.756,53 €	
				Mano de obra	9,90 €/m3	581.074,96 €	
				CD complementarios	1,26 €/m3	73.716,63 €	
8	Hormigón H-200	109.391,17 m3	71,76 €/m3	Materiales	60,45 €/m3	6.613.095,59 €	
				Mano de obra	9,90 €/m3	1.082.972,58 €	
				CD complementarios	1,41 €/m3	153.921,36 €	
9	Encofrado	49.423,68 m2	19,93 €/m2	Materiales	4,18 €/m2	206.590,98 €	
				Mano de obra	15,36 €/m2	759.147,72 €	
				CD complementarios	0,39 €/m2	19.275,24 €	
10	Resto de elementos	Termómetros	17,00 uds.	500,00 €/ud.	Materiales	330,85 €/Ud.	5.624,38 €
					Mano de obra	159,20 €/Ud.	2.706,47 €
					CD complementarios	9,95 €/Ud.	169,15 €
		Medidores de juntas	17,00 uds.	1.000,00 €/ud.	Materiales	661,69 €/Ud.	11.248,76 €
					Mano de obra	318,41 €/Ud.	5.412,94 €
					CD complementarios	19,90 €/Ud.	338,31 €
		Aforadores	26,00 uds.	1.500,00 €/ud.	Materiales	992,54 €/Ud.	25.805,97 €
					Mano de obra	477,61 €/Ud.	12.417,91 €
					CD complementarios	29,85 €/Ud.	776,12 €
		Grupo de extensómetros	7,00 uds.	3.000,00 €/ud.	Materiales	1.985,07 €/Ud.	13.895,52 €
					Mano de obra	955,22 €/Ud.	6.686,57 €
					CD complementarios	59,70 €/Ud.	417,91 €
Drenes de profundidad	2,00 uds.	10.000,00 €/ud.	Materiales	8.629,64 €/Ud.	17.259,27 €		
			Mano de obra	1.174,34 €/Ud.	2.348,68 €		
			CD complementarios	196,02 €/Ud.	392,04 €		
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL						114.341.180,14 €	

Tabla 5. CAPEX cuerpo de presa. Fuente: Elaboración propia.

Los precios unitarios mostrados en esta tabla proceden de las fuentes que a continuación se explican:

- a) Escarificación márgenes cerrada** - El precio unitario procede del generador de precios de CYPE Ingenieros, S.A.⁵⁴ con el siguiente detalle “*m³ Excavación de zanjas y pozos. Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla dura con grava compacta, con medios mecánicos, y acopio en los bordes de la excavación. El precio no incluye el transporte de los materiales excavados*”.
- b) Excavación en cimentación** - El precio unitario procede del generador de precios de CYPE Ingenieros, S.A. con el siguiente detalle “*Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de roca dura, con medios mecánicos, y acopio en los bordes de la excavación. El precio no incluye el transporte de los materiales excavados*”.
- c) Cortina de inyecciones de resina expansiva desde cimientos, de 50,3 m de profundidad y de 6,6 cm de diámetro / Cortina de inyecciones de resina expansiva desde márgenes, de 40,0 m de profundidad y 6,6 cm de diámetro** - El precio unitario se estima a partir del generador de precios de CYPE Ingenieros, S.A. con el siguiente detalle “*Ud Inyección de resinas expansivas, para consolidación del terreno situado debajo de la cimentación existente. Inyección simple de resina expansiva, a base de poliuretano, en un nivel bajo el plano de cimentación, con un grado de complejidad medio, a través de perforaciones que atraviesan la cimentación existente, de 26 mm de diámetro, de hasta 3 m de profundidad máxima, para conseguir la consolidación del terreno situado debajo de la misma, rellenando los huecos del terreno, estabilizándolo e incrementando su capacidad portante hasta alcanzar las necesidades obtenidas según estudio previo de transmisión de cargas*”. El precio anterior se adapta a las dimensiones de diámetro y profundidad consideradas en este proyecto.
- d) Armado de la estructura** - El precio unitario procede del generador de precios de CYPE Ingenieros, S.A. con el siguiente detalle “*kg Acero para hormigón. Acero UNE-EN 10080 B 500 S para elaboración y montaje de la ferralla en muro de contención 3<H<6 m. Incluso alambre de atar y separadores*”.
- e) Hormigón H-150, H-175 y H-250** - El precio unitario se estima a partir del generador de precios de CYPE Ingenieros, S.A., extrapolando el precio de material a partir de los precios conocidos de material para “*H-m³ Hormigón para armar en zapatas / Hormigón para armar en zapatas de cimentación, HA-30/P/20/XC2+XM1, fabricado en central, y vertido con cubilote / Hormigón para armar en zapatas de cimentación, HA-35/P/20/XC2+XM1, fabricado en central, y vertido con cubilote / " / Hormigón para armar en zapatas de cimentación, HA-40/P/20/XC2+XM1, fabricado en central, y vertido con cubilote*”.
- f) Encofrado** - El precio unitario procede del generador de precios de CYPE Ingenieros, S.A. con el siguiente detalle “*m² Sistema de encofrado para elemento de cimentación. Montaje y desmontaje en una cara del muro, de sistema de encofrado a dos caras con acabado tipo industrial para revestir, realizado con paneles metálicos modulares, amortizables en 150 usos, para formación de muro de hormigón armado, de entre 3 y 6 m de altura y superficie curva, para contención de tierras. Incluso tubos de PVC para formación de mechinales; pasamuros para paso de los tensores; elementos de sustentación, fijación y apuntalamiento necesarios para su estabilidad; y líquido desencofrante, para evitar la adherencia del hormigón al encofrado*”.

⁵⁴ Puede ampliarse información en <http://www.generadordeprecios.info/#gsc.tab=0>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 26 de noviembre de 2022.

- g) Resto de elementos** - El precio unitario en este caso se estima de una manera gruesa. No obstante, el importe total de estos elementos tiene escaso impacto en el total del PEM vinculado al cuerpo de presa (0,09 %).

6.1.3.2 TORRE DE CAPTACIÓN Y TUBERÍAS FORZADAS

Id.	Conceptos	Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario		TOTAL €
1	Excavación en cimentación	4.347,50 m3	61,25 €/m3	Equipo y maquinaria	45,43 €/m3	197.506,93 €
				Mano de obra	14,62 €/m3	63.560,45 €
				CD complementarios	1,20 €/m3	5.217,00 €
2	Armado de la estructura	5.802,45 Tn.	2.010,00 €/Tn.	Materiales	1.330,00 €/Tn.	7.717.258,50 €
				Mano de obra	640,00 €/Tn.	3.713.568,00 €
				CD complementarios	40,00 €/Tn.	232.098,00 €
3	Hormigón H-150	0,00 m3	56,35 €/m3	Materiales	45,34 €/m3	0,00 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	0,00 €
				CD complementarios	1,10 €/m3	0,00 €
4	Hormigón H-175	17.287,45 m3	64,05 €/m3	Materiales	52,90 €/m3	914.453,28 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	171.145,76 €
				CD complementarios	1,26 €/m3	21.711,98 €
5	Hormigón H-200	17.138,41 m3	71,76 €/m3	Materiales	60,45 €/m3	1.036.079,45 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	169.670,26 €
				CD complementarios	1,41 €/m3	24.114,99 €
6	Encofrado	7.650,19 m2	Materiales	Materiales	4,18 €/m2	31.977,79 €
				Mano de obra	15,36 €/m2	117.506,92 €
				CD complementarios	0,39 €/m2	2.983,57 €
7	Tuberías forzadas de acero galvanizado	1.205,14 Tn.	2.010,00 €/Tn.	Materiales	1.330,00 €/Tn.	1.602.836,20 €
				Mano de obra	640,00 €/Tn.	771.289,60 €
				CD complementarios	40,00 €/Tn.	48.205,60 €
8	Resto de elementos		10,00 %			1.684.118,43 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL						18.525.302,71 €

Tabla 6. CAPEX torre de captación y tuberías forzadas. Fuente: Elaboración propia.

Los nuevos⁵⁵ precios unitarios mostrados en esta tabla proceden de las fuentes que a continuación se explican.:

- a) Tuberías forzadas de acero galvanizado** - El precio del acero ha sufrido importantes variaciones (al alza y a la baja) en los últimos meses. Se considera que el acero galvanizado de las tuberías forzadas del sistema tiene el mismo precio que el acero corrugado empleado en el armado de estructuras.
- b) Resto de elementos** - Se estima para este concepto un valor del 10,00 % respecto del total del resto de costes declarados en la tabla.

6.1.3.3 EDIFICIO CENTRAL ELÉCTRICA DE RICOBAYO I

La tabla que sigue muestra los conceptos implicados en la construcción del edificio de tipo industrial en el pie de la presa que alberga los primeros grupos de generación eléctrica de Ricobayo.

⁵⁵ Los precios declarados y explicados con anterioridad no se vuelven a exponer.

Id.	Conceptos	Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario		TOTAL €
1	Excavación en cimentación	499,50 m3	61,25 €/m3	Equipo y maquinaria	45,43 €/m3	22.692,29 €
				Mano de obra	14,62 €/m3	7.302,69 €
				CD complementarios	1,20 €/m3	599,40 €
2	Armado de la estructura	835,13 Tn.	2.010,00 €/Tn.	Materiales	1.330,00 €/Tn.	1.110.722,90 €
				Mano de obra	640,00 €/Tn.	534.483,20 €
				CD complementarios	40,00 €/Tn.	33.405,20 €
3	Hormigón H-150	0,00 m3	56,35 €/m3	Materiales	45,34 €/m3	0,00 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	0,00 €
				CD complementarios	1,10 €/m3	0,00 €
4	Hormigón H-175	3.546,68 m3	64,05 €/m3	Materiales	52,90 €/m3	187.608,53 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	35.112,13 €
				CD complementarios	1,26 €/m3	4.454,41 €
5	Hormigón H-200	1.784,84 m3	71,76 €/m3	Materiales	60,45 €/m3	107.900,09 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	17.669,92 €
				CD complementarios	1,41 €/m3	2.511,40 €
6	Encofrado	8.226,00 m2	19,93 €/m2	Materiales	4,18 €/m2	34.384,68 €
				Mano de obra	15,36 €/m2	126.351,36 €
				CD complementarios	0,39 €/m2	3.208,14 €
7	Edificación industrial	1.934,79 m2	570,18 €/m2	Materiales	262,50 €/m2	507.882,38 €
				Equipo y maquinaria	50,00 €/m2	96.739,50 €
				Mano de obra	246,50 €/m2	476.925,74 €
				CD complementarios	11,18 €/m2	21.630,95 €
8	Resto de elementos		10,00 %			333.158,49 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL						3.664.743,40 €

Tabla 7. CAPEX edificio de central eléctrica. Fuente: Elaboración propia.

Los nuevos precios unitarios mostrados en esta tabla proceden de las fuentes que a continuación se explican.:

- a) Edificación industrial** - Los precios unitarios de este tipo edificatorio se han obtenido de un simulador ofrecido de manera pública por LUIS ARRIETA INGENIEROS, OFICINA TECNICA Y PROYECTOS S.L.P. (LAINGENIEROS)⁵⁶.
- b) Resto de elementos** - Se estima para este concepto un valor del 10,00 % respecto del total del resto de costes declarados en la tabla.

6.1.3.4 ALIVIADERO LATERAL

La tabla que sigue muestra los conceptos implicados en la construcción del aliviadero lateral de la presa.

La construcción original de este aliviadero no respondió a un diseño adecuado, fruto de lo cual se generó una gran depresión en la zona en la que se vertían las aguas durante diversas avenidas, y que propició incluso que España tuviera su primer laboratorio de hidráulica, ubicado en la actualidad precisamente en el complejo de Ricobayo.

Las partidas aquí consideradas responden a una tipología de aliviadero que ya recoge todo el conocimiento adquirido por el sector durante casi un siglo.

⁵⁶ Puede ampliarse información en el siguiente enlace web <https://laingenieros.com/configurador-presupuesto-nave-prefabricada-m2/>.

Id.	Conceptos	Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario	TOTAL €	
1	Escarificación / excavación del terreno sobre el que apoya el aliviadero	55.932,50 m3	33,22 €/m3	Equipo y maquinaria	22,82 €/m3	1.276.379,65 €
				Mano de obra	9,75 €/m3	545.341,88 €
				CD complementarios	0,65 €/m3	36.356,12 €
2	Estabilización del terreno del aliviadero mediante inyecciones de resina expansiva de 1,4 cm de diámetro y 2,4 m de profundidad	12.605,00 uds.	208,62 €/iny.	Materiales	30,69 €/m3	386.847,45 €
				Equipo y maquinaria	64,70 €/m3	815.554,57 €
				Mano de obra	109,19 €/m3	1.376.371,46 €
				CD complementarios	4,03 €/m3	50.823,07 €
3	Excavación para cimentación	2.000,20 m3	61,25 €/m3	Equipo y maquinaria	45,43 €/m3	90.869,09 €
				Mano de obra	14,62 €/m3	29.242,92 €
				CD complementarios	1,20 €/m3	2.400,24 €
4	Armado de la estructura	4.771,06 Tn.	2.010,00 €/Tn.	Materiales	1.330,00 €/Tn.	6.345.509,80 €
				Mano de obra	640,00 €/Tn.	3.053.478,40 €
				CD complementarios	40,00 €/Tn.	190.842,40 €
5	Hormigón H-150	20.317,90 m3	56,35 €/m3	Materiales	45,34 €/m3	921.218,42 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	201.147,21 €
				CD complementarios	1,10 €/m3	22.447,31 €
6	Hormigón H-175	2.710,36 m3	64,05 €/m3	Materiales	52,90 €/m3	143.369,76 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	26.832,56 €
				CD complementarios	1,26 €/m3	3.404,05 €
7	Hormigón H-200	16.520,31 m3	71,76 €/m3	Materiales	60,45 €/m3	998.713,05 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	163.551,07 €
				CD complementarios	1,41 €/m3	23.245,28 €
8	Encofrado	8.788,57 m2	19,93 €/m2	Materiales	4,18 €/m2	36.736,22 €
				Mano de obra	15,36 €/m2	134.992,44 €
				CD complementarios	0,39 €/m2	3.427,54 €
9	Resto de elementos		2,00 %		337.582,04 €	
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL					17.216.684,01 €	

Tabla 8. CAPEX aliviadero lateral. Fuente: Elaboración propia.

Los nuevos precios unitarios mostrados en esta tabla proceden de las fuentes que a continuación se explican.:

- a) Estabilización del terreno del aliviadero mediante inyecciones de resina expansiva de 1,4 cm de diámetro y 2,4 m de profundidad** - El precio unitario procede del generador de precios de CYPE Ingenieros, S.A. con los siguientes detalles "m² Consolidación del terreno situado debajo de solera de hormigón, con inyecciones de resinas expansivas. Consolidación del terreno situado debajo de solera de hormigón, con inyecciones de resinas expansivas, rendimiento 1,25 kg/m², a través de perforaciones que atraviesan la solera existente, de 1 a 1,4 cm de diámetro, formando una retícula con una separación máxima entre las perforaciones de 1,5 m, rellenando los huecos del terreno, estabilizándolo e incrementando su capacidad portante hasta alcanzar las necesidades obtenidas según estudio previo de transmisión de cargas, con un grado de complejidad alto", y "Ud. Transporte, puesta en obra y retirada de equipo completo "GEO-NOVATEK" para inyecciones de resinas expansivas. Transporte, puesta en obra y retirada de equipo completo "GEO-NOVATEK" para la realización de inyecciones de resinas expansivas a presión, mediante el empleo de tubos manguito, a una distancia de hasta 150 km. El precio incluye el desplazamiento a la obra del personal especializado y el transporte de los materiales". El precio unitario ofrecido por CYPE se expresa en €/m² para unas medidas de inyección determinadas, y se transforma, de acuerdo con los antecedentes anteriormente explicados, en €/inyección adaptadas al proyecto.

Ha de explicarse en este apartado que la estabilización va en este presupuesto ligado a diferentes conceptos, cada uno con una denominación igual o diferente a la aquí expresada, pero el precio unitario considerado en todos los casos es el mismo.

- b) Resto de elementos** - Se estima para este concepto un valor del 2,00 % respecto del total del resto de costes declarados en la tabla.

6.1.3.5 SISTEMA DE COMPUERTAS

Id.	Conceptos	Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario		TOTAL €
1	Excavación de la cimentación en la embocadura del aliviadero	10.710,00 m3	61,25 €/m3	Equipo y maquinaria	45,43 €/m3	486.555,30 €
				Mano de obra	14,62 €/m3	156.580,20 €
				CD complementarios	1,20 €/m3	12.852,00 €
2	Armado de la "zapata" corrida y de los pilares de soporte de las compuertas más estribos	3.006,84 Tn.	2.010,00 €/Tn.	Materiales	1.330,00 €/Tn.	3.999.097,20 €
				Equipo y maquinaria	640,00 €/Tn.	1.924.377,60 €
				Mano de obra	40,00 €/Tn.	120.273,60 €
3	Hormigón H-150	0,00 m3	56,35 €/m3	Materiales	45,34 €/m3	0,00 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	0,00 €
				CD complementarios	1,10 €/m3	0,00 €
4	Hormigón H-175	278,71 m3	64,05 €/m3	Materiales	52,90 €/m3	14.742,91 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	2.759,23 €
				CD complementarios	1,26 €/m3	350,04 €
5	Hormigón H-200	14.471,66 m3	71,76 €/m3	Materiales	60,45 €/m3	874.864,68 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	143.269,43 €
				CD complementarios	1,41 €/m3	20.362,68 €
6	Encofrado	3.277,90 m2	19,93 €/m2	Materiales	4,18 €/m2	13.701,62 €
				Mano de obra	15,36 €/m2	50.348,54 €
				CD complementarios	0,39 €/m2	1.278,38 €
7	Compuertas Taintor propiamente dichas	800,00 m2	13.796,00 €/m2	Materiales	9.128,70 €/Ud.	7.302.957,21 €
				Mano de obra	4.392,76 €/Ud.	3.514.204,98 €
				CD complementarios	274,55 €/Ud.	219.637,81 €
8	Resto de elementos		3,00 %			565.746,40 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL						19.423.959,83 €

Tabla 9. CAPEX sistema de compuertas. Fuente: Elaboración propia.

Los nuevos precios unitarios mostrados en esta tabla proceden de las fuentes que a continuación se explican:

- a) Compuertas Taintor propiamente dichas** - El coste total de las compuertas de esta tipología en el proyecto se obtiene de multiplicar la superficie de éstas por un precio expresado en €/m2.

A la obtención de dicho precio se llega mediante la hipótesis que sigue: La superficie de las nuevas compuertas de La Tanquera⁵⁷ asciende a 2 x 8,5 m x 3,0 m = 51,0 m2. Si se establece que del precio de licitación (1.172.640 €), existe un 40% del mismo que se corresponde con una obra civil que en este apartado no habría que considerar, se puede obtener un precio unitario de compuerta Taintor, esto es 1.172.640 x 0,6 / 51,0 m2 = 13.796 €/m2.

- b) Resto de elementos** - Se estima para este concepto un valor del 3,00 % respecto del total del resto de costes declarados en la tabla.

⁵⁷ Se puede ampliar información en la noticia vinculada a este enlace web https://www.finanzas.com/empresas/licitada-la-renovacion-de-compuertas-de-un-aliviadero-de-la-tanquera_13637752_102.html. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 26 de noviembre de 2022.

6.1.3.6 RESALTO FINAL EN EL CAUCE AGUAS ABAJO TRAS EL CUERPO DE PRESA

Id.	Conceptos	Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario	TOTAL €	
1	Excavación de la cimentación de la presa	2.700,00 m3	61,25 €/m3	Equipo y maquinaria	45,43 €/m3	122.661,00 €
				Mano de obra	14,62 €/m3	39.474,00 €
				CD complementarios	1,20 €/m3	3.240,00 €
2	Armado de la cimentación, del cuerpo de presa y del estribo derecho	2.867,80 Tn.	2.010,00 €/Tn.	Materiales	1.330,00 €/Tn.	3.814.174,00 €
				Equipo y maquinaria	640,00 €/Tn.	1.835.392,00 €
				Mano de obra	40,00 €/Tn.	114.712,00 €
3	Hormigón H-150	0,00 m3	56,35 €/m3	Materiales	45,34 €/m3	0,00 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	0,00 €
				CD complementarios	1,10 €/m3	0,00 €
4	Hormigón H-175	24.394,68 m3	64,05 €/m3	Materiales	52,90 €/m3	1.290.404,03 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	241.507,33 €
				CD complementarios	1,26 €/m3	30.638,23 €
5	Hormigón H-200	0,00 m3	71,76 €/m3	Materiales	60,45 €/m3	0,00 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	0,00 €
				CD complementarios	1,41 €/m3	0,00 €
6	Encofrado	5.502,20 m2	19,93 €/m2	Materiales	4,18 €/m2	22.999,20 €
				Mano de obra	15,36 €/m2	84.513,79 €
				CD complementarios	0,39 €/m2	2.145,86 €
7	Compuerta propiamente dicha	55,00 m2	5.518,40 €/m2	Materiales	3.651,48 €/Ud.	200.831,32 €
				Mano de obra	1.757,10 €/Ud.	96.640,64 €
				CD complementarios	109,82 €/Ud.	6.040,04 €
8	Resto de elementos		5,00 %		395.268,67 €	
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL					8.300.642,11 €	

Tabla 10. CAPEX resalto. Fuente: Elaboración propia.

Los nuevos precios unitarios mostrados en esta tabla proceden de las fuentes que a continuación se explican:

- a) **Compuerta** - Se estima que una compuerta de este tipo tiene un coste igual al 40% de la compuerta Taintor cuyo precio se justificó en el apartado anterior.
- b) **Resto de elementos** - Se estima para este concepto un valor del 5,00 % respecto del total del resto de costes declarados en la tabla.

6.1.3.7 DESAGÜE LATERAL DE RICOBAYO I

El desagüe lateral de Ricobayo I, en virtud de los planos expuestos con anterioridad, se trata de una galería excavada en roca que presumiblemente sirvió durante la construcción de la presa a partir de 1929 para desviar el cauce original del río Esla.

Cuando la obra finaliza, al desvío se le dota de una compuerta, integrándose, así como un elemento más del sistema de desagüe de la presa.

En el emboquille de entrada del canal subterráneo de evacuación se coloca una rejilla que evita filtraciones de cuerpos extraños que puedan obturarlo.

La tabla que sigue muestra los conceptos implicados en la construcción del citado desagüe lateral.

Id.	Conceptos	Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario		TOTAL €
1	Escarificación del terreno en emboquilles	5.094,00 m3	33,22 €/m3	Equipo y maquinaria	22,82 €/m3	116.245,08 €
				Mano de obra	9,75 €/m3	49.666,50 €
				CD complementarios	0,65 €/m3	3.311,10 €
2	Excavación galería en roca	33.343,00 m3	290,54 €/m3	Equipo y maquinaria	50,43 €/m3	1.681.487,49 €
				Mano de obra	234,41 €/m3	7.815.932,63 €
				CD complementarios	5,70 €/m3	190.055,10 €
3	Estabilización paredes interiores de túnel mediante inyecciones de resina expansiva de 1,4 cm de diámetro y 2,4 m de profundidad	7.800,00 uds.	208,68 €/iny.	Materiales	30,69 €/m3	239.382,00 €
				Equipo y maquinaria	64,70 €/m3	504.666,85 €
				Mano de obra	109,19 €/m3	851.701,50 €
				CD complementarios	4,10 €/m3	31.967,66 €
4	Armado	4.594,50 Tn.	2.010,00 €/Tn.	Materiales	1.330,00 €/Tn.	6.110.685,00 €
				Mano de obra	640,00 €/Tn.	2.940.480,00 €
				CD complementarios	40,00 €/Tn.	183.780,00 €
5	Hormigón H-150	0,00 m3	56,35 €/m3	Materiales	45,34 €/m3	0,00 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	0,00 €
				CD complementarios	1,10 €/m3	0,00 €
6	Hormigón H-175	2.141,90 m3	64,05 €/m3	Materiales	52,90 €/m3	113.299,97 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	21.204,81 €
				CD complementarios	1,26 €/m3	2.690,10 €
7	Hormigón H-20	20.977,70 m3	71,76 €/m3	Materiales	60,45 €/m3	1.268.178,55 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	207.679,23 €
				CD complementarios	1,41 €/m3	29.517,16 €
8	Compuerta propiamente dicha	38,49 m2	5.518,40 €/m2	Materiales	3.651,48 €/Ud.	140.545,41 €
				Mano de obra	1.757,10 €/Ud.	67.630,87 €
				CD complementarios	109,82 €/Ud.	4.226,93 €
9	Rejilla	625,00 m2	689,80 €/m2	Materiales	456,43 €/Ud.	285.271,77 €
				Mano de obra	219,64 €/Ud.	137.273,63 €
				CD complementarios	13,73 €/Ud.	8.579,60 €
10	Resto de elementos		5,00 %			1.150.272,95 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL						24.155.731,88 €

Tabla 11. CAPEX desagüe lateral. Fuente: Elaboración propia.

Los nuevos precios unitarios mostrados en esta tabla proceden de las fuentes que a continuación se explican:

- a) **Excavación de galería en roca** - El precio unitario procede del generador de precios de CYPE Ingenieros, S.A. con el siguiente detalle "m³ Excavación en galería. Excavación en galería, en terreno de tránsito compacto, con martillo neumático, y carga manual a camión. El precio no incluye el transporte de los materiales excavados".
- b) **Rejilla** - Se estima que una compuerta de este tipo tiene un coste igual al 5,0 % de la compuerta Taintor cuyo precio se calculó en apartado anterior.
- c) **Resto de elementos** - Se estima para este concepto un valor del 5,00 % respecto del total del resto de costes declarados en la tabla.

6.1.3.8 GALERÍA DE CONDUCCIÓN FORZADA EN RICOBAYO II

La galería de conducción forzada en Ricobayo II tiene similitudes constructivas con el desagüe lateral de Ricobayo I.

La tabla que sigue muestra los detalles de dicho elemento.

Id.	Conceptos	Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario		TOTAL €
1	Escarificación del terreno en emboquilles	3.937,50 m3	33,22 €/m3	Equipo y maquinaria	22,82 €/m3	89.853,75 €
				Mano de obra	9,75 €/m3	38.390,63 €
				CD complementarios	0,65 €/m3	2.559,37 €
2	Excavación en roca	22.525,50 m3	290,54 €/m3	Equipo y maquinaria	50,43 €/m3	1.135.960,97 €
				Mano de obra	234,41 €/m3	5.280.202,46 €
				CD complementarios	5,70 €/m3	128.395,35 €
3	Estabilización paredes interiores de túnel mediante inyecciones de resina expansiva de 1,4 cm de diámetro y 2,4 m de profundidad	4.494,00 uds.	208,68 €/iny	Materiales	30,69 €/m3	137.920,86 €
				Equipo y maquinaria	64,70 €/m3	290.765,75 €
				Mano de obra	109,19 €/m3	490.711,10 €
				CD complementarios	4,10 €/m3	18.418,29 €
4	Tubería forzada de acero galvanizado para el segundo tramo	1.383,40 Tn.	2.010,00 €/Tn.	Materiales	1.330,00 €/Tn.	1.839.922,00 €
				Mano de obra	640,00 €/Tn.	885.376,00 €
				CD complementarios	40,00 €/Tn.	55.336,00 €
5	Armado	249,90 Tn.	2.010,00 €/Tn.	Materiales	1.330,00 €/Tn.	332.367,00 €
				Mano de obra	640,00 €/Tn.	159.936,00 €
				CD complementarios	40,00 €/Tn.	9.996,00 €
6	Hormigón H-150	0,00 m3	56,35 €/m3	Materiales	45,34 €/m3	0,00 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	0,00 €
				CD complementarios	1,10 €/m3	0,00 €
7	Hormigón H-175	0,00 m3	64,05 €/m3	Materiales	52,90 €/m3	0,00 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	0,00 €
				CD complementarios	1,26 €/m3	0,00 €
8	Hormigón H-200	1.217,90 m3	71,76 €/m3	Materiales	60,45 €/m3	73.626,50 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	12.057,21 €
				CD complementarios	1,41 €/m3	1.713,67 €
9	Compuerta propiamente dicha	64,00 m2	5.518,40 €/m2	Materiales	3.651,48 €/Ud.	233.694,63 €
				Mano de obra	1.757,10 €/Ud.	112.454,56 €
				CD complementarios	109,82 €/Ud.	7.028,41 €
10	Rejilla	625,00 m2	689,80 €/m2	Materiales	456,43 €/Ud.	285.271,77 €
				Mano de obra	219,64 €/Ud.	137.273,63 €
				CD complementarios	13,73 €/Ud.	8.579,60 €
11	Resto de elementos		2,00 %			235.356,23 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL						12.003.167,74 €

Tabla 12. CAPEX conducción Ricobayo II. Fuente: Elaboración propia.

6.1.3.9 CAVERNA PARA ALOJAMIENTO DE GRUPOS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN RICOBAYO II

Dentro de las actuaciones que en la década de los 90 se aprobaron para la central de Ricobayo, con el objeto de ampliar su capacidad productiva, y en consecuencia ampliar el plazo de la concesión, una de ellas consistió en la ejecución de una cavidad en la margen derecha de la presa para alojar en su interior un grupo de generación eléctrica.

La potencia del nuevo grupo superaba la potencia unitaria de cada uno de los cuatro grupos instalados décadas antes.

Dicha cavidad (caverna) tiene un volumen de casi 29.000 m3 excavados en roca granítica.

La tabla que sigue muestra los detalles constructivos y valor de inversión asociado a dicho elemento.

Id.	Conceptos	Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario		TOTAL €
1	Excavación en roca	28.800,00 m3	290,54 €/m3	Equipo y maquinaria	50,43 €/m3	1.452.384,00 €
				Mano de obra	234,41 €/m3	6.751.008,00 €
				CD complementarios	5,70 €/m3	164.160,00 €
2	Estabilización paredes interiores de la caverna mediante inyecciones de resina expansiva de 1,4 cm de diámetro y 2,4 m de profundidad	2.774,00 uds.	208,68 €/iny.	Materiales	30,69 €/m3	85.134,06 €
				Equipo y maquinaria	64,70 €/m3	179.480,24 €
				Mano de obra	109,19 €/m3	302.900,00 €
				CD complementarios	4,10 €/m3	11.369,01 €
3	Armado	237,20 Tn.	2.010,00 €/Tn.	Materiales	1.330,00 €/Tn.	315.476,00 €
				Equipo y maquinaria	640,00 €/Tn.	151.808,00 €
				CD complementarios	40,00 €/Tn.	9.488,00 €
4	Hormigón H-150	0,00 m3	56,35 €/m3	Materiales	45,34 €/m3	0,00 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	0,00 €
				CD complementarios	1,10 €/m3	0,00 €
5	Hormigón H-175	1.793,80 m3	64,05 €/m3	Materiales	52,90 €/m3	94.886,54 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	17.758,62 €
				CD complementarios	1,26 €/m3	2.252,90 €
6	Hormigón H-200	0,00 m3	71,76 €/m3	Materiales	60,45 €/m3	0,00 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	0,00 €
				CD complementarios	1,41 €/m3	0,00 €
7	Resto de elementos		17,50 %			1.669.168,44 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL						11.207.273,81 €

Tabla 13. CAPEX caverna Ricobayo II. Fuente: Elaboración propia.

6.1.3.10 GRUPOS DE GENERACIÓN

Id.	Conceptos	Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario		TOTAL €
1	Turbinas Francis	6,00 uds.	835.519,49 €/ud.	Materiales	605.751,63 €/Ud.	3.634.509,76 €
				Equipo y maquinaria	62.663,96 €/Ud.	375.983,77 €
				Mano de obra	125.327,92 €/Ud.	751.967,54 €
				TTE. auxiliar	41.775,97 €/Ud.	250.655,85 €
2	Alternadores	5,00 uds.	291.037,27 €/ud.	Materiales	211.002,02 €/Ud.	1.055.010,09 €
				Equipo y maquinaria	21.827,79 €/Ud.	109.138,97 €
				Mano de obra	43.655,59 €/Ud.	218.277,95 €
				TTE. auxiliar	14.551,86 €/Ud.	72.759,32 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL						6.468.303,25 €

Tabla 14. CAPEX grupos de generación en el complejo. Fuente: Elaboración propia.

Los nuevos precios unitarios mostrados en esta tabla proceden de las fuentes que a continuación se explican:

- a) **Turbinas Francis** - El coste total de las turbinas de esta tipología con la potencia total ya descrita se obtiene por comparación con ofertas encontradas en el mercado internacional⁵⁸. La potencia máxima de turbina encontrada asciende a 5,0 MW, y la potencia instalada en Ricobayo I y II asciende a 133,2 MW + 158,04 MW = 291,24 MW. La tasa de cambio en la fecha de análisis (26 de noviembre de 2022) ascendía a U\$/€

⁵⁸ El precio de una turbina Francis de 5,0 MW se ha visto en el siguiente enlace web: <https://spanish.alibaba.com/p-detail/5MW-62574919484.html?spm=a2700.details.0.0.4ec85c7bQkzesl>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 26 de noviembre de 2022.

= 0,96086913. Se considera que la misma turbina fabricada en Europa tiene un coste de un 30,0 % superior.

b) Alternadores - Mismas consideraciones que para la turbina Francis, salvo por el origen de la fuente⁵⁹ del precio de referencia.

6.1.4 PARTIDAS DE OBRA CIVIL NO DIRECTAMENTE RELACIONADAS CON LA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA

6.1.4.1 PASO ELEVADO / PASARELA PARA LA CONEXIÓN DE AMBAS LADERAS AGUAS ABAJO DEL CUERPO DE PRESA

Id.	Conceptos	Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario		TOTAL €
1	Paso elevado / pasarela conexión de ambas Laderas (precio estimado por superficie de tablero)	364,00 m2	773,35 €/m2	Partida alzada	773,35 €/m2	281.499,40 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL						281.499,40 €

Tabla 15. CAPEX pasarela. Fuente: Elaboración propia.

Se establece una valoración alzada de la pasarela a través de su superficie de tablero, un ratio empleado con cotidianidad en el sector de la ingeniería estructural de puentes cuando se requiere de una primera estimación CAPEX.

El precio utilizado procede de las investigaciones desarrolladas en el ámbito de una tesis doctoral, todavía no defendida, que versa sobre la implantación de una red Hyperloop europea.

6.1.4.2 GALERÍAS DE SERVICIO SUBTERRÁNEAS VISITABLES

En este caso, los nuevos precios unitarios mostrados en la tabla que se expone más adelante proceden de las fuentes que a continuación se explican:

- a) Asfaltado de vías** - El precio unitario procede del generador de precios de CYPE Ingenieros, S.A. con el siguiente detalle:
- Para la capa base: "m² Capa de mezcla bituminosa continua en caliente. Capa de 8 cm de espesor de mezcla bituminosa continua en caliente AC22 base S, para capa base, de composición semidensa, con árido granítico de 22 mm de tamaño máximo y betún asfáltico mejorado con caucho. El precio no incluye la capa base".
 - Para la capa intermedia: "m² Capa de mezcla bituminosa continua en caliente. Capa de 6 cm de espesor de mezcla bituminosa continua en caliente AC22 bin D, para capa intermedia, de composición densa, con árido granítico de 22 mm de tamaño máximo y betún asfáltico mejorado con caucho. El precio no incluye la capa base".
 - Para la capa de rodadura: "m² Capa de mezcla bituminosa continua en caliente. Capa de 5 cm de espesor de mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm

⁵⁹ El precio de un alternador de 5,0 MW se ha visto en el siguiente enlace web: https://www.alibaba.com/product-detail/TFW-high-voltage-brushless-ac-alternator_1596346320.html?spm=a2700.7724857.topad_creative.3.f32559f0d91PAB. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 26 de noviembre de 2022.

de tamaño máximo y betún asfáltico mejorado con caucho. El precio no incluye la capa base".

b) Resto de elementos - Se estima para este concepto un valor del 12,50 % respecto del total del resto de costes declarados en la tabla.

Id.	Conceptos		Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario		TOTAL €	
1	Excavación en roca		27.514,30 m3	290,54 €/m3	Equipo y maquinaria	50,43 €/m3	1.387.546,15 €	
					Mano de obra	234,41 €/m3	6.449.627,06 €	
					CD complementarios	5,70 €/m3	156.831,51 €	
2	Estabilización paredes interiores mediante inyecciones de resina expansiva de 1,4 cm de diámetro y 2,4 m de profundidad		6.612,00 uds.	208,68 €/iny.	Materiales	30,69 €/m3	202.922,28 €	
					Equipo y maquinaria	64,70 €/m3	427.802,21 €	
					Mano de obra	109,19 €/m3	721.980,81 €	
					CD complementarios	4,10 €/m3	27.098,74 €	
3	Estabilización emboquilles mediante inyecciones de resina expansiva de 1,4 cm de diámetro y 2,4 m de profundidad		132,00 uds.	208,68 €/iny.	Materiales	30,69 €/m3	4.051,08 €	
					Equipo y maquinaria	64,70 €/m3	8.540,52 €	
					Mano de obra	109,19 €/m3	14.413,41 €	
					CD complementarios	4,10 €/m3	540,99 €	
4	Armado		611,50 Tn.	2.010,00 €/Tn.	Materiales	1.330,00 Tn.	540,99 €	
					Mano de obra	640,00 Tn.	813.295,00 €	
					CD complementarios	40,00 Tn.	391.360,00 €	
5	Hormigón H-150		0,00 m3	56,35 €/m3	Materiales	45,34 €/m3	0,00 €	
					Mano de obra	9,90 €/m3	0,00 €	
					CD complementarios	1,10 €/m3	0,00 €	
6	Hormigón H-175		4.626,10 m3	64,05 €/m3	Materiales	52,90 €/m3	244.706,55 €	
					Mano de obra	9,90 €/m3	45.798,39 €	
					CD complementarios	1,26 €/m3	5.810,10 €	
7	Hormigón H-200		0,00 m3	71,76 €/m3	Materiales	60,45 €/m3	0,00 €	
					Mano de obra	9,90 €/m3	0,00 €	
					CD complementarios	1,41 €/m3	0,00 €	
8	Asfaltado de vías		4.032,00 m2	18,13 €/m2	Materiales	16,68 €/m2	67.253,76 €	
					Equipo y maquinaria	0,69 €/m2	2.782,08 €	
					Mano de obra	0,40 €/m2	1.612,80 €	
					CD complementarios	0,36 €/m3	1.451,52 €	
					11,38 €/m2	Materiales	12,51 €/m2	50.440,32 €
						Equipo y maquinaria	0,41 €/m2	1.653,12 €
						Mano de obra	0,29 €/m2	1.169,28 €
						CD complementarios	0,26 €/m3	1.048,32 €
					11,38 €/m2	Materiales	10,57 €/m2	42.618,24 €
						Equipo y maquinaria	0,36 €/m2	1.451,52 €
						Mano de obra	0,23 €/m2	927,36 €
						CD complementarios	0,22 €/m3	887,04 €
9	Resto de elementos			12,50 %			1.387.510,02 €	
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL							12.487.590,18 €	

Tabla 16. CAPEX galerías de servicio. Fuente: Elaboración propia.

6.1.4.3 CARRETERA SOBRE CORONACIÓN DEL CUERPO DE PRESA

La coronación de todas las presas se emplea para la generación de vías de comunicación que unan ambas laderas de la cerrada. En el caso de Ricobayo la citada vía hace alusión a la carretera nacional N-122a.

Pudiera entenderse que, al ser la citada vía de titularidad estatal, fuera responsabilidad de la Administración cargar con el importe de su construcción. No obstante, en este

análisis se adoptará como hipótesis que los 501,0 m de longitud de ésta deberían ser construidos a cargo del nuevo concesionario.

Id.	Conceptos		Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario		TOTAL €			
1	Asfaltado de vía sobre coronación del cuerpo de presa	Capa base 8 cm de espesor	2.755,50 m2	18,13 €/m2	Materiales	16,68 €/m2	45.961,74 €			
					Equipo y maquinaria	0,69 €/m2	1.901,30 €			
					Mano de obra	0,40 €/m2	1.102,20 €			
								CD complementarios	0,36 €/m3	991,98 €
				Capa intermedia 6 cm de espesor	13,47 €/m2	Materiales	12,51 €/m2	34.471,31 €		
		Equipo y maquinaria				0,41 €/m2	1.129,76 €			
		Mano de obra				0,29 €/m2	799,10 €			
								CD complementarios	0,26 €/m3	716,43 €
				Capa rodadura 5 cm de espesor	11,38 €/m2	Materiales	10,57 €/m2	29.125,64 €		
Equipo y maquinaria	0,36 €/m2	991,98 €								
Mano de obra	0,23 €/m2	633,77 €								
					CD complementarios	0,22 €/m3	606,21 €			
2	Bordillos perimetrales		1.002,00 ml	21,45 €/ml	Materiales	11,30 €/ml	11.322,60 €			
					Mano de obra	9,73 €/ml	9.749,46 €			
					CD complementarios	0,42 €/ml	420,84 €			
3	Acera para el tránsito de peatones	Armado	7,50 Tn.	2.010,00 €/Tn.	Materiales	1.330,00 €/Tn.	9.975,00 €			
					Equipo y maquinaria	640,00 €/Tn.	4.800,00 €			
					Mano de obra	40,00 €/Tn.	300,00 €			
				Hormigón H-150	56,35 €/m3	Materiales	45,34 €/m3	4.144,10 €		
		Equipo y maquinaria				9,90 €/m3	904,86 €			
		Mano de obra				1,10 €/m3	100,98 €			
4	Resto de elementos			3,00 %			4.804,48 €			
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL							164.953,74 €			

Tabla 17. CAPEX carretera coronación. Fuente: Elaboración propia.

Los nuevos precios unitarios mostrados en esta tabla proceden de las fuentes que a continuación se explican:

- a) **Bordillos perimetrales** - El precio unitario procede del generador de precios de CYPE Ingenieros, S.A. con el siguiente detalle "m Bordillo. Bordillo - Recto - MC - A1 (20x14) - B- H - S(R-3,5) - UNE-EN 1340, colocado sobre base de hormigón no estructural (HNE-20/P/20) de 20 cm de espesor y rejuntado con mortero de cemento, industrial, M-5".
- b) **Resto de elementos** - Se estima para este concepto un valor del 3,00 % respecto del total del resto de costes declarados en la tabla.

6.1.4.4 EDIFICIO ADMINISTRATIVO

Se imputa al concesionario la construcción de un edificio administrativo que pudiera operar también como almacén de piezas de recambio para llevar a cabo los mantenimientos básicos de la central durante su fase de explotación.

El citado edificio tendría tres plantas, incluida entre ellas la planta baja, y una superficie construida por planta de 350 m2.

La tabla que sigue muestra los detalles constructivos y valor de inversión asociada, e incluye además del edificio, el cerramiento perimetral de la parcela y la urbanización de la misma.

Id.	Conceptos	Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario		TOTAL €
1	Excavación en terreno duro	89,35 m3	53,67 €/m3	Equipo y maquinaria	38,80 €/m3	3.466,78 €
				Mano de obra	13,82 €/m3	1.234,82 €
				CD complementarios	1,05 €/m3	93,82 €
2	Hormigón H-175	558,49 m3	64,05 €/m3	Equipo y maquinaria	45,34 €/m3	25.322,07 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	5.529,05 €
				CD complementarios	8,81 €/m3	4.921,77 €
3	Armado	86,41 Tn.	2.010,00 €/Tn.	Materiales	1.330,00 Tn.	114.925,30 €
				Equipo y maquinaria	640,00 Tn.	55.302,40 €
				Mano de obra	40,00 Tn.	3.456,40 €
4	Acrilamiento de fachadas	308,70 m2	313,24 €/m2	Materiales	260,60 €/m3	80.447,22 €
				Mano de obra	46,50 €/m3	14.354,14 €
				CD complementarios	6,14 €/m3	1.896,04 €
5	Tabiquería interior	2.169,98 m2	80,52 €/m2	Materiales	59,87 €/m2	129.916,70 €
				Mano de obra	19,07 €/m2	41.381,52 €
				CD complementarios	1,58 €/m2	3.428,57 €
6	Lucernario en cubierta	47,77 m2	748,17 €/m2	Materiales	429,07 €/m2	20.496,67 €
				Mano de obra	304,43 €/m2	14.542,62 €
				CD complementarios	14,67 €/m2	700,79 €
7	Urbanización	2.650,00 m2	49,42 €/m2	Materiales	26,43 €/m2	70.049,98 €
				Mano de obra	5,75 €/m2	15.228,26 €
				CD complementarios	17,24 €/m2	45.684,77 €
8	Cerramiento perimetral	220,00 ml	159,86 €/ml	Materiales	137,23 €/ml	30.190,60 €
				Equipo y maquinaria	19,50 €/ml	4.290,00 €
				Mano de obra	3,13 €/ml	688,60 €
9	Resto de elementos		40,00 %			275.019,55 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL						962.568,44 €

Tabla 18. CAPEX edificio administrativo. Fuente: Elaboración propia.

Los nuevos precios unitarios mostrados en esta tabla proceden de las fuentes que a continuación se explican.:

- a) Excavación en terreno duro** - El precio unitario procede del generador de precios de CYPE Ingenieros, S.A. con el siguiente detalle "m³ Excavación de zanjas, con medios mecánicos. Excavación de zanjas en terreno de tránsito duro, de hasta 1,25 m de profundidad máxima, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio no incluye el transporte de los materiales excavados".
- b) Acrilamiento de fachadas** - El precio unitario procede del generador de precios de CYPE Ingenieros, S.A. con el siguiente detalle "Ud. Cerramiento acristalado, sin perfiles verticales. Cerramiento acristalado sin perfiles verticales, gama alta, de 5 m de longitud y 3,00 m de altura total, con perfil superior, con expansor y perfil inferior lacado RAL color especial, de aluminio y hojas deslizantes y abatibles, de vidrio incoloro templado de seguridad, de 12 mm de espesor, con los cantos pulidos. Incluso juntas, tornillería de acero inoxidable, gomas, felpudos, tirador metálico, juego de remates laterales lacado color blanco y pinzas de sujeción de hojas".
- c) Tabiquería interior** - El precio unitario procede del generador de precios de CYPE Ingenieros, S.A. con el siguiente detalle "m² Tabique de placas de yeso laminado. Sistema "KNAUF". Tabique técnico W116.es "KNAUF" (15+15+48 + 48+15+15)/400 (48 + 48) (4 alta dureza (DI)), de 156 mm de espesor total, con nivel de calidad del acabado Q2, formado por una estructura doble arriostrada de perfiles de chapa de acero

galvanizado de 48 + 48 mm de anchura, a base de montantes (elementos verticales) separados 400 mm entre sí, con disposición reforzada "H" y canales (elementos horizontales), a la que se atornillan cuatro placas en total (dos placas tipo alta dureza (DI) en cada cara, de 15 mm de espesor cada placa). Incluso banda acústica de dilatación autoadhesiva "KNAUF"; tornillería para la fijación de las placas; cinta de papel con refuerzo metálico "KNAUF" y pasta de juntas Jointfiller 24H "KNAUF", cinta microperforada de papel "KNAUF". El precio incluye la resolución de encuentros y puntos singulares, pero no incluye el aislamiento a colocar entre los montantes".

- d) Lucernario en cubierta** - Este concepto se calcula como una partida alzada. El precio utilizado procede de las investigaciones desarrolladas en el ámbito de una tesis doctoral todavía no defendida que versa sobre la implantación de una red Hyperloop europea.
- e) Urbanización** - Este concepto se calcula como una partida alzada. El precio utilizado procede de la misma fuente empleada para el lucernario.
- f) Cerramiento perimetral** - El precio unitario procede del generador de precios de CYPE Ingenieros, S.A. con el siguiente detalle "M. Vallado de parcela, rejilla electrosoldada. Vallado de parcela formado por paneles de rejilla electrosoldada con pletina de acero galvanizado de 30x2 mm en cuadrícula de 30x30 mm, con bastidor electrosoldado y postes de perfil hueco de acero galvanizado, de sección cuadrada 60x60x1,5 mm y 2,5 m de altura, separados 2 m entre sí y empotrados en dados de hormigón o muretes de fábrica u hormigón. Incluso accesorios para la fijación de los paneles de rejilla electrosoldada a los postes metálicos".
- g) Resto de elementos** - Se estima para este concepto un valor del 40,00 % respecto del total del resto de costes declarados en la tabla.

6.1.5 RESTO DE ACTUACIONES

6.1.5.1 NUEVA VÍA DE COMUNICACIÓN Y VIADUCTO EN LOS ALREDEDORES DEL PUENTE DE LA ESTRELLA (INCLUYENDO PROYECTO DE EJECUCIÓN Y EXPROPIACIONES)

Id.	Conceptos		Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario	TOTAL €
1	Partida alzada	Explicaciones				2.304.432,78 €
		Drenaje				1.213.393,85 €
		Firmes				1.027.297,71 €
		Puentes y otras estructuras				12.319.626,86 €
		Señalización y seguridad vial				191.243,60 €
		Impacto ambiental				120.863,61 €
		SyS				171.768,59 €
		Gestión residuos				86.743,13 €
		Varios				174.353,70 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL					17.609.723,84 €	

Tabla 19. CAPEX vía de comunicación nueva y viaducto. Fuente: Elaboración propia.

Esta valoración queda justificada en apartados anteriores en base al TFG del Ingeniero Angel Mateos Alonso.

6.1.5.2 EXPROPIACIONES

Se aportan en este epígrafe detalles valorativos de las expropiaciones vinculadas al proyecto de inversión.

Id.	Conceptos		Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario	TOTAL €
1	Expropiación de los terrenos aguas abajo	Indemnización terreno yermo	954.872 m2	0,03 €/m2		28.646,16 €
		Indemnización prados	53.048 m2	0,21 €/m2		11.140,08 €
		Indemnización cultivos	53.048 m2	3,15 €/m2		167.101,20 €
2	Expropiación de los terrenos para NMN aguas arriba	Indemnización terreno yermo	39.525.561 m2	0,03 €/m2		1.185.766,83 €
		Indemnización prados	15.627.843 m2	0,21 €/m2		3.281.847,03 €
		Indemnización cultivos	1.840.916 m2	3,15 €/m2		5.798.885,40 €
3	Expropiación de terrenos vial y sustitución Antiguo Puente de la Estrella					27.418,28 €
4	La Puebla	Indemnización terreno yermo	4.731.813 m2	0,03 €/m2		141.954,39 €
		Indemnización prados	1.863.600 m2	0,21 €/m2		391.356,00 €
		Indemnización cultivos	201.247 m2	3,15 €/m2		633.928,05 €
		Indemnización urb. núcleo urbano	50.620 m2	24,71 €/m2		1.250.820,20 €
		Indemnización parcelas urbanas	22.720 m2	36,00 €/m2		817.920,00 €
		Indemn. superficie construida viviendas	4.500 m2	180,00 €/m2		810.000,00 €
		Indemn. superficie. construida anejos	5.040 m2	90,00 €/m2		453.600,00 €
5	El Campillo	Indemnización terreno yermo	71.173 m2	0,03 €/m2		2.135,18 €
		Indemnización prados	28.141 m2	0,21 €/m2		5.909,56 €
		Indemnización cultivos	3.315 m2	3,15 €/m2		10.441,78 €
		Indemnización urb. núcleo urbano	1.395 m2	24,71 €/m2		34.470,45 €
		Indemnización parcelas urbanas	1.920 m2	36,00 €/m2		69.120,00 €
		Indemn. superficie construida viviendas	784 m2	180,00 €/m2		141.120,00 €
		Indemn. superficie. construida anejos	630 m2	90,00 €/m2		56.700,00 €
6	Palacios del Pan	Indemnización terreno yermo	409.806 m2	0,03 €/m2		12.294,18 €
		Indemnización prados	162.032 m2	0,21 €/m2		34.026,72 €
		Indemnización cultivos	19.087 m2	3,15 €/m2		60.124,05 €
		Indemnización urb. núcleo urbano	153.041 m2	24,71 €/m2		3.781.643,11 €
		Indemnización parcelas urbanas	25.984 m2	52,00 €/m2		1.351.168,00 €
		Indemn. superficie construida viviendas	8.000 m2	260,00 €/m2		2.080.000,00 €
		Indemn. superficie. construida anejos	6.400 m2	130,00 €/m2		832.000,00 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL						23.471.536,65 €

Tabla 20. CAPEX expropiaciones. Fuente: Elaboración propia.

6.1.5.3 TRASLADO MONUMENTO HISTÓRICO

Id.	Conceptos		Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario	TOTAL €
1	Iglesia Visigoda de San Pedro de la Nave	Parcela	1.949 m2	36,00 €/m2		70.164,00 €
		Traslado	5,84 uds.	1.450.000 €/ud.		8.468.000,00 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL						8.538.164,00 €

Tabla 21. CAPEX terreno y traslado Iglesia. Fuente: Elaboración propia.

El precio unitario de la parcela proviene del precio según catastro para El Campillo. El coste de traslado se estima por analogía según se justificó en apartado específico anterior.

6.1.6 RESUMEN CAPEX

Se facilita en este epígrafe un resumen de todos los conceptos aludidos con anterioridad, y se aplican sobre ellos ciertos porcentajes hasta calcular el denominado Presupuesto Base de Licitación. La desagregación de conceptos en la tabla que sigue responde a criterios temporales (orden cronológico en el que se ejecutan algunas de las partidas) y a criterios de tipología de elemento a ejecutar (obra civil o equipamientos).

Id.	Concepto	TOTAL €
1	PROYECTO DE EJECUCIÓN	14.941.151,25 €
2	EXPROPIACIONES	23.471.536,65 €
3	OBRA CIVIL	
	Cuerpo de presa	114.235.680,14 €
	Torre de captación y tubería forzada	18.525.302,71 €
	Aliviadero lateral	17.216.684,01 €
	Sistema de compuertas	7.821.413,42 €
	Resalto final aguas abajo tras el cuerpo de la presa	7.601.861,44 €
	Desagüe lateral Ricobayo I	22.361.930,72 €
	Galería de conducción forzada en Ricobayo II	10.983.508,90 €
	Caverna para alojamiento de Grupo eléctrico en Ricobayo II	9.538.105,36 €
	Pasarela de conexión de ambos márgenes de la cerrada	281.499,40 €
	Galerías de servicio subterráneas visitables en Ricobayo II	11.100.080,16 €
	Carretera sobre coronación del cuerpo de presa	164.953,70 €
	Nueva vía de comunicación y viaducto alrededores de Puente de la Estrella	17.609.723,84 €
4	EDIFICACIONES	
	Edificio alojamiento de Grupos eléctricos a pie de presa en Ricobayo I	3.664.743,40 €
	Edificio administrativo	687.548,87 €
	Traslado de monumento histórico	8.538.164,00 €
5	EQUIPAMIENTOS	
	Termómetros en cuerpo de presa	8.500,00 €
	Medidores de juntas en cuerpo de presa	17.000,00 €
	Aforadores en cuerpo de presa	39.000,00 €
	Grupos de extensómetros en cuerpo de presa	21.000,00 €
	Drenes de profundidad en cuerpo de presa	20.000,00 €
	Compuertas Taintor y elementos auxiliares en aliviadero lateral	11.602.546,40 €
	Compuerta resalto final aguas abajo tras cuerpo presa y elementos aux.	698.780,67 €
	Compuerta en desagüe Ricobayo I	212.403,22 €
	Rejilla en desagüe Ricobayo I	431.125,00 €
	Otros equipamientos auxiliares desagüe Ricobayo I	1.150.272,95 €
	Compuerta en galería de conducción forzada en Ricobayo II	353.177,60 €
	Rejilla en galería de conducción forzada en Ricobayo II	431.125,00 €
	Otros equipamientos en galería de conducción forzada en Ricobayo II	235.356,23 €
	Equipamientos en caverna de Ricobayo II	1.669.168,44 €
	Equipamientos en galerías de servicio visitables en Ricobayo II	1.387.510,02 €
	Equipamientos edificio administrativo	275.019,55 €
	Grupos de generación turbina Francis (5 en servicio + 1 de reserva)	5.013.116,91 €
	Alternadores (5 uds.)	1.455.186,33 €
6	IMPACTO AMBIENTAL [estimación 2,50 % sobre suma de 1 a 5]	7.844.104,41 €
7	SEGURIDAD Y SALUD [estimación 1,75 % sobre suma de 1 a 5]	5.490.873,09 €
8	GESTIÓN DE RESIDUOS [estimación 1,00 % sobre suma de 1 a 5]	3.137.641,76 €
9	VARIOS [estimación 15,00 % sobre suma de 1 a 5]	47.064.626,44 €
10	DIRECCIÓN DE OBRA [1,50 % sobre suma de capítulos de 1 a 5]	4.706.462,64 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL		382.007.884,64 €

Tabla 22. Resumen. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla que sigue se explicita el proceso de paso desde el Presupuesto de Ejecución Material hasta el Presupuesto Base de Licitación con I.V.A.

Id.	Concepto	TOTAL €
1	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	382.007.884,64 €
2	13,00 % de Gastos Generales	49.661.025,00 €
3	6,00 % de Beneficio Industrial	22.920.473,08 €
4	Suma de GG y BI [2 + 3]	72.581.498,08 €
5	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN I.V.A. [1 + 4]	454.589.382,72 €
6	21,00 % de I.V.A.	95.463.770,37 €
PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN CON IVA		550.053.153,09 €

Tabla 23. Paso de PEM a PBL. Fuente: Elaboración propia.

6.1.7 TABLA DE CAPEX EN FORMATO INPUT PARA LA ALIMENTACIÓN DEL MECOFIN

El Modelo de simulación Económico Financiero, cuando aborda el Plan de Inversiones y Reposiciones de tipo "Inversiones Nuevas en Fase de Construcción", ofrece una capacidad de expresión de CAPEX de hasta 30 conceptos.

Id.	Input	TOTAL €	MOD.	
1	PROYECTO DE EJECUCIÓN	14.941.151,25 €	1	
2	EXPROPIACIONES	23.471.536,65 €	2	
3	OBRA CIVIL	Cuerpo de presa	178.499.596,23 €	3
		Torre de captación y tubería forzada	28.946.814,61 €	4
		Aliviadero lateral	26.902.025,18 €	5
		Sistema de compuertas	12.221.392,97 €	6
		Resalto final aguas abajo tras el cuerpo de la presa	11.878.330,80 €	7
		Desagüe lateral Ricobayo I	34.941.758,99 €	8
		Galería de conducción forzada y caverna para Grupo eléctrico Ricobayo II	32.066.162,30 €	9
		Pasarela de conexión de ambos márgenes de la cerrada	439.858,45 €	10
		Galerías de servicio subterráneas visitables en Ricobayo II	17.344.491,88 €	11
		Carretera sobre coronación del cuerpo de presa	257.749,33 €	12
		Nueva vía de comunicación y viaducto alrededores de Puente de la Estrella	27.516.171,75 €	13
		4	EDIFICACIONES	Edificio alojamiento de Grupos eléctricos a pie de presa en Ricobayo I
Edificio administrativo	1.074.333,31 €			15
Traslado de monumento histórico	13.341.355,56 €			16
5	EQUIPAMIENTOS	Termómetros en cuerpo de presa	8.500,00 €	17
		Medidores de juntas en cuerpo de presa	17.000,00 €	18
		Aforadores en cuerpo de presa	39.000,00 €	19
		Grupos de extensómetros en cuerpo de presa	21.000,00 €	20
		Drenes de profundidad en cuerpo de presa	20.000,00 €	21
		Compuertas Taintor y elementos auxiliares en aliviadero lateral	11.602.546,40 €	22
		Compuerta resalto final aguas abajo tras cuerpo presa y elementos aux.	698.780,67 €	23
		Compuertas desagüe Ricobayo I y galería conducción forzada Ricobayo II	565.580,82 €	24
		Rejilla en desagüe Ricobayo I	431.125,00 €	25
		Otros equipamientos aux. en desagüe Ricobayo I y galería de Ricobayo II	1.385.629,18 €	26
		Rejilla en galería de conducción forzada en Ricobayo II	431.125,00 €	27
		Equipamientos en caverna y galería de servicio de Ricobayo II	3.056.678,46 €	28
		Equipamientos edificio administrativo	275.019,55 €	29
		Grupos generación turbina Francis + alternadores (6 +5)	6.468.303,25 €	30
		PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN SIN IVA		454.589.382,72 €

Tabla 24. INPUTS CAPEX MECOFIN Obra Nueva en Fase de Construcción. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior, los conceptos 6, 7, 8, 9 Y 10 de la Tabla 22, y el concepto 4 de la Tabla 23 se reparten proporcionalmente entre los conceptos 3 y 4 de la Tabla 24. La suma de todos los conceptos ofrece el denominado Presupuesto Base de Licitación sin I.V.A.

6.2 SOBRE EL OPEX

El embalse de Ricobayo tiene asignados los usos de abastecimiento de agua, generación de electricidad, pesca, navegación, baño y pic-nic⁶⁰.

Los usos de abastecimiento de agua y actividades de ocio los proporciona la propia presa. El uso energético lo proporcionan las centrales hidroeléctricas instaladas.

El concesionario de esta infraestructura hidráulica está obligado a soportar una serie de gastos, con recurrencia en muchas ocasiones anual. La descripción de estas obligaciones queda definida en los epígrafes que siguen.

6.2.1 EN EL ÁMBITO DE LA GESTIÓN

Se establece como hipótesis que los recursos humanos adscritos a la presas de Ricobayo tengan la cuantificación y perfiles que siguen:

- a) **Director de Explotación** - Una persona.
- b) **Jefe de Mantenimiento** - Una persona.
- c) **Cuadrilla de operarios en propio** - 5 operarios. Los trabajos que no puedan realizar estos perfiles se entenderán subcontratados.

6.2.2 EN EL ÁMBITO DE LA PRESA Y EMBALSE

6.2.2.1 REVISIONES E INSPECCIONES DE SEGURIDAD⁶¹

El titular de una presa tiene la obligación de establecer y desarrollar actividades de mantenimiento, así como disponer de un archivo técnico actualizado. En este sentido, la gestión integral de la seguridad se basa en la vigilancia, evaluación continua de la seguridad, mantenimiento y rehabilitación. En este contexto, la concesionaria debe nutrirse regularmente de estudios, tanto los determinados por la legislación aplicable a cada infraestructura (revisiones de la seguridad, informes anuales de comportamiento), como estudios, proyectos e informes sobre aspectos determinados de la seguridad y mantenimiento de la presa.

Los informes de carácter anual deben incluir una caracterización del comportamiento de la presa en función de las variables exteriores (temperatura, nivel de embalse) y de las aportadas por el sistema de auscultación. Además, debe incluirse una revisión del estado de la presa, así como de sus operaciones de explotación y mantenimiento.

⁶⁰ Queda justificado en <https://www.embalses.net/pantano-89-ricobayo.html>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 29 de noviembre de 2022.

⁶¹ Contenido basado íntegramente en las recomendaciones emitidas para tal fin por la empresas especializada OFITECO (<https://www.ofiteco.com/li-neas-de-negocio/presas-embalses/revisiones-e-inspecciones-de-seguridad>). Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 29 de noviembre de 2022.

Las revisiones periódicas de la seguridad incluyen una revisión del archivo técnico, la inspección de la obra in situ, de sus elementos hidromecánicos y equipos, de la seguridad hidrológica, hidráulica y estructural, así como una caracterización de la seguridad funcional. Finalmente, han de elaborarse recomendaciones en base a las carencias detectadas, las cuales se desarrollarán posteriormente en proyectos de reparación.

El desarrollo de estudios relativos a presas, correspondientes a seguridad y rehabilitación, viene fuertemente condicionado por la característica de obra singular de cada presa. De este modo, cualquier intervención debe ser adaptada de forma específica a las necesidades por tipología de presa y emplazamiento. Los proyectos más habituales son los de rehabilitación de un aspecto concreto de la presa (impermeabilidad, estabilidad, elementos hidromecánicos, seguridad estructural, etc.) o de implementación de nuevos sistemas (desagües, auscultación, etc.).

6.2.2.2 VIGILANCIA, AUSCULTACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN⁶²

La vigilancia integral de presas se apoya en la auscultación de las mismas, pretendiendo entre otras cosas, que las variables de control más importantes del comportamiento de la infraestructura estén monitorizadas, que los equipos, sensores y elementos trabajen correctamente en el presente y en el futuro, que los datos sean representativos y con la precisión requerida, que todos los datos sean accesibles y estén actualizados, que el comportamiento de la presa sea entendido y las anomalías detectadas, y que los datos de monitorización sean utilizados para la gestión de la seguridad.

Los sistemas de auscultación deben ser sometidos a una revisión y mantenimiento permanentes. Así, en materia de revisión ha de llevarse a cabo un análisis funcional detallado de todos los elementos del sistema de auscultación como sensores, sistemas de comunicación y automatización, incluyendo calibración y configuración. El mantenimiento de estos sistemas debe ser correctivo y preventivo, y realizarse de manera periódica. Han de realizarse evaluaciones para mejorar la precisión de los datos y prolongar la vida útil de los sensores.

6.2.2.3 APLICACIONES INFORMÁTICAS DE DATOS⁶³

En la actualidad las presas deben contar con aplicativos tecnológicos que permitan monitorizar el programa de seguridad vinculado, proporcionar un control continuo en tiempo real, así como facilitar una evaluación detallada del comportamiento de la presa.

Estos aplicativos deben gestionar todo el recorrido del dato de monitorización, desde su adquisición y almacenamiento hasta su evaluación e implantación para la gestión de seguridad.

⁶² Contenido basado íntegramente en las recomendaciones emitidas para tal fin por la empresa especializada OFITECO (<https://www.ofiteco.com/lineas-de-negocio/presas-embalses/vigilancia-auscultacion-y-automatizacion>). Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 29 de noviembre de 2022.

⁶³ Contenido basado íntegramente en las recomendaciones emitidas para tal fin por la empresa especializada OFITECO y su aplicación DAMDATA (<https://www.ofiteco.com/lineas-de-negocio/presas-embalses/aplicacion-damdata>). Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 29 de noviembre de 2022.

Las funcionalidades que al menos deben ofertar herramientas de este estilo serían la de adquisición y tratamiento en tiempo real de los datos automatizados; la incorporación de lecturas manuales de forma directa en pantalla o mediante importación de ficheros y tablets; la planificación y seguimiento de campañas de lectura manual y mantenimiento con calendario de asignación de personal y medios materiales; la visualización de sensores con lectura y estado de alarma sobre planos, la configuración flexible de gráficos multivariantes en función de tiempo, espacio y otras variables; la configuración de informes con gráficos, imágenes y tablas; la gestión de avisos y alertas y definición flexible de umbrales variables; la modelización estadística (cuantificación de influencia de variables exteriores y predicción de escenarios de operación); la existencia de un motor de cálculos transparente y programable independiente del fabricante del sensor; y la posibilidad de crear perfiles de usuarios que permitan un control de acceso y funcionalidades con permisos de lectura y edición.

6.2.2.4 PLANES DE EMERGENCIA⁶⁴

Los planes de emergencia de presas (PEP) introducen el concepto de seguridad activa, instalando mecanismos y procesos que permitan la rápida detección de situaciones de riesgo y determinación de las medidas que se necesitan para ser atenuadas; así como reducción de posibles consecuencias en la vida humana, bienes materiales, servicios y medio ambiente si se desarrolla algún modo de fallo.

El proceso para implantar un PEP se compone de la redacción del propio PED, redacción de su proyecto de implantación (sala de emergencia, sistema de aviso a la población y sistema de comunicaciones), e implantación del sistema (obras e instalaciones).

6.2.2.5 MANTENIMIENTO, CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN⁶⁵

Es necesario que el patrimonio hidráulico conserve las condiciones de funcionalidad y de seguridad que permita su utilización a lo largo de su vida útil sufriendo las menores incidencias posibles y dando cumplimiento a la legislación de seguridad y mantenimiento vigentes.

Un programa de mantenimiento y conservación de la presa debe tener siempre un enfoque preventivo (aseguramiento de la funcionalidad), correctivo (resolviendo las incidencias producidas), y predictivo (estimando fallos futuros y detectando desviaciones del régimen normal de funcionamiento).

Las tareas que con carácter general están vinculadas al mantenimiento y conservación de presas son la el control del estado de los mecanismos e instalaciones, la limpieza periódica y conservación de las galerías, túneles y cámaras del cuerpo de presa, así como obra anejas, la actualización periódica de un inventario de instalaciones y equipos, la revisión de instalaciones eléctricas y equipos electromecánicos, la realización de pruebas de accionamiento de las compuertas de los sistemas de desagüe de la presa, la

⁶⁴ Contenido basado íntegramente en las recomendaciones emitidas para tal fin por la empresas especializada OFITECO (<https://www.ofiteco.com/lineas-de-negocio/presas-embalses/planes-de-emergencia>). Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 29 de noviembre de 2022.

⁶⁵ Contenido basado íntegramente en las recomendaciones emitidas para tal fin por la empresas especializada OFITECO (<https://www.ofiteco.com/lineas-de-negocio/presas-embalses/mantenimiento-explotacion-y-conservacion>). Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 29 de noviembre de 2022.

implantación de sistemas informáticos de gestión de mantenimiento y conservación, y las labores de control y vigilancia.

En la fase de explotación de la infraestructura han de llevarse a cabo labores recurrentes para diferentes situaciones de explotación (normales, extraordinarias y de emergencia). Esto deriva en la necesidad de redacción, implantación y puesta en práctica de documentos de seguridad como Normas de Explotación y Planes de Emergencia, así como el cumplimiento de la legislación vigente.

6.2.2.6 ANÁLISIS DE RIESGOS⁶⁶

A lo largo del tiempo, la preocupación social respecto a la tolerancia con los riesgos impuestos por grandes infraestructuras ha evolucionado. Actualmente, existe una demanda creciente por la seguridad en el territorio situado aguas abajo de la grandes presas, donde existen numerosos asentamientos y propiedades, con daños potenciales muy elevados.

Los titulares de las presas deben tomar decisiones relacionadas con la forma en la que se pueden controlar los riesgos, y esto se traduce en trabajos de consultoría prestados por empresas externas que suelen realizar, entre otras, tareas como la identificación cualitativa de los riesgos y de las necesidades de priorizar investigaciones adicionales y análisis en determinados componentes; la revisión de archivos técnicos; las visitas de campo; la estimación de probabilidades de presentación de cargas; la identificación y análisis de modos de fallo; la formulación de árboles de eventos; la realización de modelos numéricos para estimaciones detalladas y justificadas de la probabilidad de fallo y sus consecuencias, incluyendo análisis de incertidumbres, las estimaciones de probabilidades condicionales de respuesta del sistema; la estimación de consecuencias; la formulación de alternativas incluyendo indicadores de costo; o la priorización de las alternativas de reducción de riesgos.

6.2.3 EN EL ÁMBITO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

6.2.3.1 EFICIENCIA Y OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS⁶⁷

A través de trabajos de consultoría tecnológica el titular de una central hidroeléctrica puede optimizar la producción.

Así, el conocimiento de caudales, aportaciones y previsiones permite al operador maximizar el rendimiento económico en la explotación, es decir, optimizar la producción energética, a partir de la combinación de los aportes con los niveles del embalse, para poder aproximar la previsión de la producción en los intervalos horarios en los que la rentabilidad sea máxima.

A medida que se obtiene información más precisa sobre la cuenca (reduciendo el margen de error y con datos en tiempo real), se puede operar la infraestructura de forma más eficiente, y esto es posible gracias a la instalación y automatización de estaciones hidro

⁶⁶ Contenido basado íntegramente en las recomendaciones emitidas para tal fin por la empresas especializada OFITECO (<https://www.ofiteco.com/lineas-de-negocio/presas-embalses/analisis-de-riesgos>). Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 29 de noviembre de 2022.

⁶⁷ Contenido basado íntegramente en las recomendaciones emitidas para tal fin por la empresas especializada OFITECO (<https://www.ofiteco.com/lineas-de-negocio/presas-embalses/analisis-de-riesgos>). Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 29 de noviembre de 2022.

meteorológicas en los emplazamientos más fiables y representativos de la cuenca de aportación que aportan una gran cantidad de datos. A partir de esos datos y con el modelado de la cuenca, el acierto en las previsiones aumenta considerablemente, de forma que la rentabilidad de la infraestructura aumenta.

6.2.4 OTROS GASTOS DE FUNCIONAMIENTO

Además de los conceptos anteriormente especificados, se considera la necesidad de que la concesionaria incurra en otros gastos que permitan el funcionamiento operativo de la central, a saber: servicio de seguridad y vigilancia, servicio de limpieza, suministros (agua, luz, gas...), aseguramiento de la actividad a través de diversas pólizas y varios.

6.2.5 TABLA RESUMEN

Esta que sigue es una tabla que compila la información más relevante de los apartados anteriores, ofreciendo un valor estimado de OPEX para cada concepto, y estableciendo a su vez una cadencia anual de necesidad del gasto.

Id.	Concepto			TOTAL €		
1	RR.HH.	Director de Explotación (salario coste empresa)		75.000,00 €/año		
		Jefe de Mantenimiento (salario coste empresa)		60.000,00 €/año		
		Operario (salario coste empresa)		40.000,00 €/año		
2	PRESA EMBALSE	Revisiones e inspecciones de seguridad 2 inspecciones anuales con un coste unitario de 4.500 €/inspección		9.000,00 €/año		
		Vigilancia, auscultación y automatización 4 inspecciones anuales con un coste unitario de 2.500 €/inspección		10.000,00 €/año		
		Mantenimiento de aplicaciones informáticas de datos Partida alzada		5.500,00 €/año		
		Planes de emergencia	Primera redacción		80.000,00 €	
			Revisiones posteriores cada 3 años		10.000,00 €	
		Análisis de riesgos	Primera redacción		70.000,00 €	
			Revisiones posteriores cada 5 años		20.000,00 €	
		Mantenimiento, conservación y explotación	Preventivo / predictivo	Inventario de elementos y equipos	Primera redacción	20.000,00 €
					Revisiones anuales	4.000,00 €
				Mantenimiento de obra civil		80.000,00 €/año
				Mantenimiento de órganos de desagüe		40.000,00 €/año
Mantenimiento instalaciones y eq. electrónicos				40.000,00 €/año		
Mantenimiento de sistemas de auscultación		30.000,00 €/año				
Correctivo		Actividades de conservación	50.000,00 €/año			
3	CENTRAL HIDROELÉCTRICA	Consultorías para la eficiencia y optimización	Primera redacción	40.000,00 €/año		
			Revisiones posteriores cada 6 años	10.000,00 €/año		
4	OTROS	Servicio de seguridad y vigilancia		20.000,00 €/año		
		Servicio de limpieza de instalaciones		15.000,00 €/año		
		Suministros (luz, agua, gas...)		30.000,00 €/año		
		Pólizas de seguro		50.000,00 €/año		
		Varios		10.000,00 €/año		

Tabla 25. OPEX. Fuente: Elaboración propia.

El importe anual de OPEX, sin tener en consideración el salario coste empresa de los RR.HH., en base a las cuantificaciones anteriores, se movería entre los 268.500,00 €/año y los 474.500,00 €/año.

7. CRONOGRAMA DE ACTUACIONES

En cualquier contrato de CPP que tenga por objeto la provisión de una infraestructura se dan irremediamente los hitos marcados en la figura que sigue. Es lo que se conoce como ciclo de vida de la infraestructura.



Figura 39. Faseado en el ciclo de vida de una infraestructura concesionada. Fuente: Elaboración propia.

7.1 INVERSIONES NUEVAS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN – INFC

Id.	Concepto	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
1	PROYECTO DE EJECUCIÓN	66,67%	33,33%								
2	EXPROPIACIONES		50,00%	50,00%							
3	OBRA CIVIL										
	Desagüe lateral Ricobayo I			100 %							
	Cuerpo de presa		15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	10,00%	
	Torre de captación y tubería forzada		15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	10,00%		
	Aliviadero lateral					20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	
	Galerías de servicio subterráneas visitables en Ricobayo II					25,00%	25,00%	25,00%	25,00%		
	Galería de conducción forzada y caverna en Ricobayo II					33,33%	33,33%	33,34%			
	Vía de comunicación y viaducto alrededores Puente de la Estrella						20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
	Sistema de compuertas								30,00%	30,00%	40,00%
	Resalto final aguas abajo tras el cuerpo de la presa									50,00%	50,00%
	Pasarela de conexión de ambos márgenes de la cerrada									100 %	
	Carretera sobre coronación del cuerpo de presa										100 %
4	EDIFICACIONES										
	Edificio alojamiento de Grupos eléctricos en Ricobayo I								33,33%	33,33%	33,34%
	Edificio administrativo								20,00%	40,00%	40,00%
	Traslado de monumento histórico								33,33%	33,33%	33,34%
5	EQUIPAMIENTOS										
	Termómetros en cuerpo de presa									50,00%	50,00%
	Medidores de juntas en cuerpo de presa									50,00%	50,00%
	Aforadores en cuerpo de presa									50,00%	50,00%
	Grupos de extensómetros en cuerpo de presa									50,00%	50,00%
	Drenes de profundidad en cuerpo de presa									50,00%	50,00%
	Compuertas Taintor y elementos auxiliares en aliviadero lateral									50,00%	50,00%
	Otros equipamientos: desagüe Ricobayo I y galería de Ricobayo II									50,00%	50,00%
	Equipamientos en caverna y galería de servicio de Ricobayo II									50,00%	50,00%
	Grupos generación turbina Francis + alternadores (6 +5)									50,00%	50,00%
	Compuerta resalto final aguas abajo presa y elementos auxiliares										100 %
	Compuertas desagüe Ricobayo I y conducción forzada Ricobayo II										100 %
	Rejilla en desagüe Ricobayo I										100 %
	Rejilla en galería de conducción forzada en Ricobayo II										100 %
	Equipamientos edificio administrativo										100 %

Tabla 26. Cronograma en fase de construcción. Fuente: Elaboración propia.

El inicio de la concesión se establece en el año 2024, y la fase de construcción se extendería por un periodo de 10 años, es decir desde 2024 hasta 2033 inclusive.

7.2 INVERSIONES NUEVAS EN FASE DE EXPLOTACIÓN – INFE

La nueva concesión que se plantea no requiere de Inversiones Nuevas en Fase de Explotación. Este tipo de inversión siempre están vinculadas a ampliaciones de capacidad como la que representó la construcción de Ricobayo II en la década de los 90.

Se establece la hipótesis en este estudio, de que la nueva presa de Ricobayo se pondría en servicio con su potencial hidroeléctrico actual a partir del año 2024, sin necesidad de realizar a futuro ampliaciones de ningún tipo.

7.3 REPOSICIÓN EN FASE DE EXPLOTACIÓN DE LAS INVERSIONES NUEVAS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN – RINFC

Id.	Concepto	Criterio de reposición
1	PROYECTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	No aplica
2	EXPROPIACIONES	No aplica
3	OBRA CIVIL	
	Desagüe lateral Ricobayo I	2,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 5 años
	Cuerpo de presa	1,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 5 años
	Torre de captación y tubería forzada	5,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 8 años
	Aliviadero lateral	3,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 10 años
	Galerías de servicio subterráneas visitables en Ricobayo II	5,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 10 años
	Galería de conducción forzada y caverna en Ricobayo II	2,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 5 años
	Vía de comunicación y viaducto alrededores Puente de la Estrella	3,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 6 años
	Sistema de compuertas	3,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 5 años
	Resalto final aguas abajo tras el cuerpo de la presa	1,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 5 años
	Pasarela de conexión de ambos márgenes de la cerrada	3,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 6 años
	Carretera sobre coronación del cuerpo de presa	3,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 6 años
4	EDIFICACIONES	
	Edificio alojamiento de Grupos eléctricos en Ricobayo I	5,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 7 años
	Edificio administrativo	2,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 10 años
	Traslado de monumento histórico	No aplica
5	EQUIPAMIENTOS	
	Termómetros en cuerpo de presa	10,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 4 años
	Medidores de juntas en cuerpo de presa	10,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 4 años
	Aforadores en cuerpo de presa	10,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 4 años
	Grupos de extensómetros en cuerpo de presa	10,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 4 años
	Drenes de profundidad en cuerpo de presa	10,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 4 años
	Compuertas Taintor y elementos auxiliares en aliviadero lateral	5,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 12 años
	Otros equipamientos: desagüe Ricobayo I y galería de Ricobayo II	3,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 6 años
	Equipamientos en caverna y galería de servicio de Ricobayo II	3,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 6 años
	Grupos generación turbina Francis + alternadores (6 +5)	8,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 5 años
	Compuerta resalto final aguas abajo presa y elementos auxiliares	3,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 6 años
	Compuertas desagüe Ricobayo I y conducción forzada Ricobayo II	3,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 6 años
	Rejilla en desagüe Ricobayo I	3,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 6 años
	Rejilla en galería de conducción forzada en Ricobayo II	3,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 6 años
	Equipamientos edificio administrativo	6,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 8 años

Tabla 27. Cronograma de reposiciones en fase de explotación de las inversiones realizadas en fase de construcción. Fuente: Elaboración propia.

Cada concepto de CAPEX implementado durante la fase de construcción de la infraestructura podrá ocasionar a futuro un nuevo gasto en forma de reposición de alguno de los elementos que lo componen. Este tipo de actuaciones permiten que el activo generado originalmente mantenga un nivel de servicio adecuado durante toda la vida de la concesión.

Los valores de la tabla precedente muestran estimaciones conservadoras sobre el mecanismo de reposición de cada concepto.

7.4 REPOSICIÓN EN FASE DE EXPLOTACIÓN DE LAS INVERSIONES NUEVAS EN FASE DE EXPLOTACIÓN – RINFE

En virtud de lo expresado en el epígrafe anterior sobre INFE, no corresponde la realización de reposición alguna vinculada a las mismas, puesto que éstas no llegan a ejecutarse.

8. PLAN DE EXPLOTACIÓN HIDROELÉCTRICA

En los epígrafes anteriores se han cuantificado casi todas las obligaciones que debería asumir una concesionaria ante una asociación público-privada que pretenda la provisión de una nueva infraestructura hidroeléctrica en Ricobayo si ésta no hubiera existido en ningún momento.

En este epígrafe se cuantificará la producción de energía eléctrica anual que le dará a una hipotética Sociedad Vehículo de Proyecto (SVP), o también comúnmente denominada Sociedad de Propósito Especial (SPE), unos derechos de ingreso anuales expresados en formato €/KWh.

La producción de energía hidroeléctrica está condicionada por la cantidad de agua que primero se retiene en un embalse, para posteriormente ser desembalsada.

En este contexto, se informa⁶⁸ que la capacidad total de embalsado de agua en Ricobayo asciende a 1.178,88 hm³, y su capacidad útil, es decir, aquella susceptible de desembalsado para producción eléctrica a 1.078,40 hm³.

Lo anterior se traduce en una reserva energética de 840 GWh, que es la energía que potencialmente puede entregar la infraestructura hidráulica desde que la capacidad máxima de agua embalsada de 1.178,88 hm³ pasa a 100,48 hm³ tras un desembalse continuo.

De forma paralela, la cantidad de agua embalsada depende de múltiples factores como la pluviometría, la temperatura media, el nivel de filtración del terreno, o el nivel de evaporación en la cuenca hidrográfica entre otros.

Para llegar a diversos escenarios de producción eléctrica durante el periodo concesional, se analizará en un primer momento un análisis de la tendencia histórica de la pluviometría y de la climatología en la zona, para intentar inferir posteriormente en la tendencia histórica de producción eléctrica de Ricobayo.

8.1 TENDENCIA HISTÓRICA DE LA PLUVIOMETRÍA EN LA ZONA⁶⁹

El gráfico que se expone a continuación muestra el registro de las precipitaciones anuales (litros/m²) registradas en la estación meteorológica de la ciudad de Zamora desde el año 1948 hasta la actualidad, así como el número anual de días con lluvia desde el año 1994 hasta la actualidad en la misma localización.

No se tienen en cuenta ni los datos de precipitaciones ni los datos de días anuales con lluvia registrados en la estación climatológica de Villardeciervos, ni en la estación de Benavente, de mayor interés técnico en este análisis que la de Zamora por estar ambas situadas aguas arriba de la presa, pero para las que no existe una cantidad suficiente de datos, ni continuidad histórica en su registro.

⁶⁸ Información obtenida del artículo "Aprovechamiento hidroeléctrico en la provincia de Zamora" escrito por José Luis Hernández Merchán y publicado en la revista Técnica Industrial, número 322, en marzo 2019 (enlace web: <https://www.tecnicaindustrial.es/wp-content/uploads/Numero/112/6725/a6725.pdf>). Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 8 de diciembre de 2022.

⁶⁹ Gráfica construida con datos provenientes de la AEMET (<https://opendata.aemet.es/centrodedescargas/productosAEMET?>) y de la página web del ingeniero Javier Sevillano (<https://javiersevillano.es/f-Clima-DatosAnuales.php>). Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 9 de diciembre de 2022.

El citado gráfico se acompaña de dos líneas de tendencia con pendientes negativas que muestran que, desde que se tienen registros, en la ciudad de Zamora cada vez llueve menos veces y en menores cantidades.

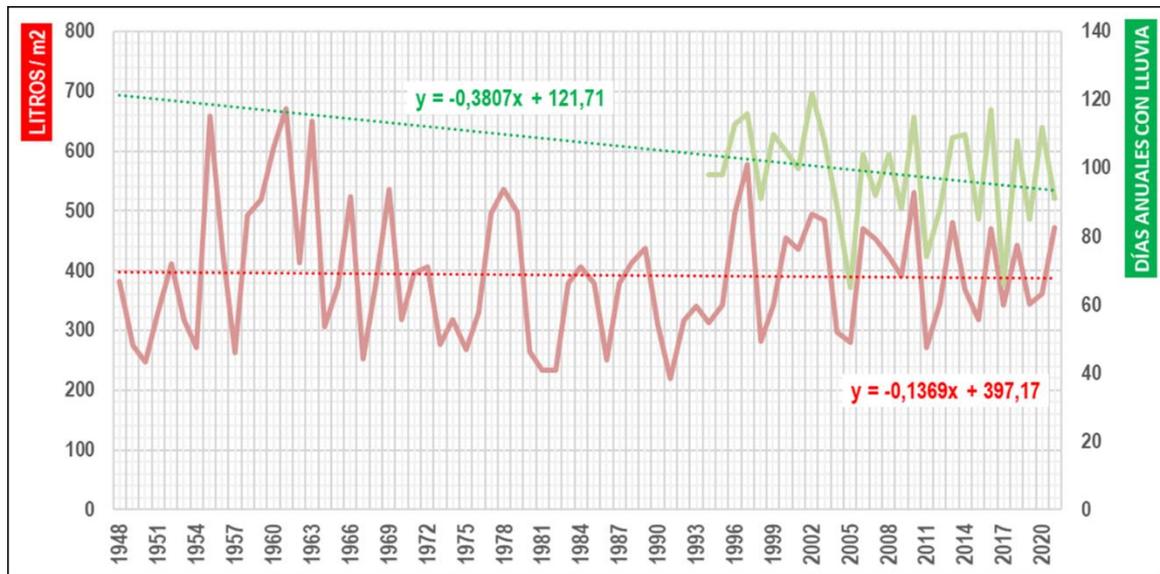


Figura 40. Precipitaciones anuales en la ciudad de Zamora desde 1948. Fuente: Elaboración propia a partir de datos AEMET.

8.2 TENDENCIA HISTÓRICA DE LA CLIMATOLOGÍA EN LA ZONA⁷⁰

El gráfico que se expone a continuación muestra el registro de la temperatura media anual de las temperaturas medias diarias (° C) registradas en la estación meteorológica de la ciudad de Zamora desde el año 1945 hasta la actualidad.

Como en el caso anterior, no se tienen en cuenta ni los datos de temperaturas registrados en la estación climatológica de Villardeciervos ni en la de Benavente.

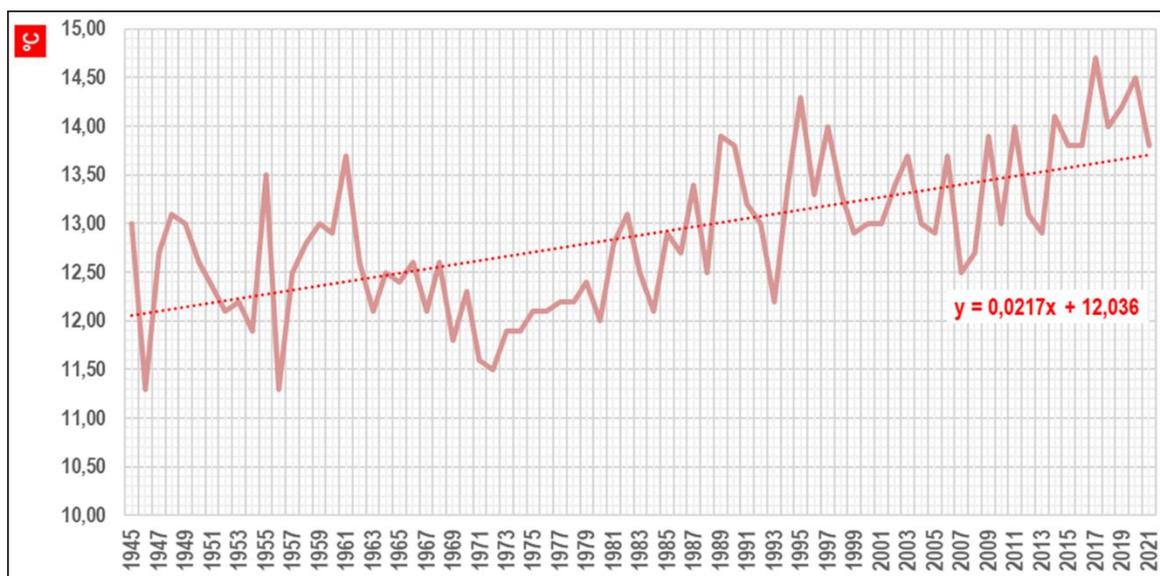


Figura 41. Temperatura media anual en la ciudad de Zamora desde 1945. Fuente: Elaboración propia a partir de datos AEMET.

⁷⁰ Idem que la nota 69.

El citado gráfico se acompaña de una línea de tendencia con pendiente positiva que muestra de manera evidente que, desde que se tienen registros, en la ciudad de Zamora cada vez la temperatura climática es mayor.

8.3 TENDENCIA HISTÓRICA DE LA GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA DE RICOBAYO

En este epígrafe se analiza la producción histórica de energía de Ricobayo de manera indirecta. No se ha conseguido por ningún medio, ni a través de información pública en la web, ni a través de solicitud directa a Iberdrola, ni a través de solicitud directa a Red Eléctrica Española, conocer cuál ha sido la producción histórica de energía de este complejo hidroeléctrico.

Es por la razón anterior, que el cálculo de la producción eléctrica de Ricobayo ha tenido que ser estimada por medios indirectos a través del volumen de agua desembalsada cada año, obtenida del Boletín Hidrológico semanal que publica actualmente la Vicepresidencia Tercera del Gobierno de España y el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico⁷¹.

Concretamente, el Fichero BD-Embalses_1988-2022.zip _incluye una base de datos denominada BD-embalses.mdb, donde se encuentra la Tabla T_Datos Embalses 1988-2022 con la información de los embalses peninsulares con capacidad superior a 5 hm³, desde 1988 hasta marzo de 2022.

Los campos de la tabla son: AMBITO_NOMBRE "Administración hidráulica Explotadora del embalse (Confederación hidrográfica y A.H. Autónoma)" / EMBALSE_NOMBRE "Nombre oficial del Embalse" / FECHA "Fecha del dato" / AGUA_TOTAL "Capacidad Total a Nivel máximo Normal" / AGUA_ACTUAL "Reserva en la fecha" / ELECTRICO_FLAG "Embalse de Uso Consuntivo (0) - Embalse de Uso Hidroeléctrico (1)".

Los valores de los campos que aplican al Embalse de Ricobayo son: AMBITO_NOMBRE "Duero" / EMBALSE_NOMBRE "Ricobayo" / FECHA "desde el 5 de enero de 1988 hasta el 22 de noviembre de 2022" / AGUA_TOTAL⁷² "1.145,00 hm³, 1.184,00 hm³ y 1.200,00 hm³" / AGUA_ACTUAL "min. 125,00 hm³ y máx. 1.208,00 hm³" / ELECTRICO_FLAG "Embalse de Uso Hidroeléctrico (1)".

Haciendo un filtro en la base de datos con los valores expresados y sus justificaciones, se obtiene un conjunto de 1.821 registros u observaciones.

Con esta información disponible, la generación eléctrica de Ricobayo puede estimarse a través del volumen de agua desembalsada entre fechas de observación consecutivas. Es decir, si el resultado de restar al AGUA_ACTUAL en el momento t+1 el AGUA_ACTUAL en el momento t es un valor positivo se ha producido un acopio de agua en el embalse, por el contrario, si el resultado de restar al AGUA_ACTUAL en el momento t+1 el AGUA_ACTUAL en el momento t es un valor negativo, lo que se ha producido es un desembalse.

⁷¹ Al archivo con la información histórica se accede a través del enlace "Descarga de datos históricos de embalses desde 1988 (Sin Validación)" presente en el siguiente enlace web: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/evaluacion-de-los-recursos-hidricos/boletin-hidrologico/>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 9 de diciembre de 2022.

⁷² Aunque en la base de datos oficial el valor de AGUA_TOTAL oscila entre los 3 valores expuestos, se adopta como valor constante a efectos de cálculo en este TFG el de 1.178,88 hm³, justificado en la nota a pie de página número 68.

Como la reserva energética declarada para Ricobayo asciende a 840 GWh, y el volumen de agua embalsada susceptible de ser desembalsada para producción eléctrica asciende a 1.078,40 hm³, se puede inferir que por cada hm³ de agua desembalsada se produciría $840 / 1.078,40 = 0,77893175074184 \text{ GWh} = 778,93175074184 \text{ MWh}$.

Con estas premisas, se puede obtener una tabla con datos históricos anualizados de generación eléctrica como la que aquí se muestra.

Año	Llenado hm ³	Vaciado hm ³	MWh	Año	Llenado hm ³	Vaciado hm ³	MWh
1988	653,00	1.227,00	955.749,26	2006	1.208,00	817,00	636.387,24
1989	1.347,00	609,00	474.369,44	2007	635,00	1.386,00	1.079.599,41
1990	491,00	1.280,00	997.032,64	2008	1.072,00	659,00	513.316,02
1991	856,00	826,00	643.397,63	2009	430,00	596,00	464.243,32
1992	682,00	462,00	359.866,47	2010	1.485,00	1.153,00	898.108,31
1993	911,00	1.066,00	830.341,25	2011	746,00	1.207,00	940.170,62
1994	884,00	883,00	687.796,74	2012	597,00	673,00	524.221,07
1995	684,00	550,00	428.412,46	2013	1.035,00	819,00	637.945,10
1996	1.332,00	1.211,00	943.286,35	2014	1.280,00	763,00	594.324,93
1997	1.194,00	897,00	698.701,78	2015	411,00	814,00	634.050,45
1998	660,00	1.040,00	810.089,02	2016	827,00	1.023,00	796.847,18
1999	628,00	684,00	532.789,32	2017	515,00	645,00	502.410,98
2000	1.593,00	1.134,00	883.308,61	2018	1.114,00	730,00	568.620,18
2001	394,00	1.194,00	930.044,51	2019	1.228,00	708,00	551.483,68
2002	1.100,00	233,00	181.491,10	2020	615,00	1.312,00	1.021.958,46
2003	689,00	1.076,00	838.130,56	2021	1.099,00	1.174,00	914.465,88
2004	468,00	915,00	712.722,55	2022	392,00	438,00	341.172,11
2005	772,00	497,00	387.129,08				

Tabla 28. Estimación de la producción anual hidroeléctrica de Ricobayo desde 1988 hasta la actualidad. Fuente: Elaboración propia a partir de datos oficiales.

Trasladando parte de los valores anteriores a una gráfica, se observa claramente como la tendencia en la producción eléctrica de Ricobayo es claramente decreciente con el paso de los años.

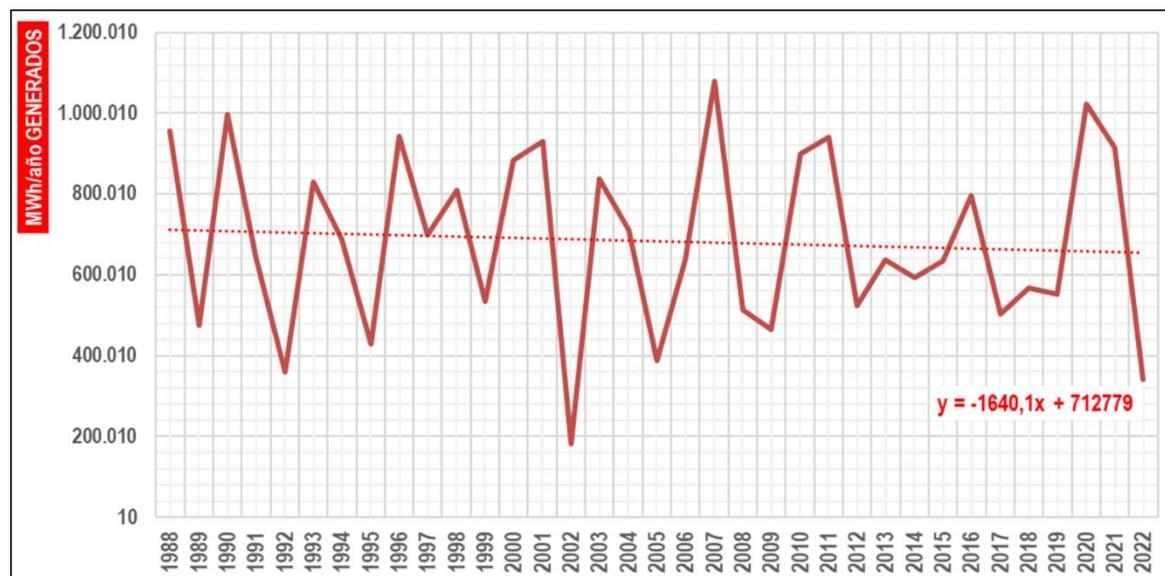


Figura 42. Estimación de producción anual eléctrica de Ricobayo desde 1988 hasta la actualidad. Fuente: Elaboración propia a partir de datos oficiales.

8.4 CONCLUSIÓN

La metodología expuesta para el cálculo de producción eléctrica parece consistente con el hecho de que los máximos que se registran en 2021 y 2022 en la tabla precedente coinciden con el polémico desembalse llevado a cabo por la concesionaria durante todo 2021 y durante los meses de verano de 2022.

Los números expuestos además presentan un orden de magnitud similar a la producción anual declara por Iberdrola para Ricobayo en su web⁷³ de 590 GWh.

Parece razonable pensar también que el denominado "Cambio Climático" está teniendo, y tendrá en el futuro, una incidencia notable sobre la capacidad de producción eléctrica de este tipo de energía renovable. Temperaturas medias al alza que provocan menores precipitaciones y menores días de lluvia, provocan sequías que inciden cada vez de una manera más fuerte sobre la regulación hidráulica de los pantanos.

Un ejemplo de lo anterior puede ser la situación crítica que actualmente vive el Embalse de Mequinenza en Aragón, y que en fechas muy recientes ha sido reflejado en prensa⁷⁴ de la siguiente manera:

"Nunca antes se había dado el anuncio de la paralización energética de uno de los embalses más importantes por la falta de precipitaciones. Esto ocurre cuando Mequinenza, en Aragón, llega a su mínimo histórico de capacidad e incluso está cerca de peligrar el caudal ecológico exigido para abastecer de agua de boca y regadíos. Este es el resumen de lo que está sucediendo con la quinta balsa de agua más grande de España y la más importante de la empresa energética Endesa, que ha anunciado una interrupción de su actividad en pocos días. La sequía de los últimos meses no tiene precedentes y los climatólogos ya avisan de que no se esperan grandes lluvias en las próximas semanas, lo que deja al embalse en una situación crítica y de máxima incertidumbre. Fuentes de la compañía detallan que es la primera vez que el embalse cuenta con un nivel tan bajo, cerca de un 23% de capacidad, desde que se inauguró la central hidroeléctrica en 1966. A día de hoy, cuenta con 350 hectómetros cúbicos, de los 1.550 que puede albergar. Pero no es la única central que peligra. Si no llueve, desde el sector confirman que se pararán también las infraestructuras catalanas de Tarn, Gavet de la Conca, Pont de Montañana y Escalles. Una situación inaudita en el este del país por las consecuencias del cambio climático.

...

La central hidroeléctrica de Mequinenza no es la única que está en peligro de caer en parálisis. La falta de reservas amenaza a otras tantas, localizadas especialmente en Cataluña. De hecho, ya hace varias semanas —en el mes de agosto—, la compañía Acciona se vio obligada a parar la terminal de Rialb (Lérida) por encontrarse su capacidad de reservas en un ínfimo 6%. Desde entonces sigue sin estar en activo. Entre las centrales que peligran, y donde Endesa se encarga de su explotación, están Tarn, Gavet de la Conca, Pont de Montañana y Escalles. La radiografía es crítica y, según insisten desde la compañía, no parece que su suerte sea distinta y deberán cerrar la producción energética. Pero más allá de Mequinenza hay otros embalses de la cuenca del Ebro que pierden reservas mientras la sequía no remite. En las cuencas del Aragón, Ésera; o el Cinca, en la vertiente pirenaica. Pero con especial preocupación en el Noguera-Ribagorzana. Los tres pantanos de este último están en mínimos históricos y no se prevé que cambie su situación. Canelles, el segundo embalse más grande de la zona tras Mequinenza, está al 26% cuando cuenta con un total de capacidad de 679 hectómetros cúbicos. El de Escalles, por su parte, tiene un 29% de reservas y el de Santa Ana se encuentra al 47%. Las explicaciones dadas por el sector, y corroboradas por fuentes oficiales de la Confederación Hidrográfica del Ebro, detallan que en "no menos" de tres años podrán recuperarse los niveles habituales de reservas hídricas en los

⁷³ Puede observarse dicha información en <https://www.iberdrola.com/conocenos/nuestra-actividad/energia-hidroelectrica/central-hidroelectrica-ricobayo>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 9 de diciembre de 2022.

⁷⁴ Puede ampliarse información al respecto en el siguiente enlace web: https://www.elconfidencial.com/espana/aragon/2022-11-06/sequia-deja-sin-produccion-electrica-mequinenza-endesa_3518298/ que muestra el artículo de título "La grave sequía dejará sin producción eléctrica y en parálisis al mayor embalse de Endesa", publicado el 6 de noviembre de 2022 en El Confidencial. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 9 de diciembre de 2022.

embalses que ahora están más amenazados. Siempre y cuando llueva a un ritmo ordinario y la sequía no se alargue o agrave. A esto hay que sumar como en varios pantanos aragoneses, también de uso recreativo, están cerrando los negocios de alquiler de embarcaciones o se están planteando trasladar su negocio a la costa mediterránea”.

8.5 ESCENARIOS DE PRODUCCIÓN ENERGÉTICA A CONSIDERAR

Se definen en este epígrafe diferentes escenarios de producción eléctrica (MWh), justificados de manera conveniente, y que indiquen directamente sobre la capacidad de generación de ingresos a largo plazo de la SVP.

En este sentido, cabe recordar que las concesiones relativas a obras hidráulicas⁷⁵ se rigen, en cuanto a su duración, por lo previsto en el Texto Refundido de la Ley de Aguas (art. 134a). De acuerdo con este régimen especial, el plazo de la concesión para la construcción y explotación o solamente la explotación será el previsto en cada pliego de cláusulas administrativas particulares, para lo que se tendrán en cuenta la naturaleza de las obras y la inversión que se vaya a realizar, sin que pueda exceder en ningún caso de **75 años**.

8.5.1 ESCENARIO IBERDROLA

Este escenario contempla una producción constante de 590.000 MWh (declaración expresa de producción eléctrica de Ricobayo por parte de Iberdrola) entre los años 2036 y 2098. En los dos primeros años de explotación, hasta que se complete el llenado del embalse, se considera que la producción eléctrica asciende al 50,0% de la planteada en el periodo anterior (“ramp-up”).

2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
	295.000	295.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000
2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000
2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059
590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000
2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068
590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000
2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077
590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000
2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086
590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000
2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095
590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000	590.000
2096	2097	2098						
590.000	590.000	590.000						

Tabla 29. Escenario de producción eléctrica a futuro de Iberdrola. Fuente: Elaboración propia.

La producción de energía eléctrica total durante el periodo de explotación dentro del periodo concesional ascendería en este escenario a **37.760 GWh**.

⁷⁵ Se puede ampliar información con la lectura del artículo “Delimitación y plazos de duración de las concesiones de obras y servicios en la Ley de Contratos del Sector Público del 2017” escrito por Blanca Lozano Cutanda y por Irene Fernández Puyol del despacho de abogados Gomez-Acebo & Pombo disponible en este enlace web <https://www.ga-p.com/wp-content/uploads/2018/07/delimitacion-y-plazos-de-duracion-de-las-concesiones-de-obras-y-servicios-en-la-ley-de-contratos-del-sector-publico-del-2017.pdf>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 9 de diciembre de 2022.

8.5.2 ESCENARIO TENDENCIAL

Este escenario considera que la producción eléctrica continúa en el futuro con la tendencia que ha mostrado desde el año 1988 hasta la actualidad.

Así, a través de la fórmula expresada en la Figura 42, $P_{MWh \text{ año } t} = 712.779 - 1640,1 \times (\text{Año } t - 1988)$ se tienen los siguientes valores de producción eléctrica.

Como en el caso anterior, en los años 2034 y 2035 se produce un efecto “rapmp-up” que hace que la producción eléctrica en dichos años ascienda al 50,0% de lo estimado matemáticamente para dicho año.

2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
	318.667	317.847	634.054	632.414	630.774	629.134	627.494	625.854
2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
624.214	622.574	620.933	619.293	617.653	616.013	614.373	612.733	611.093
2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059
609.453	607.813	606.173	604.532	602.892	601.252	599.612	597.972	596.332
2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068
594.692	593.052	591.412	589.772	588.131	586.491	584.851	583.211	581.571
2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077
579.931	578.291	576.651	575.011	573.371	571.730	570.090	568.450	566.810
2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086
565.170	563.530	561.890	560.250	558.610	556.970	555.329	553.689	552.049
2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095
550.409	548.769	547.129	545.489	543.849	542.209	540.569	538.928	537.288
2096	2097	2098						
535.648	534.008	532.368						

Tabla 30. Escenario de producción eléctrica a futuro tendencial. Fuente: Elaboración propia.

La producción de energía eléctrica total durante el periodo de explotación dentro del periodo concesional ascendería en este escenario a **37.379 GWh**.

8.5.3 ESCENARIOS DE ACCIÓN CLIMÁTICA

8.5.3.1 SOBRE EL ACUERDO DE PARÍS⁷⁶

Desde la entrada en vigor del Protocolo de Kioto, en febrero de 2005, se puso de manifiesto que era necesario trabajar para desarrollar un régimen climático global de lucha contra el cambio climático que incluyera a todos los países en los esfuerzos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Esto fue así ya que el primer periodo de compromiso del Protocolo de Kioto (2008-2012) solo incluía objetivos de reducción de emisiones de países desarrollados, y cubría solo el 30% de las emisiones globales. En el segundo periodo de compromiso (2013-2020) ese porcentaje bajó al 15%, debido a la reducción del peso relativo de las emisiones de los países con objetivos de reducción de emisiones (menos que durante el primer periodo y a que

⁷⁶ Explicación obtenida directamente del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico a través del enlace web <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contr-el-cambio-climatico/naciones-unidas/elementos-acuerdo-paris.aspx>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 10 de diciembre de 2022.

países como Canadá, Japón o Nueva Zelanda no participan en este segundo periodo de compromiso). Era, por tanto, necesario acordar un nuevo instrumento.

En este contexto, en diciembre de 2015 se adoptó el Acuerdo de París, jurídicamente vinculante, que cubre todos los aspectos de la lucha contra el cambio climático, tanto la mitigación, como la adaptación y los medios de implementación.

Este acuerdo recoge, por primera vez en un tratado internacional, el objetivo de mantener el incremento de la temperatura media global por debajo de los 2,0 °C respecto a los niveles preindustriales (objetivo de los 2,0 °C), referencia clave de la ciencia, y de hacer esfuerzos para tratar de limitar el calentamiento global a 1,5 °C.

En la actualidad, siete años después de la firma del acuerdo, ambos objetivos de calentamiento global no parecen muy creíbles (por inalcanzables) para una parte importante de la comunidad científica internacional.

8.5.3.2 ELASTICIDAD RICOBAYO [SENSIBILIDAD DE VARIACIÓN QUE PRESENTA LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA DEL COMPLEJO HIDROELÉCTRICO ANTE VARIACIONES DE TEMPERATURA MEDIA EN LA ZONA]

Analizando el incremento medio de la temperatura en la ciudad de Zamora desde 1988 hasta la actualidad, y la producción eléctrica de la Central de Ricobayo en el mismo periodo, se puede inferir que, por cada °C de incremento de la temperatura media en la zona, la producción eléctrica anual desciende en 75.580,64 MWh.

8.5.3.3 ESCENARIO LIMITADO POR CALENTAMIENTO GLOBAL DE 1,5 ° C

Este escenario presupone de entrada que se cumple el objetivo marcado en el Acuerdo de París de que, en el año 2100, la temperatura media del planeta se haya incrementado en 1,5 °C respecto de la temperatura media registrada en el año 1900, cuando la Revolución Industrial no se había extendido de manera crítica por todo el planeta.

Existe cierto consenso en asumir que, en el año 2015, el incremento de la temperatura media de La Tierra se situaba ya 1,0 °C por encima de la de la época preindustrial.

Si se presupone que, en la provincia de Zamora, en los años 40 la industrialización era muy débil, se puede asumir como temperatura media preindustrial de la zona los 12,036 °C que ofrece la ecuación de tendencia de la Figura 41 en el año 1945.

La realidad en el año 2021 es que la temperatura media marcada por la ecuación de tendencia ascendía ya 13,685 °C, lo que significa que en un periodo de 77 años ha existido un incremento de 1,65 °C en la temperatura media de la zona.

En este caso, Zamora habría excedido ya el objetivo de + 1,5 °C propuesto en el Acuerdo de París, por lo que si se quisiera cumplir con el mismo sería necesario un decremento de 0,15 °C de la temperatura media de la zona desde 2022 hasta 2100.

Como la anterior no resulta una hipótesis convincente vista la evolución de la climatología, se establece para este escenario una temperatura media objetivo en 2100 de 15,185

°C (escenario de Calentamiento Global de 3,15 °C⁷⁷).

La ecuación de producción eléctrica en este caso quedaría según se expresa a continuación: $P_{MWh \text{ año } t} = 658.655,70 - 1,50 \times 75.580,64 \times (\text{Año } t - 2021) / (2100 - 2021)$.

Así, la producción eléctrica en el año 2034 ascendería a 639.999,72 MWh, mientras que en el año final de la concesión, en 2098, la producción de energía eléctrica ascendería a 548.154,89 MWh.

La tabla que sigue muestra la producción eléctrica anualizada del escenario.

2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
	320.000	319.282	637.130	635.694	634.259	632.824	631.389	629.954
2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
628.519	627.084	625.649	624.214	622.779	621.344	619.909	618.474	617.039
2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059
615.603	614.168	612.733	611.298	609.863	608.428	606.993	605.558	604.123
2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068
602.688	601.253	599.818	598.383	596.947	595.512	594.077	592.642	591.207
2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077
589.772	588.337	586.902	585.467	584.032	582.597	581.162	579.727	578.291
2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086
576.856	575.421	573.986	572.551	571.116	569.681	568.246	566.811	565.376
2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095
563.941	562.506	561.071	559.635	558.200	556.765	555.330	553.895	552.460
2096	2097	2098						
551.025	549.590	548.155						

Tabla 31. Escenario de producción eléctrica a futuro limitada por calentamiento global de 1,5 °C. Fuente: Elaboración propia.

La producción de energía eléctrica total durante el periodo de explotación dentro del periodo concesional ascendería en este escenario a **37.976 GWh**.

8.5.3.4 ESCENARIO LIMITADO POR CALENTAMIENTO GLOBAL DE 2,0 ° C

2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
	316.891	315.934	629.954	628.041	626.127	624.214	622.300	620.387
2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
618.474	616.560	614.647	612.733	610.820	608.906	606.993	605.080	603.166
2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059
601.253	599.339	597.426	595.512	593.599	591.686	589.772	587.859	585.945
2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068
584.032	582.118	580.205	578.291	576.378	574.465	572.551	570.638	568.724
2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077
566.811	564.897	562.984	561.071	559.157	557.244	555.330	553.417	551.503
2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086
549.590	547.677	545.763	543.850	541.936	540.023	538.109	536.196	534.282
2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095
532.369	530.456	528.542	526.629	524.715	522.802	520.888	518.975	517.062
2096	2097	2098						
515.148	513.235	511.321						

Tabla 32. Escenario de producción eléctrica a futuro limitada por calentamiento global de 2,0 °C. Fuente: Elaboración propia.

⁷⁷ Escenario más pesimista del Quinto Informe de Evaluación (AR5) del IPCC (puede ampliarse información en el enlace web: [Escenarios y Proyecciones | CIIFEN](#). Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 10 de diciembre de 2022.

Este epígrafe opera en sentido idéntico al anterior, salvo por el valor del incremento objetivo en 2100 que se situaría los 2,0 °C (escenario de Calentamiento Global de 3,65 °C⁷⁸). La ecuación de producción eléctrica quedaría en este caso como sigue: $P_{MWh \text{ año } t} = 658.655,70 - 2,00 \times 75.580,64 \times (\text{Año } t - 2021) / (2100 - 2021)$.

La producción de energía eléctrica total durante el periodo de explotación dentro del periodo concesional ascendería en este escenario a **36.583 GWh**.

8.5.4 ESCENARIO ADICIONAL PROMEDIO

Este epígrafe contiene un escenario de generación anual de energía que es promedio de la generación declarada en cada año de los cuatro anteriormente presentados.

2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
	312.639	312.016	622.784	621.537	620.290	619.043	617.796	616.549
2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
615.302	614.055	612.807	611.560	610.313	609.066	607.819	606.572	605.324
2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059
604.077	602.830	601.583	600.336	599.089	597.841	596.594	595.347	594.100
2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068
592.853	591.606	590.359	589.112	587.864	586.617	585.370	584.123	582.876
2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077
581.628	580.381	579.134	577.887	576.640	575.393	574.145	572.898	571.651
2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086
570.404	569.157	567.910	566.663	565.416	564.168	562.921	561.674	560.427
2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095
559.180	557.933	556.685	555.438	554.191	552.944	551.697	550.450	549.202
2096	2097	2098						
547.955	546.708	545.461						

Tabla 33. Escenario de producción Promedio. Fuente: Elaboración propia.

Este escenario se utiliza en el epígrafe de conclusiones del capítulo 10 [\[Link\]](#) para determinar un precio medio de venta de energía, el cual tomar como referencia para ciertas comparaciones.

La producción de energía eléctrica total durante el periodo de explotación dentro del periodo concesional ascendería en este escenario a **37.424 GWh**.

⁷⁸ Idem que la nota 77.

9. UNA APROXIMACIÓN A LA HERRAMIENTA CONCEPTUAL QUE REPRESENTAN LOS ACUERDOS DE COLABORACIÓN PÚBLICO-PRIVADA⁷⁹

9.1 BREVE RESEÑA HISTÓRICA Y FUNDAMENTOS

En el siglo III a.C. la ciudad de Roma llegó a albergar a casi un millón de personas, momento en el cual la propia Roma, pero también otras ciudades del Imperio gozaban de una importante red de accesos compuesta de carreteras y puentes de ancho variable que era construida por el Estado.

La provisión de las infraestructuras citadas, así como de muchas otras de carácter estratégico solo fue posible por la existencia de un sólido sistema fiscal y de un cuidadoso censo.

Tras la debacle de la civilización romana la humanidad se sumergió en un periodo de tinieblas que duró siglos, involucionando cultural y económicamente. La vida en las ciudades desapareció y el mundo rural ganó protagonismo.

No fue hasta finales del siglo XIX cuando la existencia humana empezó a cobrar cierto dinamismo en el centro de Europa. En 1789 se inicia la Revolución Francesa por el descontento de las clases populares con las élites dirigentes y se inaugura un camino seguido posteriormente por otros muchos que da como resultado el nacimiento de Francia como Estado Moderno.

Es el ecosistema de relaciones sociales y administrativas establecido en Francia, junto con la conocida como «Sentencia Blanco de 1873»⁸⁰ lo que permite un siglo después de la Revolución el alumbramiento de un nuevo concepto de «servicio público».

En un principio la influencia del liberalismo orientó la acción del Estado hacia labores de mantenimiento del orden público y de la soberanía a través de la administración de justicia, la labor de policía, la defensa nacional, la recaudación de impuestos, etc. pero a finales del siglo XIX cambia el panorama. El surgimiento del socialismo municipal y el aval que para éste supuso el caso Blanco, hizo que los poderes públicos reorientaran su acción como agente principal de vida pública, pasando de ser un mero fiscalizador a erigirse como un prestador de servicios. En este contexto, las ciudades comienzan a proporcionar alumbrado, transporte público, abastecimiento de agua, pero los deberes de la Administración pronto se ensanchan y las demandas de la sociedad, cada vez más formada, se extienden hacia otros servicios como la enseñanza o las instituciones de previsión social.

⁷⁹ Basado en la ponencia titulada "Potencial de las herramientas de simulación económico-financiera en la gestión óptima de los recursos presupuestarios destinados a la provisión de infraestructuras de transporte mediante la técnica de la colaboración público-privada" que fue presentada en el Congreso de Ingeniería del Transporte en 2018 en la ciudad de Gijón por José Ángel Fernández Gago y por David Maté Sanz.

⁸⁰ Agnès Blanco fue atropellada por una vagoneta de la Compañía Nacional Manufacturera de Tabaco francesa que transportaba materia prima, lo que le causó la amputación de una de sus piernas. Su padre, Juan Blanco, demandó civilmente a la compañía ante los tribunales ordinarios en busca de una indemnización por daños y perjuicios por parte del Estado, pero la sentencia («*Arrêt Blanco de 8 de febrero de 1873*») estableció que el perjuicio ocasionado por un servicio público debía ser resuelto por la jurisdicción administrativa (Consejo de Estado de Francia) y no por un tribunal civil. Esta sentencia es considerada el hito más importante en la evolución de los servicios públicos desde el punto de vista jurídico ya que consolida el nacimiento del Derecho Administrativo alumbrando un nuevo tipo de relación jurídica "persona – Estado".

En un contexto como el explicado, la orientación del sistema fiscal de los países que siguieron la estela de Francia debió ser tal que permitió la financiación anual del gasto público destinado a la prestación de los servicios, algo que durante periodos de paz se va cumpliendo de una manera más bien precaria, pero que se frena en seco a partir de 1929 con la Gran Depresión.

Con las consecuencias sociales y económicas del crack del 29 extendiéndose por todo Estados Unidos, el presidente Franklin Delano Roosevelt aprobó en 1933 el New Deal inspirado en las políticas ideadas por John Maynard Keynes. Se sustituyó a partir de entonces un liberalismo económico por un sistema mixto, que conjugaba la intervención estatal en la economía con las leyes liberales del mercado. Se alteró el marco de relaciones sociales entre empresarios, trabajadores y el sector público, para que éste último financiara de una manera previsible una batería de nuevos servicios básicos que irremediablemente presionaron al alza el gasto público (seguros de desempleo, libertades sindicales, medidas de protección al consumidor, jubilaciones, ayudas sociales ...)

Desde la década de los treinta, en las economías más avanzadas del mundo se empezó a considerar que un déficit presupuestario puntual, provocado por la implementación de políticas expansivas, no revertía gravedad sin con él el sector público conseguía impulsar la actividad del sector privado. Esta manera de proceder se justifica bajo la esperanza de que una mayor actividad económica genere una mayor recaudación fiscal que palie el déficit (artificial en parte) en el que se incurre.

No obstante, fue a partir de la crisis del petróleo en 1973 cuando la existencia de déficits presupuestarios en muchos países atravesó la frontera de lo coyuntural para convertirse en estructural. El encarecimiento del crudo provocó la desaceleración de la actividad económica y muchos gobiernos vieron mermada su capacidad de recaudación fiscal y experimentaron un aumento de los gastos sociales ligados al desempleo. Este fenómeno conocido como el efecto de los estabilizadores automáticos incrementó la cuantía del déficit que hubo que enjugar con nueva deuda pública que presionó al alza el gasto presupuestario debido a los intereses, lo que provocó a su vez la necesidad de nuevos endeudamientos.

La anterior situación supuso una crisis reputacional para los postulados de Keynes y muchos economistas que comenzaron a dudar de la capacidad de la política fiscal para estabilizar la economía de los países empezaron a proponer a finales de la década de las 90 la necesidad de establecer reglas fiscales para reconducirla.

En este contexto, la Unión Europea, por ejemplo, a través del Tratado de Maastricht (1992) y del Pacto de Estabilidad y Crecimiento (1997) establecieron objetivos sobre el tamaño de la deuda (60% sobre el PIB) o sobre el nivel de déficit público (3% sobre el PIB) al que debían aspirar los países miembros del club comunitario si deseaban gozar de unas cuentas públicas saneadas.

Con un marco de funcionamiento cada vez más encorsetado, la demanda de nuevos servicios públicos se sofisticó. Las sociedades responden cada vez de manera más organizada, si se quiere contestataria, ante los recortes del gasto público, y los gobiernos deben comenzar a discernir entre cual es un gasto público esencial y cual no lo es.

La mayoría de los servicios públicos lleva siempre aparejada una inversión inicial caracterizada por fuertes costes hundidos que permite la prestación de los mismos. Para el

ciudadano lo esencial siempre es la existencia del servicio, es decir la disponibilidad del quirófano, la disponibilidad del tren en el andén, la posibilidad de acceso a la biblioteca o al aula, o la autovía en buen estado de uso en los meses más duros del invierno, pero no suele percibir la correlación existente entre ese disfrute y el gasto presupuestario necesario de capítulo 6 que una Administración deberá ejecutar de manera previa.

Ante la complejidad creciente de las relaciones económicas entre Administración, empresas y contribuyentes, ha surgido en los últimos años la alternativa de la colaboración público-privada (en adelante CPP) para la provisión de infraestructuras, equipamientos y servicios públicos. Las CPPs son una opción diferente, una tercera vía, al intervencionismo o liberalismo puros, y no tienen otro objetivo que el de evitar el incumplimiento de las reglas fiscales autoimpuestas por los países o por los entes supranacionales de los que forman parte.

9.2 FUNCIONAMIENTO MERCANTIL A LARGO PLAZO DE LAS SOCIEDADES DE CAPITAL⁸¹

9.2.1 PROPUESTA DE UN SISTEMA DE REPRESENTACIÓN NORMALIZADO PARA AYUDAR A EXPLICAR CÓMO SE MOVILIZAN LOS FONDOS MONETARIOS POR PARTE DE LAS EMPRESAS CUANDO SUMINISTRAN SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURA

Todo movimiento de fondos monetarios estará siempre vinculado a dos variables relevantes: una de cantidad, y otra de tiempo.

Lo anterior permite representar cualquier operación económica vinculada a la provisión de servicios de infraestructura en un sistema de ejes cartesianos con tres cuadrantes relevantes en el que en abscisas se visualiza la variable tiempo (años generalmente) y en ordenadas la variable moneda con diferentes matices en función de un cuadrante como se verá.

Bajo este esquema de representación, cualquier obra de infraestructura comenzaría con la generación a partir del año 0 de unos costes hundidos que ocuparían el denominado cuadrante inferior izquierdo (intersección entre la sección vertical denominada "fase de construcción" y la sección horizontal denominada "operaciones de inversión / financiación"). La representación de la inversión adoptará forma de línea, mientras que la representación de la estructura de financiación adoptará forma de área.

A posteriori, ya durante la fase de explotación, toda obra de infraestructura puede ser objeto de ampliación, o de reposición total o parcial de alguno de los elementos inicialmente planteados. La inversión asociada a esta actividad se representará en el denominado cuadrante inferior derecho (intersección entre la sección vertical denominada "fase de explotación" y la sección horizontal denominada "operaciones de inversión / financiación"). Al igual que en el párrafo anterior, la inversión vendrá representada por líneas y la estructura de financiación por áreas.

⁸¹ Basado en la ponencia titulada "Potencial de las herramientas de simulación económico-financiera en la gestión óptima de los recursos presupuestarios destinados a la provisión de infraestructuras de transporte mediante la técnica de la colaboración público-privada" que fue presentada en el Congreso de Ingeniería del Transporte en 2018 en la ciudad de Gijón por José Ángel Fernández Gago y por David Maté Sanz.

En el cuadrante superior derecho (intersección entre la sección vertical denominada “fase de explotación” y la sección horizontal denominada “operaciones explotación”) se representarán de una parte en formato área los diversos gastos de operación y mantenimiento de la infraestructura, en su caso el servicio de la deuda (devolución de principal y pago de intereses), y los gastos fiscales. En formato barra vertical quedarán representados los diferentes tipos de ingreso que puedan vincularse a la infraestructura.

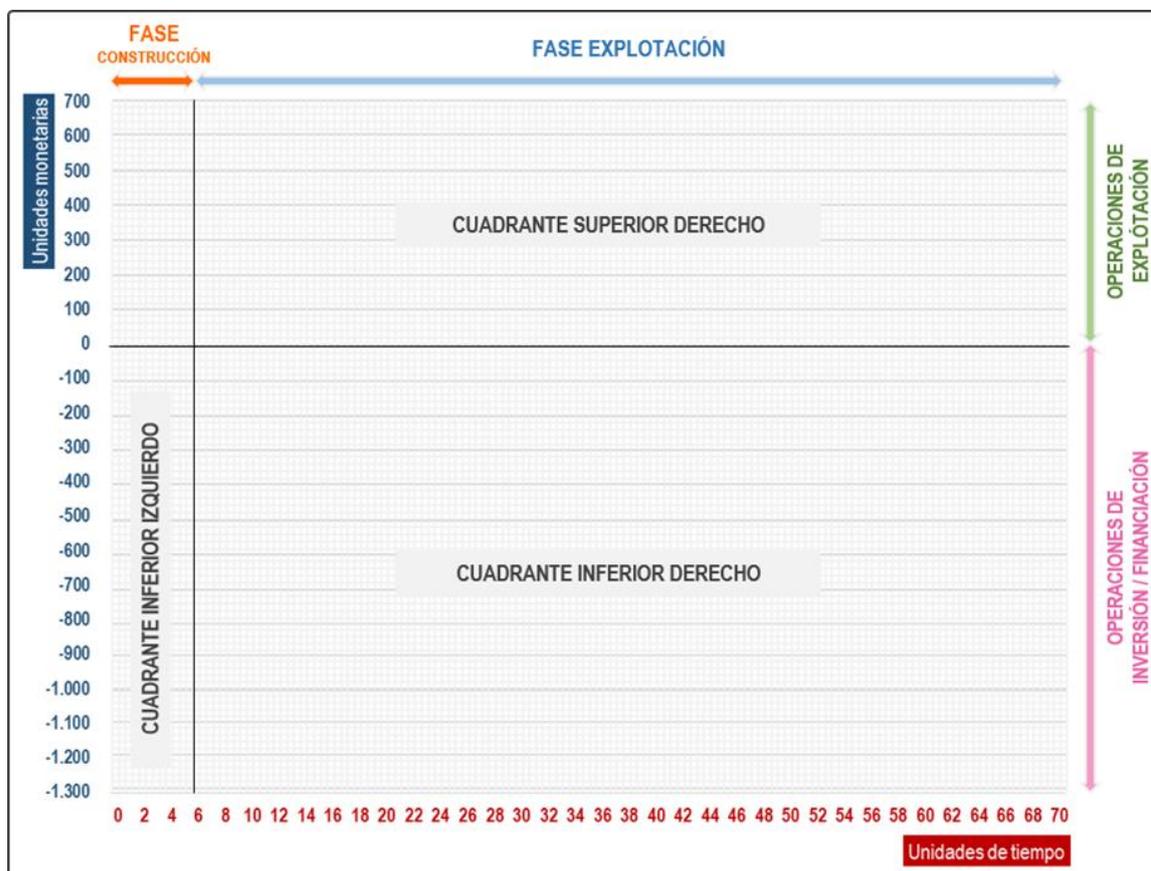


Figura 43: Ejes cartesianos para la representación de movilización de fondos en la provisión de infraestructuras. Fuente: Elaboración propia.

9.2.2 EJEMPLO DE VISUALIZACIÓN DE UN CASO DE PROVISIÓN INDIRECTA A TRAVÉS DE UN CONTRATO DE COLABORACIÓN PÚBLICO-PRIVADA

La leyenda de la figura que se muestra en este epígrafe alude:

- a INFC como “Inversión Nueva en Fase de Construcción”,
- a RINFC como “Reposición de Inversión Nueva realizada en Fase de Construcción que se realiza en la Fase de Explotación”,
- a INFE como “Inversión Nueva en Fase de Explotación”,
- y a RINFE como “Reposición de Inversión Nueva realizada durante la Fase de Explotación”.

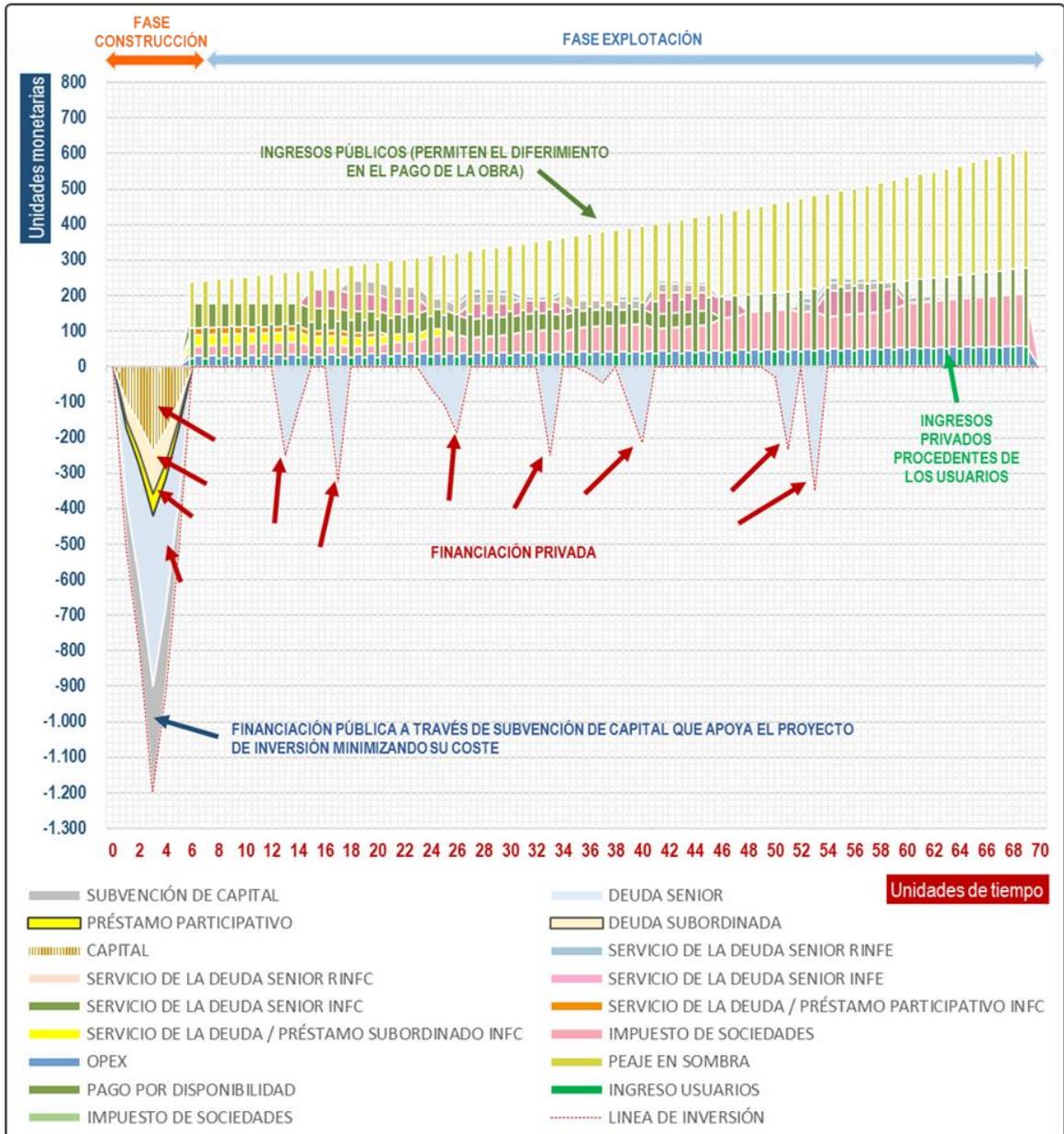


Figura 44: Representación de la movilización de fondos en la provisión de infraestructuras por la vía indirecta de la Colaboración Público-Privada. Fuente: Elaboración propia.

La figura propiamente dicha representa el movimiento de fondos vinculado a la provisión por parte de las autoridades de un país de una nueva infraestructura de transporte, pero esta vez, en vez de hacerlo directamente, lo hace a través de una empresa interpuesta que se conoce en los proyectos articulados a través de la Colaboración Público-Privada como Sociedad Vehículo de Proyecto (SVP).

En este tipo de sociedades creadas ad hoc la financiación (salvo excepciones en forma de ayudas públicas) es privada.

Aquí también la fase de construcción se lleva a cabo durante un periodo de 6 años, y los costes hundidos que representa la obra son financiados como se ha expresado por los accionistas de la empresa, la banca y una pequeña parte por el sector público en forma de subvención de capital. Concretamente se ha considerado que la SVP se financia a

través capital (20,0%), deuda subordinada privada (10,0%), préstamo participativo de los socios (5,0%), deuda senior bancaria (40,0%), y subvención de capital (25,0%).

Durante la fase de explotación comercial la financiación de inversiones de reposición de las ya efectuadas con anterioridad, o de nuevas inversiones vuelve a ser privada.

Cuando la infraestructura entrara en funcionamiento, la SVP, bien de manera directa o a través de empresas especializadas, llevaría a cabo el mantenimiento de la nueva infraestructura, asumiendo la integridad de los OPEX que fuesen de aplicación.

Durante la vigencia de la SVP, ésta debe atender convenientemente el servicio de la deuda vinculado a los préstamos que ha solicitado.

Bajo este esquema, el nuevo proyecto de inversión ya en fase de operación generaría ingresos privados para la SVP, pero no siendo éstos suficientes para dotar de rentabilidad a la empresa, necesitaría de ingresos adicionales en forma de lo que se conoce como Pagos por Disponibilidad.

Un Pago por Disponibilidad es un ingreso de la concesionaria pagado por el sector público en contraprestación de la disponibilidad de una determinada infraestructura para su uso, y que puede ser minorado por incumplimientos de dicha disponibilidad, pudiendo en algún caso reducirse el pago a cero euros.

Siendo el interés de un Gobierno el establecer en su territorio la nueva infraestructura de transporte, la Colaboración Público-Privada lo que permite es que las cuentas públicas que gestiona dicho Gobierno no sean puestas en tensión, ya que el endeudamiento se le endosa al sector privado, el cual recibe posteriormente de éste un pago anual por tener la infraestructura en condiciones permanentes de funcionamiento para su uso por parte de los usuarios (personas físicas / jurídicas).

9.3 TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LAS SOCIEDADES DE CAPITAL MEDIANTE EL EMPLEO DE LA DINÁMICA DE SISTEMAS⁸²

9.3.1 ARQUITECTURA BÁSICA DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN ECONÓMICO-FINANCIEROS

Los modelos de simulación económico-financieros son el soporte necesario de cualquier estudio de viabilidad y necesariamente estarán basados en la dinámica de sistemas.

⁸² Basado en la ponencia titulada "Potencial de las herramientas de simulación económico-financiera en la gestión óptima de los recursos presupuestarios destinados a la provisión de infraestructuras de transporte mediante la técnica de la colaboración público-privada" que fue presentada en el Congreso de Ingeniería del Transporte en 2018 en la ciudad de Gijón por José Ángel Fernández Gago y por David Maté Sanz.

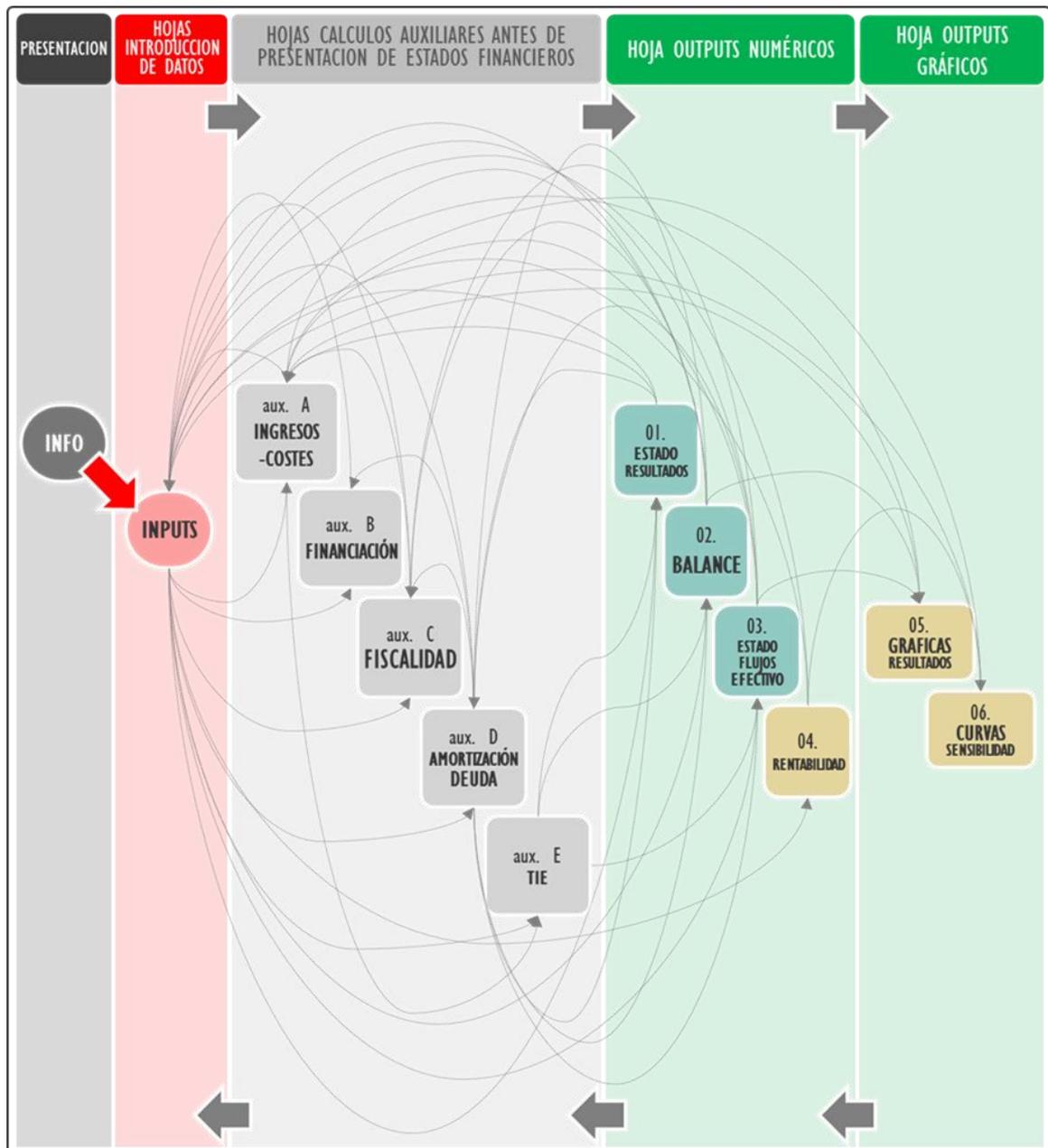


Figura 45: Módulos relevantes en un modelo de simulación económico-financiera, y representación de sus flujos de retroalimentación. Fuente: Elaboración propia.

La dinámica de sistemas es una metodología para analizar y modelar el comportamiento temporal en entornos complejos en los que existen bucles de retroalimentación.

Gracias a la informática en sentido amplio, es posible hoy en día realizar simulaciones que posibilitan estudiar el comportamiento y las consecuencias de las múltiples interacciones de los elementos de un sistema a través del tiempo. Esto ocurre permanentemente en los fenómenos contables y financieros que se manifiestan en una sociedad mercantil a lo largo de su vida.

Las iteraciones entre deuda e intereses, entre intereses e impuesto de sociedades, entre impuesto de sociedades y necesidades de financiación, rentabilidades, etc. genera problemas matemáticos cuya resolución no es lineal, lo que dificulta una solución analítica.

Por tanto, los modelos de simulación dinámica en el ámbito de proyectos de inversión a largo plazo con diversos agentes implicados que responden a incentivos no necesariamente convergentes permiten estudiar cómo diferentes políticas, decisiones, estructuras y retrasos influyen en el crecimiento y la estabilidad de todo el sistema (proyecto).

La figura de la página anterior muestra la arquitectura ideal de un modelo de simulación económico-financiero, siendo el trazado de cada flecha una relación existente entre cada parte de este.

Un modelo formulado en Excel debería comenzar de manera general con una hoja denominada **Info** en la que se ofrezca información sobre el proyecto de inversión, adscripción del equipo redactor dentro de la empresa o consultor que lo desarrolla, y fecha de inicio de elaboración del modelo, además de notas y advertencias relativas al uso de la propia herramienta de simulación.

La hoja de **Inputs** es la hoja destinada a la introducción de datos. En esta hoja queda parametrizado todo el modelo de negocio asociado al proyecto de inversión que se pretende estudiar. No debería existir posibilidad alguna de introducir cualquier otro dato en el modelo si no es a través de esta hoja.

A través de las hojas denominadas auxiliares (**Ingresos - Gastos, Financiación, Fiscalidad y Amortización deuda**) el modelo transforma los datos introducidos en la hoja de Inputs en magnitudes contables que son utilizadas posteriormente para generar los estados financieros de la Sociedad Concesionaria, y para la medición de la rentabilidad del negocio.

En la hoja de **Outputs numéricos** el modelo informa sobre los estados financieros de la SVP para cada año de vigencia de ésta en virtud del contrato de CPP. Así, en primer lugar, el modelo muestra la Cuenta de Pérdidas y Ganancias (o Estado de Resultados) de la SVP, posteriormente muestra el Balance y finalmente muestra el Estado de Flujos de Efectivo. El último de los cálculos que realiza el modelo atañe a la rentabilidad del Proyecto de inversión tanto desde el punto de vista del proyecto en sí como desde el punto de vista de la rentabilidad alcanzada por el sector privado (rentabilidad de los accionistas).

Finalmente, en la hoja de **Outputs gráficos** el modelo aporta una gráfica con el perfil del movimiento de fondos monetarios (ejes cartesianos) definida con anterioridad, acompañada de curvas de sensibilidad que miden como cambia una determinada magnitud del sistema (generalmente la TIR del capital) ante variaciones porcentuales de cualquier otra variable (nivel de inversión, inflación, tarifas, etc.).

9.3.1.1 SOBRE LOS INPUTS

Cuantificar y justificar el valor de cada variable que se facilite en esta hoja será la parte del trabajo que consuma en cada estudio de viabilidad la mayor parte del tiempo asignado a los recursos. La calidad de los datos introducidos en la hoja de Inputs es la mayor garantía de solvencia de un estudio de viabilidad.

Una estructura de hoja de Inputs que optimiza la organización de la información de entrada al modelo podría ser la que se muestra a continuación:

Módulo 1 – Datos de inicio – En este módulo debe facilitarse información sobre el año en el que se realiza el estudio y es a dicho año al que se referenciará toda unidad monetaria cuando se quiera expresar ésta en “moneda constante”. También ha de informarse sobre el inicio de la fase constructiva, el inicio de la fase de explotación y el plazo de la concesión. Este módulo recoge además información sobre la calificación de la infraestructura, es decir, si se trata o no de una infraestructura pública, y en cuyo caso, si se está analizando una infraestructura pública, deberá determinarse el margen aplicable a los servicios de construcción y el margen que el modelo debe aplicar a los servicios de explotación y mantenimiento, cifras ambas vinculadas al concepto de “valor razonable” del activo contable que se generará durante el periodo de vigencia de la CPP. El margen para utilizar varía en cada caso con el sector estudiado y con el momento del estudio. Es decir, hoy puede ser un valor y dentro de dos años en el mismo sector ser otro, porque las perspectivas de mercado cambien.

Módulo 2 – Variables de carácter macroeconómico – En este módulo se hace prognosis sobre el valor que adoptarán, durante el periodo de vigencia del contrato de CPP, diferentes variables de carácter macro como puedan ser el IPC general o sectorial, el PIB y tasas de interés bancario de referencia (Euribor, Libor, etc.) Además, se cuantifica el valor de la tasa de descuento de flujos que el modelo empleará en el cálculo de Valor Actual Neto de diferentes flujos de fondos.

Módulo 3 – Datos físicos vinculados a la CPP – En este módulo se dotará de valor a todas aquellas variables que permitan caracterizar la infraestructura que se promueve, tanto desde un punto de vista estático (longitud de pista en servicio cada año, superficie de edificación sometida a mantenimiento, kilómetros de vía simple, número de conductores en servicio, número de cabezas tractoras ...) como dinámico (kilovatios hora consumidos, número de viajeros, toneladas transportadas, kilómetros recorridos por la totalidad del material móvil ...)

Módulo 4 – Datos económicos de la concesión – En este módulo se definirá el valor (según indicaciones o necesidades detectadas del cliente) de dos tipos de variables. De una parte, aquellas asociadas a los **ingresos** vinculados a la SVP y que se expresan siempre en forma de precio unitario (tarifa por tipología de viajero, pago por disponibilidad anual proveniente de la Administración, ingresos comerciales por tipología de unidad considerada, ingresos inmobiliarios por unidad de superficie, etc.) De otra parte, aquellas asociadas a **gastos** vinculados a la SVP y que se expresan también en forma de precio unitario (coste anual de mantenimiento por cada kilómetro de vía en servicio, coste salario empresa por cada tipología de recurso humano, consumo de energía eléctrica por cada hora de funcionamiento de un local, etc.)

Módulo 5 – Plan de inversiones y reposiciones – En este módulo se introduce información relativa a las inversiones que debe acometer la SVP, pudiendo éstas responder a cuatro tipos bien diferenciados. (1) Inversiones realizadas en fase de construcción, (2) Inversiones realizadas en fase de explotación comercial, (3) Reposición de inversiones realizadas en fase de construcción, y (4) Reposición de inversiones realizadas en fase de explotación comercial.

Módulo 6 – Condiciones financieras – Este módulo se ocupa de la definición de la estructura financiera del proyecto. Así, entre las variables que necesitan cuantificación en este

módulo se encuentran siempre de manera general la definición del porcentaje de capital aportado por los socios de la SVP, y la definición del porcentaje de subvención de capital que aportaría la Administración en su caso. Las dos variables anteriores originan de manera automática el cálculo de los recursos ajenos que requerirá la inversión para poder ser materializada.

En ocasiones, la subvención de capital puede ser sustituida total o parcialmente por la emisión de deuda pública, en cuyo caso habrá que determinar el valor de variables como el porcentaje de financiación a través de emisiones de este tipo, el plazo del instrumento y la tasa de interés con el que es retribuido.

En cuanto a los recursos ajenos (deuda bancaria generalmente) hay que determinar el coste de éstos, como el valor de las comisiones de agencia, de apertura, de disposición, el margen sobre el tipo de interés de referencia que debe aplicarse cada año y la cola global de la deuda en su caso.

Si se diera el caso de que la SVP necesitase contratar derivados como swaps para protegerse contra la variación de los tipos de interés, habría que determinar el porcentaje de principal pendiente sobre el que se aplica la cobertura, el valor del interés fijo de cada swap, el porcentaje de la comisión de apertura y el plazo de vigencia.

El modelo de simulación permite generar en función de la "marcha" del negocio lo que se conocen como activos o pasivos contingentes. De esta manera, si lo que genera el modelo es un activo contingente, el usuario del modelo debe decidir el tipo de interés al que retribuirá la tenencia de dicho activo. En caso contrario, si lo que genera el modelo es un pasivo contingente, esta será considerada como una deuda a corto plazo sin patrón de devolución de principal tasado, y sobre la que se aplica una tasa de interés que penaliza su tenencia, y es ese tipo de interés el que el usuario del modelo debe fijar. La coherencia dicta que este tipo de interés sea siempre un tipo de interés más alto que el resultante de sumar el tipo de interés de referencia más su margen vinculado en la "deuda comercial". En función de las características que en ese momento y entorno geográfico presente el mercado financiero y de capitales, así será el valor del tipo de interés adoptado.

Un buen modelo de simulación debería permitir generar al menos dos modalidades de servicio de la deuda, uno basado en el método francés y otro en el de esculpido a través de la fijación de una ratio de cobertura de servicio de la deuda.

Por último, en este apartado debe determinarse el pay-out aplicable a la SVP o lo que es lo mismo, debe decidirse cuál será la política de reparto de dividendos de la sociedad. Es decir, después de dotar la reserva legal ha de decidirse que porcentaje del beneficio neto será repartido en concepto de dividendo, pasando a integrar el "dividendo no repartido" las reservas voluntarias de la SVP.

Módulo 7 – Fiscalidad – De manera general, en este módulo se define el tipo de IVA aplicable a los ingresos, a los gastos corrientes y al gasto en inversión, así como el periodo de liquidación de dicho impuesto (mensual o trimestral) y la tasa relativa al Impuesto de Sociedades.

Módulo 8 – Decalajes operativos – Este módulo alberga variables de gestión operativa. En este sentido debe decidirse aquí tanto los días de demora para el cobro de clientes como los días de demora para el pago a los proveedores.

Módulo 9 – Sensibilidades – En caso de ser requerido, cualquier estudio de viabilidad podrá informar sobre la sensibilidad de una determinada magnitud ante la variación de una determinada variable.

9.3.1.2 SOBRE LA FUNCIONALIDAD DE LA HOJA INGRESOS-GASTOS

La hoja de Ingresos-Gastos es una hoja auxiliar del modelo basado en los ingresos y gastos devengados en cada periodo de tiempo por la SVP.

Tanto a los ingresos como a los gastos se llega de manera general multiplicando dos tipos de variable, de una parte, una variable física y de otra un precio unitario.

La parte de la hoja destinada a **Ingresos** se subdivide en dos apartados bien diferenciados:

- (a) Ingresos por derechos incondicionales – Estos ingresos existen en el sistema cuando son de aplicación los denominados Pagos por Disponibilidad (en adelante PPD). Este tipo de pagos tienen origen en la Administración y destino en la SVP. La seguridad que tiene la empresa vehículo de percibir este tipo de pagos es elevada, y de acuerdo con la IFRIC 12⁸³ esta tipología de ingreso origina activos de carácter financiero que la SVP debe registrar en su balance. La "cantidad" de activo financiero a registrar coincidirá con el porcentaje que surja del cociente entre Ingresos por PPD / Ingresos Totales.
- (b) Ingresos por grado de uso – Estos ingresos existen en el sistema cuando existe una demanda que usa la infraestructura y por cada unidad de uso existe asociado un pago a la SVP. Dicho pago puede proceder directamente del usuario o bien de una Administración que lo realiza en su nombre. De acuerdo también a la IFRIC 12, esta tipología de ingreso generará un activo de tipo intangible.

La parte de la hoja destinada a Gastos se subdivide a efectos formales en gastos fijos y en gastos variables.

Esta hoja servirá entre otras cosas, para alimentar parte de la Cuenta de Resultados y para determinar la capacidad de Servicio de la Deuda por parte de la SVP.

9.3.1.3 SOBRE LA FUNCIONALIDAD DE LA HOJA DE FINANCIACIÓN

Esta hoja desagrega toda la información relativa a cada uno de los préstamos bancarios y emisión de títulos de deuda pública.

⁸³ La IFRIC 12, o la CINIIF 12 en español, relativa a Acuerdos de Concesión de Servicios fue desarrollada por el Comité de Interpretaciones de las Normas Internacionales de Información Financiera y emitida por el Consejo de Normas Internacionales de Contabilidad en noviembre de 2006. Esta Interpretación proporciona guías para la contabilización de los acuerdos de concesión de servicios públicos a un operador privado.

En el caso de los préstamos bancarios, para cada año del periodo de explotación comercial el modelo informa sobre la deuda viva, el tipo de interés anual aplicable, el plazo restante de devolución (desde el año considerado), el monto de principal y la cantidad de intereses. En el caso de la deuda soberana el modelo ofrece información para cada año del volumen de deuda viva de este tipo que está vigente, y la incidencia que su mera existencia tiene sobre los estados financieros de la SVP.

9.3.1.4 SOBRE LA FUNCIONALIDAD DE LA HOJA DE FISCALIDAD

Esta hoja auxiliar se centra en la gestión del Impuesto del Valor Añadido (IVA). Así, tanto para el IVA vinculado a ingresos y gastos como para el IVA vinculado a inversiones se ofrece información relativa al impuesto devengado, la Hacienda Pública deudora y acreedora, así como el IVA cobrado y pagado en el año.

El modelo informa también (si es de aplicación) sobre la devolución de principal e intereses vinculados a la denominada "deuda IVA" que tiene siempre un coste financiero menor al resto de deuda bancaria. La deuda IVA es una deuda que surge en la fase de construcción y que permite financiar a la SVP el IVA que debe soportar ésta por las inversiones que realiza.

9.3.1.5 SOBRE LA FUNCIONALIDAD DE LA HOJA DE AMORTIZACIÓN DEUDA

Esta hoja ordena temporalmente todo el flujo de información que proviene de los diferentes tipos de deuda contraída por la SVP (salvo la deuda pública) y el flujo de información proveniente de la activación de swaps para la protección de la SVP contra la variabilidad de los tipos de interés.

El modelo de simulación calcula en esta hoja el servicio de la deuda tanto si el método elegido en Inputs es el francés o el de esculpido a través de RCSD, pero solo considera el que se haya escogido para la configuración de los estados financieros y análisis de rentabilidad.

9.3.1.6 SOBRE LA FUNCIONALIDAD DE LA HOJA DE TIE (TASA DE INTERÉS EFECTIVO)

Esta hoja sirve para calcular el coste amortizado del activo, magnitud útil para el caso en que la SVP tenga que activar en su balance un activo financiero.

9.3.1.7 SOBRE LOS RESULTADOS NUMÉRICOS QUE APORTA EL MODELO DE SIMULACIÓN

Este apartado del modelo ofrece dos tipos de información. En primer lugar, muestra los estados financieros de la SVP para cada uno de los años de vigencia del contrato de CPP, y posteriormente muestra la rentabilidad del proyecto de inversión, tanto desde el punto de vista del proyecto en sí, como de la obtenida por los socios de la SVP.

Estado financiero 1 – Cuenta de Pérdidas y Ganancias / Estado de Resultados – Mide el resultado anual del negocio que se estudia y ha de dividirse en dos. En primer lugar, se calcula el denominado "resultado de explotación" y posteriormente el denominado "resultado financiero". Ambos permiten obtener el "resultado antes de impuestos" para poder deducir de éste los impuestos que sean aplicables, después de lo cual se obtiene

finalmente el “resultado neto del ejercicio”. Una vez obtenido el resultado neto del ejercicio, éste puede transformarse en dividendo, en cuyo caso “abandona” la SVP, o permanecer en la empresa en forma de reservas voluntarias.

Estado financiero 2 – Balance – Este estado mide el volumen de derechos y obligaciones de la SVP a 31 de diciembre de cada año. En el Activo el balance discrimina entre “activo no corriente” (pudiendo tratarse éste de activos financieros / activos intangibles / activos materiales) y “activo corriente”. En el Pasivo el balance discrimina entre “pasivo no corriente” y “pasivo corriente”. Finalmente, el modelo muestra la evolución del Patrimonio neto de la SVP a lo largo del periodo que vincula al sector privado con el público. La herramienta de simulación chequea que para cada uno de los años analizados la diferencia entre Activo – Pasivo – Patrimonio neto sea nula.

Estado financiero 3 – Estado de flujos de efectivo – Este estado financiero mide el flujo de caja generado por la empresa, y se obtiene por la diferencia entre la corriente de cobros y la corriente de pagos. El chequeo que la herramienta de simulación realiza en este apartado consiste en calcular para cada año, el valor acumulado de la tesorería disponible (igual o mayor a cero) y comprobar que éste coincide con la línea de activo no corriente denominada “tesorería y otros activos líquidos equivalentes”.

Análisis de rentabilidad – del proyecto antes y después de impuestos / del accionista – Se mide en términos de TIR, VAN y Pay-Back. El flujo que permite su cálculo considera la totalidad de las inversiones, la totalidad de los cobros por las ventas y la totalidad de los pagos de explotación y financiación. Si se trata de rentabilidad de proyecto antes de impuestos, en el flujo de pagos no se considera el pago de intereses, ni la devolución del principal de las deudas contraídas ni el pago de impuestos sobre la renta empresarial. La rentabilidad de proyecto después de impuestos se calcula detrayendo al flujo anterior el impuesto de sociedades que ha de pagar en su caso la SVP. La rentabilidad de los accionistas se calcula enfrentando los desembolsos de los accionistas frente a los dividendos que éstos obtienen y frente al valor de liquidación de la SVP al final de su vida.

9.3.1.8 SOBRE EL POTENCIAL DE ESTE TIPO DE HERRAMIENTAS

Lo que permite la modelización económico-financiera mediante hojas de cálculo es emular el comportamiento mercantil de la SVP a lo largo de su existencia, y por ende a lo largo del ciclo de vida de la infraestructura. De esta manera es posible en la fase de diseño del contrato de concesión realizar “ensayos virtuales” sobre los efectos que diferentes políticas o hechos sobrevenidos podrían ocasionar a la empresa en el medio y largo plazo.

Si el camino a seguir por un determinado agente vinculado al proyecto de inversión no es evidente, el modelo posibilitará trazar un abanico de potenciales estrategias y elegir aquella que demuestre ser las más adecuada y eficiente.

Conocer la proyección a futuro de los estados financieros de la SVP que se hace cargo de una concesión es una manera de conocer su imagen fiel futura. En este contexto, y a modo de ejemplo, un modelo podría incorporar predictores de quiebra al estilo del Z-

score de Edward Altman o cualquier otro⁸⁴.

Se formulan a modo de ejemplo diez preguntas que un equipo de diseño de una CPP podría llegar a plantearse en la fase de concepción de ésta:

1. ¿Cuál sería la TIR del capital que presentaría un proyecto de inversión en el momento actual si los costes financieros de la deuda se dispararán un 30% sobre la base prefijada durante los años 7, 8, 9, 10 y 11 de la fase de explotación comercial? ¿sería ésta una causa de resolución anticipada del contrato? ¿estaría próxima la quiebra de la SVP? ¿en qué año?
2. En un entorno de alta inflación entre los años 14, 15 y 16 de la fase de explotación, ¿qué volumen de ingresos debería obtener la SVP desde el año 1 de explotación si el objetivo es que la TIR del proyecto se sitúe en el 10%?
3. ¿Una caída anual de los ingresos del 3% entre los años 3 y 12 en la fase de explotación podría abocar a la SVP a su disolución legal o quiebra técnica (momento en el que el patrimonio neto \leq 50% de capital – artículo 363 de la LSC)? ¿en qué año se produciría esta situación? ¿en cuánto habría que cuantificar una ampliación de capital para que la SVP evitara su entrada en causa de disolución?
4. Si el coste de inversión se desvía de los presupuestado en un 20% ... ¿cuántos años más de fase de explotación serían necesarios conceder a la SVP para que la rentabilidad del accionista se mantuviese en la inicialmente planteada si lo que se desea es mantener intacta la política de precios inicial? Si la anterior opción no fuese viable por motivos legales, ¿qué cantidad de subvención de capital debería aportar el sector público al proyecto para mantener inalterables las rentabilidades calculadas en la fase de diseño y estructuración?
5. ¿Cuál sería la curva de sensibilidad que mostraría la relación entre la variación de la tasa de interés bancaria de referencia promedio y la TIR del capital?
6. Establecidas todas las condiciones de contorno entre las que operará la SVP, ¿existe otra relación % capital - % de subvención de capital - % de recursos ajenos que permita obtener al capital privado una rentabilidad superior?
7. Si se establece que la cola de la deuda sea cero, ¿cómo afectará esa medida a la TIR del capital? ¿en cuánto se cuantificará su aumento?

⁸⁴ El Altman Z-Score es un sencillo método de análisis de la fortaleza financiera de una empresa que mide las probabilidades de su quiebra a través de una combinación de ratios financieros. El modelo fue creado en 1960 por Edward Altman, profesor de la Universidad de Nueva York y tiene cinco variables: X1 - Working Capital/Total Assets, X2 - Retained Earnings/Total Assets, X3 - EBITDA/Total Assets, X4 - Market Value of Equity/Total Liabilities, y X5 - Net Sales/Total Assets-

Para calcular el valor del Altman Z-Score, se combinan las variables anteriores a través de la fórmula:

$$Z = 1,2 * X1 + 1,4 * X2 + 3,3 * X3 + 0,6 * X4 + 1,0 * X5$$

El modelo establece que si Z-SCORE está por encima de 3 la empresa no presenta probabilidad de quiebra, si Z-SCORE está entre 2,7 y 2,9 la empresa está en zona de precaución, si Z-SCORE entre 1,8 y 2,7 la empresa está en zona de alerta, y si las condiciones financieras no cambian rápidamente es muy probable que la empresa quiebre en los próximos dos años, finalmente, si Z-SCORE muestra un valor menor que 1,8 la quiebra es inminente.

8. Una huelga prolongada de 3 meses de los trabajadores afectos a la SVP en el año 3 de explotación, que haga que los ingresos mermen ese año en un 17% ¿cómo afectaría a la TIR del proyecto? ¿y a la del capital? ¿cuál sería el Valor Actual Neto de los flujos de fondos asociados tanto al proyecto como al capital o accionistas?
9. ¿Qué nivel de ingresos serían necesarios a partir del año 5 de explotación para que también a partir de ese mismo año el Ratio de Cobertura del Servicio de la Deuda (RCSD) se sitúe en una cantidad superior a $x 1,45$? ¿cuál sería el límite inferior razonable de esta ratio para que la banca considerara un determinado proyecto de inversión bancable?
10. Supóngase que una SVP estuviera vinculada a la implementación de una línea férrea electrificada sabiendo además que la demanda estimada de viajeros y los costes de la energía eléctrica en el momento actual son aceptables y suficientes para hacer rentable a dicha SVP. Supóngase también que las estimaciones de demanda se mantienen ... ¿qué nivel de precio del kWh expresado en moneda actual no debería ser sobrepasado en ningún año durante la fase de explotación si lo que se desea es que la SVP continúe siendo viable?

10. EL COMPLEJO DE RICOBAYO COMO UN PROYECTO DE INVERSIÓN EN EL ÁMBITO DE LA PRODUCCIÓN HIDROELÉCTRICA

10.1 CONSTITUCIÓN DE UNA SOCIEDAD VEHÍCULO DE PROYECTO (SVP) O SOCIEDAD DE PROPÓSITO ESPECIAL (SPE)

Un hipotético nuevo aprovechamiento hidroeléctrico en Ricobayo debería articularse a través de una figura legal como es la de una "concesión para el uso privativo del dominio público hidráulico en actividades que requieren autorización administrativa por estar reguladas".

En este tipo de colaboración público-privada, la parte privada ha de constituir una sociedad mercantil (Sociedad Vehículo de Proyecto – SVP, o Sociedad de Propósito Especial – SPE), cuyo único objeto social será el de construir, operar y transferir la infraestructura hidroeléctrica al sector público al final del plazo recogido en las bases de licitación (75 años en este caso).

En efecto, el contrato de concesión comienza con la firma del mismo, momento a partir del cual la SVP suele subcontratar la ejecución de la obra con una empresa especializada. Una vez que la obra finaliza, y tras un llenado técnico del embalse que permita el comienzo de operaciones de desembalse, comienza la explotación comercial de la infraestructura. Agotado el periodo contractual, todos los derechos sobre el activo generado al inicio del mismo deben revertir a la Administración que la promovió.

Una vez en manos de la Administración, la gestión, explotación y mantenimiento de la infraestructura hidroeléctrica podría volver a ser licitada a través de un contrato de prestación de servicios o, por el contrario, no ser licitada nuevamente y proceder con dichas tareas a través de la conocida como gestión directa. Dicha gestión directa podría ser llevada a cabo a través de una empresa pública a la que se le transfiriera el activo revertido.

Se propone en el ámbito de este trabajo académico, denominar a la Sociedad Vehículo de Proyecto (SVP) o Sociedad de Propósito Especial (SPE) con el nombre de Hidroeléctrica de Ricobayo, S.A. (nombre comercial: **HIDROBAYO, S.A.**).

10.2 UBICACIÓN DE HIDROBAYO, S.A. EN EL MERCADO ELÉCTRICO ESPAÑOL

Se expone a continuación una figura en la que se muestra la ubicación de la nueva sociedad mercantil en el entramado económico e institucional que conforma el mercado eléctrico español, con indicación expresa de la arquitectura de relaciones técnico-regulatorias a la que estará sometida.

En este contexto, la mercantil Hidrobayo, S.A. provee a la Administración de un activo que incrementa el stock público de capital del país, pero dicha provisión se hace a través de un acuerdo a largo plazo de colaboración público-privada.

Para generar dicho activo, Hidrobayo contrata los servicios de construcción de una empresa especializada, y financia dicha construcción con el aporte de los socios (financiación propia / capital), y con el aporte externo de la banca.

En ningún caso se considera que Hidrobayo recibe subvenciones de capital para la ejecución de la obra, o subvenciones al déficit de explotación en la fase de comercialización de la energía.

El capital se retribuye a lo largo del periodo contractual en forma de dividendos, mientras que el negocio del banco vinculado a la financiación ajena es retribuido a través del servicio de la deuda, es decir, mediante la devolución por parte de Hidrobayo del principal del préstamo otorgado y sus correspondientes intereses.

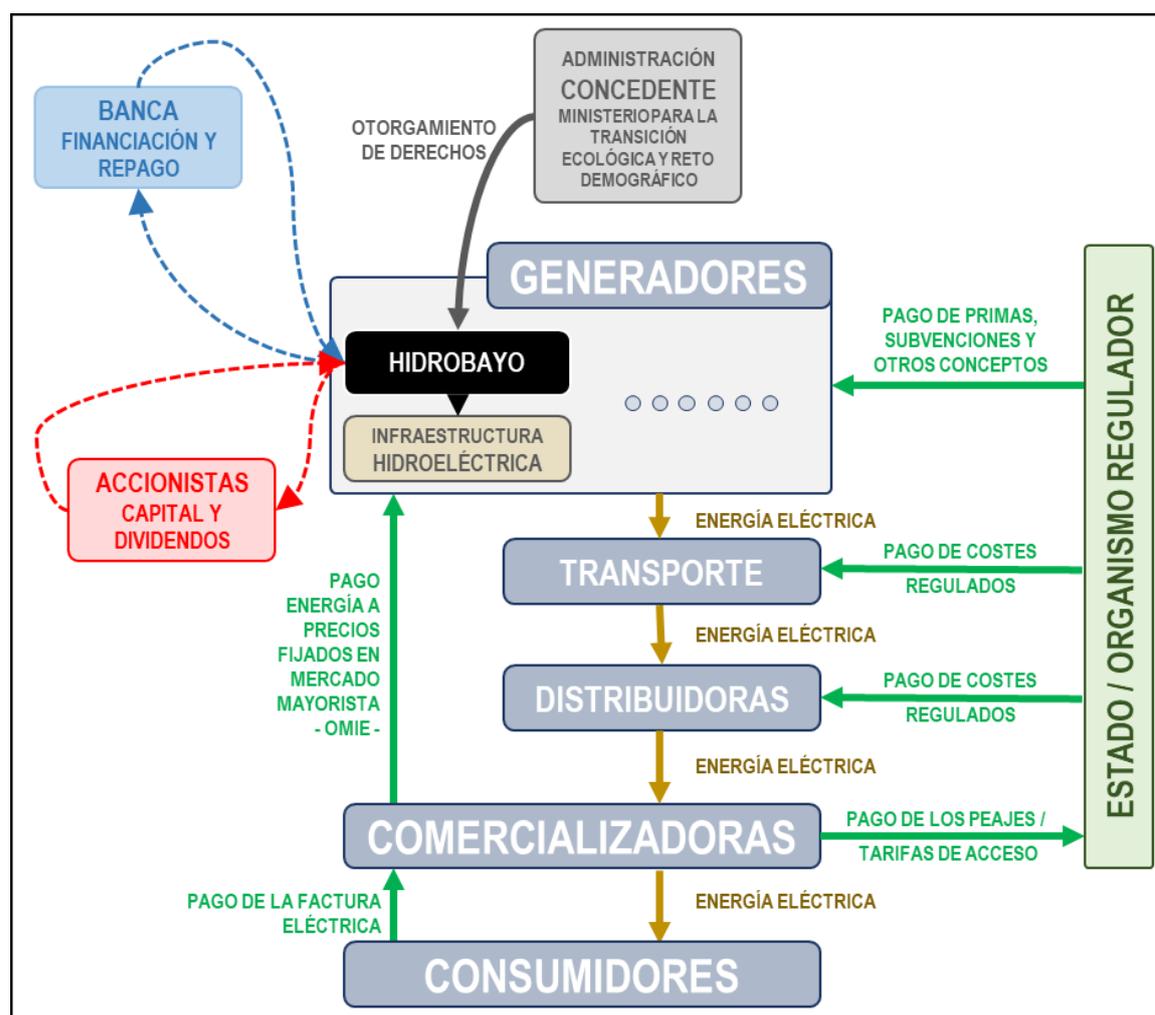


Figura 46: Arquitectura de relaciones mercantiles y reguladas de Hidrobayo en el ecosistema generado por el mercado eléctrico español. Fuente: Elaboración propia a partir de TFG⁸⁵ de José Antonio Llorente Gallardo.

Durante la explotación comercial de Hidrobayo la energía eléctrica producida se subasta (mercado mayorista), y es comprada por las comercializadoras, que en una momento posterior venden a los clientes (mercado minorista).

⁸⁵ Puede encontrarse la base primaria de la imagen usada en la Figura 46 en la página 16 del TFG del Grado en Economía sobre "Análisis del mercado eléctrico en España", presentado en junio de 2016 por José Antonio Llorente Gallardo en la Universidad de Valladolid. Puede ampliarse información a través del siguiente enlace web: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/21734/TFG-E-271.pdf>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 14 de diciembre de 2022.

La energía eléctrica, físicamente, llega desde los generadores hasta los consumidores a través de las redes de transporte y distribución.

Dichas redes de transporte y distribución son otro tipo de stock público del capital dentro del sistema, que ha de estar perfectamente operado, mantenido y en constante proceso de mejora. En España, en la parte de transporte, estas tareas están encomendadas a la empresa Red Eléctrica de España, S.A.U. con participación pública.

Al tener este tipo de empresas unas fuertes obligaciones de servicio público que cumplir, y operar en un mercado regulado, debe financiarse su actividad a través de unos peajes que las comercializadoras recaudan de los consumidores finales en sus facturas para el organismo regulador, y que éste posteriormente reparte.

En epígrafes posteriores se explica de una forma resumida como es el mecanismo de formación de precios en un mercado regulado como el que se está analizando.

10.3 CUADERNO DE HIPÓTESIS

10.3.1 CONDICIONES DE CONTORNO TEMPORALES

El contrato de concesión se extiende por un periodo de 75 años, esto es, desde 2024 hasta 2098.

La fase de construcción comienza el 1 de enero de 2024 y termina el 31 de diciembre de 2033 (10 años).

De la misma manera, la fase de explotación comienza el 1 de enero de 2034 y termina el 31 de diciembre de 2098 (65 años).

Al final del periodo concesional, todos los derechos reales sobre el activo generado durante la fase de construcción revierten al sector público.

10.3.2 BASE CONTABLE⁸⁶

Este epígrafe aborda el problema de la contabilidad de las empresas que se dedican a la construcción y gestión de infraestructuras de carácter público, o que se sirven de elementos de dominio público como es el caso el agua, bajo regímenes de concesión administrativa.

Cuando una empresa privada aborda cualquier tipo de negocio privado, la contabilidad de dicho negocio, es decir, la forma en la que dicha empresa expresa sus estados financieros durante la vida de la misma se rige en el caso de España por el Plan General de Contabilidad (PGC) vigente⁸⁷.

Cuando una empresa privada aborda la provisión de infraestructuras, equipamientos o servicios públicos, la contabilidad por la que debe regirse difiere de la mostrada en el PGC para los activos materiales, y ha de acudir a las prescripciones que marca la IFRIC 12

⁸⁶ Puede ampliarse información con la lectura de la normativa contable en el siguiente enlace web: <https://www.nicniif.org/files/CINIIF12.pdf>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 14 de diciembre de 2022.

⁸⁷ Real Decreto 1514/2007, de 16 de noviembre, por el que se aprueba el Plan General de Contabilidad. Disponible en https://www.boe.es/biblioteca_juridica/abrir_pdf.php?id=PUB-PB-2022-227. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 14 de diciembre de 2022.

(CNIIF 12 en español) sobre Acuerdos de Concesión de Servicios y que lidera en último término un organismo internacional, de carácter privado, como el IASB, pero que pese a ser privado, su normativa ha sido adoptada con carácter general por todos los países de la OCDE.

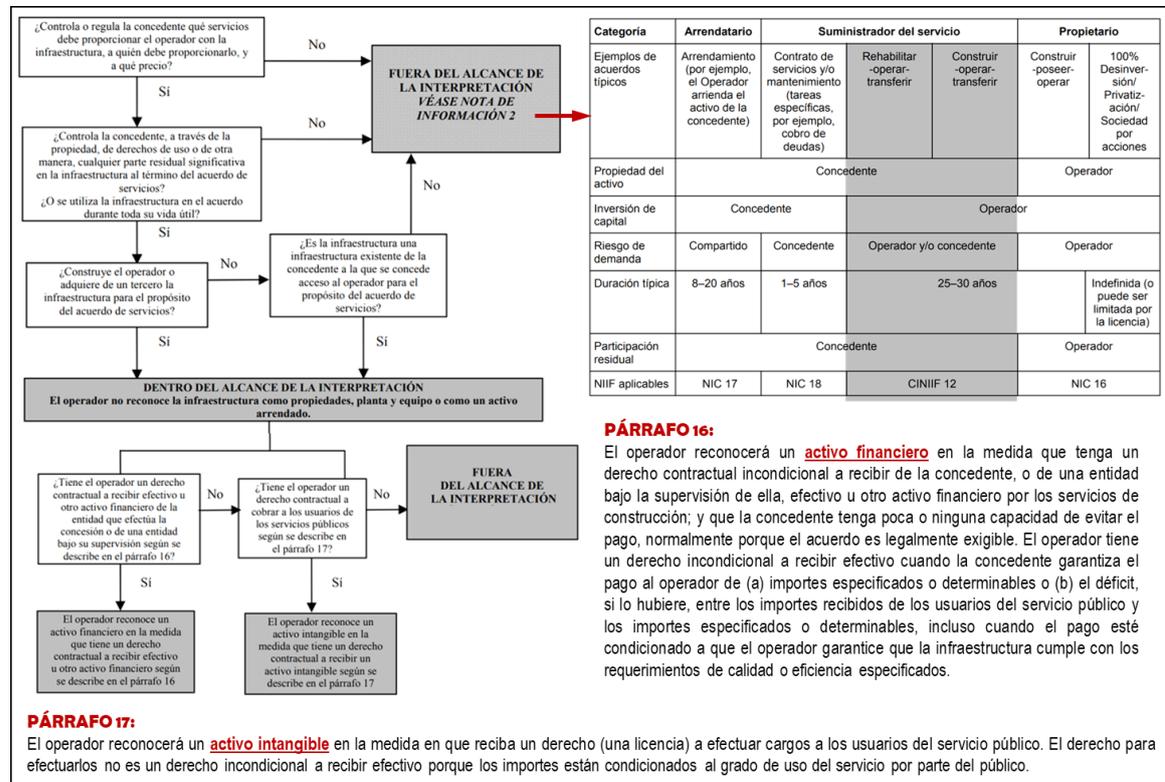


Figura 47: Criterios específicos que deben cumplirse para poder aplicar la CNIIF 12 en el ámbito de los Acuerdos de Concesión de Servicios. Fuente: Elaboración propia a partir de la propia interpretación normativa publicada por el International Accounting Standards Committee Foundation (IASCF).

Así, antes de valorar el tipo de activo que debe registrar en su balance la mercantil Hidrobayo, S.A., es necesario comprender y analizar las vías que se muestran en el diagrama de flujo de la figura anterior.

La primera cuestión que se plantea es la que sigue: “**¿Controla o regula la concedente qué servicios debe proporcionar el operador con la infraestructura, a quién debe proporcionarlo, y a qué precio?**” La respuesta a dicha pregunta, aunque no es inmediata, debería ser afirmativa. En efecto, el concedente a través del pliego de licitación y posterior contrato regulará los servicios que debería prestar la nueva infraestructura hidráulica. En el caso de Ricobayo, los servicios vinculados al pantano y a la presa son el de abastecimiento de agua, suministro de energía eléctrica, pesca, navegación, baño y picnic. Sobre la energía eléctrica, Hidrobayo, S.A. debe generarla y debe ofrecerla en el mercado a través de un sistema de subasta marginalista (fijación de precio) cuyo funcionamiento está fuertemente regulado por el sector público.

En este contexto, las siguientes preguntas que se plantean son: “**¿Controla la concedente, a través de la propiedad, de derechos de uso o de otra manera, cualquier parte residual significativa en la infraestructura al término del acuerdo de servicios?**”, y “**¿O se utiliza la infraestructura en el acuerdo durante toda su vida útil?**”. La respuesta a esta pregunta vuelve a ser afirmativa. En efecto, al término del acuerdo de servicios, la infraestructura hidroeléctrica revierte al Sector Público.

La tercera pregunta versa sobre la construcción del activo: “**¿Construye el operador o adquiere de un tercero la infraestructura para el propósito del acuerdo de servicios?**”. Claramente en este caso, por naturaleza de lo expresado hasta este momento, es necesario afirmar que el operador debe construir la infraestructura para el propósito del acuerdo de servicios.

De las respuestas anteriores se concluye por tanto que el acuerdo de colaboración público privado está “**DENTRO DEL ALCANCE DE LA INTERPRETACIÓN - el operador no reconoce la infraestructura como propiedades, planta y equipo o como un activo arrendado -**”.

Es en este ámbito cuando surge la penúltima de las cuestiones a resolver: “**¿Tiene el operador un derecho contractual a recibir efectivo u otro activo financiero de la entidad que efectúa la concesión o de una entidad bajo su supervisión según se describe en el párrafo 16?**”. La respuesta en este caso es negativa. El operador no recibe efectivo ni otro activo financiero de la entidad pública promotora de la concesión.

La respuesta en sentido negativo que se ha explicado deriva en la formulación de una última pregunta: “**¿Tiene el operador un derecho contractual a cobrar a los usuarios de los servicios públicos según se describe en el párrafo 17?**” La respuesta en este caso es afirmativa. El operador tiene derecho a vender la energía que produzca en base a la demanda del mercado.

Las respuestas anteriores derivan indefectiblemente en la siguiente afirmación: “**El operador reconoce un activo intangible en la medida que tiene un derecho contractual a recibir un activo intangible según se describe en el párrafo 17**”. Es decir, Hidrobayo, S.A. debe registrar en su balance el contrato de concesión, que le otorga unos derechos de cobro durante un largo periodo de tiempo, como un activo intangible.

10.3.3 VARIABLES DE CARÁCTER MACROECONÓMICO

El modelo de simulación considera cuatro tipos de inflación. Una de tipo general que aplica sobre el precio de venta de la energía eléctrica, y sobre todos los conceptos de gasto corriente salvo el de personal. Este tipo general asciende en cada año del periodo contractual considerado a un 2,0 %, coincidente con el mandato que ha de cumplir el Banco Central Europeo en la zona euro para mantener la estabilidad de precios en el medio plazo.

De manera paralela, existe en el modelo la posibilidad de considerar un tipo de inflación que aplica únicamente a las masas salariales de los recursos humanos implicados de manera directa en la explotación de la presa. En este caso, el valor de dicha tipología de inflación asciende durante el periodo señalado a un 1,8%.

En el ámbito constructivo, el modelo considera un tipo de inflación relacionada con la construcción de la obra. A falta de una información más fiable, en un ambiente como el actual de fuertes tensiones económicas, se considera una inflación promedio anual durante el periodo concesional igual a la nominada como inflación general, esto es un 2,0 %.

Existe una cuarta tipología de inflación que puede considerarse la herramienta de simulación y que está ligada a la inflación tributaria. Para este caso, durante el periodo concesional aludido, se adopta un valor conservador del 0,1 %.

Como interés de referencia para la financiación de la infraestructura (podría asimilarse este concepto al que representa el Euribor en las hipotecas), se adopta el valor de 0,71 % durante el periodo concesional. Esta cuantificación coincide con el coste medio de la deuda corporativa de Iberdrola a 31 de diciembre de 2021⁸⁸: $\text{gasto neto financiero} / (\text{pasivo no corriente} + \text{pasivo corriente}) = 1.003 / (119.369 + 22.383) = 0,71 \%$.

La tasa utilizada en el descuento de flujos se corresponde en cada escenario con el promedio del WACC (o coste promedio ponderado del capital) durante los años en el que las deudas a largo plazo están vivas.

10.3.4 DATOS TÉCNICOS DE EXPLOTACIÓN

Los datos técnicos de explotación se corresponden con los escenarios de generación eléctrica ya explicitados con anterioridad (Iberdrola, Tendencial, Cambio Climático +1,5 ° C, y Cambio Climático +2,0 ° C. [\[Link\]](#))

10.3.5 DATOS ECONÓMICOS

La declaración de todas las variables económicas en el modelo se expresa en € del año 2023.

10.3.5.1 DE INGRESOS

El único concepto de ingreso utilizado en este análisis es la venta de energía producida. El importe anual de dicha venta proviene de la multiplicación de los MWh que produce la central (sin consideraciones de pérdidas de ningún tipo), por el precio unitario de dicha generación (€/MWh). En este contexto, el valor de dicho precio unitario es el que permite para cada escenario de producción lograr un equilibrio en el que se cubra el OPEX, se atienda adecuadamente el pago del impuesto de sociedades, se atienda el servicio de la deuda, y se retribuya a los recursos propios empleados en la financiación en una coherente.

10.3.5.2 DE GASTOS

El detalle de los precios unitarios de gasto está expuesto en un epígrafe anterior. Véase el siguiente [\[Link\]](#).

10.3.6 PLAN DE INVERSIONES Y REPOSICIONES

Como en el caso de los escenarios de generación eléctrica, el Plan de Inversiones y Reposiciones ya ha sido expuesto con anterioridad en este documento. Véase respectivamente en [\[Link\]](#) y en [\[Link\]](#).

⁸⁸ Puede calcularse el resultado ofrecido a través de la "Información financiera anual Iberdrola, S.A. y sociedades dependientes / Ejercicio 2021". Disponible en el siguiente enlace web: https://www.iberdrola.com/documents/20125/1606413/jga22_IA_CuentasAnualesConsolidadas2021.pdf. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 14 de diciembre de 2022.

10.3.7 ESTRUCTURA FINANCIERA

La financiación de la fase de construcción del proyecto se lleva a cabo a través de una estructuración inicial en el que la aportación de capital por parte de los socios de Hidrobayo, S.A. es del 20,0%, la subvención de capital del 0,0% y la deuda bancaria del 80,0%.

Hay que tener en consideración, que proyectos de este tipo, muy intensivos en capital, como son todos aquellos que quedan bajo el paraguas de la técnica del *project finance*, tienen apalancamientos muy elevados.

Se establece la hipótesis respecto de la deuda bancaria en fase de construcción, de que la misma es suministrada por un sindicato bancario compuesto de dos entidades (50,0 % de aporte cada una).

El coste financiero en este caso asciende a:

- a) Banco 1 (banco agente)** – comisión anual agencia 30.000 € / comisión apertura 2,5 % / comisión por disposición 1,5 % / diferencia sobre tipo de interés referencial 0,5 %.
- b) Banco 2** – comisión apertura 2,0 % / comisión disposición 1,0 % / diferencia sobre el tipo de interés de referencia 0,5 %.

La falta o exceso de liquidez puntual que pueda generarse durante la vida del proyecto provoca la aparición de activos y pasivos contingentes. Los pasivos contingentes se financian con deuda a corto plazo que siempre tiene un coste superior a la deuda a largo plazo. De la misma manera, los activos contingentes son retribuidos a una tasa inferior al coste de la deuda. Así, sobre el tipo de interés de referencia anual, a los pasivos contingentes se les aplica un margen de + 3,0 % (+ 300 puntos básicos), mientras que a los activos contingentes se les aplica un margen de retribución del – 0,5 % (- 50 puntos básicos).

Respecto del servicio de la deuda, cabe expresar que el modelo de simulación admite dos métodos, uno tradicional en el mundo hipotecario como es el método francés, y otro más propio como del mundo del *project finance* como es el basado en Ratios de Cobertura del Servicio de la Deuda o RCSD. Por la idiosincrasia del caso analizado, se establece que el método de devolución de principal y pago de intereses se adecue al cumplimiento de un RCSD de x 1,2 (valor típico en financiación de proyectos por esta vía).

Lo anterior significa que en cualquier año de explotación comercial de las infraestructura, la caja generada debe atender primero el OPEX y el pago de impuestos, y el excedente debe ser utilizado para atender el servicio de la deuda, con una salvedad, el cociente caja genera / (OPEX + impuestos + servicio de la deuda) debe ser igual o superior al valor de 1,2.

En este contexto se tiene que cada año el servicio de la deuda = caja generada / 1,2 – OPEX – impuestos. El “hueco” presupuestario para atender el servicio de la deuda lo ocupa primero el pago de intereses (que es la retribución del banco) y el resto de dicho “hueco” se destina a la devolución de principal. Lo anterior se traduce en que una financiación de este tipo no presupone un plazo de devolución fijo, sino que dicho plazo varía en función de la marcha del proyectos. No obstante, para que un banco considere

bancable un proyecto de este tipo suele exigir algún *convenant* adicional, como que la cola de la deuda⁸⁹ sea superior a un periodo de tiempo determinado (5 años, por ejemplo).

Se establece un *pay-out*⁹⁰ del 100,0 %.

10.3.8 FISCALIDAD

Se considera respecto de los diferentes tipos impositivos que:

- a) el del IVA asciende al 21,0 % tanto para el soportado como para el repercutido. Liquidación trimestral ante Hacienda.
- b) el del Impuesto de Sociedades (general) asciende al 25,0 %. Liquidación en el año n+1 sobre los beneficios del año n.
- c) el Impuesto de Actividades Económicas, cuyo receptor sería el Ayuntamiento de Muelas del Pan se estima en 50.000 €/año con un periodo de carencia de 2 años al comienzo de la explotación comercial.
- d) el Impuesto de Bienes Inmuebles, cuyo receptor también sería el Ayuntamiento de Muelas del Pan se estima en 25.000 €/año.

10.3.9 DECALAJES OPERATIVOS

El plazo para el pago a proveedores / acreedores se fija en 60 días. El plazo para el cobro de clientes se fija en 15 días.

10.3.10 OBJETIVO DE RENTABILIDAD

Expuestas y determinadas todas las variables del cuaderno de hipótesis, es el momento de objetivar la rentabilidad. Para ello, de entre la rentabilidad del proyecto (antes o después de impuestos) y la rentabilidad del capital (a través de la métrica de dividendos o de accionistas), se escoge como objetivo un determinado valor de rentabilidad de capital de los accionistas.

En este contexto:

- a) la rentabilidad o TIR de proyecto antes de impuestos enfrenta la inversión total realizada en la fase de construcción contra el flujo de caja libre construido como cobros – pagos operativos.
- b) la rentabilidad después de impuestos enfrenta la inversión total realizada en la fase de construcción contra el flujo de caja libre construido como cobros – pagos operativos – impuesto de sociedades.
- c) la rentabilidad o TIR de capital por dividendos enfrenta el desembolso de capital realizado en la fase de construcción contra el cobro efectivo de dividendos por parte de los accionistas, más el valor de liquidación de la empresa en el último año + 1 de la concesión. Esta liquidación final se hace con la caja retenida (reservas legales,

⁸⁹ Periodo que va desde el último servicio de la deuda atendido hasta el final de la concesión.

⁹⁰ Se conoce como *pay-out* al % del beneficio neto que "abandona" la empresa en forma de dividendos una vez dotada la reserva legal. El camino alternativo es que dicho beneficio neto permanezca en la empresa una vez generado en forma de reservas voluntarias.

reservas voluntarias, dividendos en su caso no repartidos) en la empresa a lo largo de la fase de explotación.

- d) la rentabilidad o TIR de capital del accionista enfrenta el desembolso de capital realizado en la fase de construcción contra el flujo de caja libre para los accionistas construido como cobros – pagos operativos – impuesto de sociedades – servicio de la deuda intereses – servicio de la deuda principal. Este flujo considera que no existe caja retenida en la empresa, y que el mismo sale de la empresa en el momento que se genera. La rentabilidad en este caso es superior a la expresada a través del cobro de dividendos.

Acudiendo a la memoria financiera de Iberdrola⁹¹ para el ejercicio 2021, se puede intuir de una manera gruesa, que la rentabilidad del capital de la compañía en términos de flujo de caja libre para accionistas se sitúa en el 6,92 %. A esta cifra se llega dividiendo el beneficio después de impuestos en 2021 en el Estado de Resultados (3.885 millones de €) entre el patrimonio neto en 2021 del Balance de Situación (56.126 millones de €).

Esta rentabilidad es una rentabilidad global de los accionistas de Iberdrola, y podría expresarse como una rentabilidad de tipo corporativo.

Tanto el coste de la deuda como la rentabilidad exigida en proyectos financiados con la técnica de *project finance* es siempre superior al coste de la deuda y rentabilidad exigida en proyectos estructurados a través de arquitecturas corporativas.

Por todas las razones expresadas hasta este momento, se adopta como objetivo razonable de rentabilidad una **TIR de capital del accionista del 8,0 %**.

10.3.11 PLANTEAMIENTOS PARA EL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Se realizan cuatro análisis de sensibilidad en este estudio académico:

- (1) Valor de venta de cada MWh generado, ante variaciones en el CAPEX vinculado a la Inversión Nueva en Fase de Construcción (INFC), manteniendo en todo momento una rentabilidad del capital del accionista en el 8,0 %.
- (2) Valor de TIR capital accionista ante variaciones de CAPEX, manteniendo constante el precio de venta de cada MWh.
- (3) Valor de venta de cada MWh generado, ante variaciones en el OPEX, manteniendo en todo momento una rentabilidad del capital del accionista en el 8,0 %.
- (4) Valor de TIR capital accionista ante variaciones de OPEX, manteniendo constante el precio de venta de cada MWh.

El rango de variación tanto del CAPEX como del OPEX oscilará desde un - 30,0 % hasta un + 30,0 %, en saltos incrementales de +5,0 %.

10.4 RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA Y SENSIBILIDAD

En cada uno de los epígrafes que siguen, se muestran los resultados tabulados de la simulación, una figura con el perfil de la concesión y las sensibilidades descritas.

⁹¹ Idem que la nota 86.

10.4.1 ESCENARIO IBERDROLA

10.4.1.1 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

€/MWh	RENTABILIDAD	PROYECTO		CAPITAL	
		antes de impuestos	después de impuestos	dividendos	accionistas
43,95	TIR	6,04%	5,24%	7,36%	8,00%
	VAN (tasa dto. 4,46 %)	207.029.602 €	93.972.463 €	166.067.480 €	193.008.223 €
	PAY-BACK	2049	2052	2057	2056
CHEQUEOS		CUADRE BALANCE	CUADRE TESORERÍA	DEVOLUCIÓN DEUDAS	COLA DE LA DEUDA
		OK	OK	OK	44,00 años
RATIOS DE DEUDA		RCSD mínimo		RCSD promedio	
		X 1,20		X 1,22	
SOLVENCIA		¿QUIEBRA LA SVP?		¿ENTRA EN CAUSA DE DISOLUCIÓN LA SVP?	
		SI o NO	¿EN QUÉ AÑO?	SI o NO	¿EN QUÉ AÑO?
		NO	-	NO	-

Tabla 34. Compilación de resultados para el Escenario Iberdrola. Fuente: Elaboración propia.

10.4.1.2 PERFIL CONCESIONAL

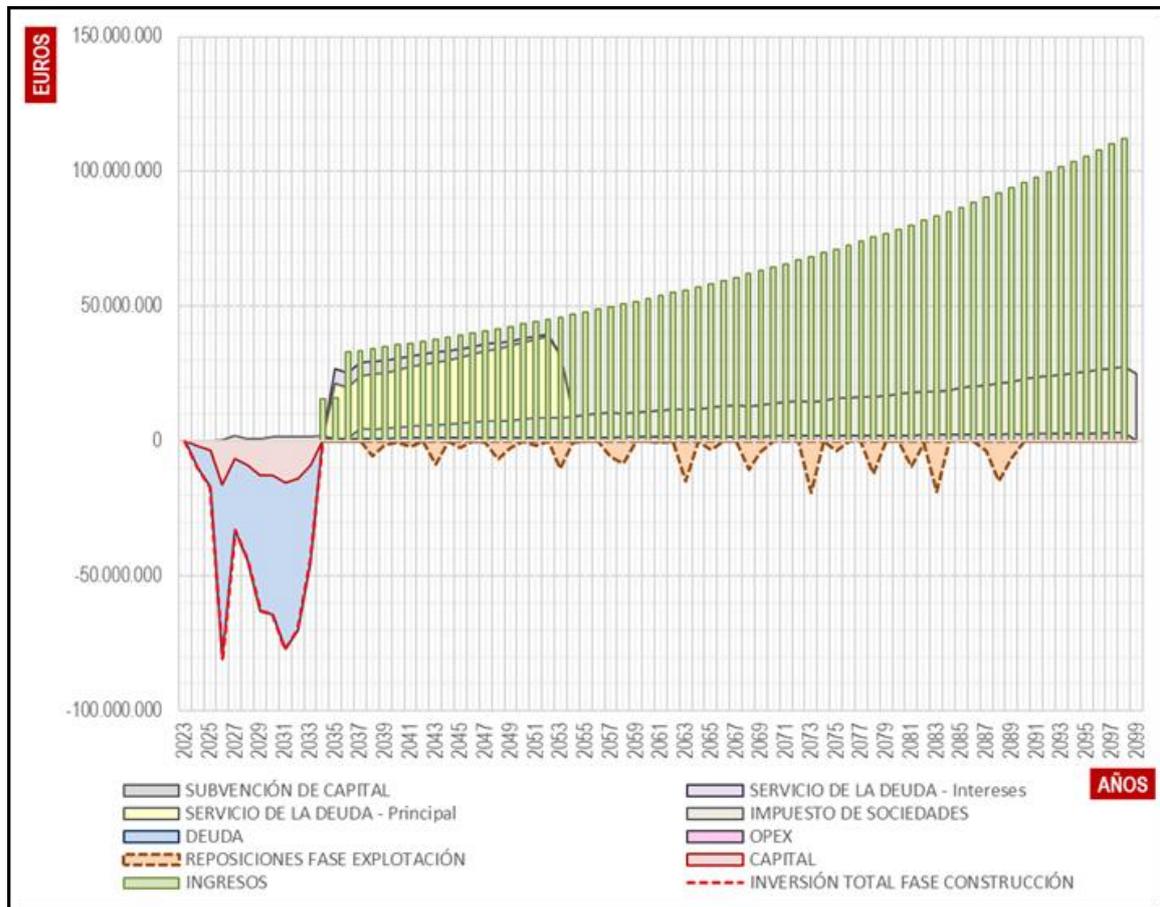


Figura 48: Perfil concesional Escenario Iberdrola. Fuente: Elaboración propia.

10.4.1.3 SENSIBILIDAD PRECIO DE VENTA ENERGÍA – CAPEX [MANTENIENDO CONSTANTE LA TIR CAPITAL ACCIONISTAS EN EL 8,0%]

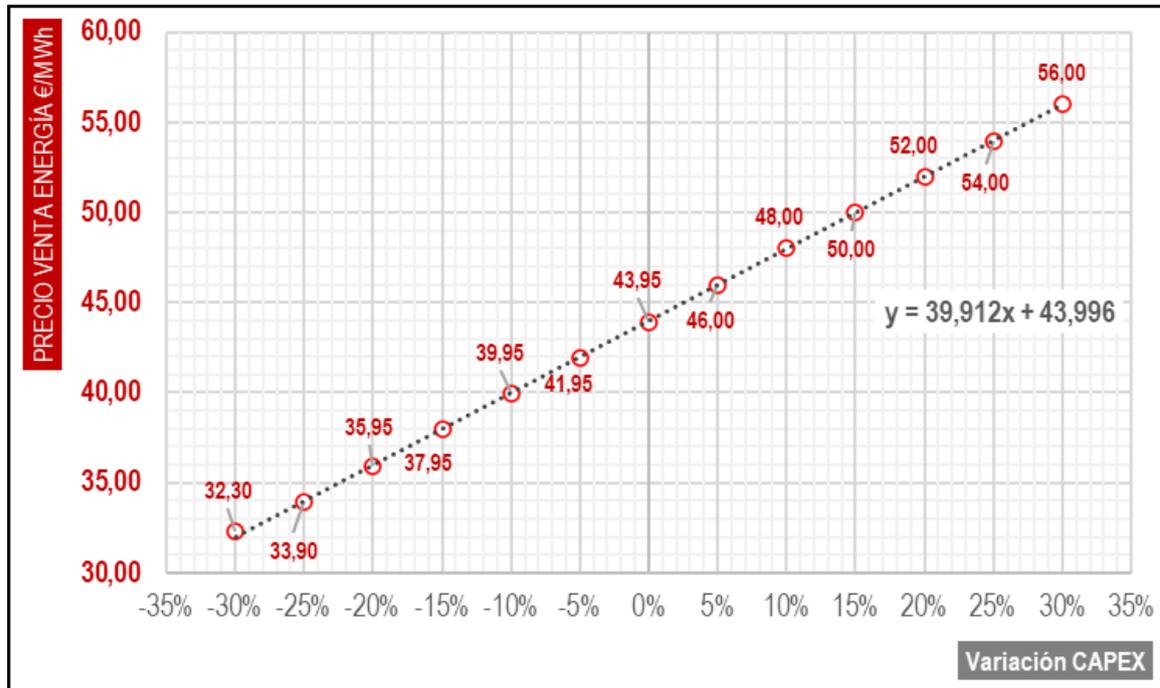


Figura 49: Sensibilidad Precio venta energía vs. Nivel de inversión en CAPEX manteniendo TIR capital accionista constante. Fuente: Elaboración propia.

10.4.1.4 SENSIBILIDAD TIR CAPITAL ACCIONISTAS – CAPEX [MANTENIENDO CONSTANTE EL PRECIO VENTA DE ENERGÍA EN 43,95 €/MWH]

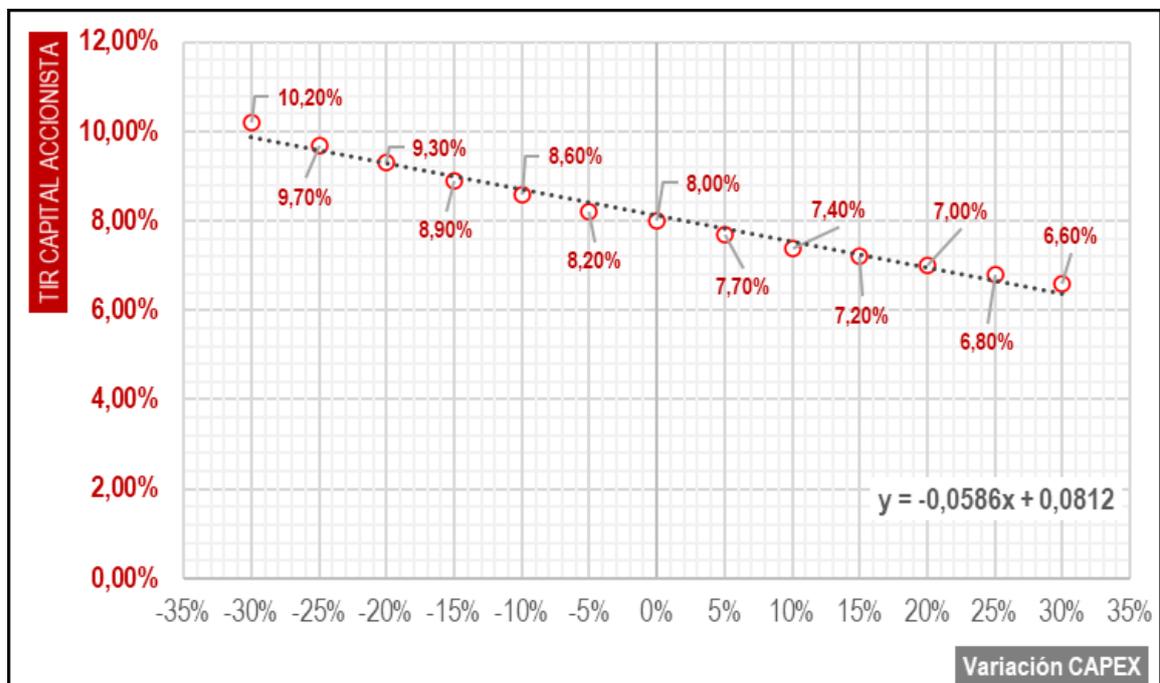


Figura 50: Sensibilidad TIR capital accionista vs. Nivel de inversión en CAPEX manteniendo Precio venta de energía constante. Fuente: Elaboración propia.

10.4.1.5 SENSIBILIDAD PRECIO DE VENTA ENERGÍA – OPEX [MANTENIENDO CONSTANTE LA TIR CAPITAL ACCIONISTAS EN EL 8,0%]

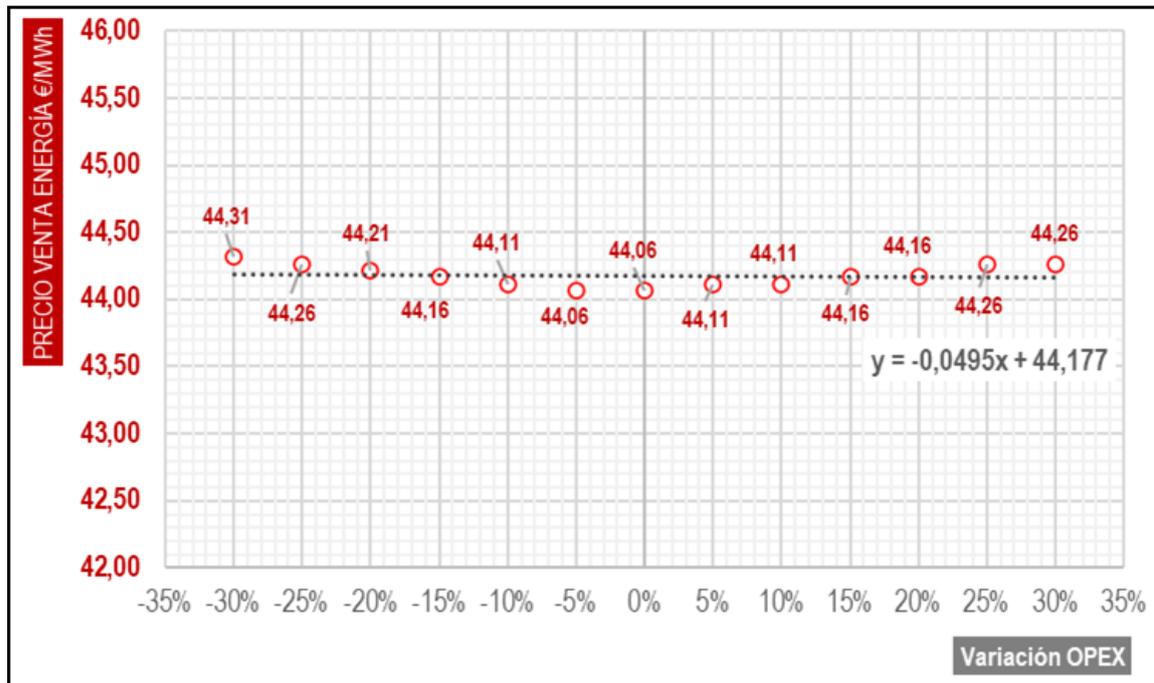


Figura 51: Sensibilidad Precio venta energía vs. Nivel de OPEX manteniendo TIR capital accionista constante. Fuente: Elaboración propia.

10.4.1.6 SENSIBILIDAD TIR CAPITAL ACCIONISTAS – OPEX [MANTENIENDO CONSTANTE EL PRECIO VENTA DE ENERGÍA EN 43,95 €/MWH]

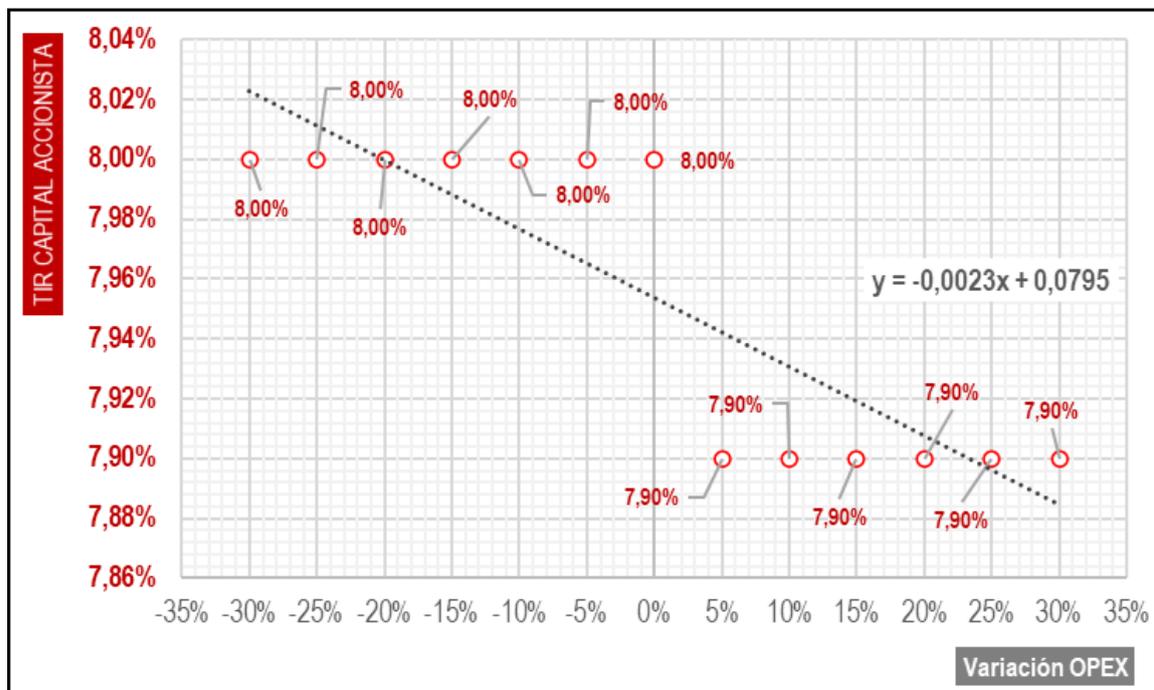


Figura 52: Sensibilidad TIR capital accionista vs. Nivel de OPEX manteniendo Precio venta de energía constante. Fuente: Elaboración propia.

10.4.2 ESCENARIO TENDENCIAL

10.4.2.1 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

€/MWh	RENTABILIDAD	PROYECTO		CAPITAL	
		antes de impuestos	después de impuestos	dividendos	accionistas
42,97	TIR	6,05%	5,22%	7,35%	8,00%
	VAN (tasa dto. 4,44 %)	204.375.546 €	92.105.148 €	161.480.480 €	188.238.075 €
	PAY-BACK	2049	2051	2056	2055
CHEQUEOS		CUADRE BALANCE	CUADRE TESORERÍA	DEVOLUCIÓN DEUDAS	COLA DE LA DEUDA
		OK	OK	OK	44,00 años
RATIOS DE DEUDA		RCSD mínimo		RCSD promedio	
		X 1,20		X 1,37	
SOLVENCIA		¿QUIEBRA LA SVP?		¿ENTRA EN CAUSA DE DISOLUCIÓN LA SVP?	
		SI o NO	¿EN QUÉ AÑO?	SI o NO	¿EN QUÉ AÑO?
		NO	-	NO	-

Tabla 35. Compilación de resultados para el Escenario Tendencial. Fuente: Elaboración propia.

10.4.2.2 PERFIL CONCESIONAL

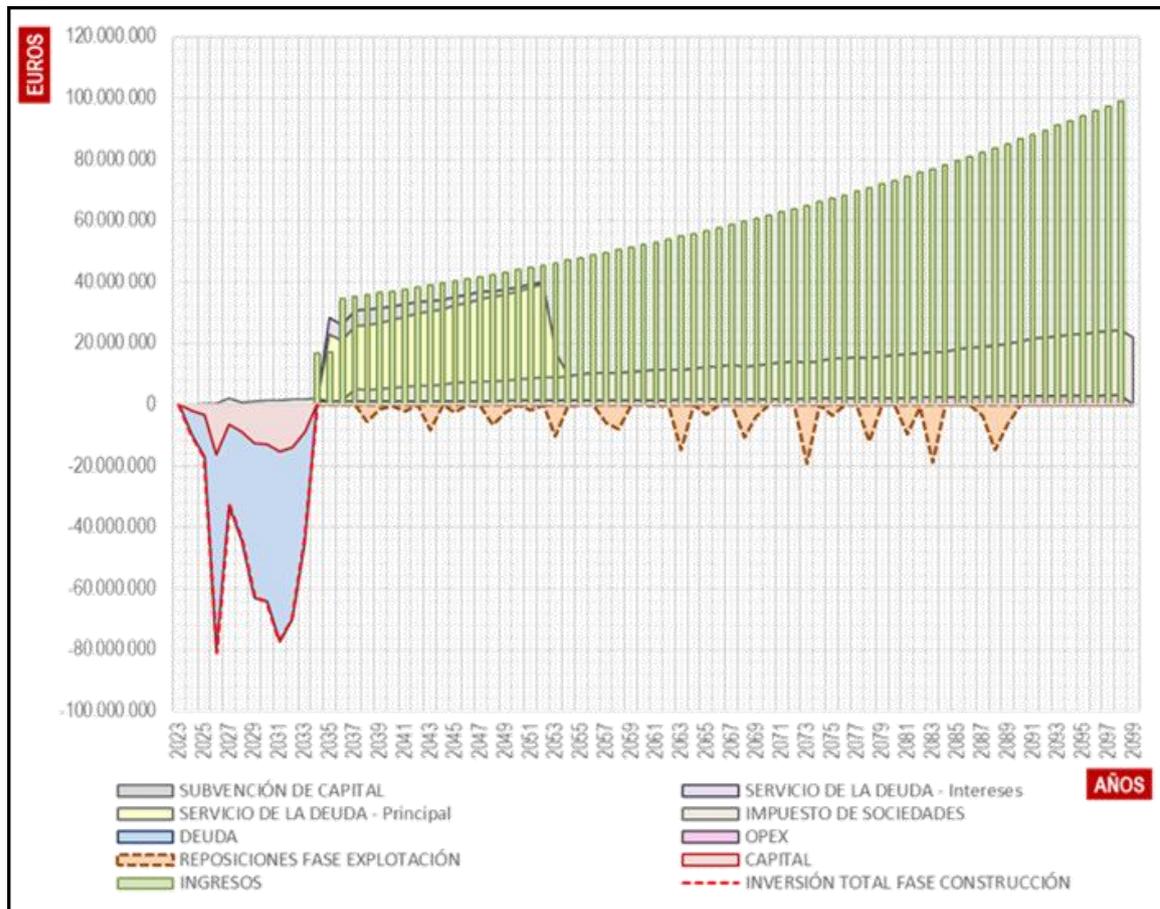


Figura 53: Perfil concesional Escenario Tendencial. Fuente: Elaboración propia.

10.4.2.3 SENSIBILIDAD PRECIO DE VENTA ENERGÍA – CAPEX [MANTENIENDO CONSTANTE LA TIR CAPITAL ACCIONISTAS EN EL 8,0%]

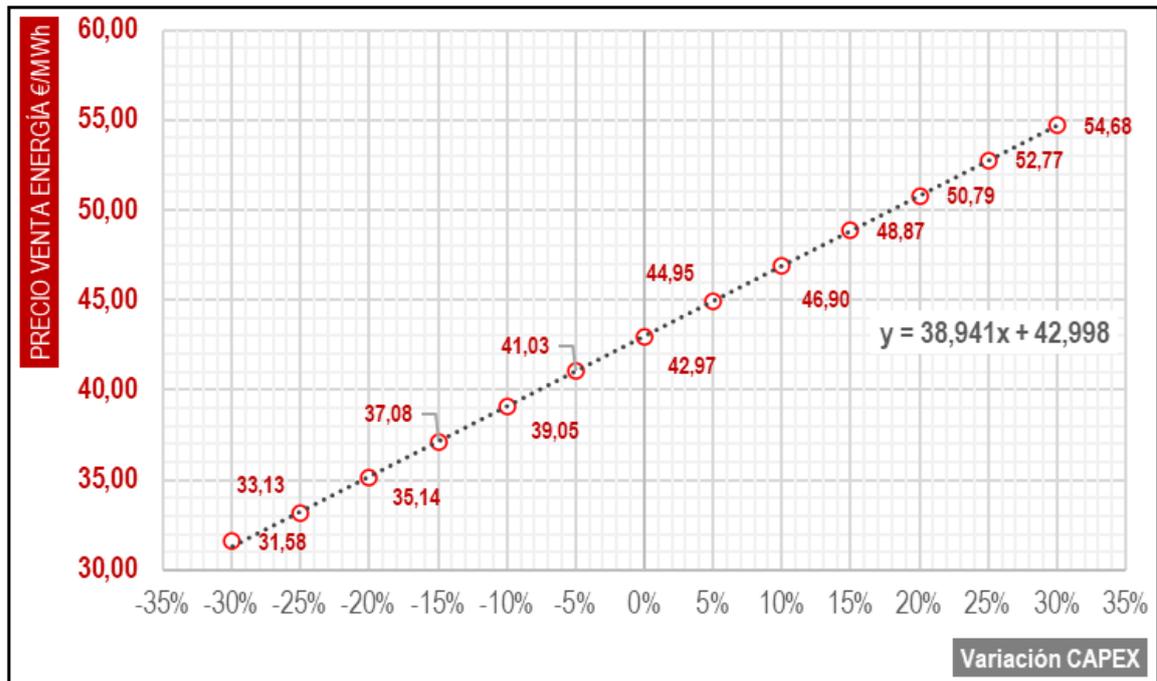


Figura 54: Sensibilidad Precio venta energía vs. Nivel de inversión en CAPEX manteniendo TIR capital accionista constante. Fuente: Elaboración propia.

10.4.2.4 SENSIBILIDAD TIR CAPITAL ACCIONISTAS – CAPEX [MANTENIENDO CONSTANTE EL PRECIO VENTA DE ENERGÍA EN 42,97 €/MWH]

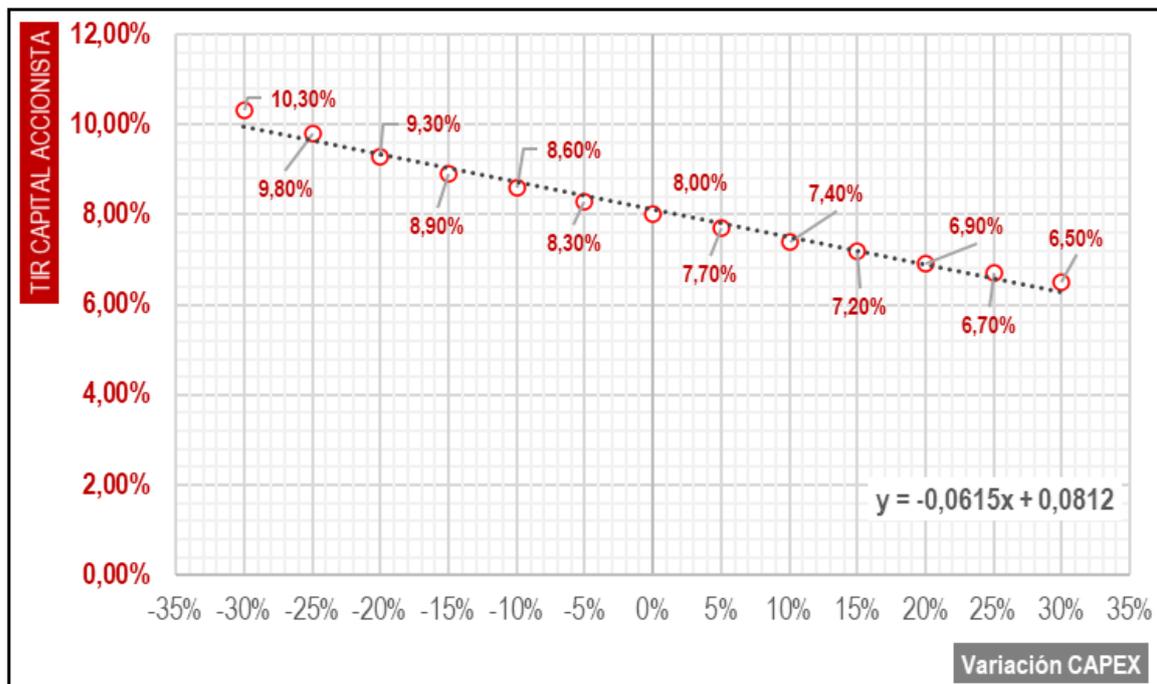


Figura 55: Sensibilidad TIR capital accionista vs. Nivel de inversión en CAPEX manteniendo Precio venta de energía constante. Fuente: Elaboración propia.

10.4.2.5 SENSIBILIDAD PRECIO DE VENTA ENERGÍA – OPEX [MANTENIENDO CONSTANTE LA TIR CAPITAL ACCIONISTAS EN EL 8,0%]

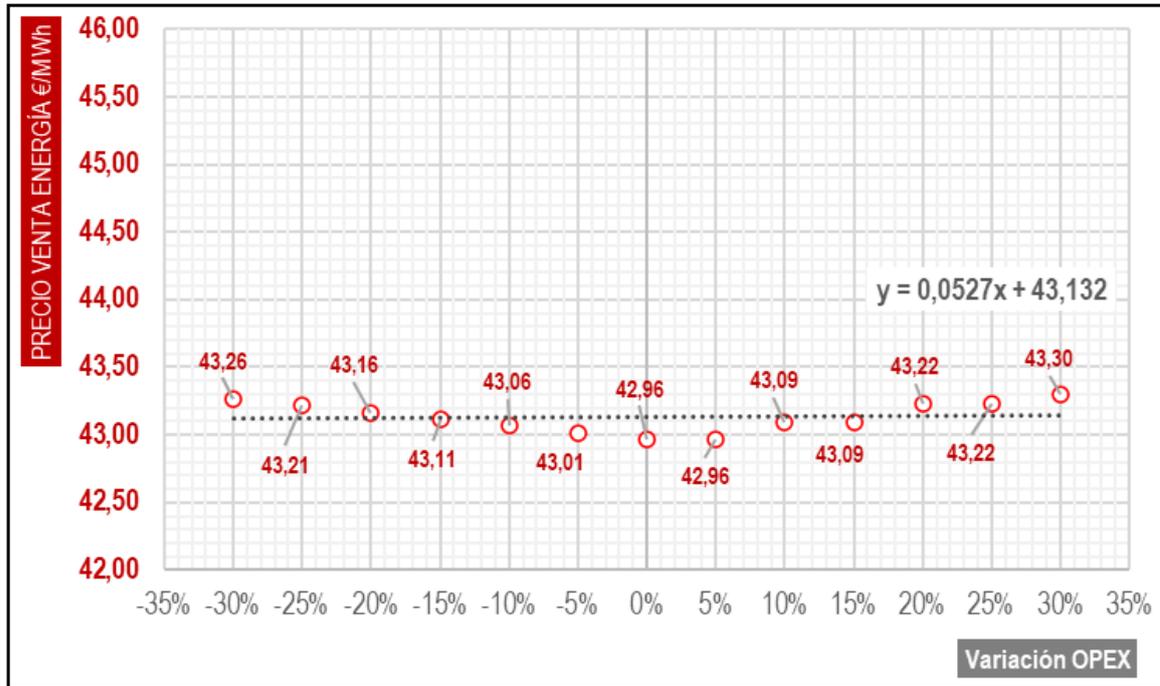


Figura 56: Sensibilidad Precio venta energía vs. Nivel de OPEX manteniendo TIR capital accionista constante. Fuente: Elaboración propia.

10.4.2.6 SENSIBILIDAD TIR CAPITAL ACCIONISTAS – OPEX [MANTENIENDO CONSTANTE EL PRECIO VENTA DE ENERGÍA EN 42,97 €/MWH]

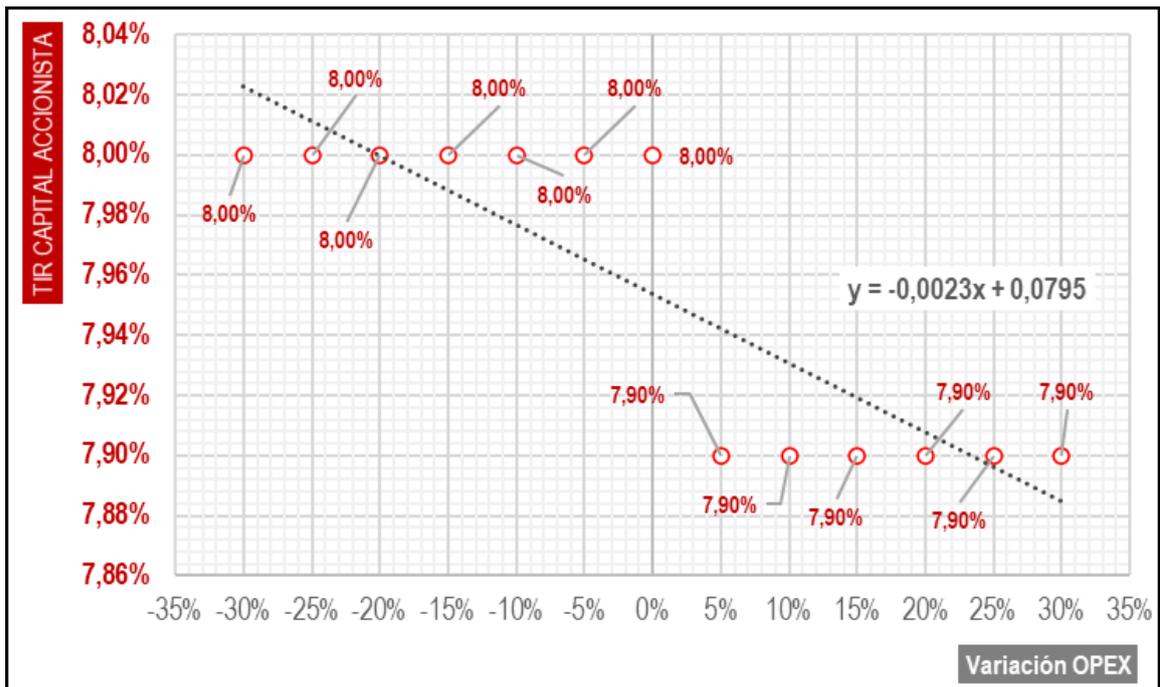


Figura 57: Sensibilidad TIR capital accionista vs. Nivel de OPEX manteniendo Precio venta de energía constante. Fuente: Elaboración propia.

10.4.3 ESCENARIO CALENTAMIENTO GLOBAL +1,5 ° C

10.4.3.1 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

€/MWh	RENTABILIDAD	PROYECTO		CAPITAL	
		antes de impuestos	después de impuestos	dividendos	accionistas
42,49	TIR	6,05%	5,23%	7,35%	8,00%
	VAN (tasa dto. 4,42 %)	207.846.589 €	94.794.021 €	163.949.708 €	190.852.992 €
	PAY-BACK	2049	2051	2057	2055
CHEQUEOS		CUADRE BALANCE	CUADRE TESORERÍA	DEVOLUCIÓN DEUDAS	COLA DE LA DEUDA
		OK	OK	OK	44,00 años
RATIOS DE DEUDA		RCSD mínimo		RCSD promedio	
		X 1,20		X 1,32	
SOLVENCIA		¿QUIEBRA LA SVP?		¿ENTRA EN CAUSA DE DISOLUCIÓN LA SVP?	
		SI o NO	¿EN QUÉ AÑO?	SI o NO	¿EN QUÉ AÑO?
		NO	-	NO	-

Tabla 36. Compilación de resultados para el Escenario + 1,5^a C. Fuente: Elaboración propia.

10.4.3.2 PERFIL CONCESIONAL

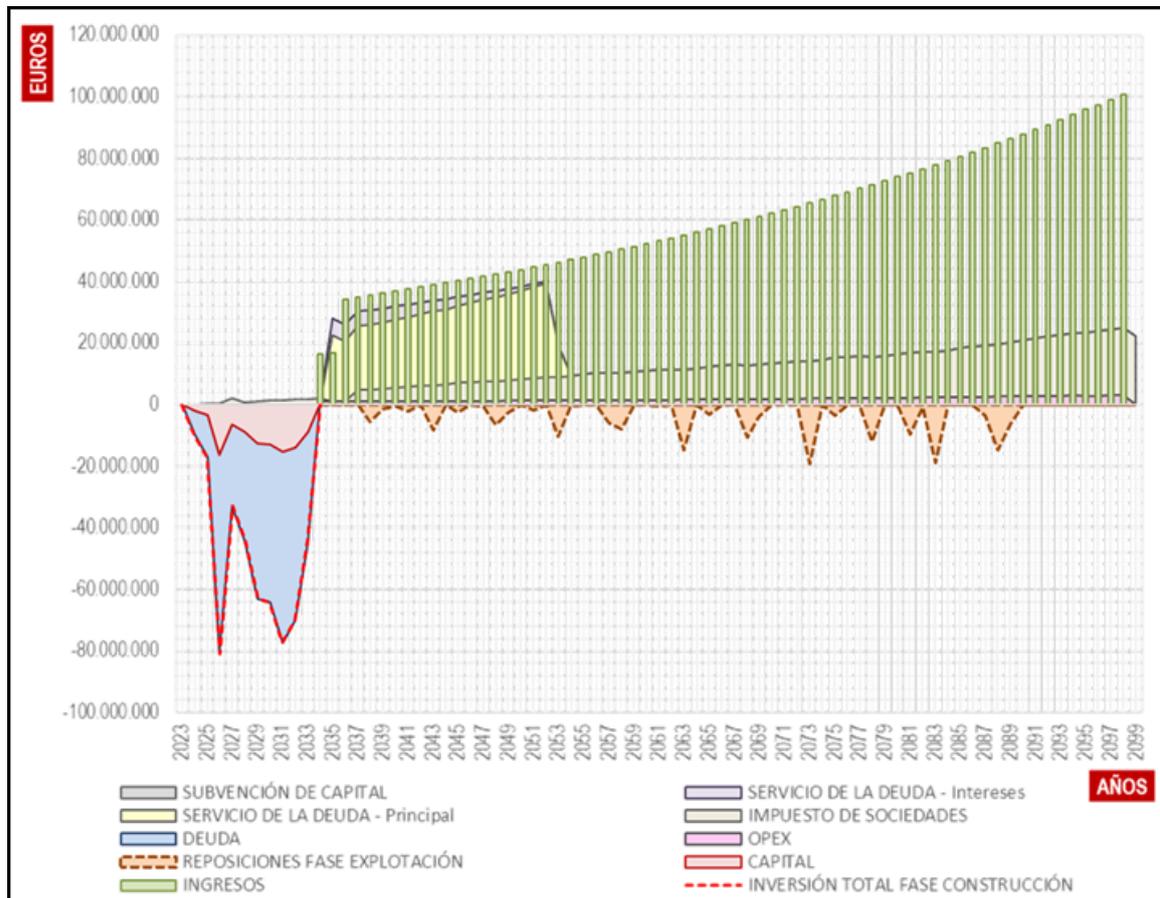


Figura 58: Perfil concesional Escenario + 1,5^a C. Fuente: Elaboración propia.

10.4.3.3 SENSIBILIDAD PRECIO DE VENTA ENERGÍA – CAPEX [MANTENIENDO CONSTANTE LA TIR CAPITAL ACCIONISTAS EN EL 8,0%]

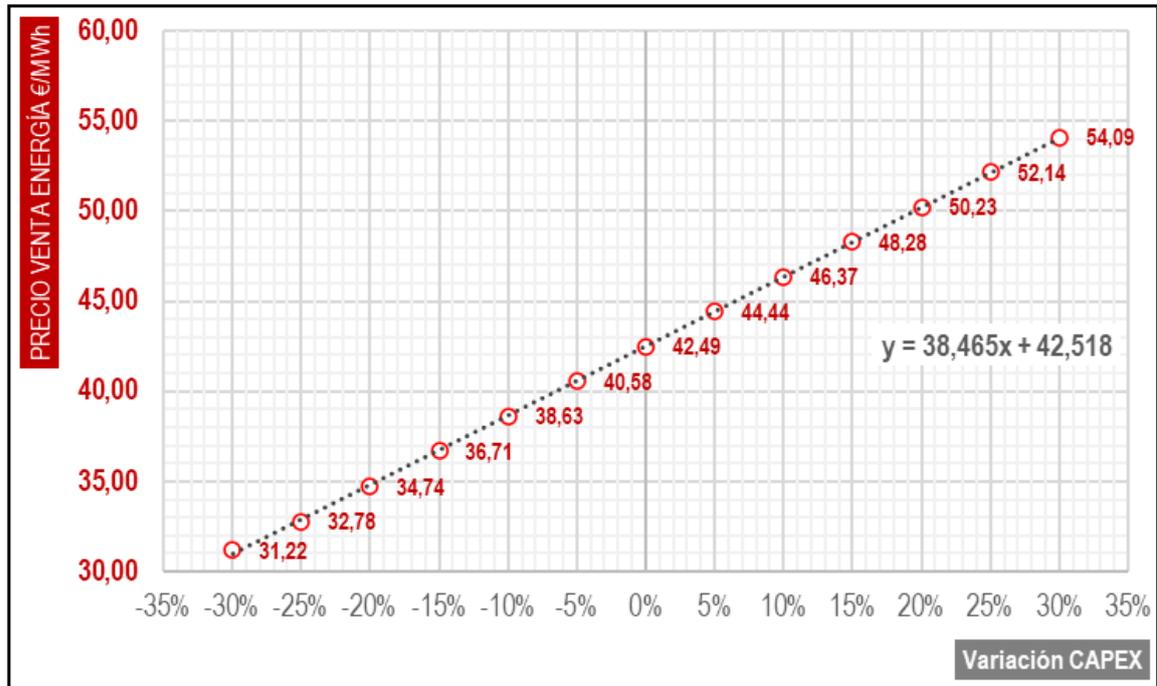


Figura 59: Sensibilidad Precio venta energía vs. Nivel de inversión en CAPEX manteniendo TIR capital accionista constante. Fuente: Elaboración propia.

10.4.3.4 SENSIBILIDAD TIR CAPITAL ACCIONISTAS – CAPEX [MANTENIENDO CONSTANTE EL PRECIO VENTA DE ENERGÍA EN 42,49 €/MWH]

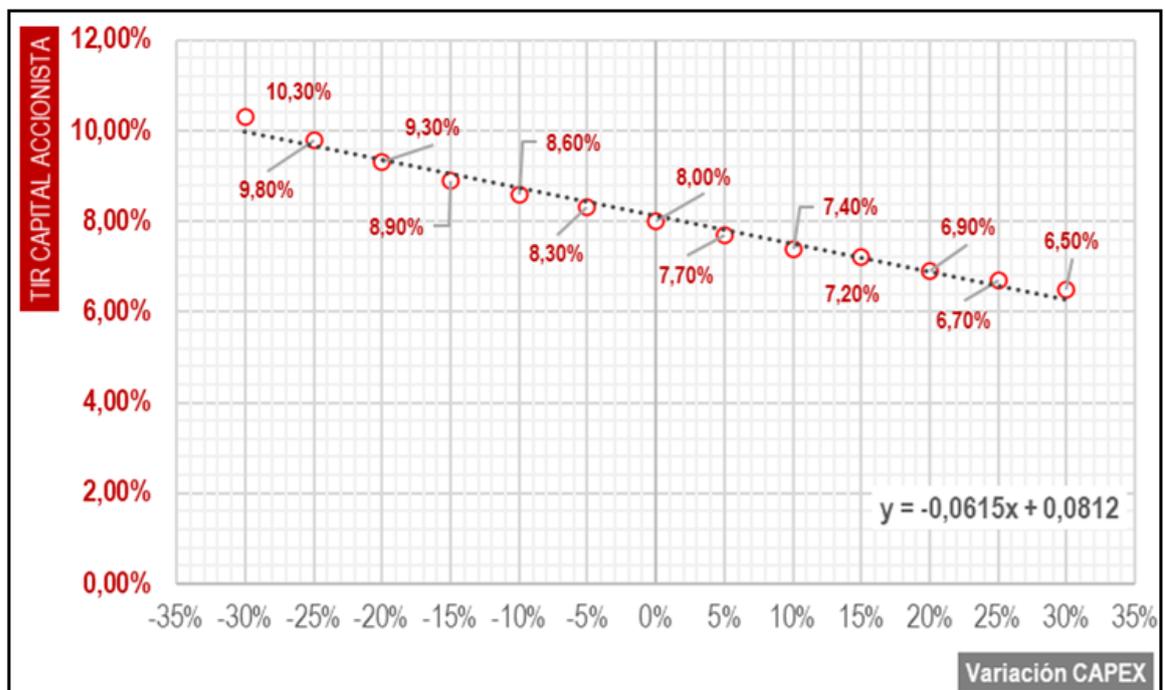


Figura 60: Sensibilidad TIR capital accionista vs. Nivel de inversión en CAPEX manteniendo Precio venta de energía constante. Fuente: Elaboración propia.

10.4.3.5 SENSIBILIDAD PRECIO DE VENTA ENERGÍA – OPEX [MANTENIENDO CONSTANTE LA TIR CAPITAL ACCIONISTAS EN EL 8,0%]

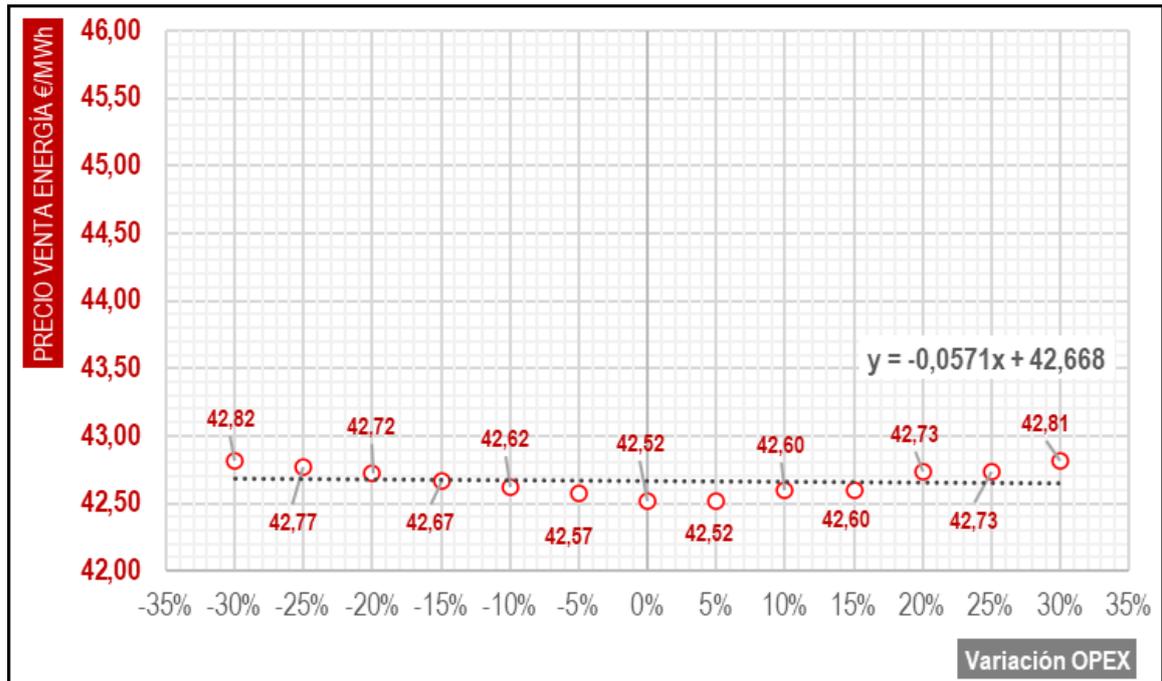


Figura 61: Sensibilidad Precio venta energía vs. Nivel de OPEX manteniendo TIR capital accionista constante. Fuente: Elaboración propia.

10.4.3.6 SENSIBILIDAD TIR CAPITAL ACCIONISTAS – OPEX [MANTENIENDO CONSTANTE EL PRECIO VENTA DE ENERGÍA EN 42,49 €/MWh]

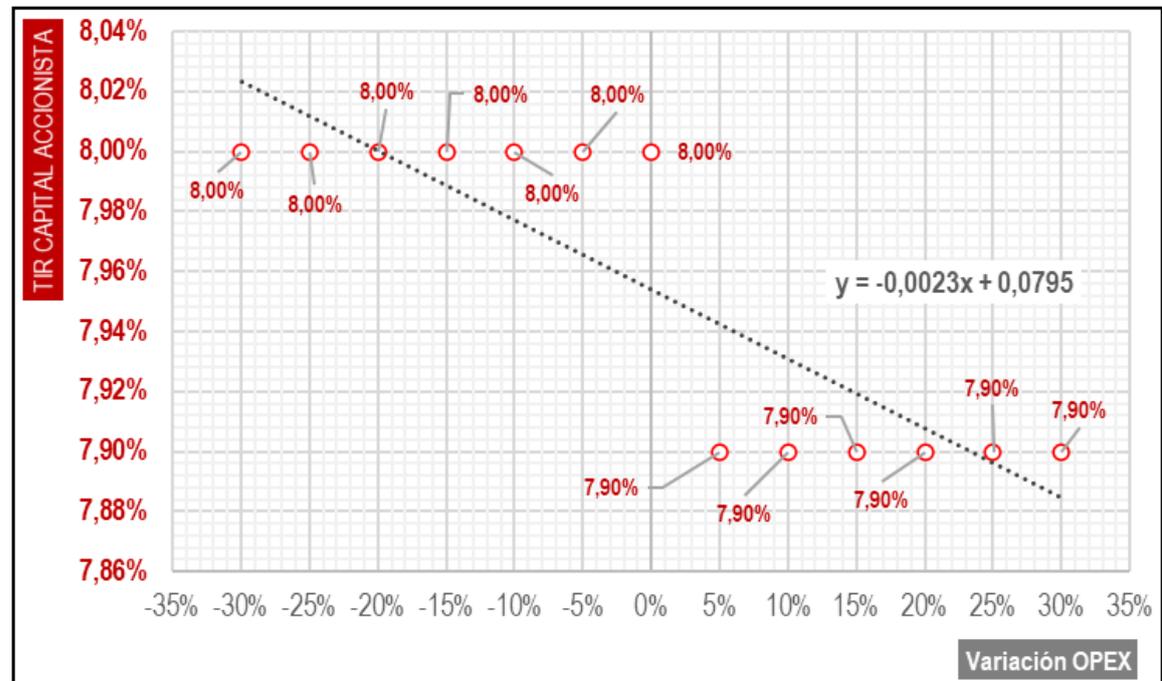


Figura 62: Sensibilidad TIR capital accionista vs. Nivel de OPEX manteniendo Precio venta de energía constante. Fuente: Elaboración propia.

10.4.4 ESCENARIO CALENTAMIENTO GLOBAL +2,0 ° C

10.4.4.1 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

€/MWh	RENTABILIDAD	PROYECTO		CAPITAL	
		antes de impuestos	después de impuestos	dividendos	accionistas
43,63	TIR	6,05%	5,22%	7,34%	8,00%
	VAN (tasa dto. 4,46 %)	199.666.373 €	88.455.437 €	158.134.646 €	184.693.216 €
	PAY-BACK	2049	2051	2056	2055
CHEQUEOS		CUADRE BALANCE	CUADRE TESORERÍA	DEVOLUCIÓN DEUDAS	COLA DE LA DEUDA
		OK	OK	OK	44,00 años
RATIOS DE DEUDA		RCSD mínimo		RCSD promedio	
		X 1,20		X 1,47	
SOLVENCIA		¿QUIEBRA LA SVP?		¿ENTRA EN CAUSA DE DISOLUCIÓN LA SVP?	
		SI o NO	¿EN QUÉ AÑO?	SI o NO	¿EN QUÉ AÑO?
		NO	-	NO	-

Tabla 37. Compilación de resultados para el Escenario + 2,0^a C. Fuente: Elaboración propia.

10.4.4.2 PERFIL CONCESIONAL

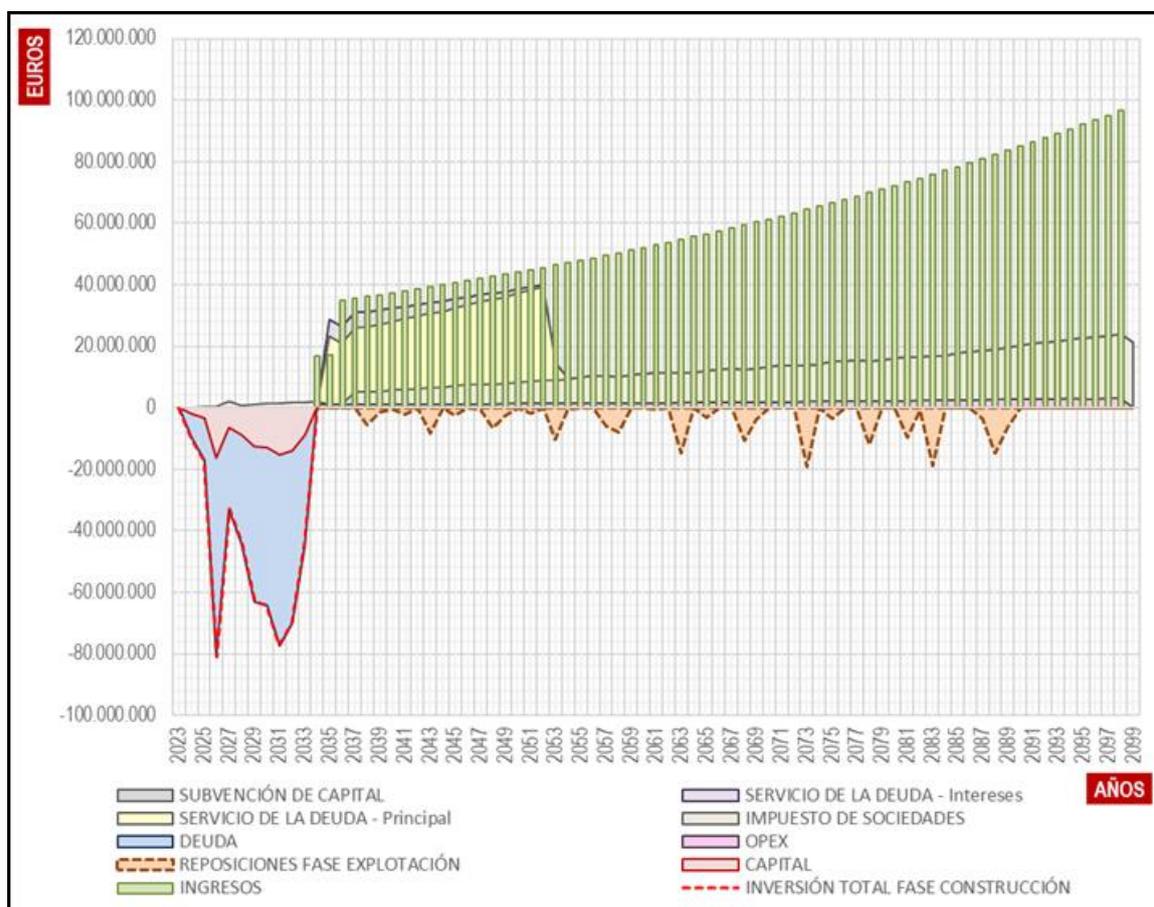


Figura 63: Perfil concesional Escenario + 2,0^a C. Fuente: Elaboración propia.

10.4.4.3 SENSIBILIDAD PRECIO DE VENTA ENERGÍA – CAPEX [MANTENIENDO CONSTANTE LA TIR CAPITAL ACCIONISTAS EN EL 8,0%]

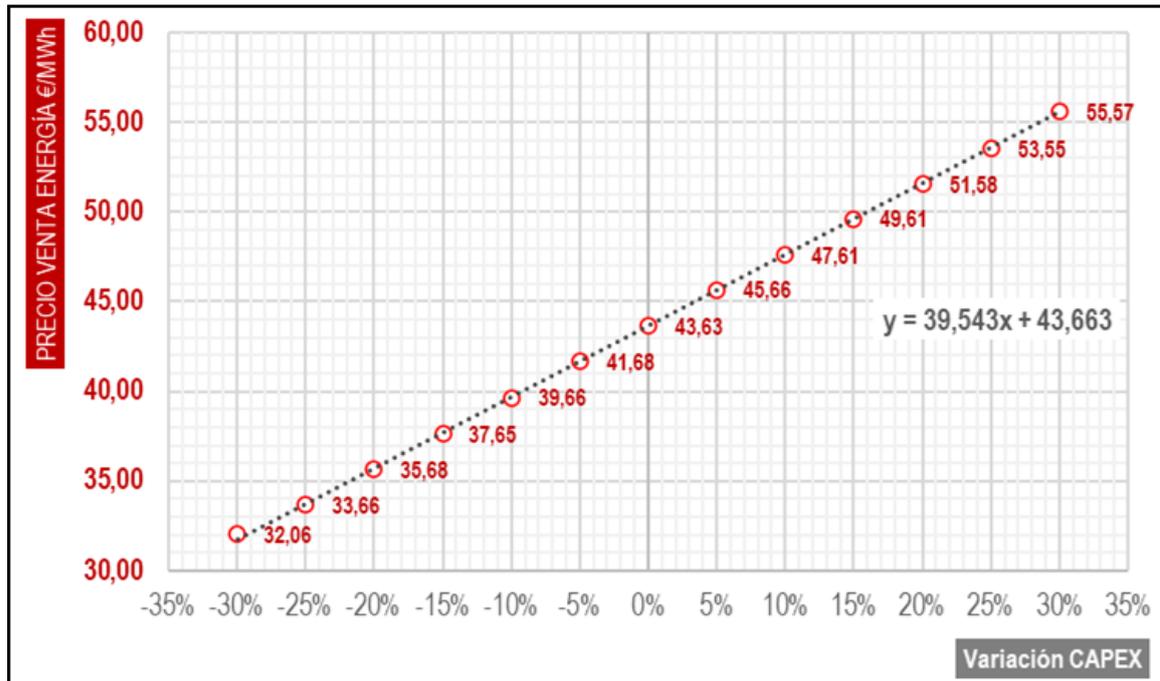


Figura 64: Sensibilidad Precio venta energía vs. Nivel de inversión en CAPEX manteniendo TIR capital accionista constante. Fuente: Elaboración propia.

10.4.4.4 SENSIBILIDAD TIR CAPITAL ACCIONISTAS – CAPEX [MANTENIENDO CONSTANTE EL PRECIO VENTA DE ENERGÍA EN 43,63 €/MWH]

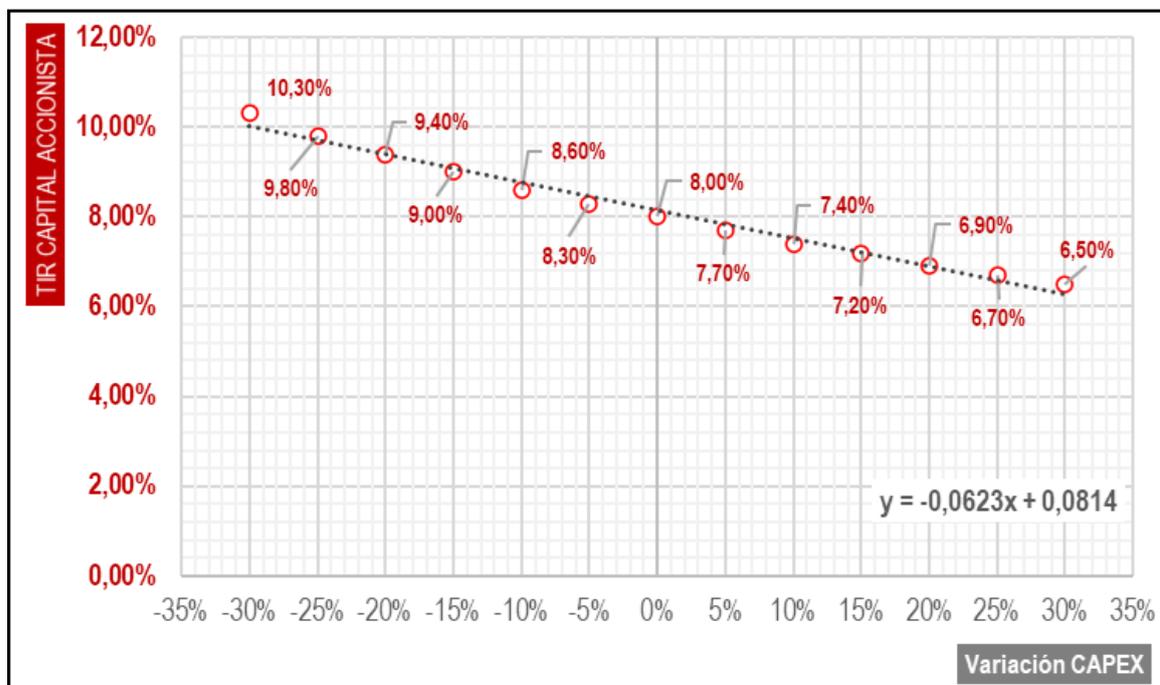


Figura 65: Sensibilidad TIR capital accionista vs. Nivel de inversión en CAPEX manteniendo Precio venta de energía constante. Fuente: Elaboración propia.

10.4.4.5 SENSIBILIDAD PRECIO DE VENTA ENERGÍA – OPEX [MANTENIENDO CONSTANTE LA TIR CAPITAL ACCIONISTAS EN EL 8,0%]

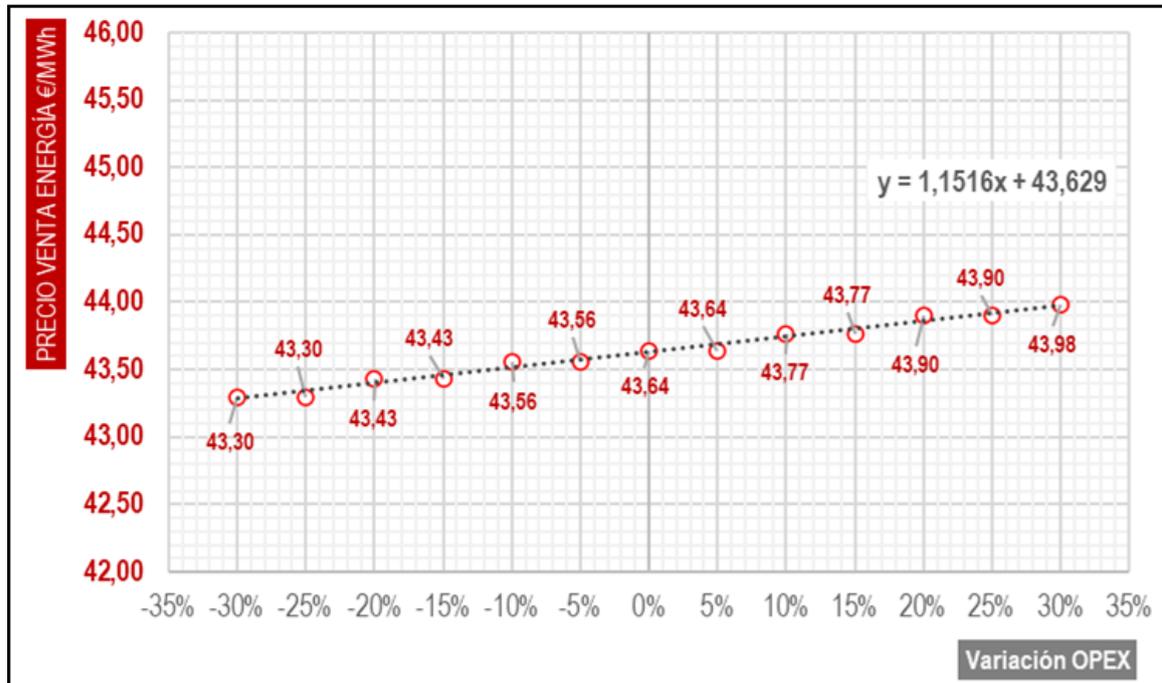


Figura 66: Sensibilidad Precio venta energía vs. Nivel de OPEX manteniendo TIR capital accionista constante. Fuente: Elaboración propia.

10.4.4.6 SENSIBILIDAD TIR CAPITAL ACCIONISTAS – OPEX [MANTENIENDO CONSTANTE EL PRECIO VENTA DE ENERGÍA EN 43,63 €/MWH]

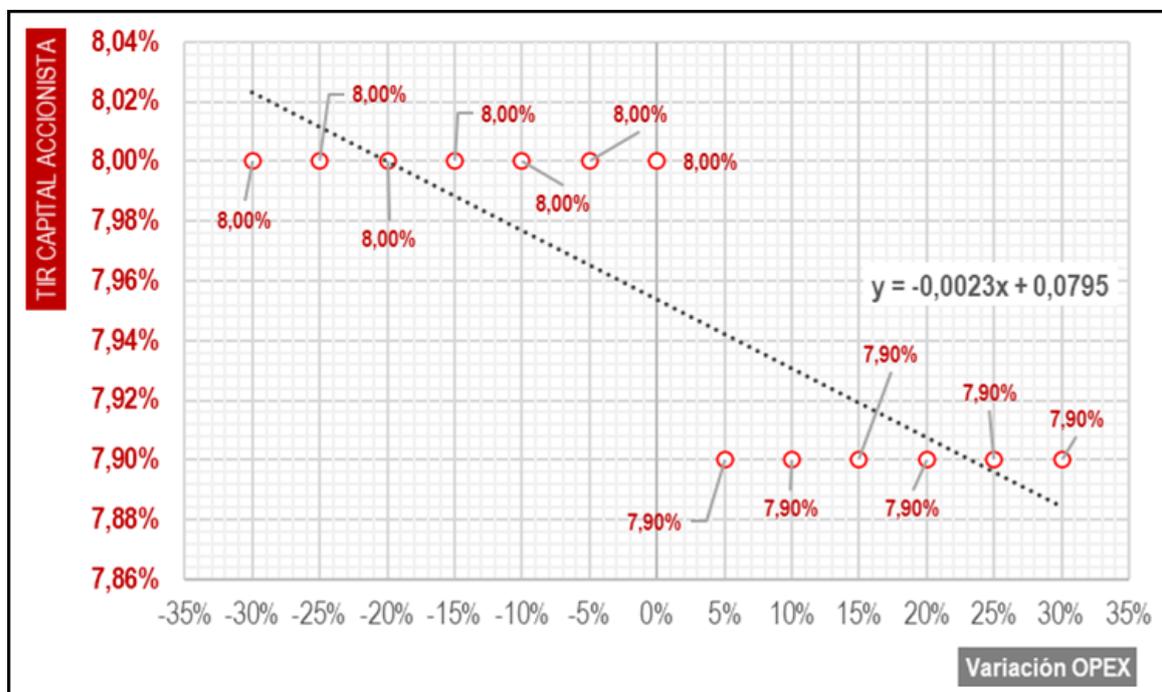


Figura 67: Sensibilidad TIR capital accionista vs. Nivel de OPEX manteniendo Precio venta de energía constante. Fuente: Elabora

10.4.5 ESCENARIO PROMEDIO

10.4.5.1 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

€/MWh	RENTABILIDAD	PROYECTO		CAPITAL	
		antes de impuestos	después de impuestos	dividendos	accionistas
43,62	TIR	6,09%	5,26%	7,40%	8,00%
	VAN (tasa dto. 4,46 %)	206.456.139 €	93.547.257 €	163.698.810 €	190.490.201 €
	PAY-BACK	2049	2051	2056	2055
CHEQUEOS		CUADRE BALANCE	CUADRE TESORERÍA	DEVOLUCIÓN DEUDAS	COLA DE LA DEUDA
		OK	OK	OK	44,00 años
RATIOS DE DEUDA		RCSD mínimo		RCSD promedio	
		X 1,20		X 1,40	
SOLVENCIA		¿QUIEBRA LA SVP?		¿ENTRA EN CAUSA DE DISOLUCIÓN LA SVP?	
		SI o NO	¿EN QUÉ AÑO?	SI o NO	¿EN QUÉ AÑO?
		NO	-	NO	-

Tabla 38. Compilación de resultados para el Escenario + 2,0ª C. Fuente: Elaboración propia.

10.4.5.2 PERFIL CONCESIONAL

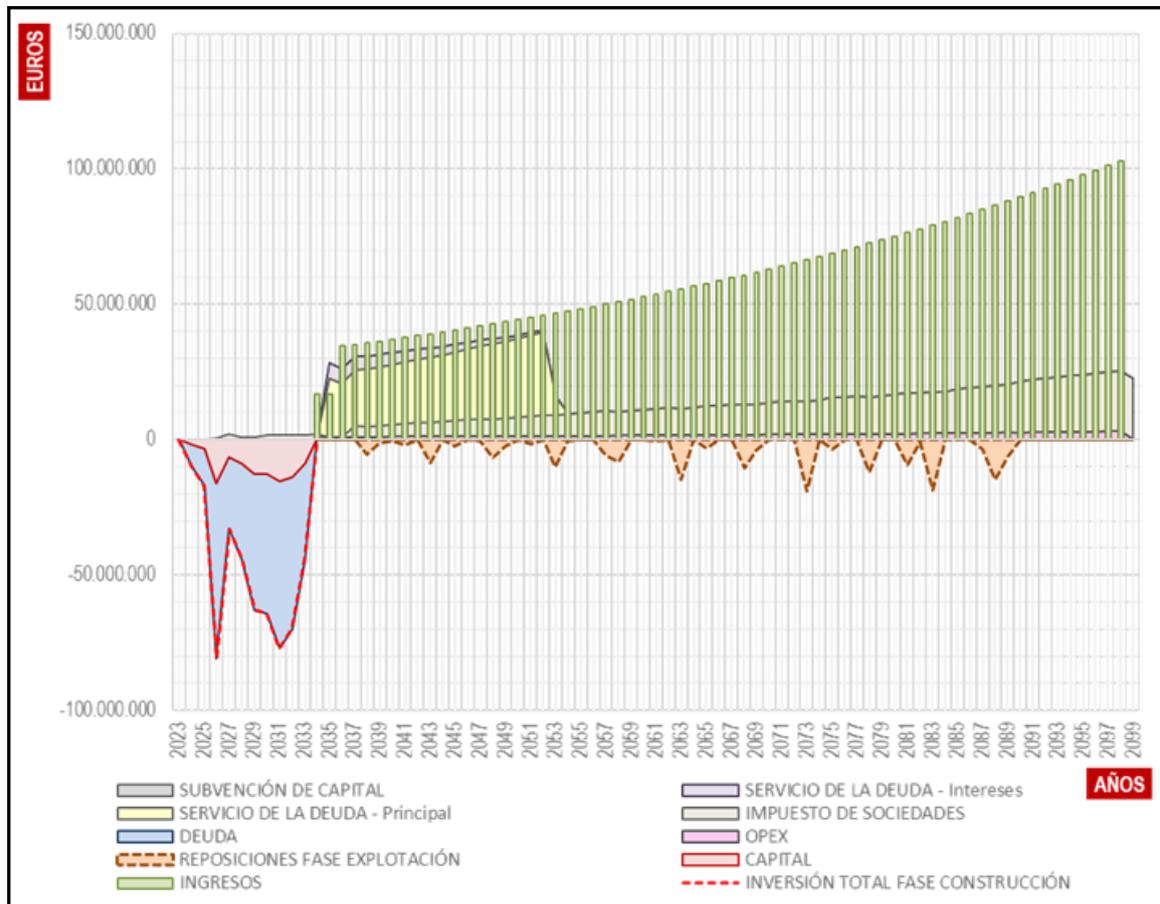


Figura 68: Perfil concesional Escenario Promedio. Fuente: Elaboración propia.

10.4.5.3 SENSIBILIDAD PRECIO DE VENTA ENERGÍA – CAPEX [MANTENIENDO CONSTANTE LA TIR CAPITAL ACCIONISTAS EN EL 8,0%]

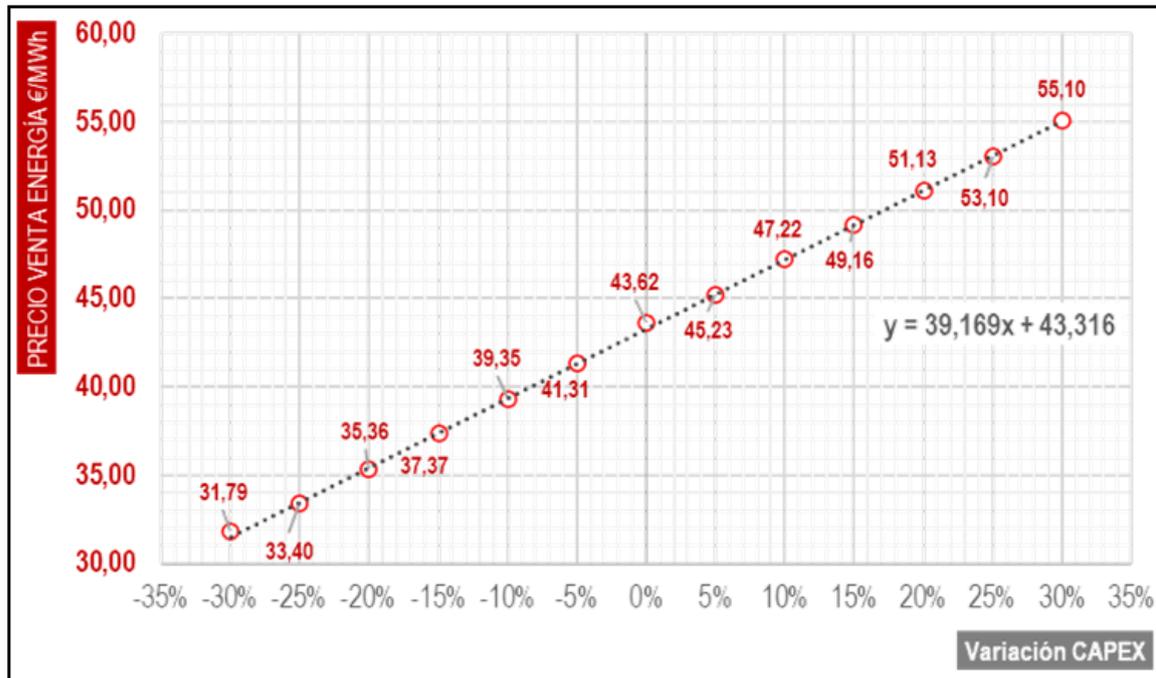


Figura 69: Sensibilidad Precio venta energía vs. Nivel de inversión en CAPEX manteniendo TIR capital accionista constante. Fuente: Elaboración propia.

10.4.5.4 SENSIBILIDAD TIR CAPITAL ACCIONISTAS – CAPEX [MANTENIENDO CONSTANTE EL PRECIO VENTA DE ENERGÍA EN 43,62 €/MWH]

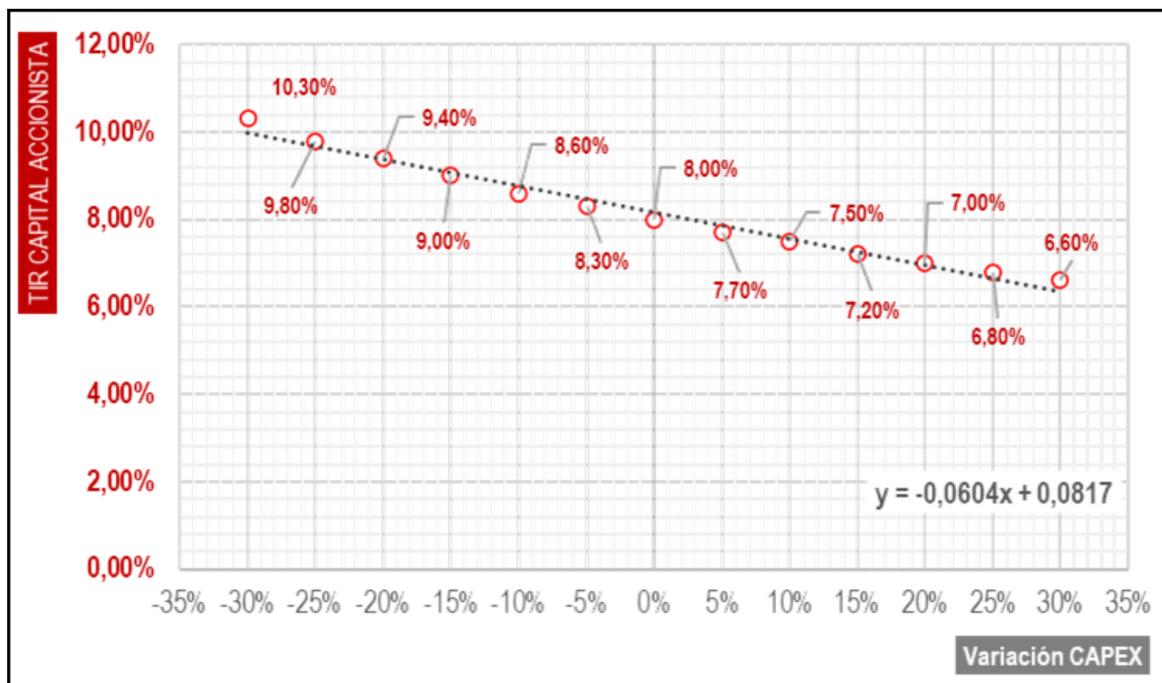


Figura 70: Sensibilidad TIR capital accionista vs. Nivel de inversión en CAPEX manteniendo Precio venta de energía constante. Fuente: Elaboración propia.

10.4.5.5 SENSIBILIDAD PRECIO DE VENTA ENERGÍA – OPEX [MANTENIENDO CONSTANTE LA TIR CAPITAL ACCIONISTAS EN EL 8,0%]

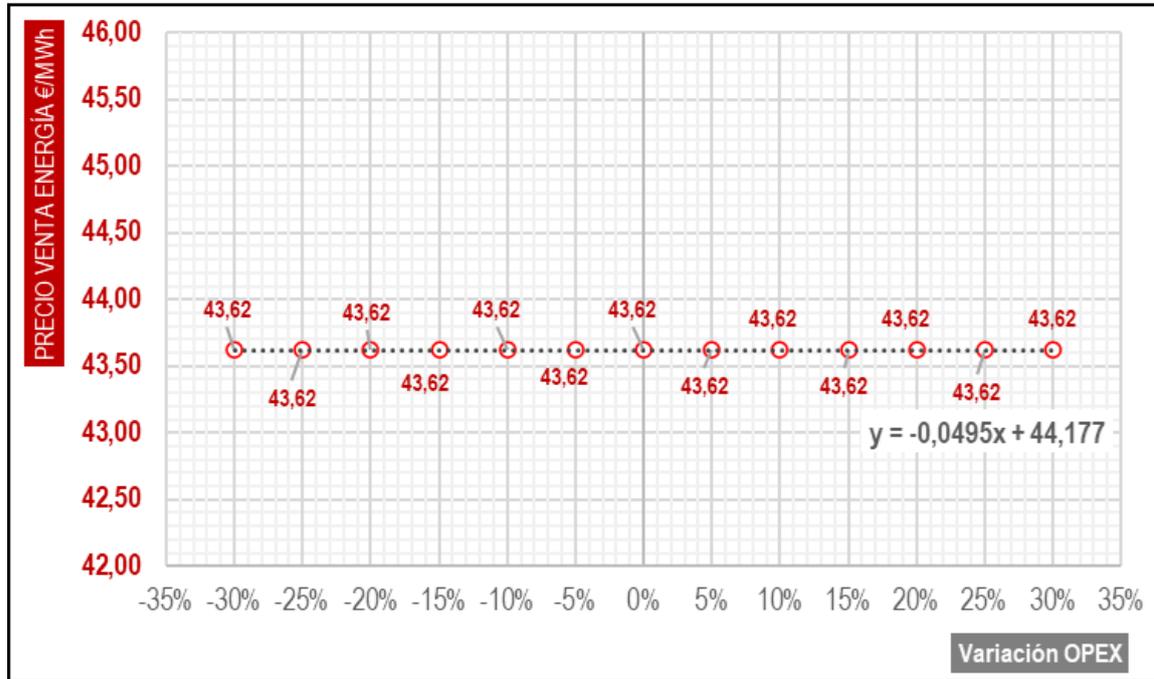


Figura 71: Sensibilidad Precio venta energía vs. Nivel de OPEX manteniendo TIR capital accionista constante. Fuente: Elaboración propia.

10.4.5.6 SENSIBILIDAD TIR CAPITAL ACCIONISTAS – OPEX [MANTENIENDO CONSTANTE EL PRECIO VENTA DE ENERGÍA EN 43,62 €/MWH]

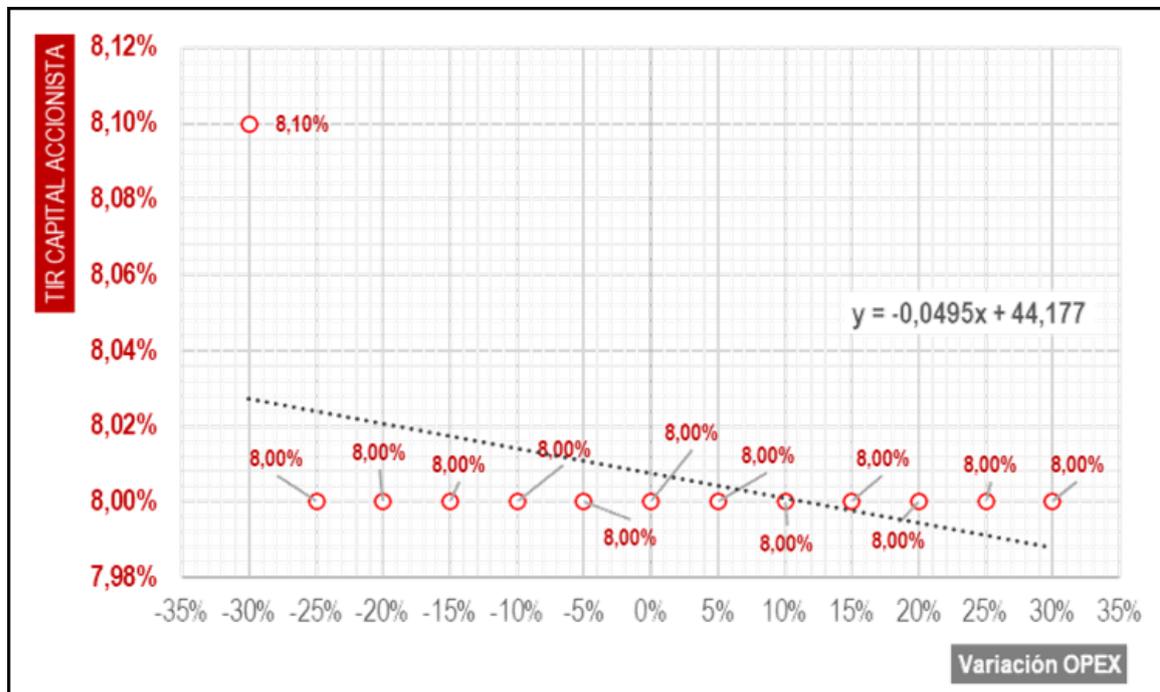


Figura 72: Sensibilidad TIR capital accionista vs. Nivel de OPEX manteniendo Precio venta de energía constante. Fuente: Elaboración propia.

10.5 CONCLUSIONES PARCIALES

En este epígrafe se recogen las conclusiones que afectan a los escenarios de generación eléctrica y a las simulaciones financieras asociadas a cada uno de ellos.

Todos los importes presentados están expresados en moneda del año 2023.

La información se ofrece en forma de lista:

- a) Los cuatro escenarios de generación eléctrica han sido justificados de manera exhaustiva, pero a pesar de ello, todos son muy similares.

En este contexto, el escenario más optimista coincidiría con el denominado Calentamiento Global + 1,5 ° C (similar orden de magnitud que el que presentan los escenarios Iberdrola y Tendencial), y el más pesimista coincidiría con el denominado Calentamiento Global + 2,0 ° C. En todos ellos, la horquilla de generación durante el periodo de explotación comercial de Ricobayo se movería entre los 37.583 GWh y los 37.976 GWh.

- b) El precio de venta de la energía generada oscila en todos los escenarios de generación entre los 42,49 €/MWh (+ 1,5 ° C) y los 43,95 €/MWh (Iberdrola).

- c) Tomada la nueva infraestructura como un proyecto de inversión a largo plazo, se tiene que la rentabilidad del mismo es muy sensible a las variaciones en el CAPEX.

En todo momento se ha planteado que el CAPEX de obra nueva en fase de construcción pueda moverse entre los 318.212.568 € y los 590.966.198 €.

- d) A pesar de lo anterior, la horquilla de tarifas que para todos los escenarios de generación y CAPEX permiten una TIR de capital de accionistas del 8,0 %, son precios de mercado competitivos, situándose el máximo de ellos en 55,7 €/MWh.

- e) De la misma manera, que la variación del CAPEX origina variaciones importantes de precios de venta y rentabilidad, la variación del OPEX apenas impacta en el negocio. Así, variaciones importantes de OPEX comprendidas entre el - 30,0 % y el + 30,0 % hacen oscilar el precio venta de la energía si lo que se desea es mantener fija la TIR de capital del accionista en el 8,0 % desde los 42,52 €/MWh hasta los 44,31 €/MWh.

Las mismas variaciones de OPEX hacen que la rentabilidad del accionista, manteniendo fijos los precios de equilibrio en cada caso, se mueva en el entorno del 7,9 % y el 8,1 %.

- f) El ingreso medio anual de Hidrobayo, S.A. por la venta de energía, teniendo en cuenta todos los escenarios de generación, oscilarán entre los 27.713.148 € (Tendencial) y los 25.531.564 € (Iberdrola).

- g) El gasto medio anual de Hidrobayo, S.A., (recursos humanos, servicios de mantenimiento, seguridad y vigilancia, limpieza de instalaciones, suministros, seguros, varios, y tributos locales), asciende en todos los escenarios de generación considerados a 813.892 €.

- h) La ratio ingreso/gasto, en virtud de los últimos valores aportados, oscila entre el valor de x 31,37 y x 34,05.
- i) De cara a la comparativa a realizar con la tecnología de generación de energía a través de Centrales Eléctrica Iónicas, se tomará como precio de referencia aquel que posibilita una TIR capital accionistas en el denominado Escenario Promedio del 8,0 % como en los casos anteriores. Dicho precio asciende a **43,62 €/MWh** (casi idéntico al mercado en el escenario + 2,0 %). Como se ha expresado con anterioridad, este precio es competitivo en un mercado eléctrico, que como el europeo está basado en un sistema marginalista.
- j) Para el Escenario Promedio, el precio de venta de la energía que hace que la empresa entre en causa de disolución (año 2057) asciende a 17,70 €/MWh. En este caso el perfil concesional sería el que se expone a continuación, y la TIR de capital del accionista estaría en el entorno del 2,55 %.

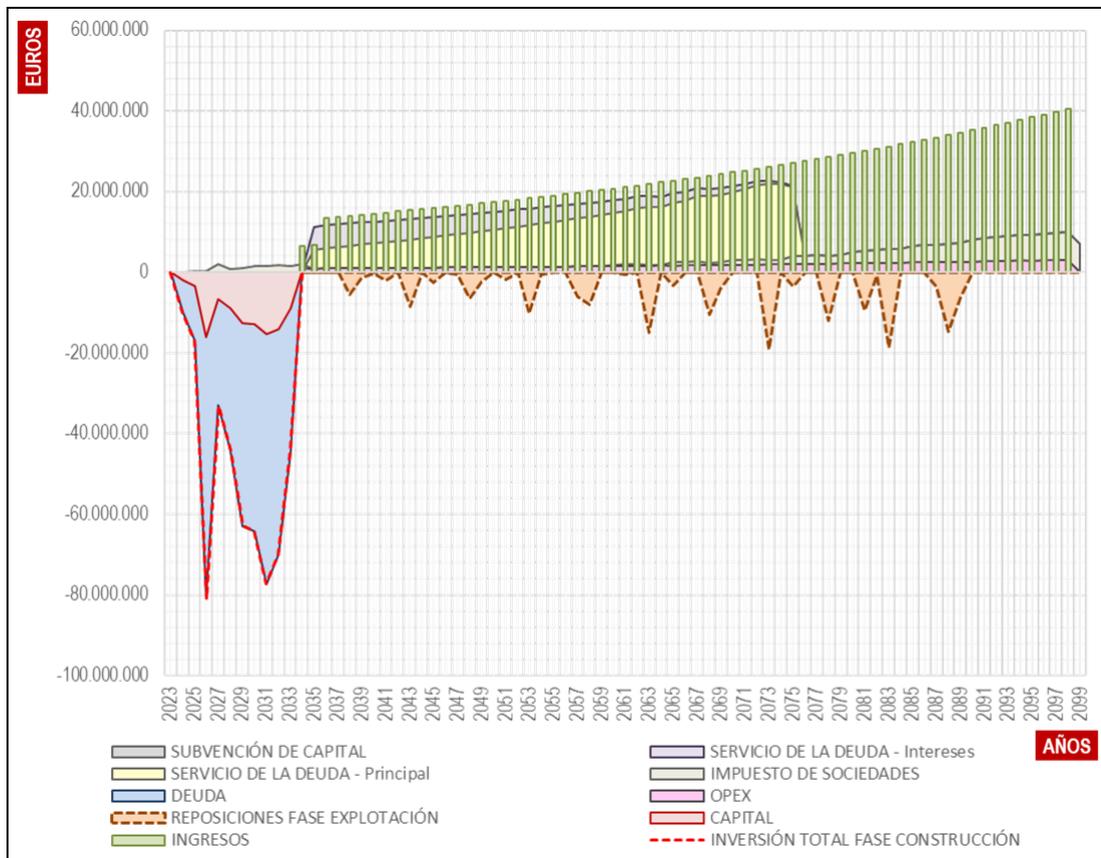


Figura 73: Perfil concesional Escenario Promedio cuando la SVP entra en causa de disolución. Fuente: Elaboración propia.

- k) Para el Escenario Promedio, el precio de venta de la energía que hace que la empresa quiebre (año 2063) asciende a 15,57 €/MWh. En este caso el perfil concesional sería el que se expone a continuación, y la TIR de capital del accionista estaría en el entorno del 1,58 %.

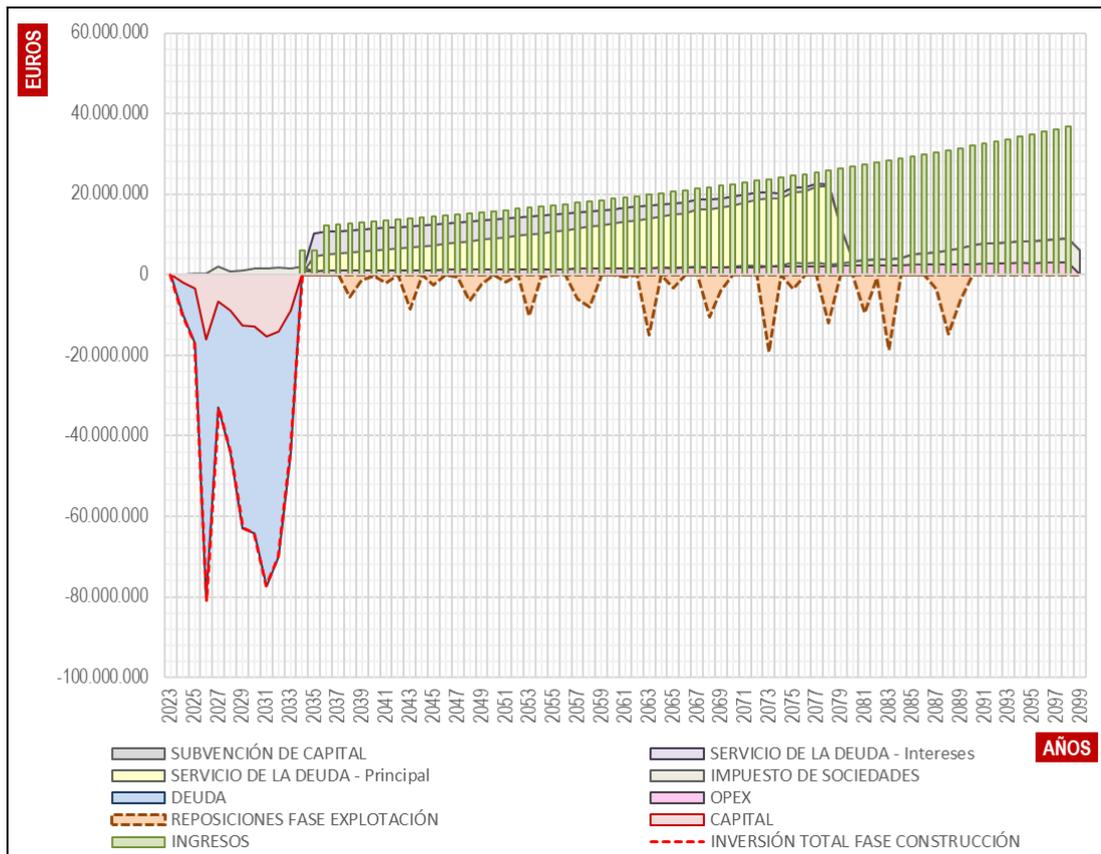


Figura 74: Perfil concesional Escenario Promedio cuando la SVP entra en quiebra. Fuente: Elaboración propia.

- l) Se demuestra, para los casos de disolución y quiebra empresarial, que el precio de venta de la energía puede estar sometido a un fuerte estrés, antes de ponerse en este caso en peligro, la viabilidad empresarial de Hidrobayo, S.A.
- m) Si para el Escenario Promedio, el precio de venta adoptado fuera de 118,62 €/MWh⁹², la TIR de capital del accionista ascendería al 16,54 %.
- n) Si para el Escenario Promedio, el precio de venta adoptado fuera de 180 €/MWh (tope al precio del gas)⁹³, la TIR de capital del accionista ascendería al 21,70 %.
- o) Analizadas cada una de las concesiones planteadas, cabe expresar, que la rentabilidad del negocio hidroeléctrico (TIR) es similar tanto en el caso de considerar un periodo concesional de 75 años como un periodo concesional de 99 años.

⁹² Fuente Informe anual 2021 (https://www.omie.es/sites/default/files/2022-03/informe_anual_2021_es.pdf): "El precio final medio anual de la demanda nacional del sistema eléctrico español para el año 2021, que se ha situado en 118,62 €/MWh, ha sido el máximo histórico registrado. La demanda nacional para el año 2021 se ha situado en 241.982 GWh, un 2,3% superior a la de 2020". Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 20 de diciembre de 2022.

⁹³ Puede ampliarse información en la noticia periodística vinculada al siguiente enlace web: <https://www.elmundo.es/economia/2022/12/19/63a08a0621efa000768b458f.html>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 20 de diciembre de 2022.

11. ANÁLISIS DE LA TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN ELÉCTRICA A TRAVÉS DE CENTRALES ELÉCTRICAS IÓNICAS

11.1 INTRODUCCIÓN

CENTRAL ELÉCTRICA IÓNICA, también denominada comercialmente **MÓDULO IÓNICO**, es una tecnología patentada a nivel internacional, propiedad del español Alberto Andrés Santana Ramírez (en adelante «el inventor»), relativa a un generador eléctrico ELECTROQUÍMICO que recupera la energía de casi todos los metales.

Un Módulo Iónico (MI) o Central Eléctrica Iónica (CEI) **NO** es una batería acumuladora que necesite de una fuente eléctrica externa para su recarga, y **SI** un generador capaz de proporcionar energía a través de una solución de agua y sal, sin necesidad de estar conectado a la red eléctrica. La electricidad se produce a través de la cinética del agua, cuando circulando a través de un circuito cerrado atraviesa diversos filtros y electrodos.

Una CEI, básicamente es un generador eléctrico que ocupa poco espacio, que no hace ruido, que es escalable sin límite de unidades, que puede generar la electricidad necesaria para atender demandas de tipo doméstico o industrial.

Su funcionamiento es bajo demanda, y por tanto idóneo para ser combinado con otras fuentes de energía renovables.

Se estima que con un adecuado mantenimiento la vida útil de una CEI podría superar los 50 años. Se sabe que el PVC, como parte integrante de una celda electroquímica puede tener una resistencia notable, y que los elementos sometidos a degradación en la misma son, además de reciclables, fácilmente sustituibles. En este contexto, la Oficina Europea de Patentes ha clasificado a la electricidad producida por esta invención como un tipo de energía renovable mitigadora del cambio climático (Y02P20/133). Además, una CEI tiene un funcionamiento frío, no conteniendo en su interior materiales explosivos, inflamables, contaminantes o excesivamente corrosivos.

Se estima que el coste de la energía eléctrica producida por una CEI, considerando la amortización de los costes de inversión iniciales, se situaría en el entorno de los 35,00 €/MWh, que bajaría hasta los 20,00 €/MWh cuando no se considera el coste de inversión. A este hecho, es preciso añadir que un dispositivo como el descrito, al operar de manera autónoma completamente *off-the-grid*, permitiría ubicar en determinados casos la producción de energía eléctrica en el lugar de su consumo, evitándose por ello los necesarios peajes por transporte que deberían abonarse al administrador de la red eléctrica en cualquier otro caso.

11.2 ORIGEN DEL CONCEPTO Y EVOLUCIÓN HASTA LA ACTUALIDAD

El nacimiento de un dispositivo como el descrito ha sido posible gracias al empeño de su inventor desde hace más de 8 años.

Alberto Santana patentó en 2014 una innovación denominada "Plataforma acuática oceánica", y ya en las primeras pruebas de concepto constató la facilidad con la que la corrosión ataca a los metales en ambientes salinos, y como la denominada protección catódica evita la corrosión galvánica.

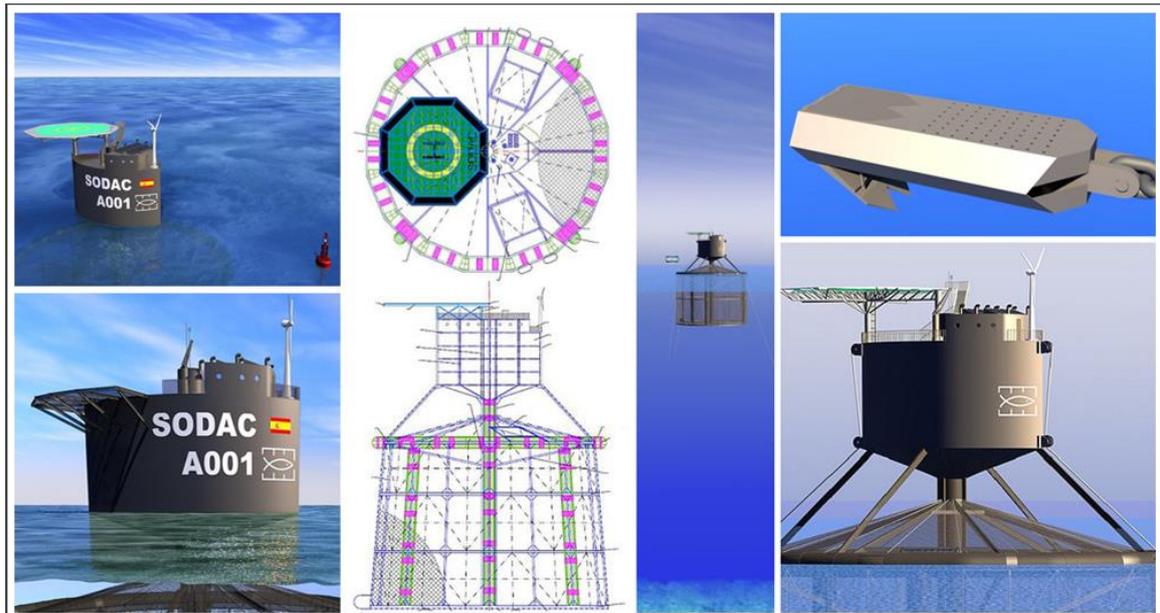


Figura 75: Sucesión de infografías relativas a una Plataforma acuática oceánica⁹⁴. Fuente: Elaboración propia.

Desde ese momento, comprender la química que subyace detrás del deterioro de los metales en entornos corrosivos ha sido una constante en su vida, lo que le ha llevado años más tarde a ostentar la tenencia de múltiples patentes relacionadas con la producción de energía eléctrica de tipo iónico.

A continuación, se ofrece información de algunas de dichas patentes.

11.3 PATENTES

11.3.1 ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA PROTECCIÓN

Existe una notable lista de Diseños Industriales Nacionales (España), Diseños Comunitarios, Modelos de Utilidad, y Patentes a nombre del inventor Alberto Andrés Santana Ramírez.

La figura que sigue muestra los países en los que el inventor y dicha mercantil tienen algún tipo de protección de sus derechos de propiedad industrial.

⁹⁴ Puede ampliarse información en el siguiente enlace web: <http://www.sodac.es/gallery/>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 20 de diciembre de 2022.

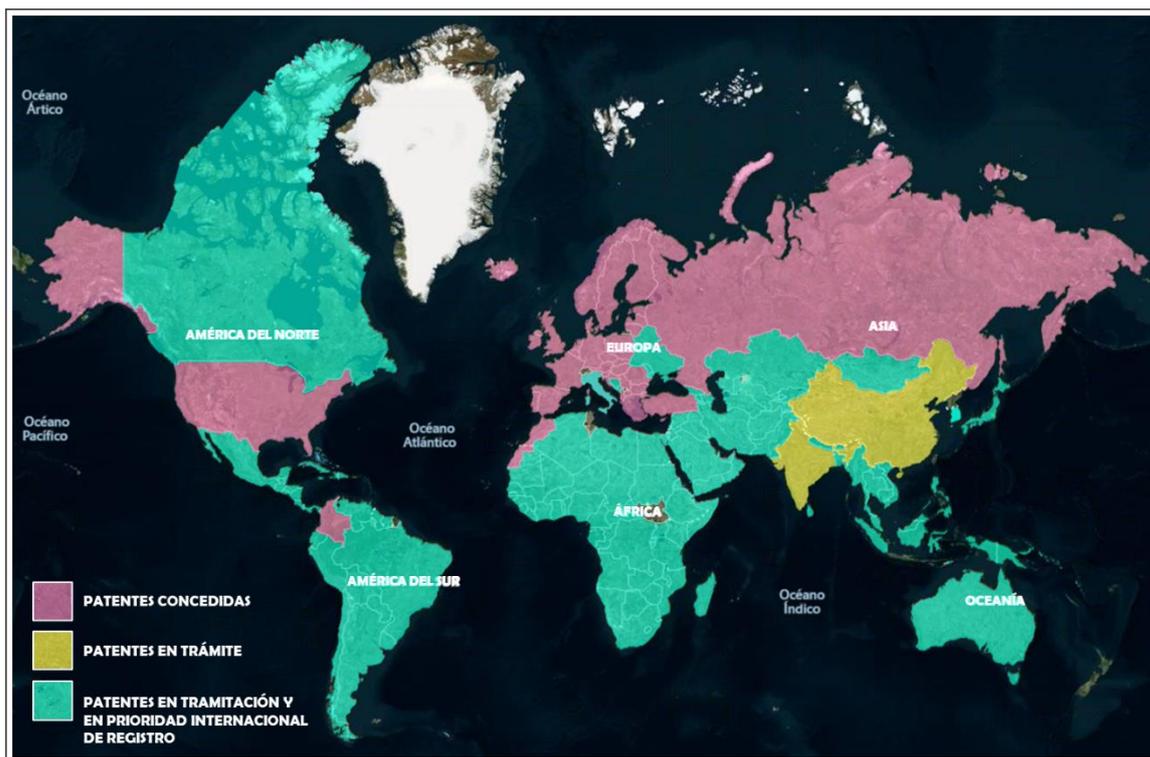


Figura 76: Extensión geográfica de la protección global de la propiedad industrial. Fuente: Elaboración propia a partir de información suministrada por el inventor.

11.3.2 “CELDA ENRIQUECIDA PARA REACCIÓN TIPO REDOX” [19.01.2016]⁹⁵

En 2016 fue publicada la solicitud de un modelo de utilidad relativo a una invención denominada “Celda enriquecida para reacción tipo REDOX”.

La principal ventaja de este tipo de celda es, que, si bien actúa con un proceso REDOX de óxido reducción, no utiliza preferentemente productos químicos en el electrolito.

Para la producción eléctrica usa fuentes renovables, como es el agua de los mares y océanos en su estado natural, por lo que no contamina.

Con esta invención, mediante los procesos que se producen en esta celda generadora enriquecida, como son el filtrado de partículas disueltas durante la reacción de oxidación, el enriquecimiento del electrolito con el oxígeno contenido en el aire y la renovación mediante recirculación del conjunto del electrolito en el interior de la celda, se corrigen los inconvenientes relativos a la polarización, por lo que la invención permite que la energía generada por dicha corrosión pueda ser recuperada y usada de forma estable generando una fiable fuerza electromotriz que se podrá usar conectando las celdas generadoras en serie y paralelo hasta alcanzar el voltaje de intensidad deseado.

11.3.3 “DESPOLARIZADOR CATÓDICO ANÓDICO” [29.11.2017]⁹⁶

En 2017 fue publicada la solicitud de un modelo de utilidad relativo a una invención

⁹⁵ Puede ampliarse información en el siguiente enlace web: <https://patents.google.com/patent/ES1161235U/>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 20 de diciembre de 2022.

⁹⁶ Puede ampliarse información en el siguiente enlace web: <https://patents.google.com/patent/ES1200310U/en>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 20 de diciembre de 2022.

denominada “Despolarizador catódico anódico”.

La Polarización del cátodo y del ánodo es el principal problema que existe para la generación eléctrica mediante reacción tipo REDOX cuando se usa como electrolito agua y sal común o agua de mar. Dicha polarización produce la caída de la producción eléctrica de acuerdo con la conducta de Tafel.

Esta invención denominada consiste en un conjunto de elementos que fomentan una cinética y un proceso electroquímico que potencia la oxidación en el ánodo y mantiene limpia la superficie del cátodo permitiendo un estable rendimiento en la generación eléctrica de las reacciones tipo REDOX, en las Centrales Eléctricas Iónicas® y las Celdas Enri- quecidas tipo REDOX® usando agua y sal común o agua de mar como electrolito.

11.3.4 “MÓDULO METÁLICO GENERADOR ELÉCTRICO” [30.11.2018]⁹⁷

En 2018 fue publicada la solicitud de la patente de un dispositivo denominado “Módulo metálico generador eléctrico” que reivindicaba la generación eléctrica a partir de un metal mediante el uso de módulos enlazados en cuyo interior se evita el fenómeno denominado extrapolación de Tafel en los electrodos (polarización) lo que permite usar de forma estable la energía subatómica (electrones) que existe almacenada en la capa electrónica de los átomos que componen los metales de los electrodos como fuente de energía primaria. Ya en 2021 es concedida una patente a nivel europeo denominada “Central eléctrica iónica” que la define como una instalación modular enlazable sin limitación de potencia eléctrica donde se provocan reacciones iónicas para generar energía eléctrica con elementos básicos como es el agua (H₂O) + el cloruro de sodio disuelto (NaCl), tal y como se encuentra en los mares y océanos en estado natural.

11.3.5 “MÓDULO IÓNICO” [04.03.2021]⁹⁸

En 2021 se solicita modelo de utilidad por un invento denominado “Módulo iónico”.

Se trata de una especie de pila compuesta de un conjunto de elementos que fomentan una cinética y un proceso electroquímico para la generación eléctrica por oxidación del ánodo, no permitiendo la adherencia electrostática al cátodo de partículas metálicas (iones), obteniendo un rendimiento estable de generación eléctrica usando agua, sales y ácidos para componer el electrolito, mediante un proceso en el que mismo electrolito es compartido por el ánodo y cátodo en el interior de la misma celda sin membranas o puentes salinos que separen dos electrolitos distintos, como por ejemplo, cualquier celda galvánica con puente salino o membrana porosa.

11.3.6 “CENTRAL ELÉCTRICA IÓNICA” [10.03.2021]⁹⁹

En 2021 es concedida una patente a nivel europeo denominada “Central eléctrica iónica” que la define como una instalación modular enlazable sin limitación de potencia

⁹⁷ Puede ampliarse información en el siguiente enlace web: <https://patents.google.com/patent/ES2692145A1/>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 20 de diciembre de 2022.

⁹⁸ Puede ampliarse información en el siguiente enlace web: <https://patents.google.com/patent/ES1261580U/>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 20 de diciembre de 2022.

⁹⁹ Puede ampliarse información en el siguiente enlace web: <https://patents.google.com/patent/ES2877454T3/>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 20 de diciembre de 2022.

eléctrica donde se provocan reacciones iónicas para generar energía eléctrica con elementos básicos como es el agua (H₂O) + el cloruro de sodio disuelto (NaCl), tal y como se encuentra en los mares y océanos en estado natural.

A esta solución líquida que actúa como combustible generador de energía limpia se le pueden añadir además del cloruro de sodio que es la base principal otros electrolitos para mejorar el rendimiento.

11.3.7 “PROCESO PARA LA LIMPIEZA DE SUPERFICIES CATÓDICAS EN CELDAS VOLTAICAS” [08.07.2021]¹⁰⁰

En 2021 se solicita a patente sobre un proceso de limpieza de superficies catódicas en celdas voltaicas. Se trata de un proceso eléctrico que separa los iones del cátodo de una celda voltaica para reestablecer los valores electroquímicos del par galvánico correspondiente dejando limpios de partículas dichos elementos para su perfecto funcionamiento.

Esta invención expulsa las deposiciones (reducción) de óxidos sobre la superficie del cátodo que provienen de la reacción RÉDOX en pilas voltaicas.

Al conectarse en paralelo a la pila voltaica otra fuente de energía eléctrica con un voltaje e intensidad superior, la transferencia de electrones del cátodo al ánodo aumenta expulsando la reducción adherida.

A mayor voltaje e intensidad, el proceso es más eficiente.

11.3.8 “MÉTODO PARA LA PRODUCCIÓN DE MICRO HILOS CONDUCTORES POR MEDIO DE CARBONIZACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE ELECTRODOS” [14.10.2021]¹⁰¹

En 2021 es concedida una patente en Estados Unidos referente a una invención que posibilita la producción de un micro hilo conductor a partir de nanotubos de carbono mediante carbonización, y su uso en procesos y dispositivos electroquímicos, por ejemplo, como electrodos en generadores eléctricos.

Esta invención puede incluirse en el campo de la fabricación de nanomateriales y nanotubos de carbono, así como como en el de campo de la fabricación de electrodos para procesos electroquímicos y conductores eléctricos.

11.4 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Una Central Eléctrica Iónica es un generador de energía de tipo electroquímico, capaz de producir electricidad sin que tenga lugar la polarización¹⁰².

¹⁰⁰ Puede ampliarse información en el siguiente enlace web: <https://patents.google.com/patent/ES2841509A1/>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 20 de diciembre de 2022.

¹⁰¹ Puede ampliarse información en el siguiente enlace web: <https://patents.google.com/patent/US20210319926A1/>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 20 de diciembre de 2022.

¹⁰² Se llama polarización electroquímica a la reducción de la fuerza electromotriz de un elemento voltaico como consecuencia de las alteraciones que su propio funcionamiento provoca en sus partes constituyentes: los electrodos y el electrolito. La reducción del voltaje que aparece en los bordes equivale a un aumento de la resistencia interna del elemento, y aunque esta modificación es en parte transitoria, pues, tras interrumpirse la circulación de la corriente, se recupera en parte y espontáneamente la situación anterior, al cabo de un tiempo, por acumulación, la celda termina por hacerse inservible.

El funcionamiento del dispositivo se basa en sumergir un par de electrodos de diferente material en el interior de una celda cargada con un electrolito que está en constante renovación.

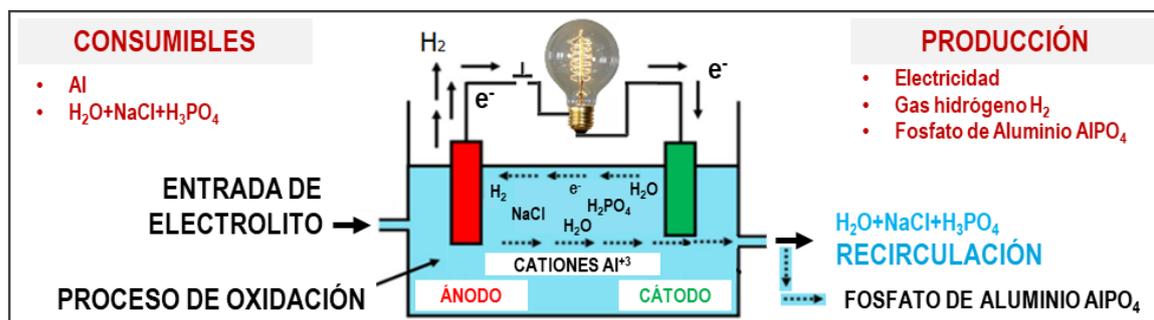


Figura 77: Esquema de los elementos de una Central Eléctrica Iónica. Fuente: El inventor.

El electrodo que se oxida (ánodo de sacrificio) es de material aluminio, mientras que el electrodo cátodo (que no está sometido a proceso de reducción) está compuesto de nanotubos de carbono y grafeno.

El electrolito está compuesto de una solución de agua y sal común que presenta iones con carga positiva y negativas que, en contacto con los metales, permiten el flujo de electrones, produciendo la corriente eléctrica que viaja del polo positivo (ánodo) al polo negativo (cátodo).

Para potenciar la intensidad y el voltaje se añaden al electrolito moléculas oxidativas presentes en otros compuestos químicos, como el ácido fosfórico o el tricloroisocianúrico, en proporciones muy bajas.

Una vez en funcionamiento, la CEI produce energía eléctrica, y genera tres tipos de sub-producto: hidrógeno (H_2), fosfato de aluminio ($AlPO_4$) y cloro (Cl) en forma de gas.

Se espera que el precio de la energía eléctrica producida sea muy competitivo, situándose a nivel teórico, y vistos los resultados previos en banco de ensayo, en el entorno de los 35,00 €/MWh.

11.5 IMPACTO DE ESTA NUEVA TECNOLOGÍA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

11.5.1 IMPACTO EN EL SECTOR INDUSTRIAL

La naturaleza de la electricidad, que actúa como un insumo de cualquier otro proceso productivo en la economía, permite aventurar, que si se valida un precio de generación de este tipo de energía en el entorno de los 35,00 €/MWh, existirá un impacto significativo sobre el tejido industrial europeo.

Una energía barata, de precio estable, producida junto a los lugares de consumo, y de carácter *off-the-grid*, permitiría por ejemplo reactivar la industria local que ha desistido de continuar con sus actividades en suelo europeo en los últimos tiempos.

Europa podría convertirse en un polo de atracción para la ubicación de procesos electro-intensivos en su territorio, y que hasta la fecha se están desarrollando en países de Asia y Oriente Medio.

11.5.2 IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

Producir energía eléctrica con el sello "Fuente de energía renovable mitigadora del cambio climático", como ya ha sido clasificada este tipo de generación por la propia Oficina Europea de Patentes, permitirá a Europa convertirse en la primera región del mundo que alcanza los objetivos medioambientales fijados en el Acuerdo de París de 2015.

11.5.3 IMPACTO GEOESTRATÉGICO

Soberanía energética. Estas dos palabras sería el resumen del impacto que tendría esta innovación desarrollada en suelo europeo.

La idea que subyace detrás de las Centrales Eléctricas Iónicas es la de tener capacidad de generar territorios "a pilas".

Un territorio dotado de esta tecnología sería inatacable militarmente, puesto que las CEI podrían estar localizadas en numerosos nodos, inyectando la energía producida directamente a la red eléctrica, o, por el contrario, podría implantarse la generación en los mismos puntos de consumo.

Un claro ejemplo de lo anterior consistiría en imaginar cuarteles militares, parques de bomberos, edificios administrativos, redes de transporte ferroviarias, hospitales, escuelas, centros universitarios, industrias estratégicas, etc. con Centrales Eléctricas Iónicas propias que además de consumir la energía producida por sus dispositivos locales, podrían también estar conectados a la red eléctrica de cada país.

11.5.4 IMPACTO MACROECONÓMICO

Como ya se ha expresado, la Oficina Europea de Patentes ha clasificado a la electricidad producida por la CEI como "un tipo de energía renovable mitigadora del cambio climático (Y02P20/133)".

Teniendo en cuenta que el principal material consumido por el dispositivo en forma de ánodos de sacrificio es el aluminio, y (1) que éste es un mineral reciclable, (2) que proviene principalmente del mineral bauxita, y (3) que actualmente las reservas de bauxita ascienden a aproximadamente 30 mil millones de toneladas en el mundo, podría clasificarse también a este tipo de tecnología como "un tipo de energía renovable mitigadora de la inflación".

11.6 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO AENA

Después de un periodo de negociación y consultas, el 29 de septiembre de 2021 el inventor y Aena S.M.E., S.A. formalizaron un acuerdo de colaboración para la realización de un piloto consistente en la instalación, operación y mantenimiento de un módulo iónico en el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

Este dispositivo, que genera energía eléctrica a través de un electrolito salino en circuito cerrado, está previsto que entregue a través de 3 inversores con capacidad para

transforma DC en AC, una potencia eléctrica de 300 Kw.

La ubicación del dispositivo pactada entre el inventor y Aena inicialmente estaba prevista en el lado aire del aeropuerto, concretamente en alguno de sus hangares, con el objetivo de alimentar las necesidades eléctricas de una infraestructura de este tipo, pero tras la celebración de las primeras reuniones con los responsables del aeropuerto, se decidió que la ubicación de este debía estar en el lado tierra, concretamente en el denominado Parking General T1.

La pretensión del acuerdo consiste en analizar el comportamiento del dispositivo durante cuatro meses desde su entrada en funcionamiento (primera fase), que permitirá extraer conclusiones científico-técnicas y económicas de carácter preliminar, y en su caso prorrogar dicho plazo por nueve meses más (segunda fase), en los que consolidar las conclusiones preliminares extraídas de la primera fase.

Para lograrlo, el inventor, además de firmar el citado acuerdo con Aena, se verá también apoyado por la empresa pública Ineco y previsiblemente por el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CNIM) perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España (CSIC) y/o por laboratorios de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM).

En este contexto, se tiene que, a partir de enero de 2023, el parking de vehículos de la Terminal 1 del Aeropuerto internacional Adolfo Suárez Madrid Barajas estará dotado de un sistema de recarga de vehículos eléctricos alimentado por una Central Eléctrica Iónica.

Dicho sistema estará compuesto en un primer momento por siete cargadores con una potencia unitaria de 22 KW (corriente alterna). El conjunto de éstos elevaría la demanda de uso hasta los 154 KW como máximo.

Si las pruebas a las que se somete la instalación son satisfactorias desde un primer momento, el prototipo podría llegar a conectarse a un octavo cargador tipo "supercharger" de 150 KW de potencia (corriente continua).

En algún momento durante los primeros cuatro meses de las pruebas, se intentará llevar el dispositivo a su producción máxima estimada de 300 KW.

Aunque es un dato que habrá que verificar durante el proceso de prueba, se estima que la energía almacenada por el dispositivo del aeropuerto se situará en 7,5 GWh.

Si la prueba se desarrollara entregando el equipo una energía constante de 150 KWh, se tendría que la vida útil del mismo ascendería a 50.000 horas de manera aproximada.

La figura que sigue muestra una composición de imágenes en las que aparece, entre otras, el diseño interno del prototipo, el plano de ubicación dentro del aeropuerto, el estado actual de las obras, el estado actual de la construcción del prototipo, la tipología de cargadores que se instalarán, etc.



Figura 78: Imágenes vinculadas al Proyecto Aena. Fuente: Elaboración propia.

11.7 DIMENSIONAMIENTO IÓNICO EQUIVALENTE AL POTENCIAL ELÉCTRICO PLANTEADO PARA EL SALTO DE RICOBAYO A FUTURO

11.7.1 CONSOLIDACIÓN DE HIPÓTESIS

Cada pieza unitaria del sistema de generación iónica en las inmediaciones de Ricobayo, teniendo en consideración las particularidades del Proyecto Aena, estaría compuesta por:

- Una solera de hormigón con bordillo perimetral para la contención de fugas de electrolito en su caso.
- Un cerramiento perimetral.
- Dos contenedores marítimos de 40 pies cada uno.
- Celdas electrolíticas y maquinaria hidráulica y eléctrica de apoyo.
- El prototipo tendría una potencia 300 KW, y funciona con una carga de electrolito de 8.000 litros aproximadamente.
- En condiciones normales, el equipo entregará una potencia máxima de 154 KW.
- La energía almacenada en un prototipo como el propuesto para su instalación en el aeropuerto de Madrid ascendería a 7,5 GWh.
- Si el prototipo entregara energía de una manera constante a una tasa de 154 KWh, la vida útil del prototipo ascendería a $7.500.000 \text{ KWh} / 154 \text{ KWh} = 48.701,3 \text{ horas} = 5,6 \text{ años}$.
- El escenario de producción eléctrica de la central hidroeléctrica de Ricobayo a futuro, que se tomará como referencia para comparar con la producción eléctrica de tipo iónica, será el denominado como Escenario adicional Promedio.
- A pesar de lo anterior, se considera una fase de construcción / implementación de la nueva planta de generación eléctrica iónica se extendería por un plazo de 4 años, y no 10 como el planteamiento de la central hidroeléctrica. Esta ventaja competitiva de la tecnología iónica sobre Hidrobayo, S.A. se traduciría en un plazo de adicional para la generación de energía eléctrica (2028 – 2033).
- En el caso de la energía iónica, por la propia naturaleza de la invención, no es necesario considerar periodo alguno de *ramp-up* para la generación eléctrica.
- En el periodo aludido 2028 – 2033 para el que no hay en el Escenario Promedio datos de producción eléctrica, se tomará como referencia la producción anual del Escenario Iberdrola.

11.7.2 DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS TIPO AENA

La potencia hidroeléctrica instalada en Ricobayo I y II asciende a $133,20 \text{ MW} + 158,04 \text{ MW} = 291,24 \text{ MW} = 291.240 \text{ KW}$.

Del dato anterior, se tiene que con la tecnología iónica se debería instalar $291.240 \text{ KW} / 154 \text{ KW} = 1.891,16 \approx 1.892$ prototipos similares al probado en Aena.

Por la declaración anterior, que expresa que el prototipo funcionará al 50,0 % de su capacidad máxima (300 KW), la potencia instalada en Ricobayo ascendería a $1.892 \times 300 = 567.600 \text{ KW}$, aunque la potencia utilizable ascendería tan solo a $1.892 \times 154 = 291.368 \text{ KW}$.

La energía potencial de todos los prototipos al inicio de la comercialización ascendería a 1.892 prototipos x 7,5 GWh/prototipo = 14.190 GWh = 14.190.000 MWh = 14.190.000.000 KWh.

2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
PRIMERA LÍNEA – producción anual hasta 31DIC ▶				590.000	590.000	590.000	590.000	590.000
SEGUNDA LÍNEA – producción anual acumulada hasta 31DIC ▶				590.000	1.180.000	1.770.000	2.360.000	2.950.000
TERCERA LÍNEA – vida energética restante a 31DIC ▶				13.600.000	13.010.000	12.420.000	11.830.000	11.240.000
CUARTA LÍNEA – Uds. nuevos prototipos en el año ▶				1.892				
QUINTA LÍNEA – Uds. reposición nuevos prototipos ▶								
2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
590.000	625.278	624.032	622.784	621.537	620.290	619.043	617.796	616.549
3.540.000	4.165.278	4.789.310	5.412.094	6.033.631	6.653.921	7.272.964	7.890.760	8.507.309
10.650.000	10.024.722	9.400.690	8.777.906	8.156.369	7.536.079	6.917.036	6.299.240	5.682.691
2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
615.302	614.055	612.807	611.560	610.313	609.066	607.819	606.572	605.324
9.122.611	9.736.666	10.349.473	10.961.033	11.571.346	12.180.412	12.788.231	13.394.803	14.000.127
5.067.389	4.453.334	3.840.527	3.228.967	2.618.654	5.509.620	8.401.833	11.295.292	14.190.000
					473	473	473	473
2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059
604.077	602.830	601.583	600.336	599.089	597.841	596.594	595.347	594.100
14.604.204	15.207.034	15.808.617	16.408.953	17.008.042	17.605.883	18.202.477	18.797.824	19.391.924
13.585.923	12.983.093	12.381.510	11.781.174	11.182.085	10.584.244	9.987.650	9.392.303	8.798.203
2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068
592.853	591.606	590.359	589.112	587.864	586.617	585.370	584.123	582.876
19.984.777	20.576.383	21.166.742	21.755.854	22.343.718	22.930.335	23.515.705	24.099.828	24.682.704
8.205.350	7.613.744	7.023.385	6.434.273	5.846.409	5.259.792	4.674.422	4.090.299	3.507.423
2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077
581.628	580.381	579.134	577.887	576.640	575.393	574.145	572.898	571.651
25.264.332	25.844.713	26.423.847	27.001.734	27.578.374	28.153.767	28.727.912	29.300.810	29.872.461
2.925.795	2.345.414	5.304.690	8.265.213	11.226.983	14.190.000	13.615.855	13.042.957	12.471.306
		473	473	473	473			
2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086
570.404	569.157	567.910	566.663	565.416	564.168	562.921	561.674	560.427
30.442.865	31.012.022	31.579.932	32.146.595	32.712.011	33.276.179	33.839.100	34.400.774	34.961.201
11.900.902	11.331.745	10.763.835	10.197.172	9.631.756	9.067.588	8.504.667	7.942.993	7.382.566
2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095
559.180	557.933	556.685	555.438	554.191	552.944	551.697	550.450	549.202
35.520.381	36.078.314	36.634.999	37.190.437	37.744.628	38.297.572	38.849.269	39.399.719	39.948.921
6.823.386	6.265.453	5.708.768	5.153.330	4.599.139	4.046.195	3.494.498	2.944.048	2.394.846
2096	2097	2098						
547.955	546.708	545.461						
40.496.876	41.043.584	41.589.045						
1.846.891	1.300.183	754.722						

Tabla 39. Producción energética de tipo iónico, necesidad de prototipos tipo Aena y necesidades de reposición. Fuente: Elaboración propia.

Se tendría, a la vista de los anteriores análisis, que una planta de producción de energía eléctrica de este tipo en Ricobayo requeriría de la instalación de 1.892 dispositivos tipo Aena.

La implementación de dicha planta se realizaría entre los años 2024 y 2027. A partir del año 2028 comenzaría la producción de electricidad, y el ánodo de sacrificio comenzaría a perder masa, de tal forma que se estima un plan de dos reposiciones del conjunto “electrolito-ánodo” total que compone inicialmente la planta de producción eléctrica.

En la primera operación de reposición se sustituiría el conjunto citado durante un periodo de cuatro años (2047-2050) a razón de 473 prototipos anuales. Cada vez que un prototipo renueva su conjunto “electrolito-ánodo”, lleva su capacidad de producción de energía eléctrica hasta los 7,5 GWh.

La segunda operación de reposición sería idéntica a la primera, pero se desarrollaría entre los años 2071-2074.

11.7.3 DIMENSIONAMIENTO DE OBRA CIVIL

A grandes rasgos, la obra civil vinculada a una planta de producción de energía eléctrica a través de Centrales Eléctrica Iónicas consistiría en una solera de hormigón, un bordillo perimetral, una red de drenaje embebida en la solera, y en un cierre perimetral.

En este contexto, teniendo en cuenta que, la superficie en planta de un contenedor de 40 pies es de $12,19 \text{ m} \times 2,43 \text{ m} = 29,62 \text{ m}^2$, y que sería conveniente dejar un espacio libre perimetral con los contenedores contiguos de al menos 1,5 m, la superficie de solera de hormigón atribuible a cada prototipo ascendería a $(12,19 \text{ m} + 1,50 \text{ m}) \times (2,43 \text{ m} + 1,50 \text{ m}) = 49,9 \text{ m}^2$.

De esta manera, la nueva planta de producción eléctrica ocuparía una superficie estimada de $49,9 \text{ m}^2/\text{prototipo} \times 1.892 \text{ prototipos} = 94.410,8 \text{ m}^2$. Si la geometría de la solera resultante fuera cuadrada se estaría ante un polígono de 307,26 m de lado.

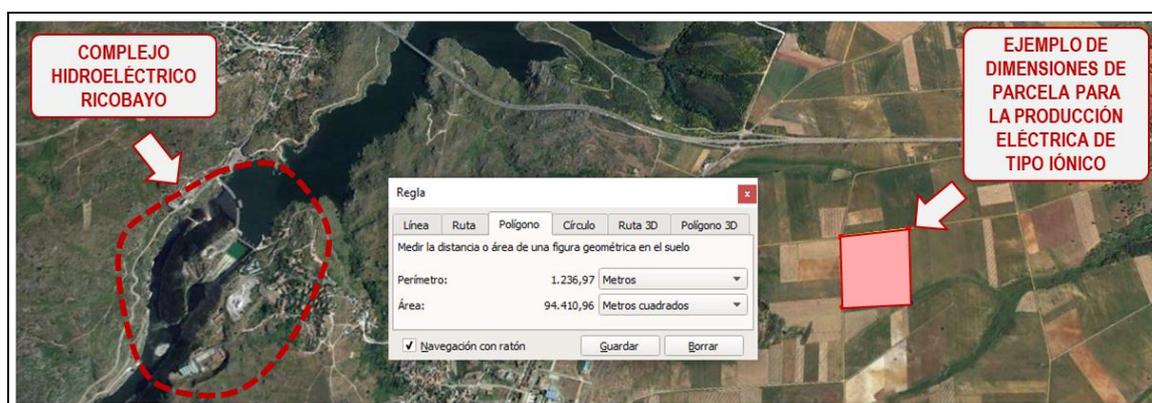


Figura 79. Proporciones de una planta de producción energética de tipo iónico en comparación con su homóloga hidroeléctrica de Ricobayo. Fuente: Elaboración propia.

11.7.3.1 SOBRE LA SOLERA DE HORMIGÓN

El proceso constructivo de la solera de hormigón, se estima que seguiría los siguientes hitos:

1. **Escarificación del terreno:** Se considera la hipótesis de una escarificación de 0,2 m. El volumen de escarificación ejecutado sobre tierra, con las condiciones de contorno antes especificadas ascendería a $94.410,8 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ m} = 18.882,16 \text{ m}^3$.

2. **Armado de la estructura:** La solera se armará muy débilmente (50 kg de acero / m³). Como el volumen de escarificación sería igual al volumen de la solera, la cantidad de acero resultante en este caso ascendería a $18.882,16 \text{ m}^3 \times 50 \text{ kg acero/m}^3 = 944.108,0 \text{ Kg} = 944,11 \text{ Tn}$.
De la misma manera, teniendo en cuenta que la densidad del acero es 7.850 Kg/m³ (7,85 Tn/m³), se tiene que el volumen del acero empleado ascenderá a $944,11 / 7,85 = 120,27 \text{ m}^3$.
3. **Hormigonado de la solera:** Tras los precedentes expuestos se tiene que el volumen de hormigón empleado se puede calcular restando al volumen total de la solera, el volumen del acero del armado. Esto se traduce en $18.882,16 - 120,70 = 18.761,46 \text{ m}^3$.
La dosificación¹⁰³ de cemento empleado en el Hormigonado del cuerpo de presa de Ricobayo se movió en la horquilla de los 150-250 Kg de cemento / m³ de hormigón. En este contexto, se utilizará un hormigón del tipo H-150.
4. **Encofrado:** La superficie de encofrado de la solera, teniendo en cuenta su canto de 0,20 m se situaría en un valor de $307,26 \text{ m} \times 4 \times 0,20 \text{ m} = 245,80 \text{ m}^2$.
5. **Sobre instalaciones auxiliares y maquinaria empleada:** La construcción de una solera de este tipo requerirá de una gran cantidad de juntas de dilatación. La ejecución de la solera requerirá también de maquinaria específica como pudieran ser equipos de vibrado del hormigón, equipos de compactación, etc...
Tanto las instalaciones como la maquinaria no serán objeto aquí de una cuantificación particular. Su repercusión en el CAPEX se cuantificará mediante porcentajes estimados, o de alguna forma ligados a la cantidad de material empleado en cada elemento de obra.
6. **Sobre la mano de obra:** La repercusión en el CAPEX de la mano de obra se cuantificará, al igual que en el punto anterior, mediante porcentajes estimados, o de alguna forma ligados, a la cantidad de material empleado en cada elemento de obra.

11.7.3.2 SOBRE EL BORDILLO PERIMETRAL

La cantidad de bordillo perimetral, de altura 0,2 m, ascenderá para el caso planteado a $307,26 \text{ m} \times 4 = 1.229,04 \text{ m}$.

11.7.3.3 SOBRE LA RED DE DRENAJE

La red de drenaje se construirá a base de tuberías de PVC embebidas en el hormigón, sumideros y arquetas. Ante la dificultad de cuantificar de una manera exacta cada uno de dichos elemento, se hará una estimación gruesa de su coste, adoptando como valor de ejecución de dicha red, el 10,0 % del coste de ejecución material de la solera.

11.7.3.4 SOBRE EL VALLADO PERIMETRAL

Se considera que la instalación iónica se cierra con un vallado y puertas metálicas de 2,5 m de altura. Como en el caso del bordillo perimetral, la longitud de vallado ascenderá a 1.229,04 m.

¹⁰³ Idem que la nota 12 pero referido a la fábrica del cuerpo de presa en la página 261.

11.7.4 DIMENSIONAMIENTO DE OPERACIONES DE GESTIÓN Y MANTENIMIENTO

Las operaciones de mantenimiento del sistema de producción eléctrica iónica serían:

- Inspección visual de los equipos.
- Ajuste de los valores de electrolito, y reposición de los elementos gastados.
- Intervenciones de mantenimiento de carácter preventivo.
- Intervenciones de mantenimiento de carácter correctivo (reposición o arreglo de maquinaria eléctrica, de componentes de medición, de válvulas...)

11.7.5 SINERGIAS, ECONOMÍAS DE ESCALA Y VALORIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS

El prototipo vinculado al Proyecto Aena está alojado en contenedores marítimos. En el interior de éstos se ubican todos los elementos (celdas electroquímicas, bombas, inversores, depósitos de insumos del electrolito, tuberías, etc.) necesarios para la generación de energía.

La consideración de la existencia de contenedores marítimos se justifica por la provisionabilidad de la prueba, y porque permite que una vez que ésta finalice el transporte del equipo a otra ubicación sea sencillo.

La comparativa con la tecnología de generación hidroeléctrica se hace considerando contenedores y solera, porque es la información de costes que hasta este momento se tiene sobre una tecnología tan disruptiva.

Dicho lo anterior, cuando dispositivos de este tipo sean comercializados (probablemente vinculados a grandes plantas de generación), existirán economías de escala muy atractivas.

A modo de ejemplo, una gran instalación podría quedar albergada en una gran nave industrial, o incluso, que dicha nave solo albergara los componentes de tipo mecánico y electrónico, pudiendo las celdas quedar expuestas a la intemperie.

De otra parte, el tamaño de las celdas del prototipo de Aena podría considerarse pequeñas. Un rediseño de éstas, dando al ánodo de sacrificio de aluminio un mayor diámetro y espesor, podría optimizar la vida de los dispositivos, así como el potencial de generación eléctrica.

Ya, por último, como se ha expresado con anterioridad, el funcionamiento electroquímico de la Central Eléctrica Iónica genera dos subproductos susceptibles de valorización. En primer lugar, genera H₂, y en segundo lugar fosfato de aluminio.

Durante las pruebas a las que se someta al prototipo en el aeropuerto, se va a intentar cuantificar la cantidad y calidad del H₂. Aunque no se hará, este hidrógeno sería susceptible de ser almacenado para su posterior uso en una celda de combustible, generando un plus de electricidad, o bien podría quemarse para que, de la misma manera, moviendo una turbina, se generara electricidad adicional. En cualquier caso, la mera generación de H₂ permite abaratar el coste de la energía eléctrica primaria que genera el prototipo.

Durante las pruebas, se capturará también el fosfato de aluminio, que en forma de residuo genera también el prototipo. Este compuesto, en función de su pureza, tiene un elevado precio en el mercado. A modo de ejemplo se tiene que, a 23 de diciembre de 2023, el Fosfato de aluminio, 99,99 % (base metálica), Thermo Scientific™, Puratronic™, de tipo farmacéutico, comercializado por la empresa Thermo Fisher Scientific Inc., tenía un precio en España de 93,80 € / 5 g = 18,76 €/g¹⁰⁴. Esta cifra, como en el caso del hidrógeno, operará en contra del coste de la energía eléctrica primaria generada por el prototipo.

11.8 CAPEX Y OPEX VINCULADOS A UNA PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA IÓNICA

11.8.1 SOBRE EL CAPEX

En este epígrafe se cuantifican los costes hundidos vinculados a cada uno de los conceptos que a nivel tentativo cobrarían protagonismo en un proyecto de inversión en infraestructuras iónicas de producción eléctrica.

11.8.2 PROYECTO DE EJECUCIÓN

Como en el caso de la central hidroeléctrica, en un primer momento la Administración mandará redactar un proyecto básico, que una vez ejecutado adjuntará al pliego de licitación de la concesión del aprovechamiento eléctrico. Apoyándose en dicho proyecto básico, la adjudicataria del contrato de concesión desarrollará un proyecto de ejecución que tendrá en consideración todas las condiciones de contorno necesarias para implementar la obra, incluso las expropiaciones u otras actuaciones también relevantes. El coste del proyecto de ejecución se expresa en el cuadro adjunto aplicando un porcentaje sobre el volumen total de Presupuestos de Ejecución Material de la obra civil y las expropiaciones necesarias.

Id.	Conceptos	Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario	TOTAL €
1	Proyecto de ejecución obra civil		3,50 %		156.305,30 €

Tabla 40. Proyecto de ejecución. Fuente: Elaboración propia.

11.8.3 EXPROPIACIÓN DE TERRENOS

Se presenta aquí la valoración de las expropiaciones que habría de realizarse. Se adopta como precio unitario de expropiación el relativo a cultivos en el caso de la central hidroeléctrica.

Id.	Conceptos	Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario	TOTAL €
1	Expropiación de los terrenos	94.410,8 m2	3,15 €/m2		297.394,02 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL					297.394,02 €

Tabla 41. Expropiaciones. Fuente: Elaboración propia.

¹⁰⁴ Puede ampliarse información en el siguiente enlace web: <https://www.fishersci.es/shop/products/aluminum-phosphate-puratronic-99-99-metals-basis-thermo-scientific/11300819>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 20 de diciembre de 2022.

11.8.4 PARTIDAS DE OBRA CIVIL Y EQUIPAMIENTOS DIRECTAMENTE RELACIONADOS CON LA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA

A partir de este epígrafe se monetizan todas las cantidades físicas de obra obtenidas con anterioridad.

Dicha monetización, atañe tan solo a aquellas partidas de obra que tienen una relación directa con la producción de energía eléctrica, a saber: solera de hormigón y su red de drenaje, bordillo perimetral de la solera, vallado perimetral sobre bordillo, contenedores marítimos de 40 pies, y módulos iónicos propiamente dichos.

Se considerará también el valor de las reposiciones de módulos señaladas con anterioridad.

11.8.4.1 SOLERA DE HORMIGÓN Y SU RED DE DRENAJE

Id.	Conceptos	Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario		TOTAL €
1	Escarificación del terreno	18.882,16 m3	33,22 €/m3	Equipo y maquinaria	22,82 €/m3	430.890,89 €
				Mano de obra	9,75 €/m3	184.101,06 €
				CD complementarios	0,65 €/m3	12.273,40 €
2	Armado de la estructura	944,11 Tn	2.010,00 €/Tn.	Materiales	1.330,00 €/Tn.	1.255.666,30 €
				Mano de obra	640,00 €/Tn.	604.230,40 €
				CD complementarios	40,00 €/Tn.	37.764,40 €
3	Hormigón H-150	18.761,46 m3	56,35 €/m3	Materiales	45,34 €/m3	850.649,06 €
				Mano de obra	9,90 €/m3	185.738,45 €
				CD complementarios	1,10 €/m3	20.727,75 €
4	Encofrado	245,80 m2	19,93 €/m2	Materiales	4,18 €/m2	1.027,44 €
				Mano de obra	15,36 €/m2	3.775,49 €
				CD complementarios	0,39 €/m2	95,86 €
5	Red de drenaje		10,00 %			358.694,05 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL						3.945.634,57 €

Tabla 42. CAPEX solera de hormigón y red de drenaje vinculada. Fuente: Elaboración propia.

Los precios unitarios mostrados en esta tabla, y sus fuentes, coinciden con lo mostrado en la valoración de la central hidroeléctrica.

11.8.4.2 BORDILLO PERIMETRAL

Id.	Conceptos	Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario		TOTAL €
1	Bordillos perimetrales	1.229,04 ml	21,45 €/ml	Materiales	11,30 €/ml	13.888,15 €
				Mano de obra	9,73 €/ml	11.958,56 €
				CD complementarios	0,42 €/ml	516,20 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL						26.362,91 €

Tabla 43. CAPEX bordillos perimetrales. Fuente: Elaboración propia.

El precio unitario mostrado en esta tabla, y su fuente, coincide con lo ya mostrado en la valoración de la central hidroeléctrica.

11.8.4.3 VALLADO PERIMETRAL

Id.	Conceptos	Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario	TOTAL €	
1	Vallado perimetral	1.229,04 ml	159,86 €/ml	Materiales	137,23 €/ml	168.661,16 €
				Mano de obra	19,50 €/ml	23.966,28 €
				CD complementarios	3,13 €/ml	3.846,90 €
				PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL		196.474,33 €

Tabla 44. CAPEX cerramiento. Fuente: Elaboración propia.

El precio unitario mostrado en esta tabla, y su fuente, coincide con lo ya mostrado en la valoración de la central hidroeléctrica.

11.8.4.4 CONTENEDORES MARÍTIMOS

Id.	Conceptos	Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario	TOTAL €
1	Contenedores marítimos de 40 pies acondicionados a nuevos	1.892 x 2 = 3.784 Uds.	5.150 €/Ud.		17.595.600,00 €
2	Transporte hasta ubicación e instalación	3.784 Uds.	500 €/Ud.		1.892.000,00 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL					19.487.600,00 €

Tabla 45. CAPEX contenedores. Fuente: Elaboración propia.

Los precios unitarios mostrados en esta tabla proceden de las fuentes que a continuación se explican:

- a) Contenedores marítimos de 40 pies acondicionados a nuevos** - El precio unitario procede de la consulta a una web especializada en su comercialización (segunda mano). Dicho precio asciende a 4.650 €/Ud. (2 de enero de 2023), pero al mismo se le añade un coste de mejora (pintura y reacondicionamientos) que se estima en otros 500 €/Ud. La fuente de la empresa comercializadora se encuentra en el siguiente enlace web: <https://www.zarca.es/ofertas/>.
- b) Transporte hasta ubicación e instalación** – Se estima por este concepto otros 500 €/Ud.

11.8.4.5 MÓDULOS IÓNICOS O CENTRALES ELÉCTRICAS IÓNICAS

Id.	Conceptos	Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario	TOTAL €
1	Módulos Iónicos o Centrales Eléctricas Iónicas alojadas dentro de los contenedores marítimos puestos en servicio en el lugar de instalación (transporte incluido)	1.892 Uds.	154.500 €/Ud.		292.314.000 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL					292.314.000 €

Tabla 46. CAPEX centrales de generación eléctrica. Fuente: Elaboración propia.

El precio unitario mostrado en esta tabla es una estimación facilitada por el inventor, que considera los materiales, equipamientos hidráulicos y eléctricos, mano de obra, transporte e instalación. Este precio considera un royalty para el inventor del 5,0% sobre el precio de construcción de la CEI (150.000 €/ud). Este precio no considera las posibles economías de escala debidas a una fabricación masiva y/o robotizada de estos dispositivos.

11.8.4.6 ACOMETIDA ELÉCTRICA HASTA PUNTO DE CONEXIÓN CON LA RED ELÉCTRICA

Id.	Conceptos	Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario	TOTAL €
1	Acometidas con puntos de conexión con REE	1.892 Uds.	2.000 €/Ud.		3.784.000 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL					3.784.000 €

Tabla 47. CAPEX acometida eléctrica. Fuente: Elaboración propia.

El precio unitario mostrado en esta tabla es una estimación, y considera básicamente cantidad de hilo de cobre, parte proporcional de cuadro eléctrico desde el que la empresa de transporte toma la energía eléctrica, y mano de obra.

11.8.4.7 REPOSICIONES DE CONSUMIBLES EN MÓDULOS IÓNICOS O CENTRALES ELÉCTRICAS IÓNICAS

Id.	Conceptos	Uds. variables físicas	Precio unitario	Desagregación de precio unitario	TOTAL €
1	Módulos Iónicos o Centrales Eléctricas Iónicas sometidos a una reposición de sus ánodos de sacrificio y electrolito en el año 2047	473 Uds.	24.000 €/Ud.		11.352.000 €
2	Módulos Iónicos o Centrales Eléctricas Iónicas sometidos a una reposición de sus ánodos de sacrificio y electrolito en el año 2048	473 Uds.	24.000 €/Ud.		11.352.000 €
3	Módulos Iónicos o Centrales Eléctricas Iónicas sometidos a una reposición de sus ánodos de sacrificio y electrolito en el año 2049	473 Uds.	24.000 €/Ud.		11.352.000 €
4	Módulos Iónicos o Centrales Eléctricas Iónicas sometidos a una reposición de sus ánodos de sacrificio y electrolito en el año 2050	473 Uds.	24.000 €/Ud.		11.352.000 €
5	Módulos Iónicos o Centrales Eléctricas Iónicas sometidos a una reposición de sus ánodos de sacrificio y electrolito en el año 2071	473 Uds.	24.000 €/Ud.		11.352.000 €
6	Módulos Iónicos o Centrales Eléctricas Iónicas sometidos a una reposición de sus ánodos de sacrificio y electrolito en el año 2072	473 Uds.	24.000 €/Ud.		11.352.000 €
7	Módulos Iónicos o Centrales Eléctricas Iónicas sometidos a una reposición de sus ánodos de sacrificio y electrolito en el año 2073	473 Uds.	24.000 €/Ud.		11.352.000 €
8	Módulos Iónicos o Centrales Eléctricas Iónicas sometidos a una reposición de sus ánodos de sacrificio y electrolito en el año 2074	473 Uds.	24.000 €/Ud.		11.352.000 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL					90.816.000 €

Tabla 48. CAPEX centrales de generación eléctrica. Fuente: Elaboración propia.

El precio unitario mostrado en esta tabla es una estimación facilitada por el inventor, que considera el aluminio, la mano de obra, el transporte y las tareas de instalación necesarias.

11.8.5 RESUMEN CAPEX

Se facilita en este epígrafe un resumen de todos los conceptos aludidos con anterioridad, y se aplican sobre ellos ciertos porcentajes hasta calcular el denominado Presupuesto Base de Licitación. La desagregación de conceptos en la tabla que sigue responde a criterios temporales (orden cronológico en el que se ejecutan algunas de las partidas) y a criterios de tipología de elemento a ejecutar (obra civil o equipamientos).

Id.	Concepto		TOTAL €
1	PROYECTO DE EJECUCIÓN OBRA CIVIL		156.305,30 €
2	EXPROPIACIONES		297.394,02 €
3	OBRA CIVIL	Solera de hormigón con red de drenaje	3.945.634,57 €
		Bordillo perimetral	26.362,91 €
		Cerramiento perimetral	196.474,33 €
4	EQUIPAMIENTOS	Contenedores marítimos	19.487.600,00 €
		Módulos lónicos / Centrales Eléctricas lónicas	297.990.000,00 €
		Acometidas eléctricas	3.784.000,00 €
5	IMPACTO AMBIENTAL [estimación 2,50 % sobre suma de 1 a 3]		115.554,28 €
6	SEGURIDAD Y SALUD [estimación 1,75 % sobre suma de 1 a 3]		80.887,99 €
7	GESTIÓN DE RESIDUOS [estimación 1,00 % sobre suma de 1 a 3]		46.221,71 €
8	VARIOS [estimación 15,00 % sobre suma de 1 a 3]		693.325,67 €
9	DIRECCIÓN DE OBRA [1,50 % sobre suma de capítulos de 1 a 3]		69.332,57 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL			326.889.093,36 €

Tabla 49. Resumen. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla que sigue se explicita el proceso de paso desde el Presupuesto de Ejecución Material hasta el Presupuesto Base de Licitación con I.V.A.

Id.	Concepto	TOTAL €
1	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	326.889.093,36 €
2	13,00 % de Gastos Generales (sobre PEM – EQUIPAMIENTOS)	731.574,14 €
3	6,00 % de Beneficio Industrial (sobre PEM – EQUIPAMIENTOS)	337.649,60 €
4	Suma de GG y BI [2 + 3]	1.069.223,74 €
5	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN I.V.A. [1 + 4]	327.958.317,09 €
6	21,00 % de I.V.A.	68.871.246,59 €
PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN CON IVA		396.829.563,68 €

Tabla 50. Paso de PEM a PBL. Fuente: Elaboración propia.

11.8.6 TABLA DE CAPEX EN FORMATO INPUT PARA LA ALIMENTACIÓN DEL MECOFIN

El Modelo de simulación Económico Financiero, cuando aborda el Plan de Inversiones y Reposiciones de tipo "Inversiones Nuevas en Fase de Construcción", ofrece una capacidad de expresión de CAPEX de hasta 30 conceptos.

Id.	Input	TOTAL €	MOD.
1	PROYECTO DE EJECUCIÓN	156.305,30 €	1
2	EXPROPIACIONES	297.394,02 €	2
3	OBRA CIVIL	Solera de hormigón con red de drenaje	5.909.279,91 €
		Bordillo perimetral	39.483,08 €
		Cerramiento perimetral	294.254,78 €
4	EQUIPAMIENTOS	Contenedores marítimos	19.487.600,00 €
		Módulos lónicos / Centrales Eléctricas lónicas	297.990.000,00 €
		Acometidas eléctricas	3.784.000,00 €
PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN SIN IVA		327.958.317,09 €	

Tabla 51. INPUTS CAPEX MECOFIN Obra Nueva en Fase de Construcción. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior, los conceptos 5, 6, 7, 8 Y 9 de la Tabla 42, y el concepto 4 de la Tabla 43 se reparten proporcionalmente entre el concepto 3 de la Tabla 24. La suma de todos los conceptos ofrece el denominado Presupuesto Base de Licitación sin I.V.A.

11.8.7 SOBRE EL OPEX

Una Central Eléctrica Iónica es un dispositivo de funcionamiento frío, con una presión de trabajo máxima del electrolito sobre los tubos que contienen los electrodos de 4 bares.

No existen a priori elementos susceptibles de gran desgaste físico-mecánico dentro de cada dispositivo.

El equipamiento de cada módulo puede ser tal, que la telemetría asociada puede ser vigilada a distancia.

El electrolito a priori no debe ser sustituido puesto que se trata de un circuito cerrado.

En principio, tan solo sería necesario la acción de personal de mantenimiento para la reposición de cloro y ácidos cuando fuera necesario.

Se estima que cada dispositivo presenta una factura de consumibles (salvo el aluminio de los electrodos) de 400 € anuales, que, sumando la mano de obra necesaria para su reposición, podría ascender a 500 € anuales.

De la misma manera, el coste de gestión del complejo eléctrico podría estimarse de 100 € anuales por módulo.

Se estiman otros conceptos de OPEX: seguridad y vigilancia (20.000 €/año), limpieza de instalaciones (15.000 €/año), suministro de agua (10.000 €/año), seguros (50.000 €/año), e imprevistos (10.000 €/año).

11.8.7.1 TABLA RESUMEN

Esta que sigue es una tabla que compila la información relativa al OPEX anual

Id.	Concepto		TOTAL €
1	RR.HH.	Estimación coste de personal por la gestión del complejo 100 € por cada uno de los 1.892 dispositivos	189.200 €/año
2	CONSUMIBLES	Cloro y ácidos del electrolito 5.000 € por cada uno de los 1.892 dispositivos	9.460.000 €/año
3	OTROS	Seguridad y vigilancia, limpieza de instalaciones, suministro de agua, seguros e imprevistos	105.000 €/año

Tabla 52. OPEX. Fuente: Elaboración propia.

11.9 CRONOGRAMA DE ACTUACIONES

Para el caso de la producción eléctrica de tipo iónico, como ya se ha expresado, se considera que la fase de construcción se extiende por un periodo temporal de 4 años, desde 2024 hasta 2027.

La fase de explotación comercial se extiende desde el año 2028 hasta el año 2098, es decir, 71 años.

La licencia planteada tiene una duración de 75 años, como en el caso del aprovechamiento hidroeléctrico.

11.9.1 INVERSIONES NUEVAS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN – INFC

Id.	Concepto	2024	2025	2026	2027
1	PROYECTO DE EJECUCIÓN	100,00%			
2	EXPROPIACIONES	50,00 %	50,00%		
3	OBRA CIVIL				
	Solera de hormigón con red de drenaje		50,00 %	50,00%	
	Bordillo perimetral		50,00 %	50,00%	
	Cerramiento perimetral		50,00 %	50,00%	
4	EQUIPAMIENTOS				
	Contenedores marítimos			50,00 %	50,00%
	Módulos lónicos / Centrales Eléctricas lónicas			50,00 %	50,00%
	Acometidas eléctricas			50,00 %	50,00%

Tabla 53. Cronograma en fase de construcción. Fuente: Elaboración propia.

11.9.2 INVERSIONES NUEVAS EN FASE DE EXPLOTACIÓN – INFE

No se requiere de Inversiones Nuevas en Fase de Explotación.

11.9.3 REPOSICIÓN EN FASE DE EXPLOTACIÓN DE LAS INVERSIONES NUEVAS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN – RINFC

Id.	Concepto	Criterio de reposición
1	PROYECTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	No aplica
2	EXPROPIACIONES	No aplica
3	OBRA CIVIL	
	Solera de hormigón con red de drenaje	3,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 15 años
	Bordillo perimetral	1,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 10 años
	Cerramiento perimetral	5,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 8 años
4	EQUIPAMIENTOS	
	Contenedores marítimos	5,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 20 años
	Módulos lónicos / Centrales Eléctricas lónicas	3,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 10 años
	Acometidas eléctricas	2,0 % del valor de CAPEX vinculado cada 15 años
5	ADEMÁS DE LO ANTERIOR... LO ANTERIORMENTE EXPRESADO	
	Reposición ánodos de sacrificio y electrolito en el año 2047	11.352.000 €
	Reposición ánodos de sacrificio y electrolito en el año 2048	11.352.000 €
	Reposición ánodos de sacrificio y electrolito en el año 2049	11.352.000 €
	Reposición ánodos de sacrificio y electrolito en el año 2050	11.352.000 €
	Reposición ánodos de sacrificio y electrolito en el año 2071	11.352.000 €
	Reposición ánodos de sacrificio y electrolito en el año 2072	11.352.000 €
	Reposición ánodos de sacrificio y electrolito en el año 2073	11.352.000 €
	Reposición ánodos de sacrificio y electrolito en el año 2074	11.352.000 €

Tabla 54. Cronograma de reposiciones en fase de explotación de las inversiones realizadas en fase de construcción. Fuente: Elaboración propia.

Las reposiciones permiten que el activo generado originalmente mantenga un nivel de servicio adecuado durante todo el periodo analizado. Los valores de la tabla precedente muestran estimaciones conservadoras sobre el mecanismo de reposición de cada concepto.

11.9.4 REPOSICIÓN EN FASE DE EXPLOTACIÓN DE LAS INVERSIONES NUEVAS EN FASE DE EXPLOTACIÓN – RINFE

En virtud de lo expresado en el epígrafe anterior sobre INFE, no corresponde la realización de reposición alguna vinculada a las mismas, puesto que éstas no llegan a ejecutarse.

11.10 EL COMPLEJO DE RICOBAYO COMO UN PROYECTO DE INVERSIÓN EN EL ÁMBITO DE LA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA IÓNICA

Como en el caso de la producción hidroeléctrica, se plantea en este caso la necesidad de crear una Sociedad Vehículo de Proyecto (SVP) o Sociedad de Propósito Especial (SPE), que implemente el centro de generación de energía eléctrica. Se propone en este caso el Ricobayo Energía Iónica, S.A. (nombre comercial: **RIONIC, S.A.**). Esta nueva sociedad ocuparía un espacio idéntico al ocupado por HIDROBAYO, S.A. en el mercado eléctrico español.

Se considera en este caso, que RIONIC, S.A. opera bajo un acuerdo de suministro de energía a la red de 71 años, siendo necesario previamente un periodo de construcción de 4 años.

A pesar de que este proyecto, al igual que el del aprovechamiento hidroeléctrico es también muy intensivo en capital, podría no afectar de ninguna manera al dominio público como si lo hace HIDROBAYO, S.A. En este contexto, podría ser perfectamente posible ubicar el complejo de producción eléctrica a través de Módulos Iónicos en una parcela privada, y que la actividad de RIONIC, S.A. necesitara simplemente de una licencia de actividad. En dicho contexto, la base contable que aplicaría (y así se establece como hipótesis en este trabajo académico) sería la del Plan General de Contabilidad, y no la denominada IFRIC-12. El activo que la SVP registraría en su balance de situación sería de tipo material.

Las variables de carácter macroeconómico, la estructura financiera, la fiscalidad, los decalajes operativos, los objetivos de rentabilidad, y el planteamiento de análisis de sensibilidad coincide con lo planteado para el negocio hidroeléctrico. Los detalles sobre el plan de inversiones y reposiciones, así como el OPEX ya se han facilitado en epígrafes anteriores.

11.10.1 UN APUNTE SOBRE LOS DERECHOS DE INGRESO A CONSIDERAR

Además del concepto de ingreso relativo a la venta de energía producida (€/MWh), deben considerarse en este caso otros dos conceptos:

- a) **Venta de hidrógeno:** Se establece una hipótesis ultraconservadora por este concepto. Se estima que, por cada MWh de energía producida, el prototipo genera 21,3 Kg de gas hidrógeno (20% de la producción teórica).

Este gas se vende el primer año de explotación comercial a 2,0 €/2023/Kg, para pasar a venderse en el año 2098 a 0,5 €/2023/Kg. Este precio descendente, muy competitivo comercialmente puesto que en la actualidad se considera que el mismo se mueve

en una horquilla de entre 2,0 y 10,0 €/Kg, se justifica por la deflación que se produciría al inundar el mercado con este producto.

- b) Venta de fosfato de aluminio:** Se establece una hipótesis ultraconservadora por este concepto también. Se estima que, por cada MWh de energía producida, el prototipo genera 0,83 Kg de fosfato de aluminio (coincidente con la producción teórica).

Este compuesto químico se vende el primer año de explotación comercial a 10,0 €/2023/Kg, para pasar a venderse en el año 2098 a 3,0 €/2023/Kg.

Las pruebas de laboratorio vinculadas al proyecto Aena, determinarán la pureza de este material. No obstante, los precios aludidos son comercialmente muy competitivos, independientemente de la pureza realmente resultante. Téngase en cuenta que un Kg de fosfato de aluminio de tipo farmacéutico (99,99 % de pureza) tiene en la actualidad un precio de casi 20.000 €/Kg.

Este precio descendente, se justifica por la deflación que se produciría al inundar el mercado con este producto.

11.11 RESULTADOS DE LA MODELIZACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA Y SENSIBILIDAD

En este epígrafe se muestran los resultados tabulados de la simulación, una figura con el perfil de la concesión y las sensibilidades descritas.

11.11.1 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

€/MWh	RENTABILIDAD	PROYECTO		CAPITAL	
		antes de impuestos	después de impuestos	dividendos	accionistas
1,88 €/MWh	TIR	6,05%	4,82%	6,91%	8,00%
	VAN (tasa dto. 4,46 %)	46.992.720 €	-9.454.727 €	35.806.281 €	51.971.361 €
	PAY-BACK	2041	2044	2051	2045
2,00 €/Kg H2 2028	CHEQUEOS	CUADRE BALANCE	CUADRE TESORERÍA	DEVOLUCIÓN DEUDAS	COLA DE LA DEUDA
0,5 €/Kg H2 2098		OK	OK	OK	52,00 años
10,00 €/Kg AIPO4 2028	RATIOS DE DEUDA	RCSD mínimo		RCSD promedio	
		X 1,20		X 1,22	
3,0 €/Kg AIPO4 2098	SOLVENCIA	¿QUIEBRA LA SVP?		¿ENTRA EN CAUSA DE DISOLUCIÓN LA SVP?	
		SI o NO	¿EN QUÉ AÑO?	SI o NO	¿EN QUÉ AÑO?
		NO	-	SI	2098

Tabla 55. Compilación de resultados. Fuente: Elaboración propia.

11.11.1.1 PERFIL CONCESIONAL

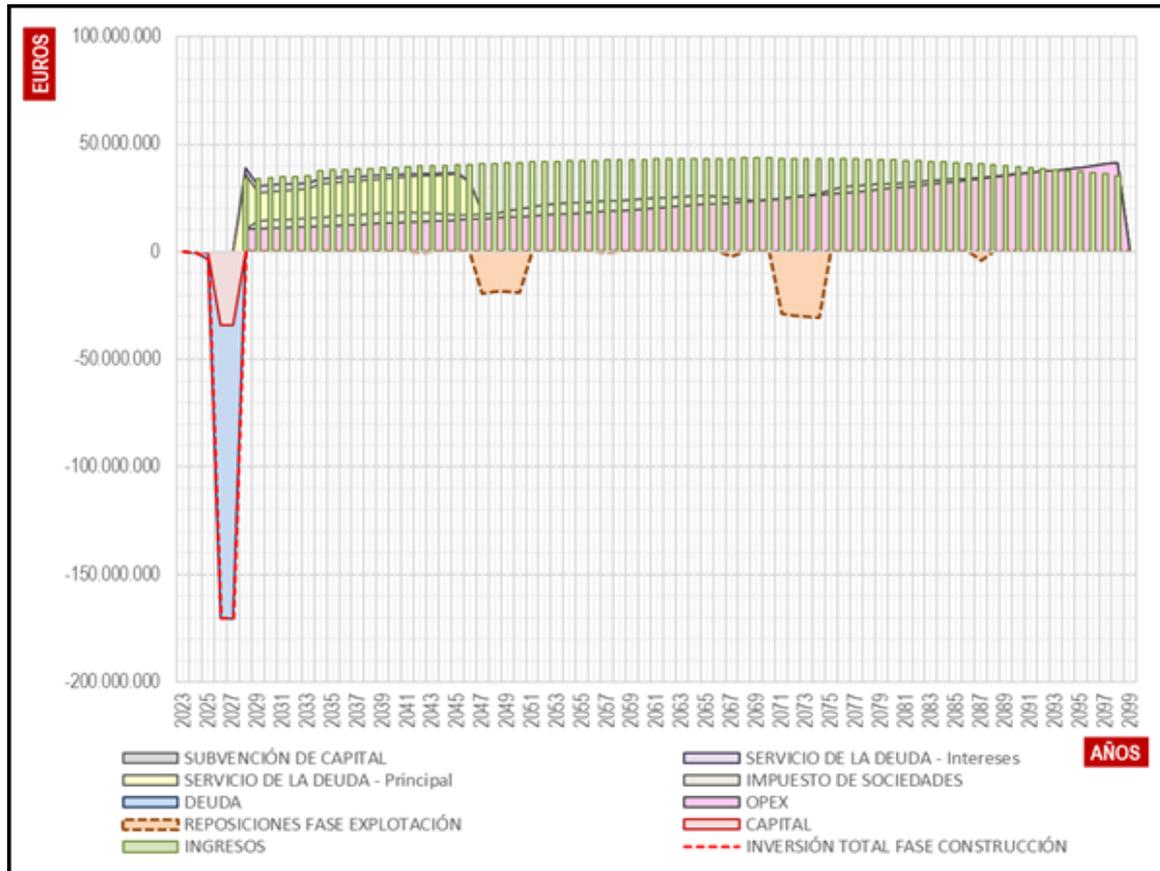


Figura 80: Perfil concesional. Fuente: Elaboración propia.

11.11.1.2 SENSIBILIDAD PRECIO DE VENTA ENERGÍA – CAPEX [MANTENIENDO CONSTANTE LA TIR CAPITAL ACCIONISTAS EN EL 8,0%]

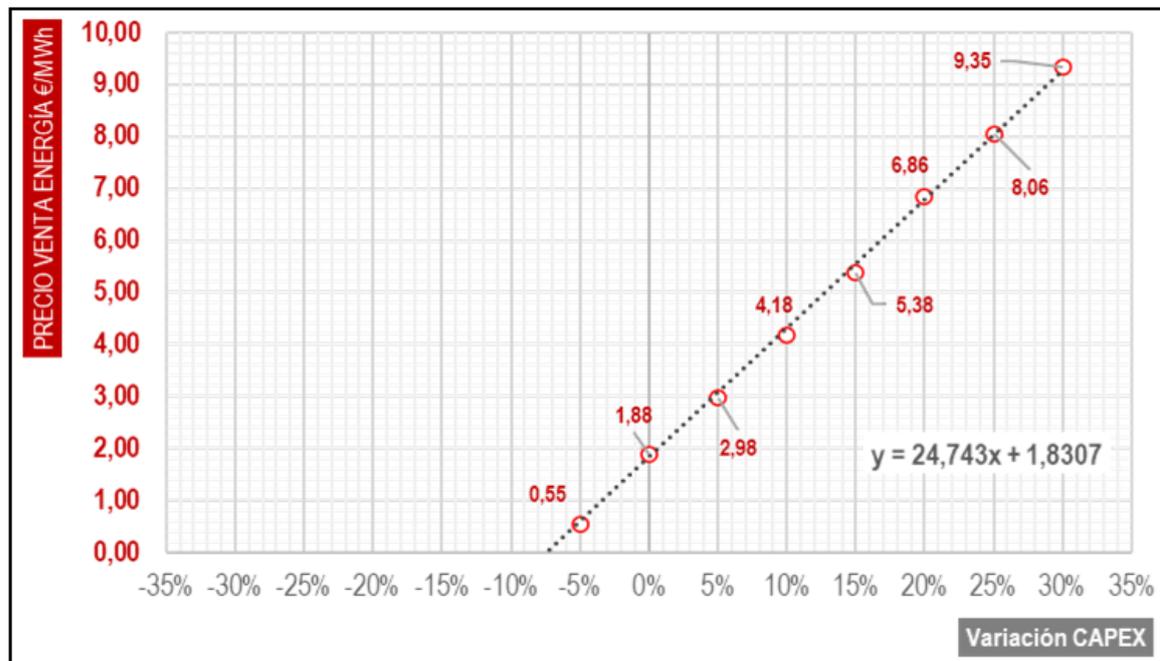


Figura 81: Sensibilidad Precio venta energía vs. Nivel de inversión en CAPEX manteniendo TIR capital accionista cte. Fuente: Elaboración propia.

11.11.1.3 SENSIBILIDAD TIR CAPITAL ACCIONISTAS – CAPEX [MANTENIENDO CONSTANTE EL PRECIO VENTA DE ENERGÍA EN 1,88 €/MWh]

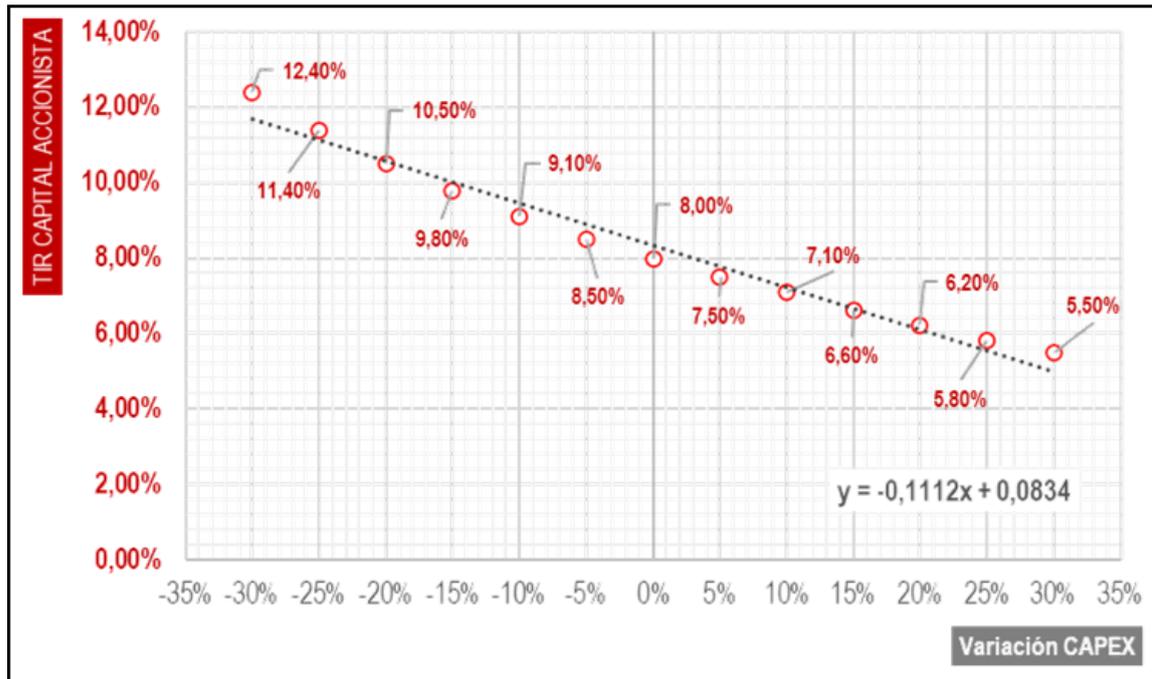


Figura 82: Sensibilidad TIR capital accionista vs. Nivel de inversión en CAPEX manteniendo Precio venta de energía constante. Fuente: Elaboración propia.

11.11.1.4 SENSIBILIDAD PRECIO DE VENTA ENERGÍA – OPEX [MANTENIENDO CONSTANTE LA TIR CAPITAL ACCIONISTAS EN EL 8,0%]

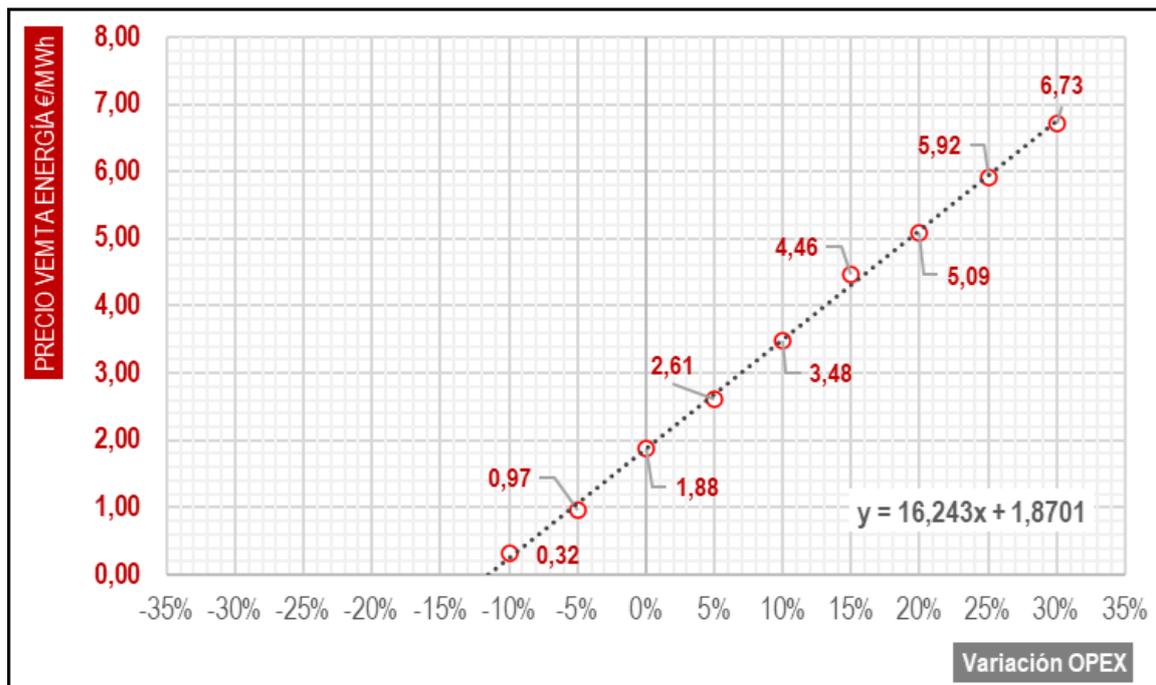


Figura 83: Sensibilidad Precio venta energía vs. Nivel de OPEX manteniendo TIR capital accionista constante. Fuente: Elaboración propia.

11.11.1.5 SENSIBILIDAD TIR CAPITAL ACCIONISTAS – OPEX [MANTENIENDO CONSTANTE EL PRECIO VENTA DE ENERGÍA EN 1,88 €/MWH]

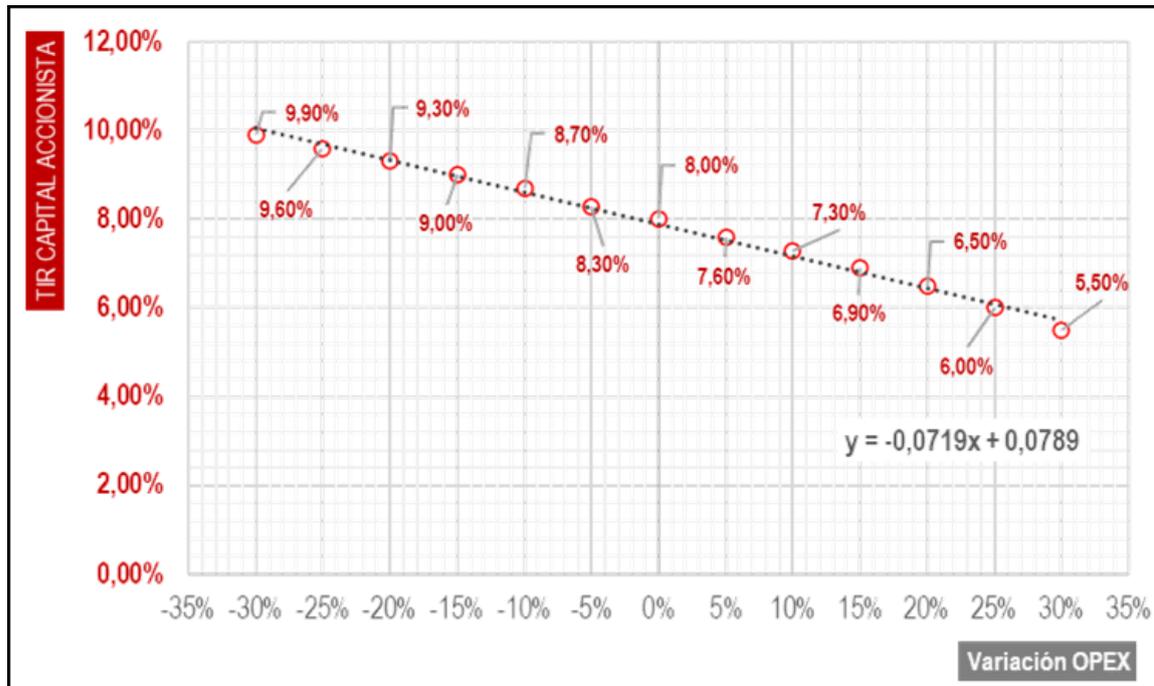


Figura 84: Sensibilidad TIR capital accionista vs. Nivel de OPEX manteniendo Precio venta de energía constante. Fuente: Elaboración propia.

11.12 CONCLUSIONES PARCIALES

En este epígrafe se recogen las conclusiones que afectan al único escenario de producción eléctrica estudiado junto con sus condiciones de contorno.

Todos los importes presentados están expresados en moneda del año 2023.

La información se ofrece en forma de lista:

- a) El escenario de generación analizado plantea un suministro durante el periodo de explotación comercial de 71 años de 41.589 GWh.
- b) El precio de venta de referencia de la energía generada a partir del proceso electroquímico se sitúa en **1,88 €/MWh** (TIR de capital = 8,0 %), precio extremadamente competitivo por la venta de los subproductos valorizables (H2 y AIPO4).
- c) Tomada la nueva infraestructura como un proyecto de inversión a largo plazo, se tiene que la rentabilidad del mismo es muy sensible a las variaciones en el coste hundido que representa el CAPEX.

En todo momento se ha planteado que el CAPEX de obra nueva en fase de construcción pueda moverse entre los 220.664.366 € y los 409.768.108 €.

- d)** A pesar de lo anterior, la horquilla de tarifas que para todos los escenarios de CAPEX permiten una TIR de capital de accionistas del 8,0 %, son precios de mercado competitivos, situándose el máximo de ellos en 9,35 €/MWh.
- e)** De la misma manera, que la variación del CAPEX origina variaciones importantes de precios de venta y rentabilidad, la variación del OPEX apenas impacta en el negocio, aunque es cierto que la sensibilidad en este caso es algo superior a la que presenta el proyecto de inversión hidroeléctrico.

Así, variaciones importantes de OPEX comprendidas entre el - 30,0 % y el + 30,0 % hacen oscilar el precio de venta de la energía, si lo que se desea es mantener fija la TIR de capital del accionista en el 8,0 %, desde un mínimo de 0,32 €/MWh hasta un máximo de 6,73 €/MWh.

Las mismas variaciones de OPEX hacen que la rentabilidad del accionista, manteniendo fijos los precios de equilibrio en cada caso, se mueva entre el 9,90 % y el 5,50 %.

- f)** El ingreso medio anual de Rionic, S.A. por la venta de energía oscilará entre 1.025.467 € y 1.175.523 €.

Si a estas cantidades se le añade el importe de la venta de hidrógeno y fosfato de aluminio a precios constantes decrecientes, el ingreso total oscilará entre los 8.201.024 € y los 31.171.745 €.

En ambos casos, los importes señalados se expresan en moneda constante del año 2023.

- g)** El gasto medio anual de Rionic, S.A., (recursos humanos, servicios de mantenimiento, seguridad y vigilancia, limpieza de instalaciones, suministros, seguros, varios, y tributos locales), asciende a 9.670.764 €.
- h)** La ratio ingreso/gasto, en virtud de los últimos valores aportados, oscila entre el valor de x 3,18 para el primer año de explotación y x 0,85 para el año 2098.
- i)** Para el escenario planteado, el precio de venta de la energía que hace que la empresa entre en causa de disolución (año 2098) asciende a 1,88 €/MWh, el mismo que es considerado de equilibrio.

Una causa de disolución en este año no tiene importancia puesto que 2098 es el último de los años del plazo de análisis.

- j)** Para el escenario planteado, el precio de venta de la energía que hace que la empresa quiebre (año 2098) asciende a 0,70 €/MWh.

La distancia monetaria entre la causa de disolución de la SVP y su quiebra asciende a 1,18 €.

En este caso, el perfil concesional vinculado al proyecto de inversión es el que se expone en la figura mostrada a continuación. La TIR de capital del accionista se situaría en el entorno del 7,49 %.

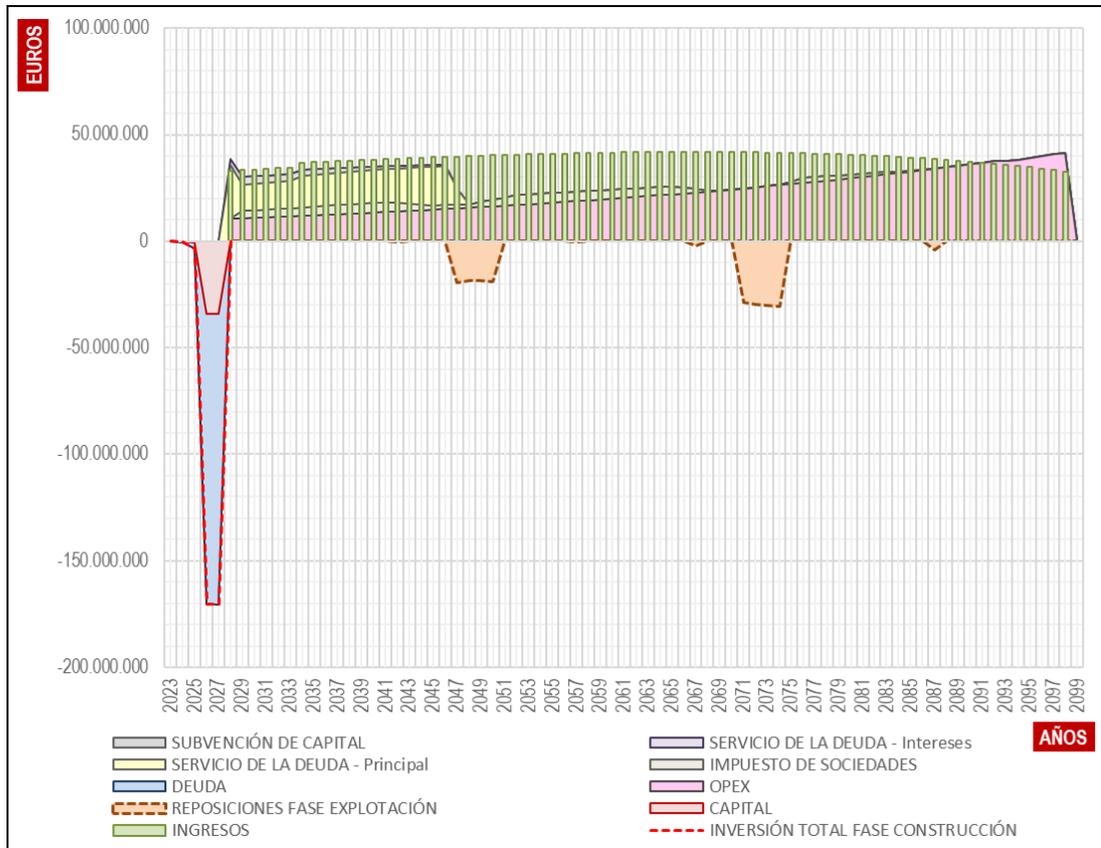


Figura 85: Perfil concesional cuando la SVP entra en quiebra. Fuente: Elaboración propia.

- k) Como ya se ha expresado, las variables de inversión de este sistema de producción eléctrica se han obtenido tomando como referencia la construcción de un prototipo realizado de manera cuasi artesanal.

Si los procesos de producción de las Centrales Eléctricas Lónicas se automatizan, el precio de cada unidad podría reducirse considerablemente respecto de la inicialmente usada como referencia.

La obra civil podría también reducir su CAPEX asociado de manera considerable si las celdas escalan de tamaño, conteniendo en su interior mayor cantidad de aluminio que oxidar.

- l) De la misma manera, una producción de hidrógeno y fosfato de aluminio superior a la considerada podría reducir aún más los precios de energía aquí expuestos, e incluso llevarlos a 0,0 €/MWh.
- m) Estas incertidumbres quedarán resueltas tras la finalización de la primera fase del denominado "Proyecto Aena", previsiblemente en el mes de junio de 2023. Lamentablemente, los resultados de dicho proyecto no podrán quedar reflejados en este trabajo académico por haberse cerrado el mismo con anterioridad a dicha fecha.

- n)** Si para el escenario estudiado, el precio de venta adoptado fuera de 118,62 €/MWh¹⁰⁵, la TIR de capital del accionista ascendería al 42,28 %.
- o)** Si para el Escenario Promedio, el precio de venta adoptado fuera de 180 €/MWh (tope al precio del gas)¹⁰⁶, la TIR de capital del accionista ascendería al 63,60 %.
- p)** Las mismas alzas en los precios de la energía hacen a Rionic, S.A. más rentable que a Hidrobayo, S.A.
- q)** Analizado el negocio de Rionic, S.A., cabe expresar, que su rentabilidad en términos de TIR es similar tanto en el caso de considerar un periodo de 75 años como un periodo de 99 años.
- r)** El precio de venta de la energía eléctrica en el Escenario Promedio analizado (8,0 % TIR de capital accionista) ascendería a 42,90 €/MWh si no existiera venta de gas hidrógeno ni de fosfato de aluminio.
- s)** El precio de venta de la energía eléctrica en el Escenario Promedio analizado (8,0 % TIR de capital accionista) ascendería a 8,70 €/MWh si solo existiera venta de gas hidrógeno en las condiciones expuestas, y no existiera venta de fosfato de aluminio.
- t)** El precio de venta de la energía eléctrica en el Escenario Promedio analizado (8,0 % TIR de capital accionista) ascendería a 36,12 €/MWh si solo existiera venta de fosfato de aluminio en las condiciones expuestas, y no existiera venta de gas hidrógeno.

¹⁰⁵ Idem que la nota 92.

¹⁰⁶ Idem que la nota 93.

12. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VARIABLES TÉCNICAS Y FINANCIERAS MÁS RELEVANTES VINCULADAS A CADA COMPLEJO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA Y A SUS SOCIEDADES VEHÍCULO DE PROYECTO VINCULADAS

Id.	Concepto	HIDROBAYO, S.A. [1]	RIONIC, S.A. [2]	([2] / [1] -1) %
ASPECTOS TÉCNICOS				
1	Potencia instalada	291,24 MW	567,60 MW	△ 94,89 %
2	Régimen de funcionamiento	80,0 % estimado	50,0 %	-
3	Capacidad máxima de embalse / Volumen electrolito	12.000.000 m3	15.135 m3	▽ 99,87 %
4	Superficie ocupada (dominio público [1] / parcela [2])	57.250.000 m2	94.410 m2	▽ 99,83 %
5	Grado de dificultad para aumentos de potencia instalada	DIFÍCIL obras complejas	FÁCIL más módulos	-
6	Número de Módulos Lónicos o Centrales Eléctricas Lónicas	No aplica	1.892 uds.	-
7	Energía generada en periodo de análisis (escenario "base")	37.424.390 MWh	41.589.045 MWh	△ 11,13 %
ASPECTOS FINANCIEROS (€₂₀₂₃)				
8	Periodo de análisis	2024-2098	2024-2098	-
9	Duración de la fase de construcción / implementación	2024-2033 10 años	2024-2027 4 años	▽ 60,00 %
10	Duración de la fase de explotación comercial	2034-2098 65 años	2028-2098 71 años	△ 9,23 %
11	Precio energía escenario "base" para TIR accionista 8,0 % [€ ₂₀₂₃]	43,62 €/MWh	1,88 €/MWh	▽ 95,69 %
12	CAPEX fase de construcción [€ ₂₀₂₃]	454.589.383 €	327.958.317 €	▽ 27,86 %
13	Reposiciones fase de explotación [€ ₂₀₂₃]	78.284.319 €	90.923.014 €	△ 16,14 %
14	Suma de OPEX fase de explotación [€ ₂₀₂₃]	52.883.500 €	698.983.622 €	△ 1.221,74 %
15	Ingresos totales fase de explotación [€ ₂₀₂₃]	1.632.451.898 €	1.427.188.764 €	▽ 12,57 %
16	Intereses de la deuda totales pagados en periodo de análisis	81.277.653 €	40.070.769 €	▽ 50,70 %
17	Impuesto de Sociedades pagado en periodo de análisis	227.012.144 €	178.351.079 €	▽ 21,43 %
18	Precios CAPEX desde - 30,0 % hasta + 30,0 % (TIRa 8,0 %) [€ ₂₀₂₃]	31,79 €/MWh	0,00 €/MWh	▽ 100,00 %
		55,10 €/MWh	9,35 €/MWh	▽ 83,03 %
19	TIRa CAPEX desde - 30,0 % hasta + 30,0 % (precio base)	10,30 %	12,40 %	△ 20,38 %
		6,60 %	5,50 %	▽ 16,67 %
20	Precios OPEX desde - 30,0 % hasta + 30,0 % (TIRa 8,0 %) [€ ₂₀₂₃]	43,30 €/MWh	0,00 €/MWh	▽ 100,00 %
		43,98 €/MWh	6,73 €/MWh	▽ 84,70 %
21	TIRa OPEX desde - 30,0 % hasta + 30,0 % (precio base)	8,00 %	9,90 %	△ 23,75 %
		7,90 %	5,50 %	▽ 30,38 %
22	Precio energía escenario "base" para causa de disolución [€ ₂₀₂₃]	17,70 €/MWh	1,88 €/MWh	▽ 89,37 %
23	Precio energía escenario "base" para quiebra [€ ₂₀₂₃]	15,57 €/MWh	0,70 €/MWh	▽ 95,50 %

Tabla 56. Resumen comparativo. Fuente: Elaboración propia.

13. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES FINALES

La central de generación de Ricobayo ha sido una importante infraestructura eléctrica e hidráulica en la historia de España.

Desde su concepción inicial, hasta la realidad actual gestionada por la empresa Iberdrola, este activo de utilidad pública ha estado sometido a numerosos actos mercantiles y administrativos.

Esta intervención constante de la Administración en el devenir histórico de esta central hidroeléctrica, y de otras, está justificada por el impacto que tiene en la economía de las regiones a las que sirve, por el elevado consumo de dominio público, y por las importantes implicaciones sociales.

En este contexto, las primeras condiciones concesionales vinculadas a Ricobayo I establecían que el precio de venta de la energía eléctrica en el año 1926 podría oscilar entre 0,1 y 0,6 pesetas/KWh, esto es entre 0,0006 y 0,0036 €/KWh.

Actualizar esos precios desde el año máximo (1954) que permite el actualizador de rentas del INE¹⁰⁷ hasta noviembre de 2022, los situaría entre los 0,04 y 0,23 €/KWh, es decir (entre 40,0 y 230,0 € MWh).

Teniendo en cuenta, que de este trabajo académico se deduce un precio de referencia para la energía hidroeléctrica de 43,62 €/MWh, podría expresarse que la concesión que dio origen a Ricobayo I estaba planteada en términos bastante generosos por parte de la Administración Pública.

Cuando en el año 2040 expire dicha concesión, habrán pasado 114 años desde el acto administrativo que en 1926 dio origen a la construcción de la infraestructura hidráulica que la justifica.

Podría en ese momento la sociedad gestora entender, por haberse extendido el contrato con la Administración más allá de 99 años, que el dominio público se ha transformado en un título de propiedad.

Será necesario observar en dicha fecha sentencias¹⁰⁸ como la del Tribunal Supremo, de 23 de julio de 2010 en la que se determina que el titular de una concesión otorgada a perpetuidad no adquiere la propiedad.

En ningún caso, una concesión planteada en términos actuales, que requiriera de las misma construcción de activos por parte de una empresa privada, podrían sus promotores aspirar a un contrato firmado con el sector público de una duración superior a los 75 años.

En tal caso, todos los derechos y obligaciones del concesionario quedarían perfectamente delimitados tanto en los pliegos de licitación como en el contrato de concesión previo al inicio de las obras.

¹⁰⁷ Los precios expresados serían algo superiores si se pudieran actualizar desde el año 1926.

¹⁰⁸ Puede ampliarse información en el artículo periodístico que se muestra en el siguiente enlace web: <https://www.eleconomista.es/legislacion/noticias/2396823/08/10/El-titular-de-una-concesion-otorgada-a-perpetuidad-no-adquiere-la-propiedad-.html>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 9 de enero de 2023.

Una correcta estructuración técnica, jurídica y económica del proyecto de inversión aumenta los costes de transacción en el momento en el que se procede a su diseño, pero evita riesgos futuros como ineficiencias durante las fases posteriores de construcción y explotación comercial.

A nivel material, según los cálculos efectuados en el ámbito de este TFG, propios de la ingeniería civil forense o de técnicas de ingeniería inversa, la construcción tanto de Ricobayo I como de Ricobayo II, y sus obras auxiliares próximas, movilizaría en la actualidad una cantidad de hormigón de al menos 540.259 m³.

Y según estos esos mismos cálculos, la construcción tanto de Ricobayo I como de Ricobayo II, y sus obras auxiliares próximas, movilizaría en la actualidad una cantidad de acero de al menos 65.451 Tn.

El valor de inversión asociada a la infraestructura hidroeléctrica arroja una ratio de €₂₀₂₃/KW igual a $454.589.383 / 291.240 = 1.560,87$, un valor que está dentro de lo que se considera razonable.

Aunque no es un hecho aislado, este TFG evidencia de una manera clara que en la provincia de Zamora cada vez llueve menos, lo hace durante menos días en cada año hidrológico, y la temperatura media anual está aumentando.

Lo anterior ya ha provocado que la generación eléctrica de Ricobayo desde 1988 hasta la actualidad presente una tendencia claramente negativa.

En efecto, si no se remedia, parece un futuro inexorable que, en el largo plazo, los años normales, secos o muy secos desplazarán cada vez más a los años húmedos o muy húmedos, y esto es un muy mal escenario de futuro para la tecnología de producción hidroeléctrica.

Nos encontramos por tanto ante una tecnología hidointensiva, que necesita de unos costes hundidos muy elevados previos para su puesta en servicio, cuya continuidad de suministro depende de que unas pocas maquinas funcionen correctamente la mayor parte del tiempo, y que está amenazada por variables de cambio climático que en largo plazo pueden hacerla una fuente de generación eléctrica menos competitiva dentro del mix energético español.

Además de por las razones anteriores, si se suma el hecho de la gran cantidad de suelo que ocupa tanto la presa como el pantano, se está ante una actividad económica que difícilmente puede escapar a un control regulatorio por parte de los poderes públicos, como si podrían hacerlo otras tecnologías como la solar.

En efecto, nada impide en la actualidad que una determinada industria equiepe sus instalaciones con placas fotovoltaicas orientadas al autoconsumo, pero es muy difícil, al menos hoy en día que una empresa construya una gran central hidroeléctrica para uso privado.

Es en este contexto, en el que este TFG ha analizado una fuente de generación eléctrica alternativa que podría alterar el mercado eléctrico actual, como son los comercialmente denominados Módulos Lónicos o Centrales Eléctricas Lónicas.

Desde hace aproximadamente un lustro, un inventor español de origen canario, Alberto Andrés Santana Ramírez, ostenta varias patentes, en las que se defiende la posibilidad de generar energía eléctrica mediante reacciones electroquímicas dentro de una pila sin que exista polarización.

Este hecho, hace que el ánodo metálico no se recubra de una capa de óxido y se acorte considerablemente la vida útil.

Después de varios prototipos a pequeña y mediana escala, Alberto Santana ha conseguido despertar la curiosidad de Aena, y una pila de grandes dimensiones (dos contenedores de 40 pies cada uno de tamaño) será instalada en el Aeropuerto de Barajas a partir de febrero de 2023.

La auditoría técnica del funcionamiento del nuevo dispositivo en base a un detallado plan de pruebas, así como el cálculo final del coste de generación de cada MWh de electricidad será llevado a cabo por la empresa Ingeniería y Economía del Transporte, S.M.E. M.P. S.A. (Ineco).

La auditoría científica del dispositivo que abordará aspectos como la medición de cantidad y calidad de hidrógeno, así como la cantidad y calidad de fosfato de aluminio generados, entre otras pruebas de laboratorio serán llevadas a cabo por la Universidad Politécnica de Madrid.

Sea como fuere, con la información actualmente disponible, ha sido posible generar una prognosis sobre la cantidad de obra y dispositivos que serían necesarios para crear un complejo hidroeléctrico equivalente al complejo hidroeléctrico de Ricobayo en los términos ya definidos.

De esta manera, se tiene que el precio medio de generación de energía eléctrica iónica se situaría en 1,88 €/MWh si se considera que además de la electricidad, el dispositivo produce también hidrógeno y fosfato de aluminio comercializables.

Tanto la producción del gas hidrógeno como del fosfato de aluminio se ha valorado a precios claramente inferiores a los de mercado actualmente. Si la valorización de estos subproductos del proceso electroquímico se hiciera a precios de mercado (al menos para el caso del hidrógeno), el precio necesario para mantener una TIR de capital del accionista de al menos el 8,0 % ascendería a 0,0 €/MWh.

En este caso, se estará ante una tecnología más barata que tiene todavía un margen de mejora puesto que el CAPEX considerado se ha construido con ensamblaje de módulos a precio de prototipo sin considerar posibles economías de escala que se darían con una producción masiva o robotizada.

Pero, además, se trataría de una tecnología menos intensiva en ocupación de terreno, y que en vez de aglutinarse en un punto del territorio podría presentarse de una forma dispersa por el mismo, pasando a formar parte de una red de distribución eléctrica distribuida llegado el caso.

La seguridad de suministro estaría casi garantizada al ser una red de 1.892 elementos los que de manera independiente generan la electricidad de una manera continua 24/365.

Aunque todo el potencial de esta nueva tecnología está por verificarse durante los próximos meses, apoyándose en el artículo publicado el 8 de enero de 2023 por el experto Jorge Morales de Labra "La realidad demuestra que nucleares y renovables NO son complementarias"¹⁰⁹, sí que se puede aventurar aquí un escenario tentativo de los precios de

¹⁰⁹ Puede consultarse el artículo íntegro en el siguiente enlace web: <https://www.linkedin.com/pulse/la-realidad-demuestra-que-nucleares-y-renovables-son-jorge-morales/?trackingId=FUz6hkUnTWKvyp5cJsZJlg%3D%3D>. Visto por última vez en el ámbito de este TFG el 10 de enero de 2023.

generación de algunas de las diferentes tecnologías disponibles en España en la actualidad, además de los que aporta este nuevo agente.

Precios de la figura expresados en €₂₀₂₃/MWh que ofrecen una reseña final: la energía iónica, sin el concurso de los subproductos que se generan durante su generación, es ligeramente más competitiva que la energía hidráulica (42,90 €/MWh vs. 43,62 €/MWh).

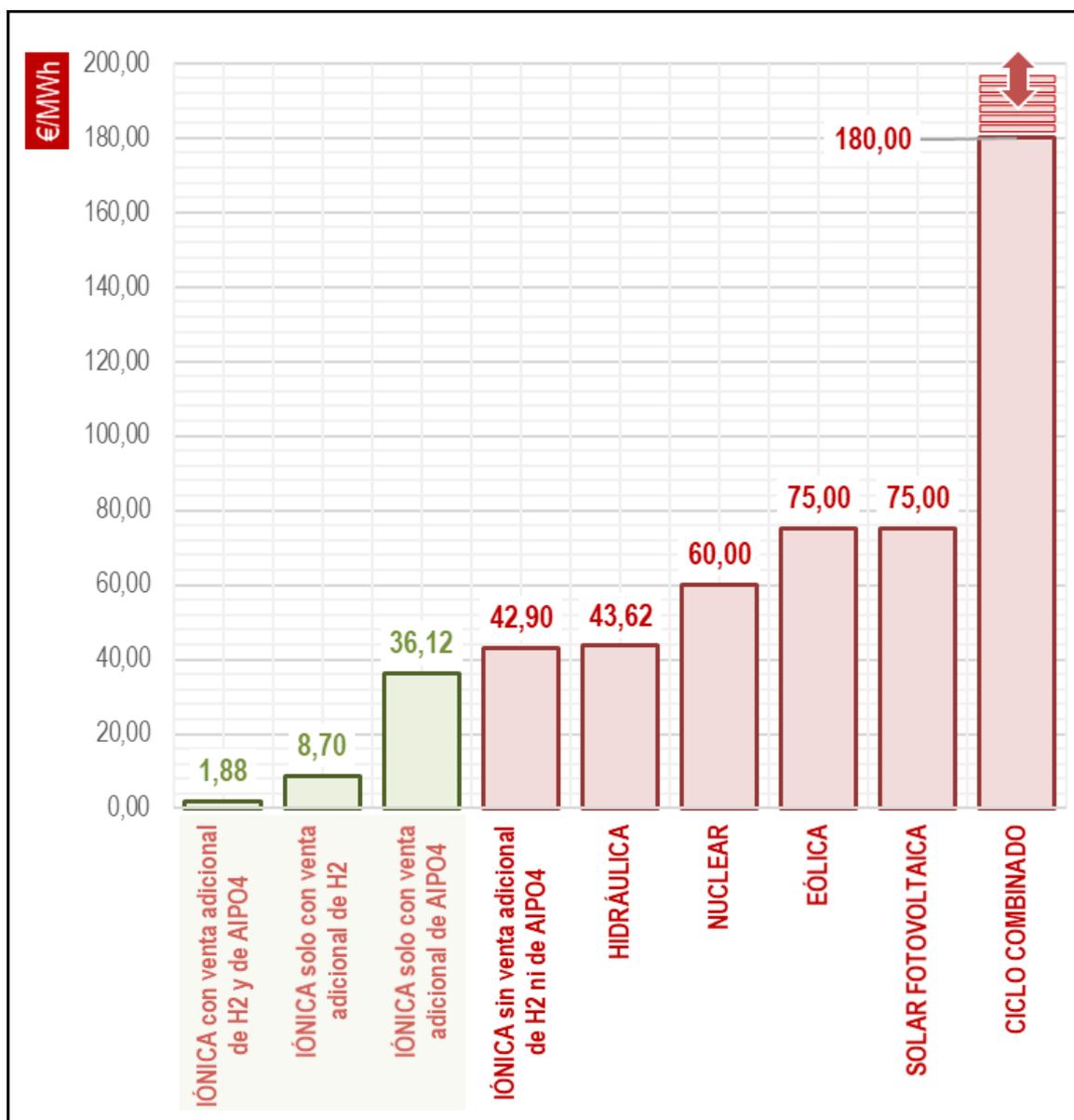
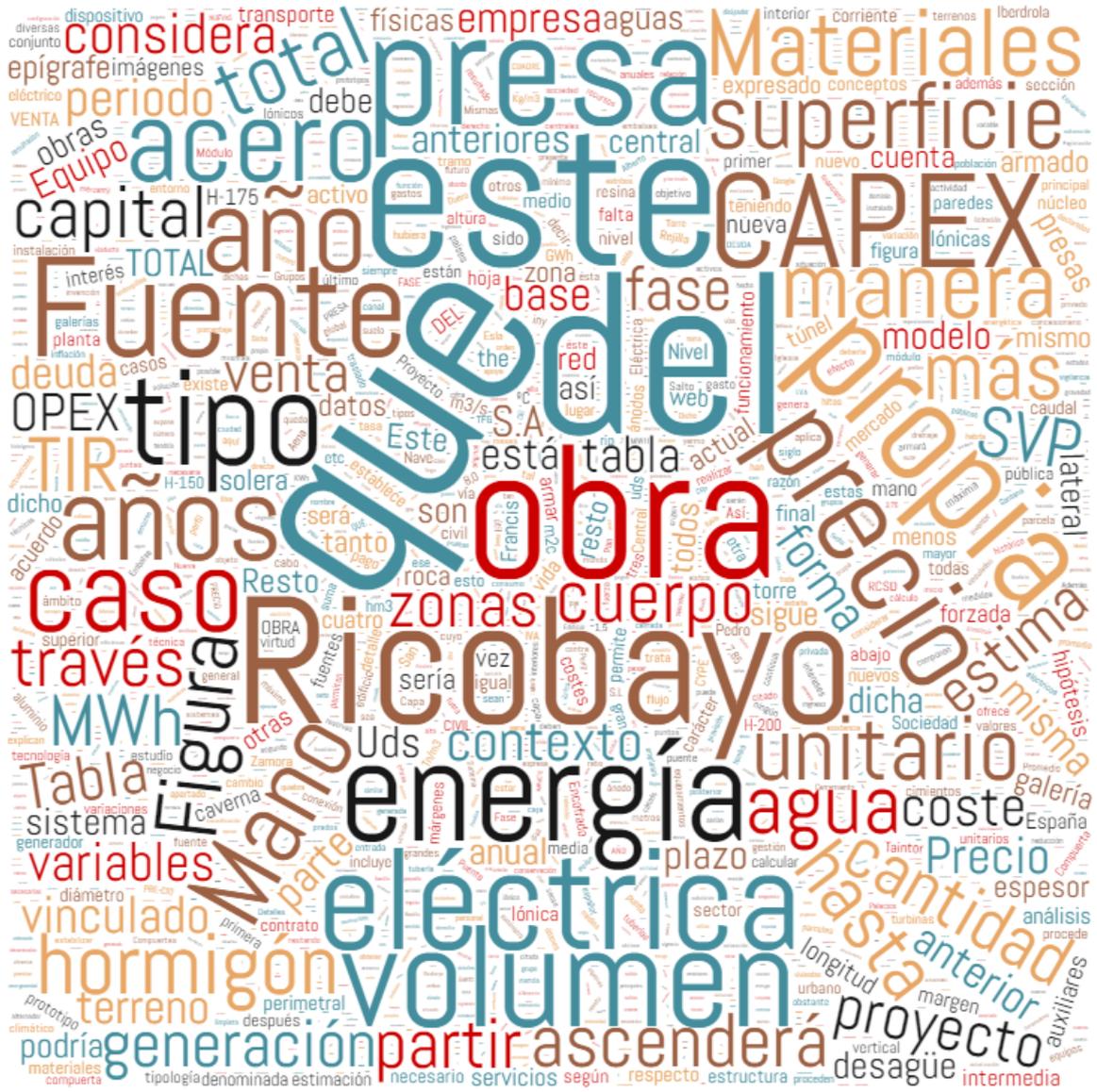


Figura 86: Precios por tecnología de generación. Fuente: Elaboración propia a partir de información de este TFG y del autor Jorge Morales de Lara.

14. NUBE DE PALABRAS DEL DOCUMENTO



15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Agencia Internacional de la Energía (2022). Energía hidroeléctrica. Recuperado de <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/hydropower>
- [2] Iberdrola (2022). Ricobayo, la primera gran central hidroeléctrica de Europa. Recuperado de <https://www.iberdrola.com/conocenos/nuestra-actividad/energia-hidroelectrica/central-hidroelectrica-ricobayo>
- [3] CEDEX - Hispagua Sistema Español de Información sobre el Agua (2022). Origen e historia de la energía hidráulica. Recuperado de https://hispagua.cedex.es/sites/default/files/especiales/energia_hidr/1a_origen.htm
- [4] Díaz Morlán, P. (1998). El proceso de creación de Saltos del Duero (1917-1935). Revista de Historia Industrial. Universidad de Alicante.
- [5] Méndez, R. (7 de julio de 2019). El eterno negocio eléctrico del río: Iberdrola explotará esta presa en Zamora 114 años. El Confidencial. Recuperado de https://www.elconfidencial.com/empresas/2019-07-07/iberdrola-ricobayo-concesiones-hidroelectricas-114-anos_2109399/
- [6] Villarino Otero, A. (s.f.). Tema 5: Presas [Material de clase]. Ingeniería Técnica de Topografía, E.P.S. de Ávila.
- [7] Amador Fernández, Á. (16 de febrero de 2016). Principales tipos de presas y su clasificación. Más que Ingeniería. Recuperado de <https://masqueingenieria.com/blog/tipos-de-presas-y-su-clasificacion/>
- [8] Instituto Geológico y Minero de España (s.f.). Berrocal de Ricobayo-Muelas del Pan. Recuperado de <https://info.igme.es/ielig/LIGInfo.aspx?codigo=C1035>
- [9] Enel Green Power (s.f.). Turbina hidroeléctrica Francis, Pelton y Kaplan - tres nombres para tres formas diferentes de aprovechar la potencia de los ríos. Recuperado de <https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/energias-renovables/energia-hidroelectrica/turbina-hidroelectrica>
- [10] Martín-Cleto Sánchez, M.S. (2015). INGENIERÍA HIDROELÉCTRICA – Evolución histórica y futuro de los aprovechamientos hidroeléctricos, su ingeniería y su función. (Tesis doctoral), Universidad de Burgos, Burgos, España. Recuperado de <https://riubu.ubu.es/handle/10259/5726>. Páginas 150-163, 261.
- [11] Hernández Merchán, J.L. (2019). Aprovechamiento hidroeléctrico en la provincia de Zamora. Técnica Industrial, 322. Recuperado de <https://www.tecnicaindustrial.es/wp-content/uploads/Numeros/112/6725/a6725.pdf>
- [12] CYS Electric. (s.f.). Funcionamiento de Turbina Francis - How Francis Turbine Works I Animación de Turbina Francis. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=ZUKjBB-RqBM&t=78s>

- [13] Confederación Hidrográfica del Duero (1993, junio 22). MUELAS DEL PAN (ZAMORA). MODIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE LA CONCESIÓN PARA EL SALTO DE RICOBAYO EN EL RÍO ESLA. Recuperado a través del artículo "El eterno negocio eléctrico del río: Iberdrola explotará esta presa en Zamora 114 años" publicado el 7 de julio de 2019 en El Confidencial. Disponible en https://www.elconfidencial.com/empresas/2019-07-07/iberdrola-ricobayo-concesiones-hidroelectricas-114-anos_2109399/
- [14] El Español. (16 de febrero de 2022). José Ramón Solá, premio de investigación Florian Ocampo. Recuperado de https://www.elespanol.com/castilla-y-leon/region/valladolid/20220216/jose-ramon-sola-premio-investigacion-florian-ocampo/650685044_0.html
- [15] Wikipedia. (s.f.). Iglesia de San Pedro de la Nave (El Campillo). Recuperado de [https://es.wikipedia.org/wiki/Iglesia_de_San_Pedro_de_la_Nave_\(El_Campillo\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Iglesia_de_San_Pedro_de_la_Nave_(El_Campillo)). Visto por última vez en noviembre 6, 2022.
- [16] Sandoval Erazo, W. R. (julio de 2018). Capítulo 3: Presas de hormigón sobre roca. Páginas 82, 84. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/326560498_Capitulo_3_Presas_de_Hormigón_sobre_roca
- [17] SEPREM (s.f.). Presentación de la Presa de Casasola. Páginas 10, 14, 37-42, 62 y 72. Recuperado de https://www.seprem.es/st_pe_f/JDFCC/PRESA_DE_CASASOLA.pdf
- [18] Ministerio de agricultura, alimentación y pesca, y al Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico (s.f.). Ficha técnica de la Presa: RICOBAYO. Recuperado de <https://sig.mapama.gob.es/WebServices/clientews/snczi/default.aspx?nombre=PRESA&claves=CODPRESA&valores=2490015>
- [19] Endesa (s.f.). Clasificación de las centrales hidroeléctricas. Recuperado de <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/centrales-renovables/central-hidroelectrica>.
- [20] Geología Zamora 16 (7 de mayo de 2016). Jornada para la difusión de la geología en los Arribes del Duero: "Recorrido por la Arribes zamoranos: Agua, Rocas y Hormigón". Páginas 7-11. Recuperado de https://sge.usal.es/archivos_pdf/geolod%C3%ADa16/guias_geolodia16/gdia16gui_zamora.pdf
- [21] Anton, L., Mather, A., Stokes, M. et al. (2015). Exceptional river gorge formation from unexceptional floods. *Nat Commun* 6, 7963. Recuperado de <https://doi.org/10.1038/ncomms8963>
- [22] Red Eléctrica de España, Sociedad Anónima. (8 de abril de 2008). Resolución de la Dirección General de Energía y Minas por la que se otorga autorización administrativa y se aprueba el proyecto de ejecución de la ampliación de la subestación de 220 kV «Ricobayo», promovida por «Red Eléctrica de España, Sociedad Anónima», en el término municipal de Muelas del Pan (Zamora) [BOE-B-2008-94145]. Recuperado de <https://boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-B-2008-94145>
- [23] Voith. (s.f.). Automation & digital solutions. Recuperado de <https://voith.com/corp-en/products-services/product-service-finder/search->

[results.html?filter=facet_psf_language:en&filter=facet_psf_hier_product_categories_en:automation-digital-solutions](https://www.embalses.net/showthread.php?filter=facet_psf_language:en&filter=facet_psf_hier_product_categories_en:automation-digital-solutions)

- [24] Foros Embalses (2010). Datos y fotos de Ricobayo. Recuperado de <http://foros.embalses.net/showthread.php/4863-Datos-y-fotos-de-Ricobayo/page3>
- [25] Mateos-Alonso, A. (2016). Estudio y diseño de una red eléctrica inteligente conectada a un sistema de generación distribuido (Trabajo de Fin de Grado). Universidad de A Coruña, España. Recuperado de https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/17346/MateosAlonso_Angel_TFG_2016_3.pdf
- [26] Ministerio para la Transición Ecológica. (s.f.). Norma técnica de seguridad para el proyecto, construcción y puesta en carga de grandes presas y llenado de sus embalses. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/images/es/pp-proyecto-rd-normas-tecnicas-seguridad-grandes-presas-y-sus-embalses-2-proyecto_tcm30-452743.pdf
- [27] Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana. (1930). Pantano del Ebro. Recuperado de https://www.fomento.es/LIBROS_ESCANEADOS_WEB/I-401_1930_El_pantano_Ebro.pdf
- [28] Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana. (2022). Informe del mercado inmobiliario urbano de uso residencial y de garaje - aparcamiento (Anexo I: Listado de municipios, nº de inmuebles, dinámica inmobiliaria y áreas estadísticas de estudio). Recuperado de <https://www1.sedecatastro.gob.es/Accesos/SECACcvr.aspx>
- [29] Junta de Gobierno Local del Ayuntamiento de Alicante. (2018). Documento CN2018-556085. Recuperado de https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/02721e2a-862f-439d-9825-c06b5b7b7d26/DOC_CN2018-556085.html?MOD=AJPERES
- [30] Generadordeprecios.info. (s.f.). Recuperado de <http://www.generadordeprecios.info/#gsc.tab=0>
- [31] Laingenieros.com. (s.f.). Configurador de presupuesto de nave prefabricada por m². Recuperado de <https://laingenieros.com/configurador-presupuesto-nave-prefabricada-m2/>
- [32] Finanzas.com. (13 de junio de 2017). Licitada la renovación de compuertas de un aliviadero de la tanquera. Recuperado de https://www.finanzas.com/empresas/licitada-la-renovacion-de-compuertas-de-un-aliviadero-de-la-tanquera_13637752_102.html
- [33] Alibaba.com. (2022). Precio de una turbina Francis de 5MW. Recuperado de <https://spanish.alibaba.com/p-detail/5MW-62574919484.html?spm=a2700.details.0.0.4ec85c7bQkzesl>
- [34] Alibaba.com. (2022). Precio de un alternador de 5MW. Recuperado de https://www.alibaba.com/product-detail/TFW-high-voltage-brushless-ac-alternator_1596346320.html?spm=a2700.7724857.topad_creative.3.f32559f0d91PAB

- [35] Embalses.net. (s.f.). Pantano Ricobayo. Recuperado de <https://www.embalses.net/pantano-89-ricobayo.html>
- [36] OFITECO. (s.f.). Revisiones e inspecciones de seguridad. Recuperado de <https://www.ofiteco.com/lineas-de-negocio/presas-embalses/revisiones-e-inspecciones-de-seguridad>
- [37] OFITECO. (s.f.). Vigilancia, auscultación y automatización. Recuperado de <https://www.ofiteco.com/lineas-de-negocio/presas-embalses/vigilancia-auscultacion-y-automatizacion>
- [38] OFITECO. (s.f.). Aplicación DAMDATA. Recuperado de <https://www.ofiteco.com/lineas-de-negocio/presas-embalses/aplicacion-damdata>
- [39] OFITECO. (s.f.). Planes de emergencia. Recuperado de <https://www.ofiteco.com/lineas-de-negocio/presas-embalses/planes-de-emergencia>
- [40] OFITECO. (s.f.). Mantenimiento, explotación y conservación. Recuperado de <https://www.ofiteco.com/lineas-de-negocio/presas-embalses/mantenimiento-explotacion-y-conservacion>
- [41] OFITECO. (s.f.). Análisis de riesgos. Recuperado de <https://www.ofiteco.com/lineas-de-negocio/presas-embalses/analisis-de-riesgos>
- [42] Sevillano, J. (2022). Datos anuales de clima. Recuperado de <https://javiersevillano.es/f-Clima-DatosAnuales.php>. [Información apoyada en Datos abiertos de AEMET (s.f.). Recuperado de <https://opendata.aemet.es/centrodedescargas/productosAEMET?>]
- [43] Ministerio para la Transición Ecológica (s.f.). Descarga de datos históricos de embalses desde 1988 (Sin Validación). Recuperado de <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/evaluacion-de-los-recursos-hidricos/boletin-hidrologico/>
- [44] Sierra, A. (6 de noviembre de 2022). La grave sequía dejará sin producción eléctrica y en parálisis al mayor embalse de Endesa. Recuperado de https://www.elconfidencial.com/espana/aragon/2022-11-06/sequia-deja-sin-produccion-electrica-mequinzenza-endesa_3518298/
- [45] Lozano Cutanda, B. y Fernández Puyol, I. (2018). Delimitación y plazos de duración de las concesiones de obras y servicios en la Ley de Contratos del Sector Público del 2017. En Gomez-Acebo & Pombo. Recuperado de <https://www.ga-p.com/wp-content/uploads/2018/07/delimitacion-y-plazos-de-duracion-de-las-concesiones-de-obras-y-servicios-en-la-ley-de-contratos-del-sector-publico-del-2017.pdf>
- [46] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (s.f.). El Acuerdo de París. Recuperado de <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas/elementos-acuerdo-paris.aspx>
- [47] CIIFEN (s.f.). Escenario más pesimista del Quinto Informe de Evaluación (AR5) del IPCC. Recuperado de <https://ciifen.org/escenarios-y-proyecciones/>

- [48] Fernández Gago, J.A. y Maté Sanz, D. (2018). Potencial de las herramientas de simulación económico-financiera en la gestión óptima de los recursos presupuestarios destinados a la provisión de infraestructuras de transporte mediante la técnica de la colaboración público-privada. En Congreso de Ingeniería del Transporte en Gijón, España.
- [49] Llorente Gallardo, J.A. (junio de 2016). Análisis del mercado eléctrico en España (Universidad de Valladolid). Figura 46 de la página 16. Recuperado de <https://uva-doc.uva.es/bitstream/handle/10324/21734/TFG-E-271.pdf>
- [50] International Accounting Standards Committee Foundation (IASCF) (2009, enero 1). Interpretación CINIIF 12 Acuerdos de Concesión de Servicios. Recuperado de <https://www.nicniif.org/files/CINIIF12.pdf>
- [51] Real Decreto 1514/2007, de 16 de noviembre (2007). Plan General de Contabilidad. Recuperado de https://www.boe.es/biblioteca_juridica/abrir_pdf.php?id=PUB-PB-2022-227
- [52] Iberdrola, S.A. (2021). Información financiera anual Iberdrola, S.A. y sociedades dependientes / Ejercicio 2021. Recuperado de https://www.iberdrola.com/documents/20125/1606413/jga22_IA_CuentasAnualesConsolidadas2021.pdf
- [53] OMIE (2021). Informe anual 2021. Recuperado de https://www.omie.es/sites/default/files/2022-03/informe_anual_2021_es.pdf
- [54] Suárez, P. R. (19 de diciembre 2022). La UE acuerda un tope al precio del gas si supera los 180 euros. El Mundo. Recuperado de <https://www.elmundo.es/economia/2022/12/19/63a08a0621efa000768b458f.html>
- [55] Granjas Oceánicas Offshore, Sociedad para el Desarrollo de la Acuicultura (SODAC). (s.f.). Recuperado de <http://www.sodac.es/gallery/>
- [56] Santana Ramírez, A. A. (2016). Patente de celda enriquecida para reacción tipo Redox. Recuperado de <https://patents.google.com/patent/ES1161235U/>
- [57] Santana Ramírez, A. A. (2017). Patente de despolarizador catódico anódico. Recuperado de <https://patents.google.com/patent/ES1200310U/en>
- [58] Santana Ramírez, A. A. (2017). Patente de Modulo metálico generador eléctrico. Recuperado de <https://patents.google.com/patent/ES2692145A1/>
- [59] Santana Ramírez, A. A. (2020). Patente de Módulo iónico. Recuperado de <https://patents.google.com/patent/ES1261580U/>
- [60] Santana Ramírez, A. A. (2016). Patente de Central Eléctrica Iónica. Recuperado de <https://patents.google.com/patent/ES2877454T3/>
- [61] Santana Ramírez, A. A. (2019). Patente de proceso para la limpieza de superficies catódicas en celdas voltaicas. Recuperado de <https://patents.google.com/patent/ES2841509A1/>

- [62] Santana Ramírez, A. A. (2019). Patente de método para la producción de micro hilos conductores por medio de carbonización para la producción de electrodos. Recuperado de <https://patents.google.com/patent/US20210319926A1/>
- [63] Thermo Fisher Scientific Inc. (2023). Fosfato de aluminio, 99,99 % (base metálica), Thermo Scientific™, Puratronic™. Recuperado de <https://www.fishersci.es/shop/products/aluminum-phosphate-puratronic-99-99-metals-basis-thermo-scientific/11300819>
- [64] Gayo, M. H. (25 de agosto de 2010). El titular de una concesión otorgada a perpetuidad no adquiere la propiedad. Recuperado de <https://www.eleconomista.es/legislacion/noticias/2396823/08/10/El-titular-de-una-concesion-otorgada-a-perpetuidad-no-adquiere-la-propiedad-.html>
- [65] Morales de Labra, J. (8 de enero de 2023). La realidad demuestra que las energías nucleares y renovables NO son complementarias. LinkedIn. Recuperado de <https://www.linkedin.com/pulse/la-realidad-demuestra-que-nucleares-y-renovables-son-jorge-morales/?trackingId=FUz6hkUnTWkvyp5cJsZJlq%3D%3D>
- [66] Megaconstrucciones (s.f.). Imágenes de la presa de Ricobayo. Recuperado de <https://megaconstrucciones.net/?construccion=presa-ricobayo>
- [67] Dos a la deriva (s.f.). La iglesia de San Pedro de la Nave, un templo visigodo en Zamora. Imágenes. Recuperado de <https://dosaladeriva.com/san-pedro-de-la-nave/>
- [68] Iagua (s.f.). Presa de Ricobayo. Imágenes. Recuperado de <https://www.iagua.es/data/infraestructuras/presas/ricobayo>
- [69] Todocolección (s.f.). Ricobayo Zamora Presa - lámina huecograbado años 30. Recuperado de <https://www.todocoleccion.net/documentos-antiguos/ricobayo-zamora-presa-lamina-huecograbado-anos-30~x155710014>

16. ANEJOS

16.1 ESTADOS FINANCIEROS DEL ESCENARIO BASE VINCULADO A LA SOCIEDAD MERCANTIL HIDROBAYO, S.A. [PRECIO DE EQUILIBRIO = 43,62 €/MWH – TIR CAPITAL ACCIONISTA = 8,0 %]

16.1.1 ESTADO DE RESULTADOS

ID.	CONCEPTO	FASE DE CONSTRUCCIÓN										FASE DE EXPLOTACIÓN							
		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
	RESULTADO DE EXPLOTACIÓN	996.127	1.704.997	8.093.739	3.302.157	4.419.948	6.295.952	6.421.871	7.726.535	7.002.780	4.432.189	4.690.038	4.910.233	22.310.012	21.757.247	22.276.005	23.664.748	24.482.507	25.088.148
	AF INGRESOS DE EXPLOTACIÓN - por servicios de construcción y explotación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	INGRESOS DE EXPLOTACIÓN - intereses financieros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AI INGRESOS DE EXPLOTACIÓN	10.957.392	18.754.964	89.031.125	36.323.725	48.619.431	69.255.471	70.640.580	84.991.887	77.030.583	48.754.082	16.623.827	16.922.484	34.452.876	35.085.209	41.148.079	37.746.411	37.387.238	39.722.400
	AM INGRESOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SUBVENCIÓN PERIODIFICADA											0	0	0	0	0	0	0	0
	RECONOCIMIENTO SUBVENCIÓN ASOCIADA A DEUDA SOBERANA											0	0	0	0	0	0	0	0
	AF GASTOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GASTOS DE EXPLOTACIÓN	9.961.266	17.049.967	80.937.386	33.021.569	44.199.482	62.959.519	64.218.709	77.265.352	70.027.803	44.321.893	1.156.465	922.178	989.929	1.034.040	6.472.183	2.474.823	1.482.575	3.145.473
	AI AMORTIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838
	PROVISIONES TÉCNICAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.043.062	1.253.690	1.253.690	2.085.663	2.083.026	1.490.868	1.316.955	1.316.955
	PROVISIONES FINANCIERAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	228.425	330.546	393.406	702.421	811.028	610.133	599.363	665.986
	GASTOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AM AMORTIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROVISIONES TÉCNICAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROVISIONES FINANCIERAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RESULTADO FINANCIERO	-19.572	-46.933	-192.562	-202.917	-246.751	-336.963	-415.947	-515.823	-595.167	-852.514	-6.156.166	-6.636.547	-6.373.141	-6.084.095	-5.712.841	-5.424.130	-5.106.352	-4.815.614
	INGRESOS FINANCIEROS CONTINGENTES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	INGRESOS FINANCIEROS POR TENENCIA DE DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AF GASTOS FINANCIEROS NO CAPITALIZABLES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA ORDINARIA (incl. COMISIÓN DE AGENCIA, COMISIONES...)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.417.890	5.627.395	5.542.396	5.363.803	5.112.675	4.869.112	4.617.189	4.359.301
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA IVA (incl. COMISIONES...)	18.847	35.416	158.537	88.133	94.092	133.129	141.458	166.542	156.984	106.054	14.050	0	0	0	0	0	0	0
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA CONTINGENTE	726	11.517	34.025	114.784	152.659	203.833	274.488	349.281	438.183	746.460	724.427	1.009.152	830.745	720.292	600.166	555.018	489.163	456.313
	RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	976.554	1.658.063	7.901.176	3.099.240	4.173.197	5.958.989	6.005.924	7.210.712	6.407.613	3.579.675	-1.466.129	-1.726.314	15.936.871	15.673.152	16.563.164	18.240.619	19.376.155	20.272.534
	IMPUESTO SOBRE BENEFICIOS	244.139	414.516	1.975.294	774.810	1.043.299	1.489.747	1.501.481	1.802.678	1.601.903	894.919	0	0	3.984.218	3.918.288	4.140.791	4.560.155	4.844.039	5.068.133
	RESULTADO DEL EJERCICIO	732.416	1.243.548	5.925.882	2.324.430	3.129.898	4.469.242	4.504.443	5.408.034	4.805.710	2.684.756	-1.466.129	-1.726.314	11.952.653	11.754.864	12.422.373	13.680.464	14.532.116	15.204.400

ID.	CONCEPTO																		
		2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059
CUENTA DE PYG	RESULTADO DE EXPLOTACIÓN	25.167.659	25.414.393	27.369.880	27.799.789	28.806.662	28.176.180	28.796.301	30.467.989	31.589.495	31.531.403	31.443.554	32.137.632	34.487.542	35.256.699	36.031.199	34.913.732	36.566.737	38.238.860
	AF INGRESOS DE EXPLOTACIÓN - por servicios de construcción y explotación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	INGRESOS DE EXPLOTACIÓN - intereses financieros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AI INGRESOS DE EXPLOTACIÓN	38.333.357	47.473.672	39.720.338	42.909.132	41.166.838	42.345.687	49.284.277	45.827.117	44.185.351	46.757.308	45.781.017	56.922.803	47.952.101	48.281.637	49.144.751	55.978.150	59.010.635	51.826.423
	AM INGRESOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SUBVENCIÓN PERIODIFICADA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RECONOCIMIENTO SUBVENCIÓN ASOCIADA A DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AF GASTOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GASTOS DE EXPLOTACIÓN	1.100.231	9.587.327	1.169.584	3.637.090	1.211.946	1.653.694	7.863.474	3.713.877	1.268.170	3.072.109	1.349.097	11.660.763	1.917.015	1.405.268	1.411.894	7.392.548	9.596.514	1.530.110
	AI AMORTIZACIÓN	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838
	PROVISIONES TÉCNICAS POR REPOSICIONES	1.696.048	1.906.675	1.074.702	1.223.770	990.319	1.823.800	1.823.800	1.234.080	1.023.452	1.466.024	1.906.675	1.906.675	1.073.195	1.074.702	1.074.702	2.055.744	1.613.173	1.234.080
	PROVISIONES FINANCIERAS POR REPOSICIONES	863.581	1.059.438	600.335	742.644	642.072	1.186.175	1.294.864	905.334	798.397	1.181.935	1.575.852	1.711.894	968.512	1.039.130	1.121.118	2.110.289	1.728.373	1.317.536
	AM GASTOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AMORTIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROVISIONES TÉCNICAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROVISIONES FINANCIERAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RESULTADO FINANCIERO	-4.399.880	-3.994.262	-3.585.195	-3.256.836	-2.960.426	-2.655.972	-2.343.870	-2.023.115	-1.699.455	-1.361.671	-1.017.523	-631.136	-285.438	25.363	40.054	45.368	51.270	54.006
	INGRESOS FINANCIEROS CONTINGENTES	0	0	0	0	1.939	5.296	8.144	9.778	4.057	4.725	4.175	36.215	16.103	55.363	70.054	75.368	81.270	84.006
	INGRESOS FINANCIEROS POR TENENCIA DE DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AF GASTOS FINANCIEROS NO CAPITALIZABLES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA ORDINARIA (incl. COMISIÓN DE AGENCIA, COMISIONES...)	4.095.341	3.824.093	3.544.731	3.256.836	2.962.365	2.661.268	2.352.014	2.032.893	1.703.513	1.366.396	1.021.698	667.352	301.541	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA IVA (incl. COMISIONES...)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA CONTINGENTE	304.539	170.169	40.464	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	20.767.779	21.420.132	23.784.685	24.542.954	25.846.236	25.520.208	26.452.431	28.444.874	29.890.039	30.169.732	30.426.031	31.506.496	34.202.104	35.282.062	36.071.254	34.959.100	36.618.007	38.292.866	
IMPUESTO SOBRE BENEFICIOS	5.191.945	5.355.033	5.946.171	6.135.738	6.461.559	6.380.052	6.613.108	7.111.218	7.472.510	7.542.433	7.606.508	7.876.624	8.550.526	8.820.516	9.017.813	8.739.775	9.154.502	9.573.217	
RESULTADO DEL EJERCICIO	15.575.834	16.065.099	17.838.514	18.407.215	19.384.677	19.140.156	19.839.324	21.333.655	22.417.530	22.627.299	22.819.523	23.629.872	25.651.578	26.461.547	27.053.440	26.219.325	27.463.505	28.719.650	

ID.	CONCEPTO																		
		2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077
CUENTA DE PYG	RESULTADO DE EXPLOTACIÓN	39.076.949	39.867.012	39.475.649	39.757.606	42.911.734	43.883.046	45.330.597	43.796.617	44.670.125	46.769.342	48.351.260	49.359.046	48.810.401	49.715.494	53.824.827	53.743.034	55.226.095	53.989.086
	AF INGRESOS DE EXPLOTACIÓN - por servicios de construcción y explotación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	INGRESOS DE EXPLOTACIÓN - intereses financieros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AI INGRESOS DE EXPLOTACIÓN	62.751.982	54.311.522	54.652.257	70.446.972	56.619.951	60.950.457	58.657.458	59.703.139	71.317.743	65.833.748	62.951.636	64.072.692	65.213.410	85.576.025	67.555.169	72.407.770	69.979.714	71.254.059
	AM INGRESOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SUBVENCIÓN PERIODIFICADA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RECONOCIMIENTO SUBVENCIÓN ASOCIADA A DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AF GASTOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GASTOS DE EXPLOTACIÓN	1.517.187	2.183.277	1.572.901	16.420.991	1.719.087	4.981.156	1.690.863	1.745.209	12.303.842	5.817.987	1.867.844	1.851.460	1.885.446	21.148.368	2.009.213	5.642.213	2.084.026	2.095.519
	AI AMORTIZACIÓN	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838
	PROVISIONES TÉCNICAS POR REPOSICIONES	1.234.080	1.234.080	1.822.293	2.055.744	1.074.702	1.074.702	864.074	1.906.675	1.906.675	1.466.024	1.232.572	1.234.080	1.823.800	1.823.800	781.199	1.223.770	1.074.702	1.906.675
	PROVISIONES FINANCIERAS POR REPOSICIONES	1.417.928	1.521.316	2.275.576	2.706.794	1.408.591	1.505.716	1.266.086	2.748.799	2.931.263	2.274.558	1.994.121	2.122.269	3.187.925	3.382.525	1.434.082	2.292.914	2.089.053	3.756.940
	AM GASTOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AMORTIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROVISIONES TÉCNICAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROVISIONES FINANCIERAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RESULTADO FINANCIERO	45.804	46.404	45.481	57.456	57.969	57.894	53.698	56.002	64.262	68.864	59.055	59.870	58.447	73.558	74.047	74.296	72.183	75.412
	INGRESOS FINANCIEROS CONTINGENTES	75.804	76.404	75.481	87.456	87.969	87.894	83.698	86.002	94.262	98.864	89.055	89.870	88.447	103.558	104.047	104.296	102.183	105.412
	INGRESOS FINANCIEROS POR TENENCIA DE DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AF GASTOS FINANCIEROS NO CAPITALIZABLES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA ORDINARIA (incl. COMISIÓN DE AGENCIA, COMISIONES...)	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA IVA (incl. COMISIONES...)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	39.122.753	39.913.416	39.521.130	39.815.062	42.969.704	43.940.940	45.384.295	43.852.619	44.734.387	46.838.205	48.410.315	49.418.916	48.868.849	49.789.052	53.898.874	53.817.330	55.298.278	54.064.498	
IMPUESTO SOBRE BENEFICIOS	9.780.688	9.978.354	9.880.283	9.953.766	10.742.426	10.985.235	11.346.074	10.963.155	11.183.597	11.709.551	12.102.579	12.354.729	12.217.212	12.447.263	13.474.718	13.454.333	13.824.569	13.516.124	
RESULTADO DEL EJERCICIO	29.342.065	29.935.062	29.640.848	29.861.297	32.227.278	32.955.705	34.038.221	32.889.464	33.550.790	35.128.654	36.307.736	37.064.187	36.651.636	37.341.789	40.424.155	40.362.998	41.473.708	40.548.373	

ID.	CONCEPTO																		
		2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095
CUENTA DE PYG	RESULTADO DE EXPLOTACIÓN	54.999.792	57.919.888	59.119.463	59.786.376	60.577.814	61.111.017	65.269.710	66.555.013	67.867.637	69.161.625	71.007.442	74.793.998	77.395.283	78.894.288	80.495.345	82.085.839	83.543.893	85.350.008
	AF INGRESOS DE EXPLOTACIÓN - por servicios de construcción y explotación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	INGRESOS DE EXPLOTACIÓN - intereses financieros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AI INGRESOS DE EXPLOTACIÓN	84.516.808	73.778.048	75.088.715	86.000.658	78.682.127	97.824.117	80.564.456	82.028.995	83.447.864	88.560.660	101.093.477	94.342.561	89.522.630	91.108.057	92.721.092	94.362.205	96.031.831	97.730.541
	AM INGRESOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SUBVENCIÓN PERIODIFICADA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RECONOCIMIENTO SUBVENCIÓN ASOCIADA A DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AF GASTOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GASTOS DE EXPLOTACIÓN	14.130.362	2.231.427	2.181.828	11.800.499	3.229.232	20.969.422	2.413.380	2.460.021	2.435.568	6.113.989	17.258.523	9.024.355	2.621.509	2.707.930	2.719.909	2.770.528	2.982.100	2.874.696
	AI AMORTIZACIÓN	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838
	PROVISIONES TÉCNICAS POR REPOSICIONES	1.905.168	1.316.955	1.316.955	1.466.024	1.613.173	1.823.800	991.826	991.826	990.319	990.319	841.251	251.530	0	0	0	0	0	0
	PROVISIONES FINANCIERAS POR REPOSICIONES	3.975.648	2.803.941	2.964.631	3.441.921	3.756.069	4.414.039	2.383.702	2.516.297	2.648.501	2.788.889	2.480.423	766.840	0	0	0	0	0	0
	AM GASTOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AMORTIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROVISIONES TÉCNICAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROVISIONES FINANCIERAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RESULTADO FINANCIERO	78.541	79.824	71.389	77.957	79.617	96.841	93.946	95.855	108.653	124.327	150.014	179.546	210.424	236.510	259.633	282.947	336.252	359.386
	INGRESOS FINANCIEROS CONTINGENTES	108.541	109.824	101.389	107.957	109.617	126.841	123.946	125.855	138.653	154.327	180.014	209.546	240.424	266.510	289.633	312.947	336.252	359.386
	INGRESOS FINANCIEROS POR TENENCIA DE DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AF GASTOS FINANCIEROS NO CAPITALIZABLES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA ORDINARIA (incl. COMISIÓN DE AGENCIA, COMISIONES...)	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	0	0
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA IVA (incl. COMISIONES...)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	55.078.333	57.999.712	59.190.852	59.864.333	60.657.432	61.207.858	65.363.656	66.650.869	67.976.290	69.285.952	71.157.456	74.973.544	77.605.707	79.130.799	80.754.978	82.368.786	83.880.146	85.709.394	
IMPUESTO SOBRE BENEFICIOS	13.769.583	14.499.928	14.797.713	14.966.083	15.164.358	15.301.964	16.340.914	16.662.717	16.994.073	17.321.488	17.789.364	18.743.386	19.401.427	19.782.700	20.188.744	20.592.197	20.970.036	21.427.348	
RESULTADO DEL EJERCICIO	41.308.750	43.499.784	44.393.139	44.898.250	45.493.074	45.905.893	49.022.742	49.988.151	50.982.218	51.964.464	53.368.092	56.230.158	58.204.281	59.348.099	60.566.233	61.776.590	62.910.109	64.282.045	

ID.	CONCEPTO				
		2096	2097	2098	2099
CUENTA DE PYG	RESULTADO DE EXPLOTACIÓN	87.024.667	88.685.894	90.461.508	-9.505.838
	AF INGRESOS DE EXPLOTACIÓN - por servicios de construcción y explotación	0	0	0	0
	INGRESOS DE EXPLOTACIÓN - intereses financieros	0	0	0	0
	AI INGRESOS DE EXPLOTACIÓN	99.458.787	101.217.071	103.005.902	0
	AM INGRESOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0
	SUBVENCIÓN PERIODIFICADA	0	0	0	0
	RECONOCIMIENTO SUBVENCIÓN ASOCIADA A DEUDA SOBERANA	0	0	0	0
	AF GASTOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0
	GASTOS DE EXPLOTACIÓN	2.928.282	3.025.339	3.038.557	0
	AI AMORTIZACIÓN	9.505.838	9.505.838	9.505.838	9.505.838
	PROVISIONES TÉCNICAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0
	PROVISIONES FINANCIERAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0
	AM GASTOS	0	0	0	0
	AMORTIZACIÓN	0	0	0	0
	PROVISIONES TÉCNICAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0
	PROVISIONES FINANCIERAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0
	RESULTADO FINANCIERO	383.110	406.603	430.081	453.781
	INGRESOS FINANCIEROS CONTINGENTES	383.110	406.603	430.081	453.781
	INGRESOS FINANCIEROS POR TENENCIA DE DEUDA SOBERANA	0	0	0	0
	AF GASTOS FINANCIEROS NO CAPITALIZABLES	0	0	0	0
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA ORDINARIA (incl. COMISIÓN DE AGENCIA, COMISIONES...)	0	0	0	0
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA IVA (incl. COMISIONES...)	0	0	0	0
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0
RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	87.407.777	89.092.496	90.891.589	-9.052.056	
IMPUESTO SOBRE BENEFICIOS	21.851.944	22.273.124	22.722.897	0	
RESULTADO DEL EJERCICIO	65.555.833	66.819.372	68.168.692	-9.052.056	

16.1.2 BALANCE DE SITUACIÓN

ID.	CONCEPTO	FASE DE CONSTRUCCIÓN										FASE DE EXPLOTACIÓN								
		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	
	TOTAL	26.031.246	50.427.109	148.125.103	187.287.403	241.897.049	317.584.625	393.778.874	484.981.254	567.194.693	624.066.724	617.547.472	617.344.619	610.132.204	601.926.158	588.262.337	580.770.052	573.833.211	566.213.874	
ACTIVO	TOTAL ACTIVO NO CORRIENTE	25.508.279	49.531.986	143.875.890	185.553.771	239.576.576	314.279.251	390.407.391	480.924.823	563.518.234	623.739.825	616.864.769	616.649.650	608.717.301	600.485.131	586.510.207	579.203.836	572.293.307	564.558.962	
	AF Inmovilizado neto FINANCIERO - por IFRIC 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Inmovilizado neto FINANCIERO - por tenencia de DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AI Inmovilizado neto INTANGIBLE	25.508.279	49.531.986	143.875.890	185.553.771	239.576.576	314.279.251	390.407.391	480.924.823	563.518.234	617.879.461	608.373.623	598.867.785	589.361.947	579.856.109	570.350.271	560.844.434	551.338.596	541.832.758	
	+ Bruto	25.508.279	49.531.986	143.875.890	185.553.771	239.576.576	314.279.251	390.407.391	480.924.823	563.518.234	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	
	- Amortización acumulada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.505.838	19.011.676	28.517.514	38.023.351	47.529.189	57.035.027	66.540.865	76.046.703
	AM Inmovilizado neto MATERIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	+ Bruto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	- Amortización acumulada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CUENTA DE RESERVA PARA REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.820.171	4.108.472	6.523.241	7.796.909	3.169.229	5.281.076	7.716.089	9.305.264
CUENTA DE RESERVA PARA EL SERVICIO DE LA DEUDA - CRSD -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.670.974	13.673.393	12.832.113	12.832.113	12.990.707	13.078.327	13.238.623	13.420.941	
TOTAL ACTIVO CORRIENTE	522.966	895.123	4.249.213	1.733.632	2.320.473	3.305.375	3.371.482	4.056.431	3.676.460	2.326.899	0	682.703	694.969	1.414.902	1.441.027	1.752.129	1.566.216	1.539.904	1.654.912	
CLIENTES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	682.703	694.969	1.414.902	1.440.311	1.466.169	1.492.486	1.519.268	1.546.525	
H.P. DEUDORA POR IVA	522.966	895.123	4.249.213	1.733.632	2.320.473	3.305.375	3.371.482	4.056.431	3.676.460	2.326.899	0	0	0	0	716	285.960	73.730	20.635	108.386	
TESORERÍA Y OTROS ACTIVOS LÍQUIDOS EQUIVALENTES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	TOTAL	26.031.246	50.427.109	148.125.103	187.287.403	241.897.049	317.584.625	393.778.874	484.981.254	567.194.693	624.066.724	617.547.472	617.344.619	610.132.204	601.926.158	588.262.337	580.770.052	573.833.211	566.213.874	
PATRIMONIO NETO + PASIVO	TOTAL PATRIMONIO NETO	2.724.669	7.378.210	29.491.569	38.420.313	50.390.107	67.451.253	84.799.438	105.660.542	124.471.812	136.020.947	134.554.818	132.828.504	144.781.157	156.536.021	168.958.394	182.638.858	197.170.974	212.375.375	
	CAPITAL ORDINARIO	1.992.253	5.402.247	21.589.724	28.194.038	37.033.934	49.625.838	62.469.580	77.922.650	91.928.210	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	
	RESERVAS	0	732.416	1.975.963	7.901.845	10.226.276	13.356.173	17.825.415	22.329.858	27.737.892	32.543.602	35.228.358	35.228.358	35.228.358	43.988.568	55.743.432	68.165.805	81.846.269	96.378.385	
	Reserva legal	0	73.242	197.596	790.185	1.022.628	1.335.617	1.782.542	2.232.986	2.773.789	3.254.360	3.522.836	3.522.836	3.522.836	4.398.857	5.574.343	6.816.581	8.184.627	9.637.839	
	Aux. 3 - Calculo excedentes Reserva Legal	0	659.174	1.119.193	5.333.294	2.091.987	2.816.908	4.022.318	4.053.999	4.867.231	4.325.139	2.416.281	0	0	7.884.189	10.579.378	11.180.136	12.312.418	13.078.905	
	Dividendo no distribuido por incumplimiento de covenants	0	659.174	1.778.367	7.111.661	9.203.648	12.020.556	16.042.874	20.096.872	24.964.103	29.289.242	31.705.522	31.705.522	31.705.522	39.589.711	50.169.089	61.349.225	73.661.642	86.740.547	
	Otras reservas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RESULTADO DE EJERCICIOS ANTERIORES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1.466.129	-3.192.443	0	0	0	0	
	Aux. 4 - Calculo excedentes con R* - ej. ant.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.760.210	0	0	0	
	Aux. 5 - Calculo excedentes con R* + ej. act.	0	732.416	1.243.548	5.925.882	2.324.430	3.129.898	4.469.242	4.504.443	5.408.034	4.805.710	2.684.756	2.684.756	0	0	0	11.754.864	12.422.373	13.680.464	14.532.116
RESULTADO DEL EJERCICIO	732.416	1.243.548	5.925.882	2.324.430	3.129.898	4.469.242	4.504.443	5.408.034	4.805.710	2.684.756	-1.466.129	-1.726.314	11.952.653	11.754.864	12.422.373	13.680.464	14.532.116	15.204.400		
	TOTAL	23.287.005	42.738.255	117.715.811	145.771.157	187.389.447	244.635.616	301.575.985	369.899.958	430.904.281	469.912.395	463.453.545	457.297.459	442.944.345	425.962.555	403.116.367	383.161.362	363.468.629	341.530.903	
TOTAL PASIVO NO CORRIENTE	23.042.866	42.323.739	115.740.517	144.996.347	186.346.148	243.145.869	300.074.504	368.097.280	429.302.378	469.017.477	461.629.027	455.468.708	435.281.414	418.298.160	395.163.796	374.718.107	354.671.907	332.442.399		
DEUDA A LARGO PLAZO	23.042.866	42.323.739	115.740.517	144.996.347	186.346.148	243.145.869	300.074.504	368.097.280	429.302.378	469.017.477	461.629.027	455.468.708	435.281.414	418.298.160	395.163.796	374.718.107	354.671.907	332.442.399		
PROVISIÓN PARA REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
TOTAL PASIVO CORRIENTE	244.139	414.516	1.975.294	774.810	1.043.299	1.489.747	1.501.481	1.802.678	1.601.903	894.919	1.824.518	1.828.750	7.662.931	7.664.395	7.952.572	8.443.254	8.796.722	9.088.504		
H.P. ACREEDORA POR IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.710.335	1.754.438	3.594.681	3.658.506	3.724.832	3.790.228	3.858.191	3.928.827		
PROVEEDORES / ACREEDORES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114.183	74.312	84.032	87.601	86.948	92.872	94.491	91.543		
IMPUESTOS A PAGAR	244.139	414.516	1.975.294	774.810	1.043.299	1.489.747	1.501.481	1.802.678	1.601.903	894.919	0	0	3.984.218	3.918.288	4.140.791	4.560.155	4.844.039	5.068.133		
OTROS PASIVOS A CORTO PLAZO	19.572	310.644	917.722	3.095.933	4.117.495	5.497.757	7.403.451	9.420.755	11.818.600	20.133.382	19.539.109	27.218.656	22.406.702	19.427.582	16.187.575	14.969.832	13.193.607	12.307.596		
CHEQUEO DE CUADRE DE BALANCE	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

ID.	CONCEPTO																			
		2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	
TOTAL		557.674.990	541.344.051	533.836.832	526.323.541	521.525.788	514.735.062	500.521.326	489.818.687	484.339.351	476.824.895	471.468.322	440.477.314	453.567.057	455.829.343	451.616.760	439.553.666	423.627.175	414.943.810	
TOTAL ACTIVO NO CORRIENTE		556.100.725	539.296.134	532.205.606	523.598.909	517.284.343	509.067.207	493.710.606	485.954.376	480.248.372	472.872.819	452.141.210	430.261.805	424.920.284	420.097.390	413.289.471	398.034.456	380.640.758	376.296.132	
ACTIVO	AF Inmovilizado neto FINANCIERO - por IFRIC 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Inmovilizado neto FINANCIERO - por tenencia de DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AI Inmovilizado neto INTANGIBLE	532.326.920	522.821.082	513.315.244	503.809.406	494.303.569	484.797.731	475.291.893	465.786.055	456.280.217	446.774.379	437.268.541	427.762.704	418.256.866	408.751.028	399.245.190	389.739.352	380.233.514	370.727.676	
	+ Bruto	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	
	- Amortización acumulada	85.552.541	95.058.379	104.564.216	114.070.054	123.575.892	133.081.730	142.587.568	152.093.406	161.599.244	171.105.081	180.610.919	190.116.757	199.622.595	209.128.433	218.634.271	228.140.109	237.645.946	247.151.784	
	AM Inmovilizado neto MATERIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	+ Bruto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	- Amortización acumulada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CUENTA DE RESERVA PARA REPOSICIONES	10.130.876	2.622.788	4.986.519	5.679.711	8.699.243	9.647.748	3.601.749	5.230.197	8.856.715	10.702.129	10.875.004	2.499.101	6.663.418	11.346.362	14.044.280	8.295.104	407.244	5.568.455	
	CUENTA DE RESERVA PARA EL SERVICIO DE LA DEUDA - CRSD -	13.642.928	13.852.264	13.903.843	14.109.791	14.281.532	14.621.728	14.816.964	14.938.124	15.111.440	15.396.310	3.997.664	0	0	0	0	0	0	0	
	TOTAL ACTIVO CORRIENTE	1.574.265	2.047.916	1.631.225	1.790.498	1.690.219	1.744.204	2.099.902	1.909.671	1.814.593	1.940.580	1.880.124	2.457.708	1.975.215	1.982.819	2.018.265	2.366.977	2.515.964	2.128.395	
	CLIENTES	1.574.265	1.602.496	1.631.225	1.660.464	1.690.219	1.720.501	1.751.317	1.782.678	1.814.593	1.847.072	1.880.124	1.913.759	1.947.987	1.982.819	2.018.265	2.054.336	2.091.042	2.128.395	
	H.P. DEUDORA POR IVA	0	445.420	0	130.034	0	23.703	348.584	126.992	0	93.508	0	543.949	27.228	0	0	312.641	424.922	0	
	TESORERÍA Y OTROS ACTIVOS LÍQUIDOS EQUIVALENTES	0	0	0	934.135	2.551.226	3.923.651	4.710.818	1.954.641	2.276.385	2.011.497	17.446.989	7.757.802	26.671.558	33.749.134	36.309.024	39.152.233	40.470.453	36.519.283	
TOTAL		557.674.990	541.344.051	533.836.832	526.323.541	521.525.788	514.735.062	500.521.326	489.818.687	484.339.351	476.824.895	471.468.322	440.477.314	453.567.057	455.829.343	451.616.760	439.553.666	423.627.175	414.943.810	
TOTAL PATRIMONIO NETO		227.951.209	244.016.308	261.854.822	280.262.037	298.712.579	315.301.510	331.217.182	347.840.020	368.302.908	388.653.822	409.461.849	415.644.732	433.538.508	433.328.497	426.632.803	416.543.103	404.854.376	393.103.572	
PATRIMONIO NETO + PASIVO	PATRIMONIO NETO	227.951.209	244.016.308	261.854.822	280.262.037	298.712.579	315.301.510	331.217.182	347.840.020	368.302.908	388.653.822	409.461.849	415.644.732	433.538.508	433.328.497	426.632.803	416.543.103	404.854.376	393.103.572	
	CAPITAL ORDINARIO	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	
	RESERVAS	111.582.786	127.158.620	143.223.719	161.062.233	178.535.313	195.368.765	210.585.270	225.713.775	245.092.790	265.233.934	285.849.736	291.222.271	307.094.341	306.074.361	298.786.773	289.531.169	276.598.281	263.591.334	
	Reserva legal	11.558.279	12.715.862	14.322.372	16.106.223	17.946.945	19.886.413	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	
	Aux. 3 - Cálculo excedentes Reserva Legal	13.683.960	14.018.251	14.458.589	16.054.662	16.566.494	17.446.209	18.867.051	19.839.324	21.333.655	22.417.530	22.627.299	22.819.523	23.629.872	25.651.578	26.461.547	27.053.440	26.219.325	27.463.505	
	Dividendo no distribuido por incumplimiento de covenants	100.424.507	114.442.758	128.901.347	144.956.010	160.588.368	175.483.352	190.426.752	205.555.257	224.934.272	245.075.416	265.691.219	271.063.753	286.936.623	285.915.843	278.628.255	269.372.671	256.439.763	243.432.816	
	Otras reservas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RESULTADO DE EJERCICIOS ANTERIORES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Aux. 4 - Cálculo excedentes con R* - ej. ant.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Aux. 5 - Cálculo excedentes con R* + ej. act.	15.204.400	15.575.834	16.065.099	17.838.514	18.407.215	19.384.677	19.140.156	19.839.324	21.333.655	22.417.530	22.627.299	22.819.523	23.629.872	25.651.578	26.461.547	27.053.440	26.219.325	27.463.505	
	RESULTADO DEL EJERCICIO	15.575.834	16.065.099	17.838.514	18.407.215	19.384.677	19.140.156	19.839.324	21.333.655	22.417.530	22.627.299	22.819.523	23.629.872	25.651.578	26.461.547	27.053.440	26.219.325	27.463.505	28.719.650	
	TOTAL		321.509.814	292.737.968	270.890.624	246.061.504	222.813.208	199.433.552	169.304.144	141.978.668	116.036.442	88.171.073	62.006.474	24.832.582	20.028.549	22.500.846	24.983.957	23.010.563	18.772.800	21.840.238
	TOTAL PASIVO NO CORRIENTE		312.225.487	283.215.638	260.700.876	235.609.602	211.954.776	188.581.461	158.138.982	130.228.465	103.847.578	75.827.948	49.509.553	11.982.092	6.411.219	8.525.050	10.720.870	8.931.831	4.179.620	6.731.235
	PASIVO	DEUDA A LARGO PLAZO	302.803.100	279.311.337	255.121.539	230.540.689	205.253.471	179.321.676	152.400.233	124.769.198	96.566.463	67.679.979	37.879.056	7.093.953	0	0	0	0	0	0
PROVISIÓN PARA REPOSICIONES		9.422.387	3.904.301	5.579.337	5.068.913	6.701.305	9.259.785	5.738.749	5.459.266	7.281.115	8.147.969	11.630.497	4.888.139	6.411.219	8.525.050	10.720.870	8.931.831	4.179.620	6.731.235	
TOTAL PASIVO CORRIENTE		9.284.326	9.522.331	10.189.748	10.451.902	10.858.433	10.852.091	11.165.161	11.570.203	12.188.865	12.343.125	12.496.920	12.850.491	13.617.330	13.975.796	14.263.087	14.078.732	14.593.180	15.109.003	
H.P. ACREEDORA POR IVA		3.999.246	4.070.145	4.142.278	4.218.058	4.291.965	4.370.453	4.448.674	4.525.693	4.609.284	4.691.720	4.773.782	4.860.978	4.945.947	5.035.283	5.126.214	5.217.758	5.308.855	5.403.609	
PROVEEDORES / ACREEDORES		93.136	97.153	101.299	98.106	104.909	101.587	103.379	113.292	107.071	108.972	116.631	112.888	120.856	119.997	119.060	121.199	129.823	132.177	
IMPUESTOS A PAGAR		5.191.945	5.355.033	5.946.171	6.135.738	6.461.559	6.380.052	6.613.108	7.111.218	7.472.510	7.542.433	7.606.508	7.876.624	8.550.526	8.820.516	9.017.813	8.739.775	9.154.502	9.573.217	
OTROS PASIVOS A CORTO PLAZO		8.213.967	4.589.774	1.091.386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CHEQUEO DE CUADRE DE BALANCE		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

ID.	CONCEPTO																		
		2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077
	TOTAL	410.720.333	406.285.248	403.662.351	381.465.175	374.700.343	364.912.852	361.229.677	357.073.858	339.832.226	327.736.238	324.878.602	322.370.018	321.407.524	295.164.298	288.835.219	278.920.497	274.837.624	270.054.779
ACTIVO	TOTAL ACTIVO NO CORRIENTE	371.745.609	367.684.272	359.285.309	336.020.402	330.031.417	322.049.753	317.388.715	309.210.824	289.154.426	282.084.281	278.997.975	277.128.622	268.839.736	241.302.299	235.815.471	226.677.787	221.180.914	214.837.729
	AF Inmovilizado neto FINANCIERO - por IFRIC 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inmovilizado neto FINANCIERO - por tenencia de DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AI Inmovilizado neto INTANGIBLE	361.221.839	351.716.001	342.210.163	332.704.325	323.198.487	313.692.649	304.186.811	294.680.974	285.175.136	275.669.298	266.163.460	256.657.622	247.151.784	237.645.946	228.140.109	218.634.271	209.128.433	199.622.595
	+ Bruto	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461
	- Amortización acumulada	256.657.622	266.163.460	275.669.298	285.175.136	294.680.974	304.186.811	313.692.649	323.198.487	332.704.325	342.210.163	351.716.001	361.221.839	370.727.676	380.233.514	389.739.352	399.245.190	408.751.028	418.256.866
	AM Inmovilizado neto MATERIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	+ Bruto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- Amortización acumulada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CUENTA DE RESERVA PARA REPOSICIONES	10.523.770	15.968.271	17.075.146	3.316.077	6.832.930	8.357.104	13.201.904	14.529.850	3.979.290	6.414.983	12.834.515	20.471.000	21.687.952	3.656.353	7.675.363	8.043.516	12.052.481	15.215.134
	CUENTA DE RESERVA PARA EL SERVICIO DE LA DEUDA - CRSD -			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL ACTIVO CORRIENTE	2.166.406	2.237.514	2.244.446	3.064.961	2.325.255	2.541.061	2.408.931	2.451.874	3.049.477	2.749.189	2.585.283	2.631.322	2.678.169	3.736.913	2.774.339	3.015.363	2.873.910	2.926.589
	CLIENTES	2.166.406	2.205.086	2.244.446	2.284.499	2.325.255	2.366.728	2.408.931	2.451.874	2.495.572	2.540.037	2.585.283	2.631.322	2.678.169	3.736.913	2.774.339	3.015.363	2.873.910	2.926.589
	H.P. DEUDORA POR IVA	0	32.429	0	780.462	0	174.333	0	0	553.904	209.152	0	0	0	1.011.076	0	191.670	0	1.582
	TESORERÍA y OTROS ACTIVOS LÍQUIDOS EQUIVALENTES	36.808.319	36.363.462	42.132.596	42.379.813	42.343.671	40.322.038	41.432.032	45.411.160	47.628.323	42.902.768	43.295.344	42.610.074	49.889.619	50.125.086	50.245.408	49.227.347	50.782.800	52.290.461
TOTAL	410.720.333	406.285.248	403.662.351	381.465.175	374.700.343	364.912.852	361.229.677	357.073.858	339.832.226	327.736.238	324.878.602	322.370.018	321.407.524	295.164.298	288.835.219	278.920.497	274.837.624	270.054.779	
PATRIMONIO NETO + PASIVO	TOTAL PATRIMONIO NETO	385.926.354	379.053.098	372.330.483	360.059.184	349.906.649	340.518.684	334.234.868	325.692.300	313.831.930	301.332.261	294.737.229	288.506.072	282.547.634	269.999.804	260.298.873	250.416.463	242.662.824	232.428.397
	CAPITAL ORDINARIO	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589
	RESERVAS	255.791.700	248.325.446	241.897.046	229.405.298	216.886.783	206.770.390	199.404.057	192.010.247	179.488.551	165.411.018	157.636.904	150.649.296	145.103.409	131.865.426	119.082.129	109.260.876	100.396.526	91.087.435
	Reserva legal	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518
	Aux. 3 - Cálculo excedentes Reserva Legal	28.719.650	29.342.065	29.935.062	29.640.848	29.861.297	32.227.278	32.955.705	34.038.221	32.889.464	33.550.790	35.128.654	36.307.736	37.064.187	36.651.636	37.341.789	40.424.155	40.362.998	41.473.708
	Dividendo no distribuido por incumplimiento de covenants	235.633.182	228.166.928	221.738.528	209.246.781	196.728.265	186.611.872	179.245.539	171.851.729	159.330.034	145.252.500	137.478.386	130.490.778	124.944.891	111.706.908	98.923.611	89.102.358	80.238.009	70.928.917
	Otras reservas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RESULTADO DE EJERCICIOS ANTERIORES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aux. 4 - Cálculo excedentes con R ⁿ - ej. ant.	28.719.650	29.342.065	29.935.062	29.640.848	29.861.297	32.227.278	32.955.705	34.038.221	32.889.464	33.550.790	35.128.654	36.307.736	37.064.187	36.651.636	37.341.789	40.424.155	40.362.998	41.473.708
	Aux. 5 - Cálculo excedentes con R ⁿ + ej. act.	29.342.065	29.935.062	29.640.848	29.861.297	32.227.278	32.955.705	34.038.221	32.889.464	33.550.790	35.128.654	36.307.736	37.064.187	36.651.636	37.341.789	40.424.155	40.362.998	41.473.708	40.548.373
	RESULTADO DEL EJERCICIO	24.793.979	27.232.150	31.331.867	21.405.991	24.793.693	24.394.168	26.994.810	31.381.558	26.000.296	26.403.977	30.141.373	33.863.946	38.859.890	25.164.494	28.536.346	28.504.034	32.174.800	37.626.382
	TOTAL PASIVO NO CORRIENTE	9.383.243	11.520.949	15.618.818	5.515.411	7.998.704	7.258.496	9.388.655	14.044.130	8.331.508	8.088.251	11.314.944	14.671.293	19.683.018	5.630.747	7.846.028	7.711.855	10.875.610	16.509.091
	DEUDA A LARGO PLAZO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROVISIÓN PARA REPOSICIONES	9.383.243	11.520.949	15.618.818	5.515.411	7.998.704	7.258.496	9.388.655	14.044.130	8.331.508	8.088.251	11.314.944	14.671.293	19.683.018	5.630.747	7.846.028	7.711.855	10.875.610	16.509.091
	TOTAL PASIVO CORRIENTE	15.410.736	15.711.201	15.713.049	16.794.989	17.135.672	17.606.154	17.337.428	17.668.787	18.315.726	18.826.428	19.192.653	19.176.872	19.533.747	20.690.318	20.990.318	21.299.191	21.117.291	21.117.291
	H.P. ACREEDORA POR IVA	5.502.171	5.599.238	5.700.214	5.801.853	5.900.639	6.010.517	6.117.605	6.226.343	6.337.453	6.447.717	6.562.468	6.681.893	6.800.753	6.920.310	7.041.926	7.169.966	7.294.429	7.427.002
	PROVEEDORES / ACREEDORES	127.877	133.609	132.552	134.960	151.925	139.921	142.475	148.930	147.738	158.458	161.382	156.031	158.907	166.174	173.673	167.881	180.192	174.165
IMPUESTOS A PAGAR	9.780.688	9.978.354	9.880.283	9.953.766	10.742.426	10.985.235	11.346.074	10.963.155	11.183.597	11.709.551	12.102.579	12.354.729	12.217.212	12.447.263	13.474.718	13.454.333	13.824.569	13.516.124	
OTROS PASIVOS A CORTO PLAZO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CHEQUEO DE CUADRE DE BALANCE	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

ID.	CONCEPTO																		
		2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095
ACTIVO	TOTAL	253.315.582	248.905.666	249.163.535	237.693.097	235.193.771	207.775.703	204.361.712	209.270.748	214.386.522	216.000.127	206.701.273	205.321.233	208.111.713	209.810.337	211.602.580	213.391.670	215.099.246	217.092.062
	TOTAL ACTIVO NO CORRIENTE	196.798.762	197.031.175	194.070.801	181.242.854	170.845.844	143.829.409	140.421.562	139.104.478	136.611.617	125.598.600	101.432.043	85.547.992	76.042.154	66.536.316	57.030.478	47.524.640	38.018.802	28.512.964
	AF Inmovilizado neto FINANCIERO - por IFRIC 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inmovilizado neto FINANCIERO - por tenencia de DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AI Inmovilizado neto INTANGIBLE	190.116.757	180.610.919	171.105.081	161.599.244	152.093.406	142.587.568	133.081.730	123.575.892	114.070.054	104.564.216	95.058.379	85.552.541	76.046.703	66.540.865	57.035.027	47.529.189	38.023.351	28.517.514
	+ Bruto	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461
	- Amortización acumulada	427.762.704	437.268.541	446.774.379	456.280.217	465.786.055	475.291.893	484.797.731	494.303.569	503.809.406	513.315.244	522.821.082	532.326.920	541.832.758	551.338.596	560.844.434	570.350.271	579.856.109	589.361.947
	AM Inmovilizado neto MATERIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	+ Bruto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- Amortización acumulada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CUENTA DE RESERVA PARA REPOSICIONES	6.682.005	16.420.256	22.965.719	19.643.610	18.792.439	1.241.842	7.339.832	15.528.585	22.541.563	21.034.384	6.373.664	-4.549	-4.549	-4.549	-4.549	-4.549	-4.549	-4.549
	CUENTA DE RESERVA PARA EL SERVICIO DE LA DEUDA - CRSD -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL ACTIVO CORRIENTE	3.608.410	3.029.899	3.083.725	3.641.357	3.241.621	4.234.421	3.308.602	3.369.151	3.427.017	3.678.524	4.319.288	3.947.355	3.676.494	3.741.604	3.807.848	3.875.245	3.943.812	4.013.575
	CLIENTES	2.976.998	3.029.899	3.083.725	3.138.493	3.194.217	3.250.915	3.308.602	3.367.297	3.427.017	3.487.779	3.549.600	3.612.499	3.676.494	3.741.604	3.807.848	3.875.245	3.943.812	4.013.575
	H.P. DEUDORA POR IVA	631.412	0	0	502.864	47.404	983.506	0	1.854	0	190.746	769.688	334.856	0	0	0	0	0	0
TESORERÍA y OTROS ACTIVOS LÍQUIDOS EQUIVALENTES	52.908.409	48.844.592	52.009.009	52.808.886	61.106.305	59.711.872	60.631.549	66.797.120	74.347.887	86.723.003	100.949.942	115.825.886	128.393.066	139.532.418	150.764.254	161.991.786	173.136.631	184.565.523	
TOTAL	253.315.582	248.905.666	249.163.535	237.693.097	235.193.771	207.775.703	204.361.712	209.270.748	214.386.522	216.000.127	206.701.273	205.321.233	208.111.713	209.810.337	211.602.580	213.391.670	215.099.246	217.092.062	
PATRIMONIO NETO + PASIVO	TOTAL PATRIMONIO NETO	221.446.686	212.038.061	207.586.608	200.475.850	193.160.038	177.959.626	169.973.849	170.939.258	171.933.325	172.915.571	174.319.199	177.181.265	179.155.387	180.299.206	181.517.340	182.727.697	183.861.216	185.233.152
	CAPITAL ORDINARIO	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589
	RESERVAS	79.345.347	67.745.688	62.400.881	54.785.011	46.874.375	31.261.144	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518
	Reserva legal	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518
	Aux. 3 - Cálculo excedentes Reserva Legal	40.548.373	41.308.750	43.499.784	44.393.139	44.898.250	45.493.074	45.905.893	46.498.742	46.911.651	47.324.560	47.737.469	48.150.378	48.563.287	48.976.196	49.389.105	49.802.014	50.214.923	50.627.832
	Dividendo no distribuido por incumplimiento de covenants	59.186.830	47.587.170	42.242.363	34.626.493	26.715.857	11.102.626	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Otras reservas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RESULTADO DE EJERCICIOS ANTERIORES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aux. 4 - Cálculo excedentes con R ⁿ - ej. ant.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aux. 5 - Cálculo excedentes con R ⁿ + ej. act.	40.548.373	41.308.750	43.499.784	44.393.139	44.898.250	45.493.074	45.905.893	46.498.742	46.911.651	47.324.560	47.737.469	48.150.378	48.563.287	48.976.196	49.389.105	49.802.014	50.214.923	50.627.832
	RESULTADO DEL EJERCICIO	31.868.896	36.867.605	41.576.926	37.217.246	42.033.733	29.816.077	34.387.863	38.331.490	42.453.197	43.084.556	32.382.074	28.139.968	28.956.326	29.511.131	30.085.240	30.663.974	31.238.030	31.858.909
	TOTAL PASIVO NO CORRIENTE	10.363.010	14.483.906	18.765.492	14.095.075	18.561.377	6.065.767	9.441.295	12.914.111	16.552.932	16.698.889	5.359.843	0						
	DEUDA A LARGO PLAZO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROVISIÓN PARA REPOSICIONES	10.363.010	14.483.906	18.765.492	14.095.075	18.561.377	6.065.767	9.441.295	12.914.111	16.552.932	16.698.889	5.359.843	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL PASIVO CORRIENTE	21.505.885	22.383.699	22.811.434	23.122.171	23.472.356	23.750.310	24.946.568	25.417.379	25.900.265	26.385.667	27.022.231	28.139.968	28.956.326	29.511.131	30.085.240	30.663.974	31.238.030	31.858.909
H.P. ACREEDORA POR IVA	7.558.900	7.688.423	7.829.652	7.968.585	8.106.632	8.253.768	8.396.653	8.547.228	8.700.466	8.854.587	9.007.664	9.167.125	9.333.242	9.496.400	9.666.388	9.837.319	10.002.816	10.188.137	
PROVEEDORES / ACREEDORES	177.402	195.348	184.069	187.503	201.367	194.578	209.000	207.434	205.727	209.592	225.203	229.457	221.657	232.031	230.107	234.458	265.177	243.424	
IMPUESTOS A PAGAR	13.769.583	14.499.828	14.797.713	14.966.083	15.164.358	15.301.964	16.340.914	16.662.717	16.994.073	17.321.488	17.789.364	18.743.386	19.401.427	19.782.700	20.188.744	20.592.197	20.970.036	21.427.348	
OTROS PASIVOS A CORTO PLAZO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CHEQUEO DE CUADRE DE BALANCE	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

ID.	CONCEPTO				
		2096	2097	2098	2099
	TOTAL	218.975.056	220.852.348	222.837.796	111.899.050
ACTIVO	TOTAL ACTIVO NO CORRIENTE	19.007.127	9.501.289	-4.549	-9.510.387
	AF Inmovilizado neto FINANCIERO - por IFRIC 12	0	0	0	0
	Inmovilizado neto FINANCIERO - por tenencia de DEUDA SOBERANA	0	0	0	0
	AI Inmovilizado neto INTANGIBLE	19.011.676	9.505.838	0	-9.505.838
	+ Bruto	617.879.461	617.879.461	617.879.461	617.879.461
	- Amortización acumulada	598.867.785	608.373.623	617.879.461	627.385.299
	AM Inmovilizado neto MATERIAL	0	0	0	0
	+ Bruto	0	0	0	0
	- Amortización acumulada	0	0	0	0
	CUENTA DE RESERVA PARA REPOSICIONES	-4.549	-4.549	-4.549	-4.549
	CUENTA DE RESERVA PARA EL SERVICIO DE LA DEUDA - CRSD -	0	0	0	0
	TOTAL ACTIVO CORRIENTE	4.084.550	4.156.759	4.230.222	0
	CLIENTES	4.084.550	4.156.759	4.230.222	0
	H.P. DEUDORA POR IVA	0	0	0	0
TESORERÍA y OTROS ACTIVOS LÍQUIDOS EQUIVALENTES	195.883.380	207.194.300	218.612.123	121.409.438	
	TOTAL	218.975.056	220.852.348	222.837.796	111.899.050
PATRIMONIO NETO + PASIVO	TOTAL PATRIMONIO NETO	186.506.940	187.770.479	189.119.799	111.899.050
	CAPITAL ORDINARIO	100.792.589	100.792.589	100.792.589	100.792.589
	RESERVAS	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518
	Reserva legal	20.158.518	20.158.518	20.158.518	20.158.518
	Aux. 3 - Cálculo excedentes Reserva Legal	64.282.045	65.555.833	66.819.372	68.168.692
	Dividendo no distribuido por incumplimiento de covenants	0	0	0	0
	Otras reservas	0	0	0	0
	RESULTADO DE EJERCICIOS ANTERIORES	0	0	0	0
	Aux. 4 - Cálculo excedentes con R* - ej. ant.	0	0	0	0
	Aux. 5 - Cálculo excedentes con R* + ej. act.	64.282.045	65.555.833	66.819.372	68.168.692
	RESULTADO DEL EJERCICIO	65.555.833	66.819.372	68.168.692	-9.052.056
		32.468.117	33.081.869	33.717.998	0
	TOTAL PASIVO NO CORRIENTE	0	0	0	0
	DEUDA A LARGO PLAZO	0	0	0	0
PROVISIÓN PARA REPOSICIONES	0	0	0	0	
TOTAL PASIVO CORRIENTE	32.468.117	33.081.869	33.717.998	0	
H.P. ACREEDORA POR IVA	10.368.132	10.549.022	10.737.547	0	
PROVEEDORES / ACREEDORES	248.041	259.722	257.553	0	
IMPUESTOS A PAGAR	21.851.944	22.273.124	22.722.897	0	
OTROS PASIVOS A CORTO PLAZO	0	0	0	0	
CHEQUEO DE CUADRE DE BALANCE	OK	OK	OK	OK	

16.1.3 ESTADO DE FLUJOS DE EFECTIVO

ID.	CONCEPTO	FASE DE CONSTRUCCIÓN										FASE DE EXPLOTACIÓN							
		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041
ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO	RESUMEN DE COBROS	13.641.603	24.129.868	112.184.077	51.584.419	63.197.986	89.797.877	93.030.154	111.049.155	102.217.297	72.601.430	25.250.031	31.697.210	49.044.430	49.792.006	56.975.328	53.490.895	53.033.648	55.857.253
	FASE CONSTRUCCIÓN																		
	APORTACIONES DE CAPITAL (AMBAS FASES)	1.992.253	3.409.993	16.187.477	6.604.314	8.839.896	12.591.904	12.843.742	15.453.070	14.005.561	8.864.379	0	0	0	0	0	0	0	0
	APORTACIONES DE SUBVENCIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	APORTACIONES DE DEUDA NO CONTINGENTE	7.969.012	13.639.974	64.749.909	26.417.255	35.359.586	50.367.615	51.374.967	61.812.281	56.022.242	35.457.514	0	0	0	0	0	0	0	0
	DESDOTACIÓN CUENTA DE RESERVA REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.648	5.446.866	1.404.388	393.054	2.064.505
	IVA COBRADO POR INVERSIONES	1.568.899	3.208.336	13.642.762	9.450.110	8.695.051	12.236.597	13.419.821	15.540.775	15.085.810	10.657.158	2.326.899	0	0	2.149	858.598	507.152	135.636	345.795
	APORTACIONES DEUDA IVA	2.091.866	3.580.493	16.996.851	6.934.529	9.281.891	13.221.499	13.485.929	16.225.724	14.705.839	9.307.598	0	0	0	0	0	0	0	0
	FASE EXPLOTACIÓN																		
	COBROS POR LAS VENTAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.941.124	16.910.219	33.732.942	35.046.153	35.675.355	36.315.706	36.967.401	37.630.638
	DESDOTACIÓN CUENTA DE RESERVA DE LA DEUDA - CRSD -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	841.280	0	0	0	0	0
	IVA REPERCUTIDO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.982.007	7.107.443	14.470.208	14.730.056	14.994.510	15.263.650	15.537.557	15.816.316
	IVA COBRADO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MIXTO																		
	APORTACIONES DE DEUDA CONTINGENTE	19.572	291.072	607.078	2.178.211	1.021.562	1.380.262	1.905.694	2.017.304	2.397.845	8.314.782	0	7.679.547	0	0	0	0	0	0
	INGRESOS FINANCIEROS CONTINGENTES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RESUMEN DE PAGOS	13.641.603	24.129.868	112.184.077	51.584.419	63.197.986	89.797.877	93.030.154	111.049.155	102.217.297	72.601.430	25.250.031	31.697.210	49.044.430	49.792.006	56.975.328	53.490.895	53.033.648	55.857.253
	FASE CONSTRUCCIÓN																		
	INVERSIÓN EN INMOVILIZADO MATERIAL	9.961.266	17.049.967	80.937.386	33.021.969	44.199.482	62.959.519	64.218.709	77.265.352	70.027.803	44.321.893	0	0	0	13.648	5.446.866	1.404.388	393.054	2.064.505
	<i>Cálculo auxiliar por excesivo tamaño de la fórmula en fila superior</i>	0	24.512.153	46.830.862	133.081.028	171.456.752	221.059.609	289.466.332	359.172.602	441.963.498	517.554.129	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166
	DOTACIÓN CUENTA DE RESERVA MANTENIMIENTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.820.171	2.288.301	2.414.769	1.287.315	3.516.235	2.828.067	3.653.680	
	IVA SOPORTADO EN INVERSIONES	2.091.866	3.580.493	16.996.851	6.934.529	9.281.891	13.221.499	13.485.929	16.225.724	14.705.839	9.307.598	0	0	0	2.866	1.143.842	294.921	82.541	433.546
	PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA IVA	1.568.899	3.208.336	13.642.762	9.450.110	8.695.051	12.236.597	13.419.821	15.540.775	15.085.810	10.657.158	2.326.899	0	0	0	0	0	0	0
	INTERESES y COMISIONES ASOCIADOS A LA DEUDA IVA	18.847	35.416	158.537	88.133	94.092	133.129	141.458	166.542	156.984	106.054	14.050	0	0	0	0	0	0	0
	FASE EXPLOTACIÓN																		
	PERSONAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400.426	407.634	414.971	422.441	430.045	437.786	445.666	453.688
	SEGUROS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60.950	62.169	63.412	64.680	65.974	67.293	68.639	70.012
	RESTO DE PAGOS POR LA EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	580.906	492.246	501.826	529.702	529.950	559.433	573.597	560.217
IVA SOPORTADO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140.666	89.691	91.485	96.031	95.181	102.737	104.792	101.006	
IVA PAGADO EN OPERACIONES COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.131.006	6.973.650	12.538.480	14.570.199	14.833.003	15.095.517	15.364.802	15.644.674	
DOTACIÓN CUENTA DE RESERVA DE LA DEUDA - CRSD -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.860.364	810.611	7.002.419	0	158.594	87.620	160.296	182.318		
PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA NO CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.333.038	7.744.554	21.834.390	19.757.691	20.581.551	21.142.302	21.569.464	22.147.945	
INTERESES y COMISIONES ASOCIADOS A LA DEUDA NO CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.417.690	5.627.395	5.542.396	5.363.803	5.112.675	4.869.112	4.617.189	4.369.301	
IMPUESTO DE SOCIEDADES	0	244.139	414.516	1.975.294	774.810	1.043.299	1.489.747	1.501.481	1.802.678	1.601.903	894.919	0	0	3.984.218	3.918.288	4.140.791	4.560.155	4.844.039	
DIVIDENDOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MIXTO																			
PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	594.273	0	4.811.954	2.979.120	3.240.007	1.217.743	1.776.224	886.011	
INTERESES ASOCIADOS A LA DEUDA CONTINGENTE	726	11.517	34.025	114.784	152.659	203.833	274.488	349.281	438.183	746.460	724.427	1.009.152	830.745	720.292	600.166	555.018	489.163	456.313	
EXCEDENTE ANUAL DE TESORERÍA PROVENIENTE DE EFE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EXCEDENTE ACUMULADO DE TESORERÍA PROVENIENTE DE EFE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EXCEDENTE ACUMULADO DE TESORERÍA PROVENIENTE DE BALANCE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CHEQUEO DE CUADRE DE FLUJOS DE EFECTIVO		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

ID.	CONCEPTO																		
		2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059
ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO	RESUMEN DE COBROS	54.514.013	65.201.729	56.819.571	60.251.558	58.544.928	59.987.372	68.241.783	64.766.547	62.842.333	65.900.084	76.787.239	82.165.064	68.481.669	68.607.683	69.820.155	77.965.064	82.027.695	74.065.096
	FASE CONSTRUCCIÓN																		
	APORTACIONES DE CAPITAL (AMBA FASES)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	APORTACIONES DE SUBVENCIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	APORTACIONES DE DEUDA NO CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	DESOTACIÓN CUENTA DE RESERVA REPOSICIONES	0	8.484.200	0	2.476.839	0	451.495	6.639.699	2.418.896	0	1.781.104	0	10.360.927	518.626	0	0	5.955.073	8.093.756	0
	IVA COBRADO POR INVERSIONES	108.386	1.336.261	445.420	390.102	130.034	71.110	1.069.456	729.560	126.992	280.524	93.508	1.631.846	625.632	27.228	0	937.924	1.587.408	424.922
	APORTACIONES DEUDA IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FASE EXPLOTACIÓN																		
	COBROS POR LAS VENTAS	38.305.617	38.992.543	39.691.608	40.403.055	41.127.083	41.863.910	42.613.761	43.376.859	44.153.436	44.943.726	45.747.965	46.566.397	47.399.248	48.246.805	49.109.305	49.987.006	50.880.172	51.789.070
	DESOTACIÓN CUENTA DE RESERVA DE LA DEUDA - CRSD -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.713.563	3.997.664	0	0	0	0	0	0
	IVA REPERCUTIDO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	16.100.010	16.388.725	16.682.542	16.981.563	17.285.872	17.595.561	17.910.722	18.231.453	18.557.848	18.890.006	19.228.027	19.572.013	19.922.060	20.278.287	20.640.795	21.009.692	21.385.089	21.767.098
	IVA COBRADO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MIXTO																		
	APORTACIONES DE DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	INGRESOS FINANCIEROS CONTINGENTES	0	0	0	0	1.939	5.296	8.144	9.778	4.057	4.725	4.175	36.215	16.103	55.363	70.054	75.368	81.270	84.006
	RESUMEN DE PAGOS	54.514.013	65.201.729	56.819.571	59.317.423	56.927.837	58.614.947	67.454.616	67.522.724	62.520.589	66.164.973	61.351.747	91.854.250	49.567.912	61.530.107	67.260.265	75.121.856	80.709.475	78.016.265
	FASE CONSTRUCCIÓN																		
	INVERSIÓN EN INMOVILIZADO MATERIAL	0	8.484.200	0	2.476.839	0	451.495	6.639.699	2.418.896	0	1.781.104	0	10.360.927	518.626	0	0	5.955.073	8.093.756	0
	<i>Cálculo auxiliar por exceso tamaño de la fórmula en fila superior</i>	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166
	DOTACIÓN CUENTA DE RESERVA MANTENIMIENTO	825.613	976.111	2.363.731	3.170.030	3.019.532	1.400.000	593.701	4.047.344	3.626.518	3.626.518	172.875	1.985.024	4.682.943	4.682.943	2.697.919	205.896	205.896	5.161.211
	IVA SOPORTADO EN INVERSIONES	0	1.781.682	0	520.136	0	94.814	1.394.337	507.968	0	374.032	0	2.175.795	108.911	0	0	1.250.565	1.699.689	0
	PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	INTERESES y COMISIONES ASOCIADOS A LA DEUDA IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FASE EXPLOTACIÓN																		
	PERSONAL	461.854	470.167	478.630	487.246	496.016	504.945	514.034	523.286	532.705	542.294	552.055	561.992	572.108	582.406	592.889	603.561	614.426	625.485
	SEGUROS	71.412	72.841	74.297	75.783	77.299	78.845	80.422	82.030	83.671	85.344	87.051	88.792	90.568	92.379	94.227	96.112	98.034	99.994
	RESTO DE PAGOS POR LA EXPLOTACIÓN	565.371	587.403	612.511	600.415	631.829	621.731	627.527	679.751	658.015	661.466	702.332	690.951	727.745	731.342	725.715	735.662	781.675	802.276
IVA SOPORTADO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	103.027	108.146	113.430	109.333	118.012	113.750	116.025	128.681	120.712	123.126	132.901	128.101	138.270	137.156	135.941	138.660	149.668	152.662	
IVA PAGADO EN OPERACIONES COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	15.926.565	16.209.680	16.496.979	16.796.451	17.093.952	17.403.323	17.716.476	18.025.753	18.353.545	18.684.444	19.013.064	19.356.716	19.698.820	20.051.796	20.413.923	20.779.488	21.144.324	21.519.682	
DOTACIÓN CUENTA DE RESERVA DE LA DEUDA - CRSD -	221.987	209.336	51.579	205.948	171.740	340.197	195.236	121.160	173.316	284.870	314.917	0	0	0	0	0	0	0	
PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA NO CONTINGENTE	22.776.541	23.491.764	24.189.798	24.580.850	25.287.218	25.931.795	26.921.442	27.631.035	28.202.735	28.886.484	29.800.922	30.785.103	7.093.953	0	0	0	0	0	
INTERESES y COMISIONES ASOCIADOS A LA DEUDA NO CONTINGENTE	4.095.341	3.824.093	3.544.731	3.256.836	2.962.365	2.661.268	2.352.014	2.032.893	1.703.513	1.366.396	1.021.698	667.352	301.541	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	
IMPUESTO DE SOCIEDADES	5.068.133	5.191.945	5.355.033	5.946.171	6.135.738	6.461.559	6.380.052	6.613.108	7.111.218	7.472.510	7.542.433	7.606.508	7.876.624	8.550.526	8.820.516	9.017.813	8.739.775	9.154.502	
DIVIDENDOS	0	0	0	0	934.135	2.551.226	3.923.651	4.710.818	1.954.641	2.276.385	2.011.497	17.446.989	7.757.802	26.671.558	33.749.134	36.309.024	39.152.233	40.470.453	
MIXTO																			
PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA CONTINGENTE	4.093.630	3.624.192	3.498.388	1.091.386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
INTERESES ASOCIADOS A LA DEUDA CONTINGENTE	304.539	170.169	40.464	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EXCEDENTE ANUAL DE TESORERÍA PROVENIENTE DE EFE	0	0	0	934.135	1.617.091	1.372.425	787.167	-2.756.177	321.745	-264.889	15.435.492	-9.689.187	18.913.756	7.077.576	2.559.890	2.843.208	1.318.220	-3.951.170	
EXCEDENTE ACUMULADO DE TESORERÍA PROVENIENTE DE EFE	0	0	0	934.135	2.551.226	3.923.651	4.710.818	1.954.641	2.276.385	2.011.497	17.446.989	7.757.802	26.671.558	33.749.134	36.309.024	39.152.233	40.470.453	36.519.283	
EXCEDENTE ACUMULADO DE TESORERÍA PROVENIENTE DE BALANCE	0	0	0	934.135	2.551.226	3.923.651	4.710.818	1.954.641	2.276.385	2.011.497	17.446.989	7.757.802	26.671.558	33.749.134	36.309.024	39.152.233	40.470.453	36.519.283	
CHEQUEO DE CUADRE DE FLUJOS DE EFECTIVO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

ID.	CONCEPTO																			
		2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	
ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO	RESUMEN DE COBROS	74.945.608	76.997.943	77.674.755	96.245.843	81.228.006	85.724.406	83.509.419	84.821.515	98.552.237	93.046.467	89.644.284	91.027.053	92.644.643	116.598.976	96.994.947	101.915.626	99.614.829	101.227.168	
	FASE CONSTRUCCIÓN																			
	APORTACIONES DE CAPITAL (AMBA FASES)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	APORTACIONES DE SUBVENCIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	APORTACIONES DE DEUDA NO CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	DESOTACIÓN CUENTA DE RESERVA REPOSICIONES	0	617.689	0	14.865.945	0	3.320.626	0	0	10.550.560	3.983.840	0	0	0	19.258.596	0	3.650.857	0	30.134	
	IVA COBRADO POR INVERSIONES	0	97.286	32.429	2.341.386	780.462	522.999	174.333	0	1.661.713	1.181.359	209.152	0	0	3.033.229	1.011.076	575.010	191.670	4.746	
	APORTACIONES DEUDA IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FASE EXPLOTACIÓN																			
	COBROS POR LAS VENTAS	52.713.971	53.655.153	54.612.897	55.587.488	56.579.195	57.588.357	58.615.266	59.660.195	60.723.485	61.805.443	62.906.390	64.026.653	65.166.563	66.326.460	67.506.657	68.707.559	69.929.496	71.172.827	
	DESOTACIÓN CUENTA DE RESERVA DE LA DEUDA - CRSD -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	IVA REPERCUTIDO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	22.155.832	22.551.410	22.953.948	23.363.567	23.780.379	24.204.529	24.636.132	25.075.318	25.522.217	25.976.961	26.439.687	26.910.531	27.389.632	27.877.134	28.373.167	28.877.903	29.391.480	29.914.048	
	IVA COBRADO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	APORTACIONES DE DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	INGRESOS FINANCIEROS CONTINGENTES	75.804	76.404	75.481	87.456	87.969	87.894	83.698	86.002	94.262	98.864	89.055	89.870	88.447	103.558	104.047	104.296	102.183	105.412	
	RESUMEN DE PAGOS	74.656.573	77.442.799	71.905.621	95.998.626	81.264.148	87.746.039	82.399.425	80.842.387	96.335.073	97.772.023	89.251.707	91.712.323	85.365.097	116.363.510	96.874.624	102.933.687	98.059.376	99.719.507	
	FASE CONSTRUCCIÓN																			
	INVERSIÓN EN INMOVILIZADO MATERIAL	0	617.689	0	14.865.945	0	3.320.626	0	0	10.550.560	3.983.840	0	0	0	19.258.596	0	3.650.857	0	30.134	
	<i>Cálculo auxiliar por excesivo tamaño de la fórmula en fila superior</i>	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166
	DOTACIÓN CUENTA DE RESERVA MANTENIMIENTO	4.955.315	6.062.190	1.106.875	1.106.875	3.516.853	4.844.800	4.844.800	1.327.947	0	6.419.532	6.419.532	7.636.485	1.216.952	1.226.997	4.019.010	4.019.010	4.008.965	3.192.787	
	IVA SOPORTADO EN INVERSIONES	0	129.715	0	3.121.848	0	697.331	0	0	2.215.618	836.606	0	0	0	4.044.305	0	766.680	0	6.328	
	PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	INTERESES y COMISIONES ASOCIADOS A LA DEUDA IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FASE EXPLOTACIÓN																			
	PERSONAL	636.744	648.205	659.873	671.751	683.842	696.151	708.682	721.438	734.424	747.644	761.102	774.801	788.748	802.945	817.398	832.111	847.089	862.337	
	SEGUROS	101.994	104.034	106.115	108.237	110.402	112.610	114.862	117.159	119.503	121.893	124.331	126.817	129.354	131.941	134.579	137.271	140.016	142.817	
	RESTO DE PAGOS POR LA EXPLOTACIÓN	782.750	807.615	807.970	819.163	907.878	863.772	864.764	900.157	900.547	953.891	979.488	955.192	964.469	1.004.317	1.049.736	1.027.766	1.084.609	1.066.258	
	IVA SOPORTADO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	147.147	154.460	153.092	156.154	177.824	162.462	165.712	173.947	172.406	186.094	189.815	182.959	186.618	195.892	205.462	198.041	213.763	206.042	
IVA PAGADO EN OPERACIONES COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	21.910.123	22.299.884	22.699.880	23.105.774	23.503.770	23.932.189	24.363.332	24.793.634	25.237.701	25.680.604	26.135.121	26.608.146	27.084.153	27.561.685	28.046.089	28.551.823	29.053.253	29.575.434		
DOTACIÓN CUENTA DE RESERVA DE LA DEUDA - CRSD -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA NO CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
INTERESES y COMISIONES ASOCIADOS A LA DEUDA NO CONTINGENTE	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	
IMPUESTO DE SOCIEDADES	9.573.217	9.780.688	9.978.354	9.880.283	9.953.766	10.742.426	10.985.235	11.346.074	10.963.155	11.183.597	11.709.551	12.102.579	12.354.729	12.217.212	12.447.263	13.474.718	13.454.333	13.824.569		
DIVIDENDOS	36.519.283	36.808.319	36.363.462	42.132.596	42.379.813	42.343.671	40.322.038	41.432.032	45.411.160	47.628.323	42.902.768	43.295.344	42.610.074	49.889.619	50.125.086	50.245.408	49.227.347	50.782.800		
MIXTO																				
PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
INTERESES ASOCIADOS A LA DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EXCEDENTE ANUAL DE TESORERÍA PROVENIENTE DE EFE	289.035	-444.856	5.769.133	247.217	-36.142	-2.021.633	1.109.994	3.979.128	2.217.164	-4.725.555	392.576	-685.270	7.279.545	235.466	120.323	-1.018.061	1.555.452	1.507.661		
EXCEDENTE ACUMULADO DE TESORERÍA PROVENIENTE DE EFE	36.808.319	36.363.462	42.132.596	42.379.813	42.343.671	40.322.038	41.432.032	45.411.160	47.628.323	42.902.768	43.295.344	42.610.074	49.889.619	50.125.086	50.245.408	49.227.347	50.782.800	52.290.461		
EXCEDENTE ACUMULADO DE TESORERÍA PROVENIENTE DE BALANCE	36.808.319	36.363.462	42.132.596	42.379.813	42.343.671	40.322.038	41.432.032	45.411.160	47.628.323	42.902.768	43.295.344	42.610.074	49.889.619	50.125.086	50.245.408	49.227.347	50.782.800	52.290.461		
CHEQUEO DE CUADRE DE FLUJOS DE EFECTIVO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

ID.	CONCEPTO																		
		2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095
	RESUMEN DE COBROS	116.914.939	105.453.164	106.673.537	119.659.805	112.048.355	134.208.407	115.451.293	116.539.065	118.576.754	124.895.974	140.013.237	133.208.491	127.633.419	129.574.841	131.887.339	134.239.881	136.632.885	139.066.993
FASE CONSTRUCCIÓN	APORTACIONES DE CAPITAL (AMBAS FASES)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	APORTACIONES DE SUBVENCIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	APORTACIONES DE DEUDA NO CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	DESOTACIÓN CUENTA DE RESERVA REPOSICIONES	12.026.896	0	0	9.578.362	902.940	18.733.450	0	35.307	0	3.633.251	14.660.719	6.378.213	0	0	0	0	0	0
	IVA COBRADO POR INVERSIONES	1.895.818	631.412	0	1.508.592	645.077	2.997.923	983.506	5.561	1.854	572.237	2.499.809	1.774.256	334.856	0	0	0	0	0
FASE EXPLOTACIÓN	APORTACIONES DEUDA IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	COBROS POR LAS VENTAS	72.437.920	73.725.147	75.034.889	76.367.530	77.723.462	79.103.085	80.506.769	81.934.993	83.388.144	84.866.648	86.370.936	87.901.449	89.458.635	91.042.947	92.654.848	94.294.808	95.963.263	97.660.779
	DESOTACIÓN CUENTA DE RESERVA DE LA DEUDA - CRSD - IVA REPERCUTIDO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	30.445.763	30.986.780	31.537.260	32.097.365	32.667.258	33.247.109	33.837.071	34.437.349	35.048.103	35.669.512	36.301.758	36.945.026	37.599.504	38.265.384	38.942.859	39.632.126	40.333.369	41.046.827
MIXTO	IVA COBRADO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	APORTACIONES DE DEUDA CONTINGENTE INGRESOS FINANCIEROS CONTINGENTES	108.541	109.824	101.389	107.957	109.617	126.841	123.946	125.855	138.653	154.327	180.014	209.546	240.424	266.510	289.633	312.947	336.252	359.386
	RESUMEN DE PAGOS	116.296.990	109.516.981	103.509.121	118.859.927	103.750.937	135.602.839	114.531.617	110.373.493	111.025.986	112.520.858	125.786.297	118.332.547	115.066.240	118.435.489	120.655.503	123.012.350	125.488.039	127.638.101
FASE CONSTRUCCIÓN	INVERSIÓN EN INMOVILIZADO MATERIAL	12.026.896	0	0	9.578.362	902.940	18.733.450	0	35.307	0	3.633.251	14.660.719	6.378.213	0	0	0	0	0	0
	<i>Cálculo auxiliar por excesivo tamaño de la fórmula en fila superior</i>	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166
	DOTACIÓN CUENTA DE RESERVA MANTENIMIENTO	3.493.767	9.738.251	6.545.463	6.256.252	11.769	1.222.853	6.097.990	8.224.061	7.012.978	2.126.071	0	0	0	0	0	0	0	0
	IVA SOPORTADO EN INVERSIONES	2.525.648	0	0	2.011.456	189.617	3.934.024	0	7.415	0	762.983	3.078.751	1.339.425	0	0	0	0	0	0
	PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA IVA INTERESES y COMISIONES ASOCIADOS A LA DEUDA IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FASE EXPLOTACIÓN	PERSONAL	877.859	893.661	909.746	926.122	942.792	959.762	977.038	994.625	1.012.528	1.030.754	1.049.307	1.068.195	1.087.422	1.106.996	1.126.922	1.147.206	1.167.856	1.188.877
	SEGUROS	145.673	148.587	151.558	154.589	157.681	160.835	164.052	167.333	170.679	174.093	177.575	181.126	184.749	188.444	192.213	196.057	199.978	203.977
	RESTO DE PAGOS POR LA EXPLOTACIÓN	1.076.697	1.171.234	1.131.801	1.137.992	1.211.956	1.191.280	1.257.867	1.264.322	1.254.069	1.272.027	1.355.311	1.392.567	1.357.138	1.402.117	1.402.699	1.422.913	1.583.547	1.503.595
	IVA SOPORTADO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	210.163	233.088	218.653	223.026	240.732	232.036	250.457	248.439	246.239	251.164	271.103	276.525	266.537	279.782	277.305	282.851	322.104	294.278
	IVA PAGADO EN OPERACIONES COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	30.103.702	30.624.169	31.177.378	31.735.406	32.288.479	32.867.936	33.443.729	34.038.336	34.648.625	35.264.227	35.877.578	36.509.039	37.166.851	37.822.443	38.495.566	39.178.345	39.845.767	40.567.228
	DOTACIÓN CUENTA DE RESERVA DE LA DEUDA - CRSD - PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA NO CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	INTERESES y COMISIONES ASOCIADOS A LA DEUDA NO CONTINGENTE	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	0	0
	IMPUESTO DE SOCIEDADES	13.516.124	13.769.583	14.499.928	14.797.713	14.966.083	15.164.358	15.301.964	16.340.914	16.662.717	16.994.073	17.321.488	17.789.364	18.743.386	19.401.427	19.782.700	20.188.744	20.592.197	20.970.036
MIXTO	DIVIDENDOS	52.290.461	52.908.409	48.844.592	52.009.009	52.808.886	61.106.305	57.008.519	49.022.742	49.988.151	50.982.218	51.964.464	53.368.092	56.230.158	58.204.281	59.348.099	60.566.233	61.776.590	62.910.109
	PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA CONTINGENTE INTERESES ASOCIADOS A LA DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	EXCEDENTE ANUAL DE TESORERÍA PROVENIENTE DE EFE	617.948	-4.063.817	3.164.417	799.878	8.297.418	-1.394.432	919.676	6.165.571	7.550.767	12.375.115	14.226.940	14.875.944	12.567.179	11.139.352	11.231.836	11.227.531	11.144.846	11.428.891
	EXCEDENTE ACUMULADO DE TESORERÍA PROVENIENTE DE EFE	52.908.409	48.844.592	52.009.009	52.808.886	61.106.305	59.711.872	60.631.549	66.797.120	74.347.887	86.723.003	100.949.942	115.825.886	128.393.066	139.532.418	150.764.254	161.991.786	173.136.631	184.565.523
	EXCEDENTE ACUMULADO DE TESORERÍA PROVENIENTE DE BALANCE	52.908.409	48.844.592	52.009.009	52.808.886	61.106.305	59.711.872	60.631.549	66.797.120	74.347.887	86.723.003	100.949.942	115.825.886	128.393.066	139.532.418	150.764.254	161.991.786	173.136.631	184.565.523
	CHEQUEO DE CUADRE DE FLUJOS DE EFECTIVO	OK																	

ID.	CONCEPTO					
		2096	2097	2098	2099	
ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO	RESUMEN DE COBROS	141.543.612	144.062.635	146.624.999	4.684.003	
	FASE CONSTRUCCIÓN	APORTACIONES DE CAPITAL (AMBAS FASES)	0	0	0	0
		APORTACIONES DE SUBVENCIÓN	0	0	0	0
		APORTACIONES DE DEUDA NO CONTINGENTE	0	0	0	0
		DES DOTACIÓN CUENTA DE RESERVA REPOSICIONES	0	0	0	0
		IVA COBRADO POR INVERSIONES	0	0	0	0
		APORTACIONES DEUDA IVA	0	0	0	0
	FASE EXPLOTACIÓN	COBROS POR LAS VENTAS	99.387.812	101.144.862	102.932.439	4.230.222
		DES DOTACIÓN CUENTA DE RESERVA DE LA DEUDA - CRSD -	0	0	0	0
		IVA REPERCUTIDO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	41.772.691	42.511.170	43.262.479	0
		IVA COBRADO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0
	MIXTO	APORTACIONES DE DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0
		INGRESOS FINANCIEROS CONTINGENTES	383.110	406.603	430.081	453.781
	RESUMEN DE PAGOS	130.225.755	132.751.714	135.207.176	101.886.689	
	FASE CONSTRUCCIÓN	INVERSIÓN EN INMOVILIZADO MATERIAL	0	0	0	0
		<i>Cálculo auxiliar por excesivo tamaño de la fórmula en fila superior</i>	567.483.166	567.483.166	567.483.166	567.483.166
		DOTACIÓN CUENTA DE RESERVA MANTENIMIENTO	0	0	0	0
		IVA SOPORTADO EN INVERSIONES	0	0	0	0
		PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA IVA	0	0	0	0
		INTERESES y COMISIONES ASOCIADOS A LA DEUDA IVA	0	0	0	0
	FASE EXPLOTACIÓN	PERSONAL	1.210.277	1.232.062	1.254.239	0
		SEGUROS	208.057	212.218	216.463	0
		RESTO DE PAGOS POR LA EXPLOTACIÓN	1.505.331	1.569.378	1.570.024	257.553
		IVA SOPORTADO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	300.164	315.080	312.290	0
		IVA PAGADO EN OPERACIONES COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	41.292.532	42.015.199	42.761.664	10.737.547
		DOTACIÓN CUENTA DE RESERVA DE LA DEUDA - CRSD -	0	0	0	0
		PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA NO CONTINGENTE	0	0	0	0
		INTERESES y COMISIONES ASOCIADOS A LA DEUDA NO CONTINGENTE	0	0	0	0
		IMPUESTO DE SOCIEDADES	21.427.348	21.851.944	22.273.124	22.722.897
		DIVIDENDOS	64.282.045	65.555.833	66.819.372	68.168.692
MIXTO	PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	
	INTERESES ASOCIADOS A LA DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	
EXCEDENTE ANUAL DE TESORERÍA PROVENIENTE DE EFE		11.317.857	11.310.920	11.417.823	-97.202.686	
EXCEDENTE ACUMULADO DE TESORERÍA PROVENIENTE DE EFE		195.883.380	207.194.300	218.612.123	121.409.438	
EXCEDENTE ACUMULADO DE TESORERÍA PROVENIENTE DE BALANCE		195.883.380	207.194.300	218.612.123	121.409.438	
CHEQUEO DE CUADRE DE FLUJOS DE EFECTIVO		OK	OK	OK	OK	

16.2 ESTADOS FINANCIEROS DEL ESCENARIO BASE VINCULADO A LA SOCIEDAD MERCANTIL RIONIC, S.A. [PRECIO DE EQUILIBRIO = 1,88 €/MWH – TIR CAPITAL ACCIONISTA = 8,0 %]

16.2.1 ESTADO DE RESULTADOS

ID.	CONCEPTO	FASE DE CONSTRUCCIÓN										FASE DE EXPLOTACIÓN							
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
	RESULTADO DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17.982.934	18.092.221	18.148.641	18.250.212	18.346.567	18.437.392	20.652.709	20.674.697
AF	INGRESOS DE EXPLOTACIÓN - por servicios de construcción y explotación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	INGRESOS DE EXPLOTACIÓN - intereses financieros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AI	INGRESOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AM	INGRESOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33.741.300	34.064.380	34.386.887	34.708.669	35.029.567	35.349.418	37.800.758	38.060.969
	SUBVENCIÓN PERIODIFICADA											0	0	0	0	0	0	0	0
	RECONOCIMIENTO SUBVENCIÓN ASOCIADA A DEUDA SOBERANA											0	0	0	0	0	0	0	0
AF	GASTOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GASTOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AI	AMORTIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROVISIONES TÉCNICAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROVISIONES FINANCIERAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AM	GASTOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.617.777	10.829.250	11.095.244	11.315.294	11.539.737	11.768.658	12.004.575	12.242.687
	AMORTIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.140.588	5.140.588	5.140.588	5.140.588	5.140.588	5.140.588	5.140.588	5.140.588
	PROVISIONES TÉCNICAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.102	2.102	2.158	2.158	2.158	2.158	2.158
	PROVISIONES FINANCIERAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	219	312	416	517	621	728	838
	RESULTADO FINANCIERO	0	0	0	0	0	0	-751.842	-35.603	-366.162	-812.346	-2.946.855	-3.518.189	-3.325.769	-3.163.057	-3.002.402	-2.840.247	-2.677.611	-2.497.283
	INGRESOS FINANCIEROS CONTINGENTES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.922	6.676	6.688	4.932	8.350
	INGRESOS FINANCIEROS POR TENENCIA DE DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AF	GASTOS FINANCIEROS NO CAPITALIZABLES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA ORDINARIA (incl. COMISIÓN DE AGENCIA, COMISIONES...)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.761.495	3.504.883	3.325.769	3.168.979	3.009.078	2.846.935	2.682.542	2.505.634
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA IVA (incl. COMISIONES...)	0	0	0	0	0	0	723.967	6.408	323.391	376.518	54.035	0	0	0	0	0	0	0
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	27.875	29.195	42.771	435.828	131.326	13.305	0	0	0	0	0	0
	RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	0	0	0	0	0	0	-751.842	-35.603	-366.162	-812.346	15.036.079	14.574.033	14.822.872	15.087.155	15.344.165	15.597.145	17.975.098	18.177.413
	IMPUESTO SOBRE BENEFICIOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.759.020	3.643.508	3.705.718	3.771.789	3.836.041	3.899.286	4.493.775	4.544.353
	RESULTADO DEL EJERCICIO	0	0	0	0	0	0	-751.842	-35.603	-366.162	-812.346	11.277.059	10.930.525	11.117.154	11.315.366	11.508.124	11.697.859	13.481.324	13.633.060

ID.	CONCEPTO																			
		2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	
CUENTA DE PYG	RESULTADO DE EXPLOTACIÓN	20.659.715	20.661.947	20.658.499	20.646.292	20.625.098	18.128.818	15.673.848	13.108.939	10.349.257	9.877.004	9.384.903	8.869.207	11.550.377	14.132.202	16.865.992	19.714.716	19.562.774	19.389.271	
	AF INGRESOS DE EXPLOTACIÓN - por servicios de construcción y explotación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	INGRESOS DE EXPLOTACIÓN - intereses financieros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AI INGRESOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AM INGRESOS DE EXPLOTACIÓN	38.318.052	38.571.999	38.822.554	39.069.514	39.312.673	39.551.816	39.786.723	40.017.168	40.242.851	40.463.664	40.679.294	40.889.487	41.093.982	41.292.511	41.484.728	41.670.487	41.849.427	41.849.427	42.021.247
	SUBVENCIÓN PERIODIFICADA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RECONOCIMIENTO SUBVENCIÓN ASOCIADA A DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AF GASTOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GASTOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AI AMORTIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROVISIONES TÉCNICAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROVISIONES FINANCIERAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AM GASTOS	12.485.551	12.733.260	12.985.911	13.243.604	13.506.439	13.774.518	14.047.946	14.326.829	14.611.278	14.901.403	15.197.316	15.499.135	15.806.976	16.120.960	16.441.209	16.767.849	17.101.007	17.440.813	
	AMORTIZACIÓN	5.140.588	5.140.588	5.140.588	5.140.588	5.140.588	5.140.588	5.140.588	5.140.588	5.140.588	5.140.588	5.140.588	5.140.588	5.140.588	5.140.588	5.140.588	5.140.588	5.140.588	5.140.588	5.140.588
	PROVISIONES TÉCNICAS POR REPOSICIONES	25.382	27.484	27.427	27.427	27.427	1.788.395	3.410.109	5.006.498	6.626.111	6.628.213	6.628.213	6.628.213	4.867.245	3.245.530	1.623.816	27.484	25.382	27.484	
	PROVISIONES FINANCIERAS POR REPOSICIONES	6.815	8.720	10.127	11.602	13.121	7.194.97	1.514.232	2.434.313	3.515.617	3.916.456	4.328.273	4.752.344	3.728.796	2.653.230	1.413.123	19.850	19.675	23.091	
	RESULTADO FINANCIERO	-2.311.391	-2.124.838	-1.936.383	-1.746.252	-1.554.188	-1.360.455	-1.165.287	-1.083.999	-1.165.619	-1.240.494	-1.443.250	-813.520	-188.704	-30.000	7.446	14.739	15.132	11.266	
	INGRESOS FINANCIEROS CONTINGENTES	7.293	7.291	7.280	7.090	7.058	6.973	6.853	6.840	0	0	0	0	0	0	37.446	44.739	45.132	41.266	
	INGRESOS FINANCIEROS POR TENENCIA DE DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AF GASTOS FINANCIEROS NO CAPITALIZABLES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA ORDINARIA (incl. COMISIÓN DE AGENCIA, COMISIONES...)	2.318.684	2.132.128	1.943.663	1.753.342	1.561.247	1.367.428	1.171.940	971.734	763.813	547.976	323.500	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA IVA (incl. COMISIONES...)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	119.105	401.806	692.518	1.119.750	783.520	158.704	0	0	0	0	0	
	RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	18.348.325	18.537.109	18.722.116	18.900.041	19.070.910	16.768.363	14.508.562	12.024.940	9.183.638	8.636.510	7.941.654	8.055.687	11.361.674	14.102.202	16.873.438	19.729.455	19.577.906	19.400.538	
	IMPUESTO SOBRE BENEFICIOS	4.587.081	4.634.277	4.680.529	4.725.010	4.767.727	4.192.091	3.627.140	3.006.235	2.295.909	2.159.127	1.985.413	2.013.922	2.840.418	3.525.551	4.218.360	4.932.364	4.894.477	4.850.134	
	RESULTADO DEL EJERCICIO	13.761.243	13.902.832	14.041.587	14.175.030	14.303.182	12.576.272	10.881.421	9.018.705	6.887.728	6.477.382	5.956.240	6.041.765	8.521.255	10.576.652	12.655.079	14.797.091	14.683.430	14.550.403	

ID.	CONCEPTO																			
		2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	
CUENTA DE PYG	RESULTADO DE EXPLOTACIÓN	19.205.090	19.006.188	18.792.029	18.562.278	18.378.772	18.118.343	17.845.685	17.256.589	16.931.681	16.587.706	16.224.016	12.187.744	7.853.313	3.325.372	-1.077.476	-2.170.929	-3.301.222	-4.474.670	
	AF INGRESOS DE EXPLOTACIÓN - por servicios de construcción y explotación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	INGRESOS DE EXPLOTACIÓN - intereses financieros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AI INGRESOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AM INGRESOS DE EXPLOTACIÓN	42.185.640	42.342.289	42.490.796	42.630.968	42.762.392	42.884.713	42.997.569	43.100.588	43.193.387	43.275.573	43.346.668	43.406.407	43.454.290	43.489.882	43.512.734	43.522.312	43.518.295	43.500.124	
	SUBVENCIÓN PERIODIFICADA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RECONOCIMIENTO SUBVENCIÓN ASOCIADA A DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AF GASTOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GASTOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AI AMORTIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROVISIONES TÉCNICAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROVISIONES FINANCIERAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AM GASTOS	17.787.400	18.140.904	18.501.462	18.869.215	19.244.306	19.626.884	20.017.096	20.415.095	20.821.036	21.235.079	21.657.385	22.088.119	22.527.449	22.975.546	23.432.587	23.898.748	24.374.213	24.859.167	
	AMORTIZACIÓN	5.140.588	5.140.588	5.140.588	5.140.588	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789
	PROVISIONES TÉCNICAS POR REPOSICIONES	27.484	27.484	27.484	27.484	2.102	2.102	0	141.355	141.355	141.355	141.355	1.763.070	3.410.109	5.031.824	6.512.183	6.514.284	6.514.284	6.514.341	
	PROVISIONES FINANCIERAS POR REPOSICIONES	25.078	27.125	29.233	31.403	2.423	2.596	0	152.761	164.525	176.643	189.123	2.232.686	4.528.630	7.022.351	9.510.652	10.145.420	10.796.231	11.466.498	
	RESULTADO FINANCIERO	10.750	10.463	10.130	10.029	9.631	9.339	8.854	8.420	7.945	7.601	5.476	4.922	4.341	7.227	-16.601	-415.658	-851.992	-1.000.401	
	INGRESOS FINANCIEROS CONTINGENTES	40.750	40.463	40.130	40.029	39.631	39.339	38.854	38.420	37.945	37.601	35.476	34.922	34.341	37.227	18.452	0	0	0	
	INGRESOS FINANCIEROS POR TENENCIA DE DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AF GASTOS FINANCIEROS NO CAPITALIZABLES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA ORDINARIA (incl. COMISIÓN DE AGENCIA, COMISIONES...)	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA IVA (incl. COMISIONES...)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.053	385.658	821.992	970.401	
RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	19.215.839	19.016.651	18.802.159	18.572.308	18.388.403	18.127.682	17.854.539	17.265.009	16.939.627	16.595.307	16.229.493	12.192.665	7.857.654	3.332.598	-1.094.077	-2.586.587	-4.153.215	-5.475.071		
IMPUESTO SOBRE BENEFICIOS	4.803.960	4.754.163	4.700.540	4.643.077	4.597.101	4.531.921	4.463.635	4.316.252	4.234.907	4.148.827	4.057.373	3.048.166	1.964.413	833.150	0	0	0	0		
RESULTADO DEL EJERCICIO	14.411.880	14.262.488	14.101.619	13.929.231	13.791.302	13.595.762	13.390.905	12.948.756	12.704.720	12.446.480	12.172.119	9.144.499	5.893.240	2.499.449	-1.094.077	-2.586.587	-4.153.215	-5.475.071		

ID.	CONCEPTO																				
		2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089		
CUENTA DE PYG	RESULTADO DE EXPLOTACIÓN	-920.853	2.938.289	6.963.108	11.236.582	10.611.062	9.945.076	9.256.236	8.537.594	7.788.501	6.499.266	5.666.351	4.799.693	3.906.357	2.969.928	1.996.991	986.553	602.323	-461.281		
	AF INGRESOS DE EXPLOTACIÓN - por servicios de construcción y explotación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	INGRESOS DE EXPLOTACIÓN - intereses financieros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AI INGRESOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AM INGRESOS DE EXPLOTACIÓN	43.467.303	43.419.323	43.355.662	43.275.708	43.179.063	43.065.089	42.933.208	42.782.827	42.613.341	42.424.125	42.214.542	41.983.864	41.731.570	41.456.897	41.159.141	40.837.581	40.491.479	40.120.003		
	SUBVENCIÓN PERIODIFICADA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RECONOCIMIENTO SUBVENCIÓN ASOCIADA A DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AF GASTOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GASTOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AI AMORTIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROVISIONES TÉCNICAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROVISIONES FINANCIERAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AM GASTOS	25.353.800	25.858.304	26.372.878	26.897.721	27.433.039	27.979.041	28.535.940	29.103.954	29.683.305	30.274.219	30.876.927	31.491.664	32.118.671	32.758.193	33.410.478	34.075.783	34.754.367	35.446.495		
	AMORTIZACIÓN	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789
	PROVISIONES TÉCNICAS POR REPOSICIONES	4.892.627	3.245.587	1.623.873	2.158	56	2.158	2.102	2.102	2.102	166.681	166.681	166.681	164.579	164.579	164.579	164.579	0	0		
	PROVISIONES FINANCIERAS POR REPOSICIONES	9.006.941	6.242.354	3.261.015	4.458	117	4.025	4.142	4.389	4.644	349.171	369.795	391.037	407.174	429.409	452.304	475.878	0	0		
	RESULTADO FINANCIERO	-734.251	-85.151	-30.000	664	3.833	-3.026	-4.091	-5.174	-6.342	-7.525	-8.758	-3.118	4.239	11.584	18.881	28.924	38.506	48.933		
	INGRESOS FINANCIEROS CONTINGENTES	0	0	0	30.664	33.833	26.974	25.909	24.826	23.658	22.475	21.242	26.882	34.239	41.584	48.881	58.924	68.506	78.933		
	INGRESOS FINANCIEROS POR TENENCIA DE DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AF GASTOS FINANCIEROS NO CAPITALIZABLES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA ORDINARIA (incl. COMISIÓN DE AGENCIA, COMISIONES...)	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA IVA (incl. COMISIONES...)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA CONTINGENTE	704.251	55.151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	-1.655.104	2.853.138	6.933.108	11.237.246	10.614.896	9.942.050	9.252.144	8.532.420	7.782.159	6.491.740	5.657.594	4.796.575	3.910.596	2.981.512	2.015.871	1.015.476	640.829	-412.348			
IMPUESTO SOBRE BENEFICIOS	0	713.284	1.733.277	2.809.311	2.653.724	2.485.513	2.313.036	2.133.105	1.945.540	1.622.935	1.414.398	1.199.144	977.649	745.378	503.968	253.869	160.207	0			
RESULTADO DEL EJERCICIO	-1.655.104	2.139.853	5.199.831	8.427.934	7.961.172	7.456.538	6.939.108	6.399.315	5.836.619	4.868.805	4.243.195	3.597.432	2.932.947	2.236.134	1.511.903	761.607	480.622	-412.348			

ID.	CONCEPTO										
		2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099
CUENTA DE PYG	RESULTADO DE EXPLOTACIÓN	-1.564.703	-2.709.087	-3.895.530	-4.477.236	-5.739.520	-7.047.162	-8.401.221	-9.802.991	-11.253.723	0
	AF INGRESOS DE EXPLOTACIÓN - por servicios de construcción y explotación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	INGRESOS DE EXPLOTACIÓN - intereses financieros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AI INGRESOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AM INGRESOS DE EXPLOTACIÓN	39.722.524	39.298.172	38.846.135	38.365.578	37.855.646	37.315.396	36.744.070	36.140.681	35.504.288	0
	SUBVENCIÓN PERIODIFICADA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RECONOCIMIENTO SUBVENCIÓN ASOCIADA A DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AF GASTOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GASTOS DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AI AMORTIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROVISIONES TÉCNICAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROVISIONES FINANCIERAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AM GASTOS	36.152.438	36.872.471	37.606.876	37.708.025	38.460.378	39.227.770	40.010.503	40.808.883	41.623.223	0
	AMORTIZACIÓN	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	5.134.789	0
	PROVISIONES TÉCNICAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROVISIONES FINANCIERAS POR REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RESULTADO FINANCIERO	57.513	65.151	70.428	73.254	104.877	103.946	100.297	93.830	84.439	72.017
	INGRESOS FINANCIEROS CONTINGENTES	87.513	95.151	100.428	103.254	104.877	103.946	100.297	93.830	84.439	72.017
	INGRESOS FINANCIEROS POR TENENCIA DE DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AF GASTOS FINANCIEROS NO CAPITALIZABLES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA ORDINARIA (incl. COMISIÓN DE AGENCIA, COMISIONES...)	30.000	30.000	30.000	30.000	0	0	0	0	0	0
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA IVA (incl. COMISIONES...)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GASTOS FINANCIEROS DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	-1.507.190	-2.643.937	-3.825.101	-4.403.982	-5.634.643	-6.943.216	-8.300.924	-9.709.161	-11.169.284	72.017	
IMPUESTO SOBRE BENEFICIOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18.004	
RESULTADO DEL EJERCICIO	-1.507.190	-2.643.937	-3.825.101	-4.403.982	-5.634.643	-6.943.216	-8.300.924	-9.709.161	-11.169.284	54.012	

16.2.2 BALANCE DE SITUACIÓN

ID.	CONCEPTO	FASE DE CONSTRUCCIÓN										FASE DE EXPLOTACIÓN								
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
	TOTAL	0	0	0	0	0	0	10.092.184	17.199.979	199.959.064	383.813.445	369.542.667	364.415.346	362.154.637	357.409.947	352.306.750	347.200.586	343.593.163	337.922.408	
ACTIVO	TOTAL ACTIVO NO CORRIENTE	0	0	0	0	0	0	10.076.171	17.024.860	191.014.749	374.864.153	368.156.987	363.016.399	357.889.608	352.768.566	347.645.997	343.372.916	338.017.887	332.844.879	
	AF Inmovilizado neto FINANCIERO - por IFRIC 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Inmovilizado neto FINANCIERO - por tenencia de DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AI Inmovilizado neto INTANGIBLE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	+ Bruto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	- Amortización acumulada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AM Inmovilizado neto MATERIAL	0	0	0	0	0	0	10.076.171	17.024.860	191.014.749	365.075.034	359.934.445	354.793.857	349.653.268	344.512.680	339.372.092	334.231.503	329.090.915	323.950.326	
	+ Bruto	0	0	0	0	0	10.076.171	17.024.860	191.014.749	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	
	- Amortización acumulada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.140.588	10.281.177	15.421.765	20.562.354	25.702.942	30.843.530	35.984.119	41.124.707
	CUENTA DE RESERVA PARA REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.098	12.196	18.464	18.634	511	
CUENTA DE RESERVA PARA EL SERVICIO DE LA DEUDA - CRSD -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.789.120	8.222.542	8.222.542	8.236.340	8.249.789	8.261.710	9.122.949	8.908.339	8.894.041	
TOTAL ACTIVO CORRIENTE	0	0	0	0	0	0	16.013	175.120	8.944.315	8.949.291	1.385.680	1.398.948	1.412.192	1.425.407	1.438.586	1.451.721	1.552.393	1.564.039		
CLIENTES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.385.680	1.398.948	1.412.192	1.425.407	1.438.586	1.451.721	1.552.393	1.563.079		
H.P. DEUDORA POR IVA	0	0	0	0	0	0	16.013	175.120	8.944.315	8.949.291	0	0	0	0	0	0	0	0	960	
TESORERÍA Y OTROS ACTIVOS LÍQUIDOS EQUIVALENTES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.852.836	3.215.973	3.222.167	2.375.949	4.022.883	3.513.490	
TOTAL	0	0	0	0	0	0	10.092.184	17.199.979	199.959.064	383.813.445	369.542.667	364.415.346	362.154.637	357.409.947	352.306.750	347.200.586	343.593.163	337.922.408		
PATRIMONIO NETO + PASIVO	TOTAL PATRIMONIO NETO	0	0	0	0	0	0	-690.841	-59.322	33.648.096	66.928.288	78.205.347	89.135.872	100.253.026	108.715.557	117.007.707	125.483.399	136.588.774	146.198.951	
	CAPITAL ORDINARIO	0	0	0	0	0	0	61.000	728.122	34.801.703	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	
	RESERVAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.311.106	20.241.631	28.505.950	36.605.343	44.891.300	54.213.210	63.671.650	
	Reserva legal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	931.111	2.024.163	3.135.879	4.267.415	5.418.228	6.588.013	7.936.146	
	Aux. 3 - Cálculo excedentes Reserva Legal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.379.996	9.837.472	10.005.439	10.183.830	10.357.311	10.528.073	12.133.191	
	Dividendo no distribuido por incumplimiento de covenants	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.379.996	18.217.468	25.370.071	32.337.928	39.473.072	47.625.196	55.735.504	
	Otras reservas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RESULTADO DE EJERCICIOS ANTERIORES	0	0	0	0	0	0	0	-751.842	-787.444	-1.153.607	-1.965.953	0	0	0	0	0	0	0	
	Aux. 4 - Cálculo excedentes con R* - ej. ant.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.311.106	0	0	0	0	0	0	
	Aux. 5 - Cálculo excedentes con R* + ej. act.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.930.525	11.117.154	11.315.366	11.508.124	11.697.859	13.481.324	
RESULTADO DEL EJERCICIO	0	0	0	0	0	0	-751.842	-35.603	-366.162	-812.346	11.277.059	10.930.525	11.117.154	11.315.366	11.508.124	11.697.859	13.481.324	13.633.060		
TOTAL PASIVO NO CORRIENTE	0	0	0	0	0	0	10.031.184	16.471.857	165.157.361	305.130.084	287.795.221	274.920.606	261.901.610	248.694.390	235.299.043	221.717.187	207.004.389	191.723.457		
DEUDA A LARGO PLAZO	0	0	0	0	0	0	10.031.184	16.471.857	165.157.361	305.130.084	279.334.047	266.515.592	253.366.277	240.032.575	226.512.076	212.805.591	197.212.236	181.842.673		
PROVISIÓN PARA REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.321	4.734	7.308	9.983	12.762	15.648	351		
TOTAL PASIVO CORRIENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.461.173	8.402.693	8.530.600	8.654.507	8.776.984	8.898.834	9.776.505	9.880.433		
H.P. ACREEDORA POR IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.000.230	3.023.301	3.046.095	3.068.592	3.090.770	3.112.607	3.357.889	3.372.992		
PROVEEDORES / ACREEDORES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.701.924	1.735.884	1.778.786	1.814.126	1.850.173	1.886.941	1.924.842	1.963.088		
IMPUESTOS A PAGAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.759.020	3.643.508	3.705.718	3.771.789	3.836.041	3.899.286	4.493.775	4.544.353		
OTROS PASIVOS A CORTO PLAZO	0	0	0	0	0	0	751.842	787.444	1.153.607	11.755.073	3.542.099	358.869	0	0	0	0	0	0		
CHEQUEO DE CUADRE DE BALANCE	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		

ID.	CONCEPTO																		
		2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053
ACTIVO	TOTAL	332.770.634	327.611.825	322.449.000	317.365.902	312.285.634	307.232.715	302.168.019	300.422.883	306.208.865	312.024.983	325.519.844	314.518.943	297.406.455	291.717.488	271.120.792	265.156.163	258.159.367	252.890.826
	TOTAL ACTIVO NO CORRIENTE	327.684.680	322.520.787	317.438.836	312.360.928	307.311.883	302.403.252	297.225.717	298.778.342	304.556.181	310.363.231	323.849.236	311.819.204	294.760.221	271.003.844	246.866.614	241.700.912	236.560.324	231.533.579
	AF	Inmovilizado neto FINANCIERO - por IFRIC 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Inmovilizado neto FINANCIERO - por tenencia de DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AI	Inmovilizado neto INTANGIBLE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		+ Bruto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		- Amortización acumulada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AM	Inmovilizado neto MATERIAL	318.809.738	313.669.150	308.528.561	303.387.973	298.247.385	293.106.796	287.966.208	282.825.619	277.685.031	272.544.443	267.403.854	262.263.266	257.122.677	251.982.089	246.841.501	241.700.912	236.560.324
		+ Bruto	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034
		- Amortización acumulada	46.265.296	51.405.884	56.546.472	61.687.061	66.827.649	71.968.237	77.108.826	82.249.414	87.390.003	92.530.591	97.671.179	102.811.768	107.952.356	113.092.944	118.233.533	123.374.121	128.514.710
		CUENTA DE RESERVA PARA REPOSICIONES	511	0	84.399	175.943	267.486	274.631	21.434	6.479.361	19.045.048	37.818.788	56.445.382	49.555.938	37.637.544	19.021.755	25.113	0	113.843
		CUENTA DE RESERVA PARA EL SERVICIO DE LA DEUDA - CRSD -	8.874.431	8.851.637	8.825.876	8.797.013	8.797.013	9.021.825	9.238.076	9.473.362	7.826.102	0	0	0	0	0	0	0	0
		TOTAL ACTIVO CORRIENTE	1.573.637	1.584.092	1.594.355	1.604.498	1.614.483	1.624.305	1.647.245	1.644.541	1.652.684	1.661.752	1.670.608	2.699.739	2.646.234	2.673.559	2.701.009	1.712.632	1.718.662
		CLIENTES	1.573.637	1.584.092	1.594.355	1.604.498	1.614.483	1.624.305	1.633.952	1.643.416	1.652.684	1.661.752	1.670.608	1.679.240	1.687.638	1.695.791	1.703.685	1.711.314	1.718.662
		H.P. DEUDORA POR IVA	0	27	0	0	0	0	13.293	1.125	0	0	0	1.020.499	958.596	977.768	997.324	1.318	0
		TESORERÍA y OTROS ACTIVOS LÍQUIDOS EQUIVALENTES	3.512.317	3.506.946	3.415.809	3.400.476	3.359.267	3.205.158	3.295.058	0	0	0	0	0	0	18.040.085	21.553.169	21.742.619	19.880.381
		TOTAL	332.770.634	327.611.825	322.449.000	317.365.902	312.285.634	307.232.715	302.168.019	300.422.883	306.208.865	312.024.983	325.519.844	314.518.943	297.406.455	291.717.488	271.120.792	265.156.163	258.159.367
PATRIMONIO NETO + PASIVO	TOTAL PATRIMONIO NETO	156.446.704	166.837.218	177.371.859	188.131.081	199.033.788	208.250.793	215.927.055	221.650.703	228.538.431	235.015.813	240.972.054	247.013.819	255.535.074	266.111.725	260.726.719	253.970.641	246.911.452	
	CAPITAL ORDINARIO	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241
	RESERVAS	73.791.220	84.040.146	94.436.031	105.061.810	115.836.364	126.780.280	136.151.393	143.737.757	152.756.462	159.644.190	166.121.573	172.077.813	178.119.578	186.640.833	179.177.400	170.279.309	163.333.781	158.136.830
		Reserva legal	9.299.452	10.675.576	12.065.859	13.470.018	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848
		Aux. 3 - Cálculo excedentes Reserva Legal	12.269.754	12.385.119	12.512.549	12.637.428	13.866.200	14.303.182	12.576.272	10.881.421	9.018.705	6.887.728	6.477.382	5.956.240	6.041.765	8.521.255	10.576.652	12.655.079	14.797.091
		Dividendo no distribuido por incumplimiento de covenants	64.491.768	73.364.570	82.370.172	91.591.792	102.057.516	113.001.432	122.372.545	129.958.909	138.977.614	145.865.342	152.342.724	158.298.965	164.340.730	172.861.985	165.398.552	156.500.461	149.554.933
		Otras reservas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		RESULTADO DE EJERCICIOS ANTERIORES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Aux. 4 - Cálculo excedentes con R ⁿ - ej. ant.	13.633.060	13.761.243	13.902.832	14.041.587	14.175.030	14.303.182	12.576.272	10.881.421	9.018.705	6.887.728	6.477.382	5.956.240	6.041.765	8.521.255	10.576.652	12.655.079	14.797.091
		Aux. 5 - Cálculo excedentes con R ⁿ + ej. act.	13.761.243	13.902.832	14.041.587	14.175.030	14.303.182	12.576.272	10.881.421	9.018.705	6.887.728	6.477.382	5.956.240	6.041.765	8.521.255	10.576.652	12.655.079	14.797.091	14.683.430
		RESULTADO DEL EJERCICIO	176.323.930	160.774.607	145.077.141	129.234.820	113.251.846	98.981.923	86.240.964	75.559.706	66.832.994	58.330.694	54.346.103	46.372.158	37.590.849	25.605.763	10.394.072	11.185.522	11.247.915
		TOTAL PASIVO NO CORRIENTE	166.347.228	150.696.967	134.899.322	118.958.420	102.878.463	89.129.759	76.899.192	66.784.152	58.712.968	50.292.544	46.426.669	38.369.144	28.706.205	15.980.806	21.103	43.324	88.381
		DEUDA A LARGO PLAZO	166.314.680	150.628.726	134.793.526	118.813.594	102.693.089	86.436.493	69.534.781	52.000.364	33.787.453	14.822.360	0	0	0	0	0	0	0
		PROVISIÓN PARA REPOSICIONES	32.548	68.241	105.796	144.825	185.374	2.693.266	7.364.410	14.783.787	24.925.515	35.470.184	46.426.669	38.369.144	28.706.205	15.980.806	21.103	43.324	88.381
		TOTAL PASIVO CORRIENTE	9.976.702	10.077.640	10.177.818	10.276.401	10.373.383	9.852.164	9.341.772	8.775.554	8.120.025	8.038.150	7.919.433	8.003.014	8.884.644	9.624.956	10.372.969	11.142.198	11.159.534
		H.P. ACREEDORA POR IVA	3.387.522	3.401.474	3.414.816	3.427.520	3.439.562	3.450.911	3.461.541	3.471.422	3.480.517	3.488.808	3.496.257	3.502.832	3.508.499	3.513.223	3.516.962	3.519.694	3.521.375
		PROVEEDORES / ACREEDORES	2.002.098	2.041.888	2.082.474	2.123.870	2.166.094	2.209.162	2.253.091	2.297.897	2.343.599	2.390.215	2.437.762	2.486.260	2.535.727	2.586.183	2.637.647	2.690.140	2.743.683
	IMPUESTOS A PAGAR	4.587.081	4.634.277	4.680.529	4.725.010	4.767.727	4.192.091	3.627.140	3.006.235	2.295.909	2.159.127	1.985.413	2.013.922	2.840.418	3.525.551	4.218.360	4.932.364	4.894.477	
	OTROS PASIVOS A CORTO PLAZO	0	0	0	0	0	0	0	3.212.474	10.837.440	18.678.475	30.201.687	21.132.966	4.280.532	0	0	0	0	
	CHEQUEO DE CUADRE DE BALANCE	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

ID.	CONCEPTO																			
		2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	
ACTIVO	TOTAL	247.732.731	242.561.714	237.388.541	231.748.185	226.460.173	221.068.720	215.727.682	210.368.674	205.071.679	199.689.618	195.063.543	190.424.162	186.681.555	179.903.979	185.299.078	209.689.822	234.667.453	222.434.654	
	TOTAL ACTIVO NO CORRIENTE	226.506.833	221.489.896	216.359.115	210.886.806	205.752.017	200.587.805	195.453.016	190.318.228	185.183.439	180.821.503	176.459.567	172.097.630	166.962.842	169.107.020	183.512.107	207.902.458	232.880.254	219.136.591	
	AF	Inmovilizado neto FINANCIERO - por IFRIC 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Inmovilizado neto FINANCIERO - por tenencia de DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AI	Inmovilizado neto INTANGIBLE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		+ Bruto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		- Amortización acumulada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AM	Inmovilizado neto MATERIAL	226.279.147	221.138.559	215.997.970	210.857.382	205.722.593	200.587.805	195.453.016	190.318.228	185.183.439	180.048.651	174.913.862	169.779.074	164.644.285	169.509.497	154.374.708	149.239.919	144.105.131	138.970.342
		+ Bruto	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034
		- Amortización acumulada	138.795.886	143.936.475	149.077.063	154.217.652	159.352.440	164.487.229	169.622.017	174.756.806	179.891.594	185.026.383	190.161.171	195.295.960	200.430.748	205.565.537	210.700.326	215.835.114	220.969.903	226.104.691
		CUENTA DE RESERVA PARA REPOSICIONES	227.686	351.337	361.145	29.424	29.424	0	0	0	0	772.852	1.545.704	2.318.557	2.318.557	9.597.524	29.137.399	58.662.539	88.775.123	80.166.249
		CUENTA DE RESERVA PARA EL SERVICIO DE LA DEUDA - CRSD -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		TOTAL ACTIVO CORRIENTE	1.732.470	1.738.903	1.745.002	1.768.689	1.756.156	1.762.724	1.765.814	1.770.045	1.773.856	1.777.231	1.780.151	1.782.604	1.784.570	1.907.756	1.786.971	1.787.364	1.787.199	3.298.063
		CLIENTES	1.732.470	1.738.903	1.745.002	1.756.156	1.762.724	1.765.814	1.770.045	1.773.856	1.777.231	1.780.151	1.782.604	1.784.570	1.786.971	1.907.756	1.786.971	1.787.364	1.787.199	3.298.063
		H.P. DEUDORA POR IVA	0	0	0	17.930	0	1.545	0	0	0	0	0	0	0	121.724	0	0	0	1.511.610
		TESORERÍA y OTROS ACTIVOS LÍQUIDOS EQUIVALENTES	19.493.428	19.332.915	19.284.424	19.092.690	18.952.000	18.718.191	18.508.852	18.280.402	18.114.384	17.090.884	16.823.826	16.543.927	17.934.143	8.889.202	0	0	0	0
	TOTAL	247.732.731	242.561.714	237.388.541	231.748.185	226.460.173	221.068.720	215.727.682	210.368.674	205.071.679	199.689.618	195.063.543	190.424.162	186.681.555	179.903.979	185.299.078	209.689.822	234.667.453	222.434.654	
PATRIMONIO NETO + PASIVO	TOTAL	236.361.825	231.130.885	225.899.590	220.544.397	215.243.009	209.886.770	204.559.484	198.999.388	193.423.707	187.755.803	182.837.038	175.157.711	164.507.024	149.072.330	139.089.051	136.502.464	132.349.249	126.874.178	
	TOTAL PATRIMONIO NETO	236.361.825	231.130.885	225.899.590	220.544.397	215.243.009	209.886.770	204.559.484	198.999.388	193.423.707	187.755.803	182.837.038	175.157.711	164.507.024	149.072.330	139.089.051	136.502.464	132.349.249	126.874.178	
	CAPITAL ORDINARIO	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241
	RESERVAS	153.055.705	147.974.156	142.903.729	137.720.925	132.557.465	127.396.768	122.274.338	117.156.391	111.824.746	106.415.082	101.770.678	97.118.971	89.719.543	77.678.640	71.288.887	71.288.887	71.288.887	71.288.887	71.288.887
		Reserva legal	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848
		Aux. 3 - Cálculo excedentes Reserva Legal	14.550.403	14.411.880	14.262.488	14.101.619	13.929.231	13.791.302	13.595.762	13.390.905	12.948.756	12.704.720	12.446.480	12.172.119	9.144.499	5.893.240	2.499.449	0	0	0
		Dividendo no distribuido por incumplimiento de covenants	139.276.656	134.195.308	129.124.881	123.942.077	118.778.617	113.617.920	108.495.490	103.377.543	98.045.898	92.636.233	87.991.829	83.340.123	75.940.695	63.899.792	57.510.039	57.510.039	57.510.039	57.510.039
		Otras reservas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		RESULTADO DE EJERCICIOS ANTERIORES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1.094.077	-3.680.664	-7.833.878
		Aux. 4 - Cálculo excedentes con R ⁿ - ej. ant.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Aux. 5 - Cálculo excedentes con R ⁿ + ej. act.	14.550.403	14.411.880	14.262.488	14.101.619	13.929.231	13.791.302	13.595.762	13.390.905	12.948.756	12.704.720	12.446.480	12.172.119	9.144.499	5.893.240	2.499.449	0	0	0
		RESULTADO DEL EJERCICIO	14.411.880	14.262.488	14.101.619	13.929.231	13.791.302	13.595.762	13.390.905	12.948.756	12.704.720	12.446.480	12.172.119	9.144.499	5.893.240	2.499.449	-1.094.077	-2.586.587	-4.153.215	-5.475.071
		TOTAL PASIVO NO CORRIENTE	191.517	246.126	302.843	20.201	24.726	0	294.116	599.997	917.995	1.248.473	5.244.229	13.182.968	22.918.587	38.941.421	55.601.125	72.911.641	62.099.908	
		DEUDA A LARGO PLAZO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		PROVISIÓN PARA REPOSICIONES	191.517	246.126	302.843	20.201	24.726	0	294.116	599.997	917.995	1.248.473	5.244.229	13.182.968	22.918.587	38.941.421	55.601.125	72.911.641	62.099.908	
		TOTAL PASIVO CORRIENTE	11.179.388	11.184.702	11.186.108	11.183.587	11.192.438	11.181.950	11.168.198	11.075.170	11.047.976	11.015.821	10.978.032	10.022.222	8.991.563	7.913.062	7.132.318	7.184.330	7.235.934	7.287.091
	H.P. ACREEDORA POR IVA	3.521.429	3.519.723	3.516.799	3.512.629	3.507.164	3.500.357	3.492.164	3.482.537	3.471.428	3.458.788	3.444.558	3.428.702	3.411.159	3.391.874	3.370.791	3.347.845	3.322.992	3.296.165	
	PROVEEDORES / ACREEDORES	2.853.999	2.910.816	2.968.770	3.027.881	3.088.174	3.149.672	3.212.400	3.276.381	3.341.641	3.408.206	3.476.101	3.545.353	3.615.990	3.688.039	3.761.528	3.836.485	3.912.941	3.990.926	
	IMPUESTOS A PAGAR	4.803.960	4.754.163	4.700.540	4.643.077	4.597.101	4.531.921	4.463.635	4.316.252	4.234.907	4.148.827	4.057.373	3.048.166	1.964.413	833.150	0	0	0	0	
	OTROS PASIVOS A CORTO PLAZO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136.288	10.401.903	22.170.629	26.173.477	
CHEQUEO DE CUADRE DE BALANCE		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

ID.	CONCEPTO																		
		2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089
ACTIVO	TOTAL	197.724.206	162.652.255	141.764.153	136.511.008	128.065.868	122.411.966	116.750.235	111.062.247	105.366.220	99.645.694	97.219.201	96.911.644	96.639.562	96.345.632	96.037.017	91.704.865	91.368.167	90.351.760
	TOTAL ACTIVO NO CORRIENTE	194.373.181	159.296.441	123.607.121	118.432.316	113.297.527	108.161.611	103.026.823	97.907.809	92.788.796	87.669.783	82.534.995	78.689.974	74.892.280	71.094.586	65.959.798	56.813.726	51.678.937	46.544.149
	AF	Inmovilizado neto FINANCIERO - por IFRIC 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Inmovilizado neto FINANCIERO - por tenencia de DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AI	Inmovilizado neto INTANGIBLE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		+ Bruto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		- Amortización acumulada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AM	Inmovilizado neto MATERIAL	133.835.554	128.700.765	123.565.977	118.431.188	113.296.400	108.161.611	103.026.823	97.892.034	92.757.245	87.622.457	82.487.668	77.352.880	72.218.091	67.083.303	61.948.514	56.813.726	51.678.937
		+ Bruto	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034
		- Amortización acumulada	231.239.480	236.374.269	241.509.057	246.643.845	251.778.634	256.913.422	262.048.211	267.183.000	272.317.789	277.452.577	282.587.365	287.722.154	292.856.942	297.991.731	303.126.519	308.261.308	313.396.096
		CUENTA DE RESERVA PARA REPOSICIONES	60.537.627	30.595.676	41.144	1.128	1.128	0	0	15.775	31.551	47.326	47.326	1.337.095	2.674.189	4.011.284	4.011.284	0	0
		CUENTA DE RESERVA PARA EL SERVICIO DE LA DEUDA - CRSD -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		TOTAL ACTIVO CORRIENTE	3.351.025	3.355.813	3.384.653	1.779.357	1.773.267	1.768.646	1.763.171	1.756.995	1.750.035	1.742.264	1.733.657	1.726.668	1.713.822	1.702.542	1.690.314	1.887.700	1.662.894
		CLIENTES	1.785.105	1.783.134	1.780.520	1.777.236	1.773.267	1.768.587	1.763.171	1.756.995	1.750.035	1.742.264	1.733.657	1.724.183	1.713.822	1.702.542	1.690.314	1.677.108	1.662.894
	H.P. DEUDORA POR IVA	1.565.920	1.572.679	1.604.133	2.121	0	59	0	0	0	0	0	2.485	0	0	0	210.592	0	
	TESORERÍA y OTROS ACTIVOS LÍQUIDOS EQUIVALENTES	0	0	14.772.379	16.299.335	12.995.073	12.481.709	11.960.242	11.397.442	10.827.389	10.233.647	12.950.549	16.495.001	20.033.459	23.548.503	28.386.905	33.003.439	38.026.336	
	TOTAL	197.724.206	162.652.255	141.764.153	136.511.008	128.065.868	122.411.966	116.750.235	111.062.247	105.366.220	99.645.694	97.219.201	96.911.644	96.639.562	96.345.632	96.037.017	91.704.865	91.368.167	90.351.760
PATRIMONIO NETO + PASIVO	TOTAL PATRIMONIO NETO	125.219.074	127.358.927	132.558.758	126.214.313	117.876.150	112.337.615	106.795.015	101.234.088	95.673.265	89.714.682	86.916.284	86.270.521	85.606.036	84.909.223	84.184.993	83.434.696	83.153.711	82.260.741
	CAPITAL ORDINARIO	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241
	RESERVAS	71.288.887	71.288.887	71.288.887	56.516.508	41.020.738	35.986.837	30.961.666	25.940.532	20.942.405	15.951.635	13.778.848							
		Reserva legal	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848
		Aux. 3 - Cálculo excedentes Reserva Legal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Dividendo no distribuido por incumplimiento de covenants	57.510.039	57.510.039	57.510.039	42.737.659	27.241.890	22.207.988	17.182.817	12.161.684	7.163.556	2.172.787	0	0	0	0	0	0	0
		Otras reservas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		RESULTADO DE EJERCICIOS ANTERIORES	-13.308.950	-14.964.054	-12.824.201	-7.624.369	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Aux. 4 - Cálculo excedentes con R* - ej. ant.	0	0	0	0	803.565	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Aux. 5 - Cálculo excedentes con R* + ej. act.	0	0	0	0	0	7.961.172	7.456.538	6.939.108	6.399.315	5.836.619	4.868.805	4.243.195	3.597.432	2.932.947	2.236.134	1.511.903	761.607
		RESULTADO DEL EJERCICIO	-1.655.104	2.139.853	5.199.831	8.427.934	7.961.172	7.456.538	6.939.108	6.399.315	5.836.619	4.868.805	4.243.195	3.597.432	2.932.947	2.236.134	1.511.903	761.607	480.622
		TOTAL PASIVO NO CORRIENTE	46.172.421	25.704.571	34.551	774	948	6.004	12.247	18.738	25.484	541.335	1.077.811	1.588.203	2.159.955	2.753.943	3.370.827	0	0
		DEUDA A LARGO PLAZO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		PROVISIÓN PARA REPOSICIONES	46.172.421	25.704.571	34.551	774	948	6.004	12.247	18.738	25.484	541.335	1.077.811	1.588.203	2.159.955	2.753.943	3.370.827	0	0
	TOTAL PASIVO CORRIENTE	7.337.770	8.101.225	9.170.844	10.295.920	10.188.770	10.068.347	9.942.973	9.809.421	9.667.471	9.389.677	9.225.106	9.052.920	8.873.570	8.682.465	8.481.198	8.270.169	8.214.456	
	H.P. ACREEDORA POR IVA	3.267.301	3.236.338	3.203.210	3.167.842	3.130.182	3.090.153	3.047.683	3.002.698	2.955.123	2.904.881	2.851.894	2.796.072	2.737.348	2.675.630	2.610.832	2.542.863	2.471.634	
	PROVEEDORES / ACREEDORES	4.070.469	4.151.602	4.234.358	4.318.767	4.404.863	4.492.681	4.582.254	4.673.618	4.766.808	4.861.861	4.958.814	5.057.705	5.158.573	5.261.457	5.366.398	5.473.437	5.582.615	
	IMPUESTOS A PAGAR	0	713.284	1.733.277	2.809.311	2.653.724	2.485.513	2.313.036	2.133.105	1.945.540	1.622.935	1.414.398	1.199.144	977.649	745.378	503.968	253.869	160.207	
	OTROS PASIVOS A CORTO PLAZO	18.994.941	1.487.532	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
CHEQUEO DE CUADRE DE BALANCE		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

ID.	CONCEPTO										
		2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099
ACTIVO	TOTAL	88.880.124	86.270.465	82.478.311	78.105.888	72.501.359	65.586.746	57.312.869	47.629.127	36.483.571	28.195.321
	TOTAL ACTIVO NO CORRIENTE	41.409.360	36.274.571	31.139.783	26.004.994	20.870.206	15.735.417	10.600.629	5.465.840	331.052	331.052
	AF Inmovilizado neto FINANCIERO - por IFRIC 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Inmovilizado neto FINANCIERO - por tenencia de DEUDA SOBERANA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AI Inmovilizado neto INTANGIBLE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	+ Bruto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	- Amortización acumulada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AM Inmovilizado neto MATERIAL	41.409.360	36.274.571	31.139.783	26.004.994	20.870.206	15.735.417	10.600.629	5.465.840	331.052	331.052
	+ Bruto	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034
	- Amortización acumulada	323.665.674	328.800.462	333.935.251	339.070.039	344.204.828	349.339.616	354.474.405	359.608.193	364.743.982	364.743.982
	CUENTA DE RESERVA PARA REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CUENTA DE RESERVA PARA EL SERVICIO DE LA DEUDA - CRSD -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL ACTIVO CORRIENTE	1.631.315	1.613.888	1.595.324	1.575.588	1.554.647	1.532.460	1.508.997	1.484.217	1.458.082	0
	CLIENTES	1.631.315	1.613.888	1.595.324	1.575.588	1.554.647	1.532.460	1.508.997	1.484.217	1.458.082	0
	H.P. DEUDORA POR IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TESORERÍA y OTROS ACTIVOS LÍQUIDOS EQUIVALENTES	45.839.449	48.382.006	49.743.204	50.525.305	50.076.507	48.318.869	45.203.243	40.679.070	34.694.438	27.864.269	
TOTAL	88.880.124	86.270.465	82.478.311	78.105.888	72.501.359	65.586.746	57.312.869	47.629.127	36.483.571	28.195.321	
PATRIMONIO NETO + PASIVO	TOTAL	80.753.551	78.109.615	74.284.513	69.880.531	64.245.889	57.302.673	49.001.749	39.292.588	28.123.304	28.177.317
	TOTAL PATRIMONIO NETO	80.753.551	78.109.615	74.284.513	69.880.531	64.245.889	57.302.673	49.001.749	39.292.588	28.123.304	28.177.317
	CAPITAL ORDINARIO	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241	68.894.241
	RESERVAS	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848
	Reserva legal	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848	13.778.848
	Aux. 3 - Cálculo excedentes Reserva Legal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dividendo no distribuido por incumplimiento de covenants	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Otras reservas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RESULTADO DE EJERCICIOS ANTERIORES	-412.348	-1.919.538	-4.563.475	-8.388.576	-12.792.558	-18.427.201	-25.370.417	-33.671.340	-43.380.501	-54.549.785
	Aux. 4 - Cálculo excedentes con R ⁿ - ej. ant.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aux. 5 - Cálculo excedentes con R ⁿ + ej. act.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RESULTADO DEL EJERCICIO	-1.507.190	-2.643.937	-3.825.101	-4.403.982	-5.634.643	-6.943.216	-8.300.924	-9.709.161	-11.169.284	54.012
	TOTAL PASIVO NO CORRIENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	DEUDA A LARGO PLAZO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PROVISIÓN PARA REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL PASIVO CORRIENTE	8.126.573	8.160.851	8.193.797	8.225.356	8.255.471	8.284.074	8.311.120	8.336.539	8.360.267	18.004	
H.P. ACREEDORA POR IVA	2.319.010	2.237.430	2.152.203	2.063.226	1.970.395	1.873.595	1.772.730	1.667.682	1.568.335	0	
PROVEEDORES / ACREEDORES	5.807.563	5.923.421	6.041.594	6.162.130	6.285.076	6.410.479	6.538.389	6.668.857	6.801.932	0	
IMPUESTOS A PAGAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18.004	
OTROS PASIVOS A CORTO PLAZO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CHEQUEO DE CUADRE DE BALANCE	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

16.2.3 ESTADO DE FLUJOS DE EFECTIVO

ID.	CONCEPTO	FASE DE CONSTRUCCIÓN										FASE DE EXPLOTACIÓN							
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO	RESUMEN DE COBROS	0	0	0	0	0	0	1.168.932	4.613.062	233.519.388	252.653.509	57.042.835	48.358.151	48.816.135	49.279.017	49.735.482	50.189.726	53.795.947	54.079.712
	FASE CONSTRUCCIÓN	0	0	0	0	0	0	61.000	667.122	34.073.580	34.092.538	0	0	0	0	0	0	0	0
	APORTACIONES DE CAPITAL (AMBAS FASES)	0	0	0	0	0	0	61.000	667.122	34.073.580	34.092.538	0	0	0	0	0	0	0	0
	APORTACIONES DE SUBVENCIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	APORTACIONES DE DEUDA NO CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	244.002	2.668.488	136.294.322	136.370.152	0	0	0	0	0	0	0	0
	DESDOTACIÓN CUENTA DE RESERVA REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18.293
	IVA COBRADO POR INVERSIONES	0	0	0	0	0	0	48.038	541.371	27.008.064	35.792.189	8.949.291	0	0	0	0	0	0	2.881
	APORTACIONES DEUDA IVA	0	0	0	0	0	0	64.050	700.478	35.777.259	35.797.165	0	0	0	0	0	0	0	0
	FASE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32.355.620	34.051.112	34.373.643	34.695.454	35.016.388	35.336.282	37.700.087	38.050.283
	COBROS POR LAS VENTAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32.355.620	34.051.112	34.373.643	34.695.454	35.016.388	35.336.282	37.700.087	38.050.283
	DESDOTACIÓN CUENTA DE RESERVA DE LA DEUDA - CRSD -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.566.578	0	0	0	0	0	214.610	14.297
	IVA REPERCUTIDO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.171.346	14.307.040	14.442.493	14.577.641	14.712.418	14.846.755	15.876.318	15.985.607
	IVA COBRADO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MIXTO	0	0	0	0	0	0	751.842	35.603	366.162	10.601.466	0	0	0	0	0	0	0	0
	APORTACIONES DE DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	751.842	35.603	366.162	10.601.466	0	0	0	0	0	0	0	0
	INGRESOS FINANCIEROS CONTINGENTES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.922	6.676	6.688	4.932	8.350
	RESUMEN DE PAGOS	0	0	0	0	0	0	1.168.932	4.613.062	233.519.388	252.653.509	57.042.835	48.358.151	45.963.299	48.915.879	49.729.289	51.035.943	52.149.013	54.589.105
	FASE CONSTRUCCIÓN	0	0	0	0	0	0	305.002	3.335.610	170.367.902	170.462.690	0	0	0	0	0	0	0	18.293
	INVERSIÓN EN INMOVILIZADO MATERIAL	0	0	0	0	0	0	305.002	3.335.610	170.367.902	170.462.690	0	0	0	0	0	0	0	18.293
	<i>Cálculo auxiliar por excesivo tamaño de la fórmula en fila superior</i>	0	0	0	0	0	0	0	10.076.171	17.024.860	191.014.749	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034
	DOTACIÓN CUENTA DE RESERVA MANTENIMIENTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.098	6.098	6.268	170	0
	IVA SOPORTADO EN INVERSIONES	0	0	0	0	0	0	64.050	700.478	35.777.259	35.797.165	0	0	0	0	0	0	0	3.842
	PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA IVA	0	0	0	0	0	0	48.038	541.371	27.008.064	35.792.189	8.949.291	0	0	0	0	0	0	0
	INTERESES y COMISIONES ASOCIADOS A LA DEUDA IVA	0	0	0	0	0	0	723.967	6.408	323.391	376.518	54.035	0	0	0	0	0	0	0
	FASE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	203.195	206.852	210.575	214.366	218.224	222.152	226.151	230.222
	PERSONAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	203.195	206.852	210.575	214.366	218.224	222.152	226.151	230.222
	SEGUROS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54.122	55.204	56.308	57.434	58.583	59.755	60.950	62.169
	RESTO DE PAGOS POR LA EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.658.537	10.533.233	10.785.459	11.008.154	11.226.882	11.449.984	11.679.573	11.912.051
IVA SOPORTADO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.170.426	2.213.834	2.258.111	2.303.273	2.349.339	2.396.325	2.444.761	2.493.638	
IVA PAGADO EN OPERACIONES COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.000.690	12.070.134	12.161.588	12.251.871	12.340.902	12.428.592	13.186.275	13.476.866	
DOTACIÓN CUENTA DE RESERVA DE LA DEUDA - CRSD -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.789.120	0	0	13.798	13.449	11.922	861.238	0	0	
PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA NO CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16.846.745	12.818.456	13.149.315	13.333.701	13.520.500	13.706.485	15.593.355	15.369.562	
INTERESES y COMISIONES ASOCIADOS A LA DEUDA NO CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.761.495	3.504.883	3.325.769	3.168.979	3.009.078	2.846.935	2.682.542	2.505.634	
IMPUESTO DE SOCIEDADES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.759.020	3.643.508	3.705.716	3.771.789	3.836.041	3.899.286	4.493.775	
DIVIDENDOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.852.836	3.215.973	3.222.167	2.375.949	4.022.883	
MIXTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.212.974	3.183.230	368.869	0	0	0	0	0	
PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.212.974	3.183.230	368.869	0	0	0	0	0	
INTERESES ASOCIADOS A LA DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	27.875	29.195	42.771	435.828	131.326	13.305	0	0	0	0	0	0	
EXCEDENTE ANUAL DE TESORERÍA PROVENIENTE DE EFE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.852.836	363.138	6.193	-846.218	1.646.934	-509.393	
EXCEDENTE ACUMULADO DE TESORERÍA PROVENIENTE DE EFE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.852.836	3.215.973	3.222.167	2.375.949	4.022.883	3.513.490	
EXCEDENTE ACUMULADO DE TESORERÍA PROVENIENTE DE BALANCE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.852.836	3.215.973	3.222.167	2.375.949	4.022.883	3.513.490	
CHEQUEO DE CUADRE DE FLUJOS DE EFECTIVO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

ID.	CONCEPTO																			
		2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	
ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO	RESUMEN DE COBROS	54.428.940	54.792.485	55.150.804	55.504.522	55.821.068	56.160.731	56.787.229	60.072.331	66.677.104	73.116.471	69.278.954	80.554.019	80.500.325	81.143.273	81.904.249	60.235.594	59.465.288	59.704.381	
	FASE CONSTRUCCIÓN	APORTACIONES DE CAPITAL (AMBAS FASES)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		APORTACIONES DE SUBVENCIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		APORTACIONES DE DEUDA NO CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		DESOTACIÓN CUENTA DE RESERVA REPOSICIONES	0	511	0	0	0	0	253.197	21.434	0	0	0	19.438.082	18.258.980	18.624.159	18.996.642	25.113	0	0
		IVA COBRADO POR INVERSIONES	960	80	27	0	0	0	39.879	16.669	1.125	0	0	3.061.498	3.896.289	3.891.902	3.969.740	1.001.279	1.318	0
	APORTACIONES DEUDA IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FASE EXPLOTACIÓN	COBROS POR LAS VENTAS	38.307.494	38.561.570	38.812.264	39.059.372	39.302.687	39.541.995	39.777.076	40.007.704	40.233.583	40.454.595	40.670.438	40.880.855	41.085.584	41.284.358	41.476.834	41.662.858	41.842.078	42.014.191
		DESOTACIÓN CUENTA DE RESERVA DE LA DEUDA - CRSD -	19.610	22.794	25.761	28.863	0	0	0	0	1.915.432	7.826.102	0	0	0	0	0	0	0	0
		IVA REPERCUTIDO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	16.093.582	16.200.240	16.305.473	16.409.196	16.511.323	16.611.763	16.710.424	16.807.211	16.901.997	16.994.739	17.085.303	17.173.584	17.259.473	17.342.855	17.423.586	17.501.605	17.576.759	17.648.924
		IVA COBRADO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MIXTO	APORTACIONES DE DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	3.212.474	7.624.966	7.841.035	11.523.212	0	0	0	0	0	0	0
		INGRESOS FINANCIEROS CONTINGENTES	7.293	7.291	7.280	7.090	7.058	6.973	6.653	6.840	0	0	0	0	0	0	37.446	44.739	45.132	41.266
	RESUMEN DE PAGOS	54.430.113	54.797.857	55.241.942	55.519.854	55.862.277	56.314.840	56.697.329	63.367.389	66.677.104	73.116.471	69.278.954	80.554.019	80.500.325	63.103.189	78.391.164	60.046.144	61.327.526	59.953.234	
	FASE CONSTRUCCIÓN	INVERSIÓN EN INMOVILIZADO MATERIAL	0	511	0	0	0	253.197	21.434	0	0	0	19.438.082	18.258.980	18.624.159	18.996.642	25.113	0	0	
		<i>Cálculo auxiliar por exceso tamaño de la fórmula en fila superior</i>	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034
		DOTACIÓN CUENTA DE RESERVA MANTENIMIENTO	0	0	84.399	91.544	91.544	7.145	0	6.479.361	12.565.687	18.773.740	18.626.594	12.548.638	6.340.585	8.371	0	0	0	113.843
		IVA SOPORTADO EN INVERSIONES	0	107	0	0	0	0	53.171	4.501	0	0	0	4.081.997	3.834.386	3.911.073	3.989.295	5.274	0	0
		PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	INTERESES y COMISIONES ASOCIADOS A LA DEUDA IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FASE EXPLOTACIÓN	PERSONAL	234.366	238.585	242.879	247.251	251.701	256.232	260.844	265.539	270.319	275.185	280.138	285.181	290.314	295.540	300.859	306.275	311.788	317.400
		SEGUROS	63.412	64.680	65.974	67.293	68.639	70.012	71.412	72.841	74.297	75.783	77.299	78.845	80.422	82.030	83.671	85.344	87.051	88.792
		RESTO DE PAGOS POR LA EXPLOTACIÓN	12.148.762	12.390.205	12.636.473	12.887.663	13.143.874	13.405.206	13.671.760	13.943.643	14.220.969	14.503.819	14.792.332	15.086.611	15.386.773	15.692.934	16.005.215	16.323.737	16.648.626	16.980.009
		IVA SOPORTADO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	2.543.492	2.594.343	2.646.210	2.699.115	2.753.077	2.808.118	2.864.259	2.921.522	2.979.931	3.039.507	3.100.274	3.162.257	3.225.478	3.289.963	3.355.738	3.422.827	3.491.258	3.561.057
		IVA PAGADO EN OPERACIONES COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	13.535.559	13.591.945	13.645.921	13.697.377	13.746.205	13.792.295	13.835.535	13.875.807	13.912.972	13.946.940	13.977.580	14.004.753	14.028.328	14.048.167	14.064.109	14.076.045	14.083.820	14.087.275
		DOTACIÓN CUENTA DE RESERVA DE LA DEUDA - CRSD -	0	0	0	0	0	224.813	216.250	235.287	268.172	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA NO CONTINGENTE	15.527.993	15.685.954	15.835.200	15.979.932	16.120.505	16.256.597	16.901.711	17.534.417	18.212.911	18.965.093	14.822.360	0	0	0	0	0	0	0
		INTERESES y COMISIONES ASOCIADOS A LA DEUDA NO CONTINGENTE	2.318.684	2.132.128	1.943.663	1.753.342	1.561.247	1.367.428	1.171.940	971.734	763.813	547.976	323.500	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
		IMPUESTO DE SOCIEDADES	4.544.353	4.587.081	4.634.277	4.680.529	4.725.010	4.767.727	4.192.091	3.627.140	3.006.235	2.295.909	2.159.127	1.985.413	2.013.922	2.840.418	3.525.551	4.218.360	4.932.364	4.894.477
		DIVIDENDOS	3.513.490	3.512.317	3.506.946	3.415.809	3.400.476	3.359.267	3.205.158	3.295.058	0	0	0	0	0	0	18.040.085	21.553.169	21.742.619	19.880.381
	MIXTO	PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.068.721	16.852.434	4.280.532	0	0	0	0
		INTERESES ASOCIADOS A LA DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	119.105	401.806	692.518	1.119.750	783.520	158.704	0	0	0	0	0
	EXCEDENTE ANUAL DE TESORERÍA PROVENIENTE DE EFE	-1.173	-5.371	-91.137	-15.333	-41.209	-154.109	89.900	-3.295.058	0	0	0	0	0	18.040.085	3.513.085	189.450	-1.862.238	-248.852	
	EXCEDENTE ACUMULADO DE TESORERÍA PROVENIENTE DE EFE	3.512.317	3.506.946	3.415.809	3.400.476	3.359.267	3.205.158	3.295.058	0	0	0	0	0	0	18.040.085	21.553.169	21.742.619	19.880.381	19.631.529	
	EXCEDENTE ACUMULADO DE TESORERÍA PROVENIENTE DE BALANCE	3.512.317	3.506.946	3.415.809	3.400.476	3.359.267	3.205.158	3.295.058	0	0	0	0	0	0	18.040.085	21.553.169	21.742.619	19.880.381	19.631.529	
	CHEQUEO DE CUADRE DE FLUJOS DE EFECTIVO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

ID.	CONCEPTO																			
		2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	
ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO	RESUMEN DE COBROS	59.937.608	60.160.080	60.370.961	60.965.568	60.774.761	60.964.667	61.092.313	61.237.024	61.368.744	61.485.539	61.584.825	61.669.566	61.737.466	64.475.126	62.063.607	72.066.905	73.564.871	99.101.172	
	FASE CONSTRUCCIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	APORTACIONES DE CAPITAL (AMBA FASES)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	APORTACIONES DE SUBVENCIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	APORTACIONES DE DEUDA NO CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	DESOTACIÓN CUENTA DE RESERVA REPOSICIONES	0	0	0	341.529	0	29.424	0	0	0	0	0	0	0	2.318.557	0	0	0	28.792.572	
	IVA COBRADO POR INVERSIONES	0	0	0	53.791	17.930	4.634	1.545	0	0	0	0	0	0	365.173	121.724	0	0	4.534.830	
	APORTACIONES DEUDA IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	FASE EXPLOTACIÓN	42.178.889	42.335.856	42.484.697	42.625.212	42.756.994	42.879.690	42.992.935	43.096.358	43.189.576	43.272.197	43.343.748	43.403.953	43.452.324	43.488.420	43.511.795	43.521.919	43.518.460	43.500.871	
	COBROS POR LAS VENTAS	42.178.889	42.335.856	42.484.697	42.625.212	42.756.994	42.879.690	42.992.935	43.096.358	43.189.576	43.272.197	43.343.748	43.403.953	43.452.324	43.488.420	43.511.795	43.521.919	43.518.460	43.500.871	
	DESOTACIÓN CUENTA DE RESERVA DE LA DEUDA - CRSD -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	IVA REPERCUTIDO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	17.717.969	17.783.761	17.846.134	17.905.007	17.960.205	18.011.580	18.058.979	18.102.247	18.141.223	18.175.740	18.205.601	18.230.691	18.250.802	18.265.750	18.275.348	18.279.371	18.277.684	18.270.052	
	IVA COBRADO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	APORTACIONES DE DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136.288	10.265.615	11.768.726	4.002.847
	INGRESOS FINANCIEROS CONTINGENTES	40.750	40.463	40.130	40.029	39.631	39.339	38.854	38.420	37.945	37.601	35.476	34.922	34.341	37.227	18.452	0	0	0	
	RESUMEN DE PAGOS	60.075.709	60.320.593	60.419.453	61.157.301	60.915.451	61.198.475	61.301.653	61.465.474	61.534.762	62.509.038	61.851.884	61.949.465	60.347.251	73.520.067	70.952.809	72.066.905	73.564.871	99.101.172	
	FASE CONSTRUCCIÓN	0	0	0	341.529	0	29.424	0	0	0	0	0	0	0	2.318.557	0	0	0	28.792.572	
	INVERSIÓN EN INMOVILIZADO MATERIAL	0	0	0	341.529	0	29.424	0	0	0	0	0	0	0	2.318.557	0	0	0	28.792.572	
	<i>Cálculo auxiliar por exceso tamaño de la fórmula en fila superior</i>	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	
	DOTACIÓN CUENTA DE RESERVA MANTENIMIENTO	113.843	123.651	9.808	9.808	0	0	0	0	0	772.852	772.852	772.852	0	9.597.524	19.539.875	29.525.139	30.112.584	20.183.697	
	IVA SOPORTADO EN INVERSIONES	0	0	0	71.721	0	6.179	0	0	0	0	0	0	0	486.897	0	0	0	6.046.440	
	PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	INTERESES y COMISIONES ASOCIADOS A LA DEUDA IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	FASE EXPLOTACIÓN	323.113	328.929	334.850	340.877	347.013	353.259	359.618	366.091	372.681	379.389	386.218	393.170	400.247	407.451	414.785	422.251	429.852	437.589	
	PERSONAL	323.113	328.929	334.850	340.877	347.013	353.259	359.618	366.091	372.681	379.389	386.218	393.170	400.247	407.451	414.785	422.251	429.852	437.589	
	SEGUROS	90.568	92.379	94.227	96.112	98.034	99.994	101.994	104.034	106.115	108.237	110.402	112.610	114.862	117.159	119.503	121.893	124.331	126.817	
	RESTO DE PAGOS POR LA EXPLOTACIÓN	17.318.015	17.662.778	18.014.432	18.373.114	18.738.967	19.112.132	19.492.756	19.880.988	20.276.981	20.680.889	21.092.870	21.513.087	21.941.703	22.378.887	22.824.810	23.279.646	23.743.575	24.216.776	
	IVA SOPORTADO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	3.632.252	3.704.869	3.778.939	3.854.489	3.931.550	4.010.152	4.090.324	4.172.100	4.255.511	4.340.589	4.427.368	4.515.882	4.606.166	4.698.255	4.792.185	4.887.992	4.985.715	5.085.392	
IVA PAGADO EN OPERACIONES COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	14.086.255	14.080.598	14.070.119	14.054.687	14.034.120	14.008.235	13.976.848	13.939.774	13.896.820	13.847.791	13.792.462	13.730.664	13.662.179	13.586.780	13.504.247	13.414.325	13.316.821	13.211.487		
DOTACIÓN CUENTA DE RESERVA DE LA DEUDA - CRSD -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA NO CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
INTERESES y COMISIONES ASOCIADOS A LA DEUDA NO CONTINGENTE	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000		
IMPUESTO DE SOCIEDADES	4.850.134	4.803.960	4.754.163	4.700.540	4.643.077	4.597.101	4.531.921	4.463.635	4.316.252	4.234.907	4.148.827	4.057.373	3.948.166	3.824.413	3.683.150	0	0	0		
DIVIDENDOS	19.631.529	19.493.428	19.332.915	19.284.424	19.092.690	18.952.000	18.718.191	18.508.852	18.280.402	18.114.384	17.909.884	16.823.826	16.543.927	17.934.143	8.889.202	0	0	0		
MIXTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
INTERESES ASOCIADOS A LA DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.053	385.658	821.992	970.401		
EXCEDENTE ANUAL DE TESORERÍA PROVENIENTE DE EFE	-138.101	-160.513	-48.492	-191.733	-140.690	-233.809	-209.340	-228.450	-166.018	-1.023.500	-267.059	-279.898	1.390.215	-9.044.941	-8.889.202	0	0	0		
EXCEDENTE ACUMULADO DE TESORERÍA PROVENIENTE DE EFE	19.493.428	19.332.915	19.284.424	19.092.690	18.952.000	18.718.191	18.508.852	18.280.402	18.114.384	17.090.884	16.823.826	16.543.927	17.934.143	8.889.202	0	0	0	0		
EXCEDENTE ACUMULADO DE TESORERÍA PROVENIENTE DE BALANCE	19.493.428	19.332.915	19.284.424	19.092.690	18.952.000	18.718.191	18.508.852	18.280.402	18.114.384	17.090.884	16.823.826	16.543.927	17.934.143	8.889.202	0	0	0	0		
CHEQUEO DE CUADRE DE FLUJOS DE EFECTIVO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		

ID.	CONCEPTO																			
		2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	
ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO	RESUMEN DE COBROS	97.761.345	97.897.158	98.507.638	63.136.339	61.354.192	61.185.387	60.996.539	60.782.617	60.541.562	60.272.503	59.974.500	59.708.223	59.305.914	58.921.657	58.507.089	62.704.556	57.791.212	57.064.593	
	FASE CONSTRUCCIÓN																			
	APORTACIONES DE CAPITAL (AMBAS FASES)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	APORTACIONES DE SUBVENCIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	APORTACIONES DE DEUDA NO CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	DESOTACIÓN CUENTA DE RESERVA REPOSICIONES	29.827.055	29.955.791	30.554.907	40.393	0	1.128	0	0	0	0	0	0	47.326	0	0	0	4.011.284	0	0
	IVA COBRADO POR INVERSIONES	6.209.371	6.283.958	6.385.077	1.610.494	2.121	178	59	0	0	0	0	0	7.454	2.485	0	0	631.777	210.592	0
	APORTACIONES DEUDA IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FASE EXPLOTACIÓN																			
	COBROS POR LAS VENTAS	43.468.651	43.421.294	43.358.276	43.278.991	43.183.032	43.069.770	42.938.624	42.789.003	42.620.301	42.431.896	42.223.150	41.993.338	41.741.931	41.468.177	41.171.369	40.850.787	40.505.692	40.135.259	
	DESOTACIÓN CUENTA DE RESERVA DE LA DEUDA - CRSD -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	IVA REPERCUTIDO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	18.256.267	18.236.116	18.209.378	18.175.797	18.135.207	18.087.337	18.031.947	17.968.788	17.897.603	17.818.133	17.730.108	17.633.223	17.527.259	17.411.897	17.286.839	17.151.784	17.006.421	16.850.401	
	IVA COBRADO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MIXTO																			
	APORTACIONES DE DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	INGRESOS FINANCIEROS CONTINGENTES	0	0	0	30.664	33.833	26.974	25.909	24.826	23.658	22.475	21.242	26.882	34.239	41.584	48.881	58.924	68.506	78.933	
	RESUMEN DE PAGOS	97.761.345	97.897.158	83.735.259	61.609.384	64.658.454	61.698.751	61.518.006	61.345.417	61.111.616	60.866.245	57.257.597	56.163.771	55.767.456	55.406.613	53.668.687	58.088.022	52.768.315	52.930.956	
	FASE CONSTRUCCIÓN																			
	INVERSIÓN EN INMOVILIZADO MATERIAL	29.827.055	29.955.791	30.554.907	40.393	0	1.128	0	0	0	0	0	47.326	0	0	0	4.011.284	0	0	
	<i>Cálculo auxiliar por excesivo tamaño de la fórmula en fila superior</i>	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034
	DOTACIÓN CUENTA DE RESERVA MANTENIMIENTO	10.198.433	13.840	376	376	0	0	0	15.775	15.775	15.775	0	1.337.095	1.337.095	1.337.095	0	0	0	0	0
	IVA SOPORTADO EN INVERSIONES	6.263.681	6.290.716	6.416.531	8.482	0	237	0	0	0	0	0	9.939	0	0	0	842.370	0	0	
	PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	INTERESES y COMISIONES ASOCIADOS A LA DEUDA IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FASE EXPLOTACIÓN																			
	PERSONAL	445.466	453.484	461.647	469.957	478.416	487.027	495.794	504.718	513.803	523.052	532.466	542.051	551.808	561.740	571.852	582.145	592.624	603.291	
	SEGUROS	129.354	131.941	134.579	137.271	140.016	142.817	145.673	148.587	151.558	154.589	157.681	160.835	164.052	167.333	170.679	174.093	177.575	181.126	
	RESTO DE PAGOS POR LA EXPLOTACIÓN	24.699.437	25.191.746	25.693.896	26.206.084	26.728.510	27.261.379	27.804.900	28.359.286	28.924.754	29.501.525	30.089.827	30.689.888	31.301.944	31.926.235	32.563.007	33.212.507	33.874.991	34.550.717	
IVA SOPORTADO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	5.187.062	5.290.764	5.396.540	5.504.430	5.614.477	5.726.724	5.841.216	5.957.996	6.077.112	6.198.608	6.322.534	6.448.937	6.577.867	6.709.375	6.843.512	6.980.331	7.119.885	7.262.229		
IVA PAGADO EN OPERACIONES COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	13.098.069	12.976.315	12.845.967	12.706.735	12.558.389	12.400.642	12.233.202	12.055.776	11.868.066	11.669.766	11.460.562	11.240.108	11.008.116	10.764.239	10.508.126	10.239.422	9.957.765	9.662.763		
DOTACIÓN CUENTA DE RESERVA DE LA DEUDA - CRSD -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA NO CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
INTERESES y COMISIONES ASOCIADOS A LA DEUDA NO CONTINGENTE	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	
IMPUESTO DE SOCIEDADES	0	0	713.284	1.733.277	2.809.311	2.653.724	2.485.513	2.313.036	2.133.105	1.945.540	1.622.935	1.414.398	1.199.144	977.649	745.378	503.968	253.869	160.207		
DIVIDENDOS	0	0	0	14.772.379	16.299.335	12.995.073	12.481.709	11.960.242	11.397.442	10.827.389	7.041.593	4.243.195	3.597.432	2.932.947	2.236.134	1.511.903	761.607	480.622		
MIXTO																				
PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA CONTINGENTE	7.178.536	17.507.409	1.487.532	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
INTERESES ASOCIADOS A LA DEUDA CONTINGENTE	704.251	55.151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EXCEDENTE ANUAL DE TESORERÍA PROVENIENTE DE EFE	0	0	14.772.379	1.526.956	-3.304.262	-513.364	-521.467	-562.800	-570.054	-593.742	2.716.902	3.544.452	3.538.458	3.515.044	4.838.402	4.616.534	5.022.897	4.133.637		
EXCEDENTE ACUMULADO DE TESORERÍA PROVENIENTE DE EFE	0	0	14.772.379	16.299.335	12.995.073	12.481.709	11.960.242	11.397.442	10.827.389	10.233.647	12.950.549	16.495.001	20.033.459	23.548.503	28.386.905	33.003.439	38.026.336	42.159.973		
EXCEDENTE ACUMULADO DE TESORERÍA PROVENIENTE DE BALANCE	0	0	14.772.379	16.299.335	12.995.073	12.481.709	11.960.242	11.397.442	10.827.389	10.233.647	12.950.549	16.495.001	20.033.459	23.548.503	28.386.905	33.003.439	38.026.336	42.159.973		
CHEQUEO DE CUADRE DE FLUJOS DE EFECTIVO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

ID.	CONCEPTO										
		2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099
ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO	RESUMEN DE COBROS	56.509.820	55.915.983	55.280.504	54.602.110	53.880.836	53.113.996	52.300.340	51.438.377	50.526.664	1.530.098
	FASE CONSTRUCCIÓN										
	APORTACIONES DE CAPITAL (AMBAS FASES)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	APORTACIONES DE SUBVENCIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	APORTACIONES DE DEUDA NO CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	DESDOTACIÓN CUENTA DE RESERVA REPOSICIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	IVA COBRADO POR INVERSIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	APORTACIONES DEUDA IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FASE EXPLOTACIÓN										
	COBROS POR LAS VENTAS	39.738.847	39.315.599	38.864.699	38.385.313	37.876.588	37.337.583	36.767.533	36.165.461	35.530.423	1.458.082
	DESDOTACIÓN CUENTA DE RESERVA DE LA DEUDA - CRSD -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	IVA REPERCUTIDO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	16.683.460	16.505.232	16.315.377	16.113.543	15.899.371	15.672.467	15.432.510	15.179.086	14.911.801	0
	IVA COBRADO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	APORTACIONES DE DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MIXTO										
	INGRESOS FINANCIEROS CONTINGENTES	87.513	95.151	100.428	103.254	104.877	103.946	100.297	93.830	84.439	72.017
	RESUMEN DE PAGOS	52.830.344	53.373.426	53.919.306	53.820.009	54.329.634	54.871.633	55.415.966	55.962.550	56.511.296	8.360.267
	FASE CONSTRUCCIÓN										
	INVERSIÓN EN INMOVILIZADO MATERIAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Cálculo auxiliar por exceso tamaño de la fórmula en fila superior</i>	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034	365.075.034
	DOTACIÓN CUENTA DE RESERVA MANTENIMIENTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	IVA SOPORTADO EN INVERSIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	INTERESES y COMISIONES ASOCIADOS A LA DEUDA IVA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FASE EXPLOTACIÓN										
	PERSONAL	614.150	625.205	636.458	0	0	0	0	0	0	0
	SEGUROS	184.749	188.444	192.213	196.057	199.978	203.977	208.057	212.218	216.463	0
	RESTO DE PAGOS POR LA EXPLOTACIÓN	35.239.952	35.942.965	36.660.031	37.391.432	38.137.454	38.898.389	39.674.535	40.466.197	41.273.685	6.801.932
	IVA SOPORTADO EN OP. COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	7.407.419	7.555.512	7.706.565	7.860.639	8.017.793	8.178.088	8.341.588	8.508.357	8.678.461	0
IVA PAGADO EN OPERACIONES COMERCIALES EN FASE DE EXPLOTACIÓN	9.354.074	9.031.300	8.694.039	8.341.881	7.974.410	7.591.179	7.191.785	6.775.777	6.342.687	1.558.335	
DOTACIÓN CUENTA DE RESERVA DE LA DEUDA - CRSD -	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA NO CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
INTERESES y COMISIONES ASOCIADOS A LA DEUDA NO CONTINGENTE	30.000	30.000	30.000	30.000	0	0	0	0	0	0	
IMPUESTO DE SOCIEDADES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
DIVIDENDOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MIXTO											
PRINCIPAL ASOCIADO A LA DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
INTERESES ASOCIADOS A LA DEUDA CONTINGENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EXCEDENTE ANUAL DE TESORERÍA PROVENIENTE DE EFE	3.679.476	2.542.557	1.361.198	782.101	-448.798	-1.757.637	-3.115.626	-4.524.173	-5.984.632	-6.830.169	
EXCEDENTE ACUMULADO DE TESORERÍA PROVENIENTE DE EFE	45.839.449	48.382.006	49.743.204	50.525.305	50.076.507	48.318.869	45.203.243	40.679.070	34.694.438	27.864.269	
EXCEDENTE ACUMULADO DE TESORERÍA PROVENIENTE DE BALANCE	45.839.449	48.382.006	49.743.204	50.525.305	50.076.507	48.318.869	45.203.243	40.679.070	34.694.438	27.864.269	
CHEQUEO DE CUADRE DE FLUJOS DE EFECTIVO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	