
MEMORIA

INDICE

1.- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	6
1.1.- ANTECEDENTES ANTERIORES A LA PUESTA EN SERVICIO DEL ACTUAL EMBALSE	6
1.2.- ANTECEDENTES ANTERIORES AL CONCURSO DE PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN	7
1.3.- ANTECEDENTES POSTERIORES AL CONCURSO DE PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN	8
1.4.- AUTORIZACIÓN DE REDACCIÓN DE LA MODIFICACIÓN Nº 3	11
1.5.- TRAMITACION AMBIENTAL	12
2.- USOS DEL EMBALSE DE YESA	17
3.- MODIFICACIONES Y SU JUSTIFICACIÓN	18
3.1.- CUERPO DE PRESA	19
3.2.- ÓRGANOS DE DESAGÜE Y TOMA	21
3.2.1.- Aliviadero	21
3.2.2.- Desagüe de Medio Fondo	24
3.2.3.- Desagüe de Fondo	24
3.2.4.- Toma del canal de Bardenas	25
3.2.5.- Toma entre presas	25
3.2.6.- Modelos reducidos	26
3.3.- OBRAS ACCESORIAS	26
3.3.1.- Instrumentación y Control	26
3.3.2.- Carreteras de Acceso	27
3.4.- REPOSICIÓN DE LA LÍNEA ELÉCTRICA DE 220 KV	27
3.5.- MEDIDAS CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS DEL IMPACTO AMBIENTAL	28
3.5.1.- Azud de Cola en el río Aragón	28
3.5.2.- Revegetación, restauración paisajística y deforestación del vaso	28
3.5.3.- Nuevas actuaciones sobre la Flora y la Fauna	29
3.5.4.- Arqueología, Etnografía y Paleontología	29
3.5.5.- Camino de Santiago	29
3.5.6.- Patrimonio Histórico-Artístico	31
3.5.7.- Actuaciones en laderas	31
3.5.8.- Actuaciones en Sigüés	32
3.5.9.- Embalse de cola en río Esca	32
3.6.- INCREMENTO DE MEDICIONES	33
4.- REPERCUSIÓN ECONÓMICA DE LAS MODIFICACIONES	34
5.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	37
5.1.- UBICACIÓN DE LA PRESA Y DEL EMBALSE	37
5.2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CUERPO DE PRESA	37
5.3.- OBRAS A REALIZAR EN LA PRESA ACTUAL	42

5.4.- TRATAMIENTO DE LA CIMENTACION	42
5.5.- ALIVIADERO	45
5.6.- ÓRGANOS DE DESAGÜE Y TOMA.....	47
5.6.1.- Desagüe de Fondo	47
5.6.2.- Toma del canal de Bardenas.....	48
5.6.3.- Toma entre presas	51
5.7.- INSTRUMENTACIÓN	51
5.8.- OBRAS AUXILIARES	54
5.9.- DESVÍO DE LA CN-240 A SU PASO POR LA PRESA	55
5.10.- CAMINO DE ACCESO AL PRÉSTAMO DE GRAVAS	56
5.11.- REPOSICIÓN DE LA LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE 220 KV	56
5.12.- ACTUACIONES EN PATRIMONIO.....	57
5.12.1.- Arqueología, Etnografía y Paleontología.....	57
5.12.2.- Actuaciones sobre el patrimonio Histórico-Artístico.....	58
5.12.3.- Reposición del Camino de Santiago.....	58
5.13.- EMBALSE DE COLA PARA PROTECCIÓN DE LA FAUNA	61
5.14.- ACTUACIONES MEDIOAMBIENTALES	63
5.14.1.- Revegetación, restauración paisajística y deforestación del vaso.....	63
5.14.2.- Adecuación ambiental del embalse de cola en el río Aragón	66
5.14.3.- Nuevas actuaciones sobre la Flora y la Fauna.....	67
5.15.- VERTEDEROS	67
5.16.- ACTUACIONES EN LADERAS	67
5.17.- ACTUACIONES EN SIGÜÉS.....	68
5.18.- EMBALSE DE COLA EN RÍO ESCA	69
5.18.1.- Cuerpo de presa.....	69
5.18.2.- Pantalla de consolidación.....	72
5.18.3.- Aliviadero, cuenco amortiguador y escala de peces.....	73
5.18.4.- Desvío del río	74
5.18.5.- Desagüe de fondo	75
5.18.6.- Auscultación	76
5.18.7.- Accesos	77
6.- EXPLOTACIÓN DEL EMBALSE DURANTE LA CONSTRUCCIÓN	78
6.1.- SERVIDUMBRES	78
6.1.1.- Servidumbres por demandas existentes	78
6.1.2.- Servidumbres por la laminación de avenidas	79
6.2.- RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN DURANTE EL RECRECIMIENTO	81
6.3.- CONCLUSIONES	85
7.- ESTUDIOS REALIZADOS	86
7.1.- TRABAJOS CARTOGRÁFICOS Y TOPOGRÁFICOS.....	86

7.2.- ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO Y DE MATERIALES	87
7.2.1.- Estudio Geológico-Geotécnico	89
7.2.2.- Estudio de Materiales	99
7.3.- ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	103
7.3.1.- Descripción de la cuenca	103
7.3.2.- Serie de aportaciones.....	104
7.3.3.- Estudio de avenidas	104
7.4.- ESTUDIO DE REGULACIÓN	107
7.5.- CALCULOS HIDRÁULICOS	110
7.5.1.- Cálculo del Aliviadero	112
7.5.2.- Cálculo del Desagüe de Fondo	118
7.5.3.- Cálculo de la Toma de Bardenas	119
7.5.4.- Elementos de cierre del canal de Bardenas y vertido al río Aragón	119
7.5.5.- Toma entre presas	120
7.6.- ENSAYO EN MODELO REDUCIDO.....	122
7.7.- ESTUDIO SISMOTECTÓNICO	125
7.7.1.- Determinación de las acciones sísmicas.....	125
7.7.2.- Estudio de Sismicidad Inducida.....	127
7.8.- CÁLCULO ESTRUCTURAL Y DE ESTABILIDAD DE LA PRESA.....	128
7.8.1.- Cálculo estructural de la presa	128
7.8.2.- Cálculo de estabilidad de la presa.....	131
7.9.- CALCULOS ESTRUCTURALES	136
7.10.- EMBALSE DE COLA EN EL RÍO ESCA.....	137
7.10.1.- Cartografía y Topografía	137
7.10.2.- Geología y Geotecnia.....	137
7.10.3.- Estudio hidrológico	138
7.10.4.- Cálculos hidráulicos.....	139
7.10.5.- Cálculo de estabilidad	139
7.11.- ESTUDIOS DEL PROYECTO DE 1993.....	140
7.11.1.- Investigación del revestimiento de los túneles del aliviadero	140
7.11.2.- Regulación conjunta Yesa - Embún	140
7.11.3.- Auscultación Microsísmica de la Presa	140
7.12.- CLASIFICACIÓN SEGÚN EL RIESGO POTENCIAL	141
7.12.1.- Presa de Yesa recrecida	141
7.12.2.- Azud de cola del embalse de Yesa en el río Aragón.....	142
7.12.3.- Presa de cola del embalse de Yesa en el río Esca	143
7.13.- ZONIFICACIÓN TERRITORIAL Y ANÁLISIS DE RIESGO	144
7.14.- NORMAS PROVISIONALES DE EXPLOTACIÓN.....	145
8.- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	147
8.1.- ANTECEDENTES.....	147
8.2.- ALTERNATIVAS CONSIDERADAS, SOLUCIÓN ADOPTADA	148
8.3.- ANÁLISIS DEL MEDIO Y LOS IMPACTOS	152

8.4.- MEDIDAS PROTECTORAS	153
8.4.1.- Medidas de protección de la atmósfera	153
8.4.2.- Medidas de protección de la geología	154
8.4.3.- Medidas de protección del medio hídrico y la calidad de las aguas	154
8.4.4.- Medidas de protección de la vegetación y la flora	154
8.4.5.- Medidas de protección de la fauna	154
8.4.6.- Medidas de protección de los espacios protegidos	157
8.4.7.- Medidas de protección del patrimonio cultural	157
8.5.- MEDIDAS CORRECTORAS	159
8.5.1.- Medidas correctoras del impacto sobre la vegetación y los hábitats	159
8.5.2.- Medidas correctoras del impacto sobre la fauna	159
8.5.3.- Medidas correctoras del impacto sobre el paisaje	159
8.5.4.- Medidas correctoras del impacto sobre el patrimonio cultural	160
8.5.5.- Restauración del área de préstamo de gravas	160
8.5.6.- Medidas correctoras del impacto sobre el medio socioeconómico	161
8.6.- MEDIDAS COMPENSATORIAS	162
8.6.1.- Medidas compensatorias sobre vegetación, hábitats silvestres, fauna y esp. protegidos ..	162
8.6.2.- Medidas compensatorias sobre el medio socioeconómico y la población afectada	163
8.7.- PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	164
9.- PLAN DE RESTITUCIÓN TERRITORIAL	166
10.- PLAN DE EMERGENCIA	169
11.- CONSIDERACIONES ADMINISTRATIVAS	170
11.1.- DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA	170
11.2.- PLAZO DE GARANTÍA	170
11.3.- CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA	170
11.4.- FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS	170
12.- EXPROPIACIONES Y SERVICIOS AFECTADOS	171
13.- NUEVOS PRECIOS	172
14.- PRESUPUESTO TOTAL Y ADICIONALES RESULTANTES	173
15.- PLAZO DE TERMINACIÓN DE LA OBRA	174
16.- DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO	175
17.- CONCLUSIÓN	177

1.- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La regulación del río Aragón no es una cuestión reciente, sino un objetivo que se pretende desde hace varios siglos. Los estudios y trabajos para definir el recrecimiento del embalse de Yesa se iniciaron en la década de los 70. Seguidamente se sintetizan los principales antecedentes, que se detallan en el Anejo nº 2 *“Descripción de Antecedentes”*. La definición del proyecto de recrecimiento es consecuencia del proceso que se describe a través de sus antecedentes.

1.1.- ANTECEDENTES ANTERIORES A LA PUESTA EN SERVICIO DEL ACTUAL EMBALSE

La primera noticia sobre la regulación del río Aragón se remonta al año 1498, fecha en la que el Consejo de Tauste solicitó permiso al rey Fernando el Católico para utilizar las aguas del río Aragón.

El primer antecedente realmente completo sobre el embalse de Yesa es el titulado *“Proyecto del Pantano de Yesa sobre el río Aragón”*, redactado en el año 1912 por los Ingenieros del Canal Imperial de Aragón, D. Cornelio Arellano y D. Manuel Abascal. El objetivo principal de este proyecto consistía en garantizar las dotaciones del Canal Imperial de Aragón, considerándose como uso secundario el riego de las comarcas de Bardenas y Cinco Villas.

Al decidir que el embalse del Ebro, situado en el propio río en Cantabria, regulara el Canal Imperial de Aragón, el riego de las comarcas de Bardenas y Cinco Villas quedó como objetivo prioritario del embalse de Yesa.

En el año 1924, los ingenieros D. Félix de los Ríos, D. Mariano Vicente y D. Antonio Colóm redactaron un nuevo proyecto de la presa de Yesa. En base a dicho proyecto, dieron comienzo las excavaciones de la cimentación en el año 1928, haciéndose cargo de la dirección de los trabajos el Ingeniero de Caminos D. René Petit, desde 1929 hasta la finalización de las obras en 1959.

En el año 1932, D. René Petit redactó el *“Proyecto Reformado del Pantano de Yesa sobre el río Aragón”*, definiéndose la presa y sus elementos auxiliares de forma semejante a como fueron construidos.

Las obras se interrumpieron entre los años 1933 a 1946, finalizándose en 1959, año en el que el embalse entró en servicio.

1.2.- ANTECEDENTES ANTERIORES AL CONCURSO DE PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN

Cuando se proyectó la zona regable a principios del siglo XX, las hipótesis de cultivo que se estimaban consistían mayoritariamente en cereal (trigo y cebada) por lo que, dadas las dotaciones y la distribución de los caudales demandados por estos cultivos, permitían con el actual embalse de Yesa cubrir las necesidades de toda la zona regable prevista que comprendía desde el río Aragón al Gállego, incluyendo la cuenca del Arba.

En los años 70 se constató que la distribución de cultivos evolucionaba de forma que disminuía la proporción de cereal respecto a otros cultivos más competitivos, aumentando las necesidades de agua. Puesto que el extenso sistema de Bardenas no estaba finalizado, las mayores demandas se compensaban con las menores superficies transformadas en regadío. Pero, para poder permitir que la totalidad de las hectáreas pudieran desarrollarse, era necesario incrementar la regulación.

El recrecimiento de la presa de Yesa surge como consecuencia de los estudios y trabajos realizados, en la década de los años 70, sobre la regulación de los ríos Aragón, Irati y Salazar. En ellos se consideraron numerosas alternativas, planteándose varios embalses: en primer lugar Lumbier "grande", que una vez desestimado fue sustituido por cuatro embalses menores (Lumbier "pequeño", Aspurz, Aoiz y Berdún). Finalmente, Aoiz pasó a ser Itoiz, y Berdún fue sustituido por el recrecimiento de la presa de Yesa, redactándose su anteproyecto.

En Octubre de 1983, se definió por primera vez el recrecimiento como proyecto de construcción, mediante el *"Proyecto de recrecimiento de la presa de Yesa sobre el río Aragón"* (PROYECTO 10/1983) clave 09.123.126/2111, redactado por el Ingeniero de Caminos D. José Luis Uceda, para cuya elaboración se contó con la colaboración de Mr. J. Barry Cooke, reconocido experto internacional en presas de escollera con pantalla de hormigón.

En dicho proyecto se contemplaba el recrecimiento de la presa actual con escollera y pantalla de hormigón apoyada sobre la presa actual, con el Nivel Máximo Normal del embalse recrecido a cota 521,00 m y con la coronación de la nueva presa a cota 528,70 m, creándose un embalse total de 1.525 hm³ de capacidad total.

La capacidad del embalse del recrecimiento de Yesa, quedó recogida en la resolución aprobada por el Pleno de las Cortes de Aragón en su sesión de 30 de Junio de 1992, relativa a criterios sobre política hidráulica en la Comunidad Autónoma de Aragón (*Pacto del Agua de Aragón*), publicada el Boletín Oficial nº 40 de 7 de julio de 1992, en el que se dice textualmente: "El actual embalse de Yesa tiene una capacidad de 470 hm³. Se propone el

recrecimiento hasta los 1.525 hm³, con un incremento de capacidad de 1.055 hm³. El Pacto del Agua de Aragón fue asumido íntegramente en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro (Real Decreto 1664/1998 de 24 de julio de 1998 - BOE 191).

En marzo de 1993, el proyecto anteriormente citado fue adaptado a la legislación vigente, incorporándose como anejos a la memoria los nuevos estudios que eran preceptivos en dicha presa, redactándose el *"Proyecto modificado del de recrecimiento de la presa de Yesa sobre el río Aragón"*, (PROYECTO 03/1993) clave 09.123.126/2112, que fue sometió a Información Pública, junto con su Estudio de Impacto Ambiental, en el mes de mayo de ese mismo año.

El 30 de marzo de 1999, la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental formuló la preceptiva Declaración de Impacto Ambiental sobre el proyecto de recrecimiento de la presa de Yesa (Navarra).

En cumplimiento de la Declaración de Impacto Ambiental, se redactó la *"Adenda al proyecto modificado del de recrecimiento de la presa de Yesa sobre el río Aragón"* (ADENDA 04/1999), que incorporó al Proyecto 03/1993 las actuaciones medio ambientales y referentes al patrimonio prescritas en la DIA, siendo económicamente destacable por el incremento del coste que para el cuerpo de presa supuso la imposibilidad de abrir la cantera prevista en el proyecto de 1983, al no aceptarse su impacto en la DIA.

Las obras del PROYECTO DE RECRECIMIENTO DEL EMBALSE DE YESA SOBRE EL RIO ARAGÓN, ADENDA CON MEDIDAS CORRECTORAS DEL IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE RESTITUCIÓN TERRITORIAL DE SU ENTORNO (NAVARRA Y ZARAGOZA) se licitaron en Enero de 2000 por el procedimiento de Concurso de Proyecto y Obra.

1.3.- ANTECEDENTES POSTERIORES AL CONCURSO DE PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN

Con fecha 8 de Junio de 2000, la Mesa de Contratación de la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas propuso al órgano de contratación la adjudicación a la oferta presentada por la empresa FERROVIAL AGROMÁN, S.A., ACS PROYECTOS OBRAS Y CONSTRUCCIONES, S.A. Y FCC CONSTRUCCIÓN, S.A. en U.T.E., abreviadamente YESA U.T.E., con un presupuesto de adjudicación de 18.889.900.000.- pesetas (113.530.585,51 €), con I.V.A. del 16%.

El 12 de Diciembre de 2000, fue aprobado definitivamente el *"Proyecto de construcción del de recrecimiento del embalse de Yesa sobre el río Aragón, Adenda con medidas correctoras*

del Impacto Ambiental y Plan de Restitución Territorial de su entorno" - Solución Variante - (PROYECTO 01/2000) clave 09.123.126/2113, redactado en enero de 2000.

El 20 de Diciembre de 2000, se adjudicó definitivamente la ejecución de las obras del Proyecto de Construcción a FERROVIAL AGROMÁN, S.A., ACS PROYECTOS OBRAS Y CONSTRUCCIONES, S.A. Y FCC CONSTRUCCIÓN, S.A. en U.T.E., abreviadamente YESA U.T.E., en la cantidad de 18.889.900.000.- pesetas (113.530.585,51 €), con I.V.A. del 16%, con coeficiente de adjudicación 0,792461089 a aplicar a todos los capítulos excepto al 11.- Plan de Restitución Territorial, al cual se le aplicará un coeficiente de 1,00; fórmula tipo de revisión de precios nº10 y un plazo de ejecución de 55 meses.

La firma del Contrato tuvo lugar con fecha 3 de Enero de 2001.

El Acta de Comprobación de Replanteo se firmó el 2 de Febrero de 2001, supeditando el inicio de las obras a la disponibilidad de los terrenos afectados por las mismas. El 2 de Mayo de 2001 fue firmada un Acta Complementaria de Comprobación de Replanteo, ordenando el inicio de las obras en todo aquello no afectado por la disponibilidad de los terrenos.

Las principales diferencias de este proyecto respecto a los anteriores, además de incorporar anejos adicionales en cumplimiento de la nueva legislación vigente en el año 2000, consistió en el cambio del cuerpo de presa que, ante la imposibilidad de abrir la cantera prevista en 1983, se diseña con gravas procedentes del vaso del embalse; y en la utilización de las tomas previstas para posibles centrales hidroeléctricas no construidas en la actual presa en el nuevo Desagüe de Fondo y Toma de Bardenas.

Con fecha 6 de noviembre de 2001, la Dirección de Obra solicitó autorización para la redacción de la Modificación nº1, la cual fue concedida por la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, con fecha 1 de febrero de 2002. La *"Modificación nº1 del Proyecto de recrecimiento del embalse de Yesa sobre el río Aragón, Adenda con medidas correctoras del Impacto Ambiental y Plan de Restitución Territorial de su entorno"*, **(MODIFICACIÓN Nº1 02/2002)** con clave 09.123.126/2121, se redactó en febrero de 2002, por un presupuesto líquido de 114.430.532,25 €, que representa un adicional líquido de 899.946,74 € respecto al presupuesto líquido de adjudicación, lo que supuso un incremento del 0,79% del precio del contrato; siendo aprobada técnicamente el 29 de octubre de 2002.

Dicha Modificación nº1, sin cambios sustanciales respecto al Proyecto 01/2000, recoge las actuaciones y modificaciones que afectan exclusivamente a las obras incluidas en el Capítulo 8.2 «Desvío de la Carretera N240», referentes a la geometría y al trazado de la carretera, contemplando las observaciones manifestadas por el Servicio de Caminos del Gobierno de Navarra, organismo al que está adscrita la referida infraestructura. Asimismo,

se recogían las actuaciones necesarias para la reposición de diferentes servicios afectados por esta variante de carretera y no contemplados en el proyecto de construcción. Las modificaciones recogidas eran esencialmente las siguientes:

- Independencia del vial de la urbanización de Lasaitasuna con relación a la futura variante.
- Pantalla antirruído como protección acústica de las viviendas de la urbanización Lasaitasuna más próximas a la variante.
- Carril adicional de vía lenta de la misma sección y firme que el carril principal, en aquellos tramos de la variante en que la inclinación de su rasante supere el 5%.
- Drenaje transversal que diese continuidad al del vial de la urbanización de Lasaitasuna.
- Reposición de infraestructuras afectadas por el nuevo vial: Línea telefónica; Red de abastecimiento de agua; Red de saneamiento de fecales; Protección de tubería de abastecimiento de la Mancomunidad de Sangüesa mediante galería visitable; y Red eléctrica.

La Secretaría de Estado de Aguas y Costas, con fecha 15 de octubre de 2002, aprobó el expediente de Información Pública de la Modificación nº1 de las obras. Con fecha 17 de diciembre de 2002, se autorizó el gasto de la modificación, firmándose el contrato el 26 de diciembre de 2002, siendo el nuevo presupuesto líquido vigente de 114.430.532,25 €. Con fecha 17 de enero de 2003, se levantó la preceptiva Acta de Comprobación de replanteo de obras, siendo la nueva fecha de terminación de las obras el 31 de diciembre de 2006.

Con fecha 29 de octubre de 2003, se aprobó por la Dirección General, la justificación y descomposición del presupuesto de la Partida Alzada a Justificar para la redacción del Plan de Restitución Territorial, y los 67 precios nuevos necesarios, que se incorporaron al cuadro de precios del proyecto vigente.

El 23 de junio de 2004 la Dirección Técnica de esta Confederación Hidrográfica solicitó autorización para la redacción de la Modificación nº2 del tipo D-1, que se concretaba en los siguientes puntos:

- Excavaciones en cuerpo de presa.
- Tratamiento de taludes.
- Desagüe de fondo.
- Toma del canal de Bardenas.
- Instalaciones eléctricas.
- Prospecciones arqueológicas.
- Actuaciones en la margen izquierda del embalse.
- Auscultación durante el proceso constructivo.

Asimismo se recogía en la propuesta, dado el volumen de obra realizado en el capítulo de 8.2 «Variante de la Carretera N-240 durante las Obras», y en el capítulo 1.1 «Cuerpo de Presa. Excavación, Demolición y Acondicionamiento. Presa de Gravedad», la variación del número de unidades de obra sobre las previstas en las cubicaciones del proyecto, sin esperar para hacerlo a la Liquidación de las obras según lo establecido en la Cláusula 62 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación del Estado.

Con fecha 22 de julio de 2004, la Dirección General del Agua autorizó la redacción de la Modificación Nº 2 de las obras.

Con fecha 24 de noviembre de 2004, se aprobó por la Dirección General, la justificación y descomposición del presupuesto de la Partida Alzada a Justificar del Capítulo 11 «Plan de Restitución Territorial», subcapítulo 11.2 «P.A. a justificar para Actuaciones de Restitución Territorial». Para poder justificar su valoración fueron necesarios 511 precios nuevos, deducidos con las mismas bases que los del proyecto vigente, incluyendo éstos y los proyectos de las actuaciones como Anejo nº 42 de la memoria del proyecto vigente.

Con fecha 11 de mayo de 2005, quedó aprobada económicamente la *“Modificación nº2 del Proyecto de recrecimiento del embalse de Yesa sobre el río Aragón, Adenda con medidas correctoras del Impacto Ambiental y Plan de Restitución Territorial de su entorno”, (MODIFICACIÓN Nº2 11/2004)* con clave 09.123.126/2122, firmándose el preceptivo contrato con fecha 31 de mayo, ascendiendo el presupuesto de ejecución por contrata y líquido a 124.867.955,55 €, resultando un adicional líquido de 10.437.423,30 € y un plazo de ejecución hasta el 31 de diciembre de 2007.

1.4.- AUTORIZACIÓN DE REDACCIÓN DE LA MODIFICACIÓN Nº 3

En septiembre de 2005, la Dirección de Obra solicitó autorización para la redacción de una Modificación n.º 3 de las obras, que fue concedida por la Dirección General del Agua, siendo redactada dicha modificación en mayo de 2006 y remitida a la Dirección General del Agua el 5 de junio de 2006.

Con fecha 27 de julio de 2007, la Confederación Hidrográfica del Ebro, solicitó la devolución de la Modificación nº 3 de mayo de 2006 y, al mismo tiempo, solicitó autorización para redactar un nuevo documento (Modificación nº 3) que sustituyera al anterior y cuyo contenido asumiría el del documento a devolver incorporando una serie de actuaciones que se considera necesario llevar a cabo. Estas actuaciones adicionales, son las siguientes:

- Tratamiento adicionales en los estribos de la presa a incluir en la Modificación nº 3 y no en una actuación complementaria.

- Construcción de una presa de cola (en el río Escá) que permita mantener una lámina fija de agua en el entorno de Sigüés (evitar la banda árida y posibilitar el uso lúdico). Esta actuación se había previsto realizar mediante un contrato separado pero se considera muy conveniente que todas las actuaciones que sean necesarias llevar a cabo se incluyan en el mismo Proyecto.

Sobre la propuesta de la reducción de cota realizada en el *"Estudio Técnico de la Repercusión del proyecto de recrecimiento del embalse de Yesa sobre nuevas Variables Medioambientales: Diagnóstico y Recomendaciones"*, el Instituto Aragonés de Gestión Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón (INAGA), realizó un dictamen favorable, con el condicionado de desarrollar a nivel de proyecto las Medidas Correctoras que se planteaban en el citado estudio. En el condicionado del dictamen favorable del INAGA se cita el *"dique de cola sobre el río Esca"*, cumpliéndose con dicha condición al incluir en la presente Modificación nº 3 el proyecto constructivo de todos los elementos precisos para el EMBALSE DE COLA EN EL RIO ESCA.

Finalmente, con fecha 24 de agosto de 2007, se autorizó a la Confederación Hidrográfica del Ebro la redacción de la presente ***"Modificación nº 3 del Proyecto de recrecimiento del embalse de Yesa sobre el río Aragón, addenda con medidas correctoras del impacto ambiental y plan de restitución territorial de su entorno (Navarra y Zaragoza)"***. En el Anejo nº 0 *"Documentación Administrativa"*, se incluye copia de la referida autorización.

1.5.- TRAMITACION AMBIENTAL

Después de la aprobación definitiva del proyecto de recrecimiento del embalse de Yesa, proyecto base de licitación para el concurso de las obras, se han definido por parte de las comunidades autónomas competentes, nuevas figuras de protección contiguas o cercanas territorialmente al entorno del embalse, así como nuevas variables ambientales detectadas desde la realización de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Ha sido conveniente, por lo tanto, la actualización de la valoración cuanto que desde la realización del estudio de impacto ambiental y de su correspondiente DIA, numerosas especies, comunidades vegetales y elementos del medio biótico han sido incorporados a la legislación ambiental, o bien han cambiado de categoría. Por ello, se hacía necesario precisar y valorar la posible incidencia en el Proyecto de los valores faunísticos, florísticos y de protección del entorno natural, determinándose la existencia de posibles nuevas afecciones y su relevancia cualitativa y cuantitativa, analizándose también otro tipo de impactos de carácter socioeconómico y cultural.

Por todo lo anterior, la Dirección de Obra solicitó la contratación de una consultoría y asistencia técnica para la redacción de un estudio técnico que incorporara el diagnóstico de

la repercusión del proyecto de recrecimiento de Yesa sobre nuevas variables medioambientales, análisis de las diferentes actuaciones posibles y recomendaciones de las actuaciones e iniciativas a realizar.

Dicho contrato fue adjudicado a CAUSA (Consultores Asociados Urbanismo Sociedad y Ambiente), concluyendo el *"Estudio Técnico de la Repercusión del proyecto de recrecimiento del embalse de Yesa sobre nuevas Variables Medioambientales: Diagnostico Y Recomendaciones"*, en junio de 2005.

El estudio plantea una disminución en el recrecimiento de la presa de Yesa, proponiendo como cota para el máximo nivel normal del futuro embalse una comprendida entre la 510 y la 512, que, generando un volumen de almacenamiento alto, garantiza una satisfacción adecuada de las demandas provocando un impacto medio-bajo.

En dicho estudio se señala, asimismo, que la cota propuesta es un compromiso entre una cierta satisfacción de la demanda y un impacto ambiental asumible. El intervalo de la cota propuesta no logra atender completamente lo que satisface la cota 521 de Nivel Máximo Normal, y la inundación que provoca supone un impacto ambiental que, aunque asumible, existe y por supuesto es mayor al que produciría la no intervención.

Con la reducción de la cota de recrecimiento a la zona 510 - 512 de Nivel Máximo Normal:

- Se logra una disminución de la afección a los ecosistemas más interesantes (riparios, bosques y rupícolas).
- Se logra también disminuir al mínimo la afección a los espacios protegidos (ZEPA del río Aragón).
- Se logra no inundar el casco urbano de Sigüés, evitándose el traslado de dicho pueblo.
- Se afecta mínimamente a elementos singulares del patrimonio histórico artístico, evitándose la inundación de todas las ermitas.
- Se reduce la afección al Camino de Santiago.

El citado estudio fue remitido al Instituto Aragonés de Gestión Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, para su valoración y dictamen, que resolvió favorablemente con fecha 29 de agosto de 2005.

Con fecha 7 de julio de 2006, fue remitida la Separata Medioambiental de dicha Modificación nº 3, para su tramitación medioambiental.

Con fecha 12 de enero de 2007, la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, inicio consultas sobre la primitiva Modificación nº 3, con el fin de adoptar la decisión sobre el

sometimiento a procedimiento de evaluación de impacto ambiental, según lo establecido en el artículo 1.3 en relación con el Anexo II. Con fecha 7 de febrero se amplía en 15 días el plazo de consultas a petición de Ecologistas en Acción.

Con fecha 27 de julio de 2007, la Confederación Hidrográfica del Ebro, solicita la devolución de la Modificación nº 3 y, al mismo tiempo, solicita autorización para redactar un nuevo documento (Modificación nº 3) que sustituya al anterior y cuyo contenido asumirá el del documento a devolver y que se verá aumentado en una serie de actuaciones que se considera necesario llevar a cabo. Estas actuaciones adicionales están descritas en los diferentes apartados de esta memoria, y en resumen correspondientes a la construcción de una presa de cola (en el río Escá) que permita mantener una lámina fija de agua en el entorno de Sigüés (evitar la banda árida y posibilitar el uso lúdico) y los tratamientos adicionales en los estribos de la presa a incluir en la Modificación nº 3..

El proyecto original se incluye en el Anexo I del Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, en el grupo 7 (Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua, epígrafe a (Presas y otras instalaciones destinadas a retener el agua o almacenarla permanentemente cuando el volumen nuevo o adicional de agua almacenada sea superior a 10.000.000 de metros cúbicos).

La normativa establece (Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos: Anexo II, grupo 9, apartado k) la obligatoriedad de realizar un nuevo procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental de *“Cualquier cambio o ampliación de los proyectos que figuran en los anexos I y II, ya autorizados, ejecutados o en proceso de ejecución que puedan tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente, es decir, cuando se produzca alguna de las incidencias siguientes:*

1. *Incremento significativo de las emisiones a la atmósfera.*
2. *Incremento significativo de los vertidos a cauces públicos o al litoral.*
3. *Incremento significativo de la generación de residuos.*
4. *Incremento significativo en la utilización de recursos naturales.*
5. *Afección a áreas de especial protección designadas en aplicación de las Directivas 79/409/CEE y 92/43/CEE, o a humedales incluidos en la lista del Convenio Ramsar.”*

Puesto que la modificación que nos ocupa reduce las dimensiones de la presa proyectada en el proyecto vigente y del embalse recrecido de forma significativa y, por ende, reduce también los impactos generados, en una primera valoración sólo sería de aplicación la

incidencia 5ª, ya que, con posterioridad al procedimiento de Evaluación Ambiental que finalizó con la aprobación ambiental del proyecto se han declarado áreas de protección en aplicación de las directivas citadas en el área de afección del embalse.

En noviembre de 2007 se redactó el documento comprensivo 20080008GPR "NUEVO PROYECTO DE RECRECIMIENTO DEL EMBALSE DE YESA SOBRE EL RÍO ARAGÓN, TT.MM. YESA Y OTROS (NAVARRA Y ZARAGOZA)" para comenzar el procedimiento completo de Evaluación de Impacto Ambiental de la presente Modificación nº 3 de las obras, remitiéndose este documento a 35 entidades.

Las diferentes entidades que han emitido respuesta, a las consultas previas realizadas por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, han sido las siguientes:

Asociaciones:

Asociación Río Aragón
Amigos del Camino de Santiago
Coordinadora de Afectados por Grandes Embalses y Trasvases
Acción Pública para la Defensa del Patrimonio Aragonés
Ecologistas en Acción

Particulares:

Empresa Villa de Tiermas

Universidades:

Dep. Ciencias de la Tierra de la Universidad Zaragoza

Ayuntamientos:

Ayuntamiento de Artieda (Zaragoza)
Ayuntamiento de Los Pintanos (Zaragoza)
Ayuntamiento de Salvatierra de Esca (Zaragoza)
Ayuntamiento de Sangüesa (Navarra)
Ayuntamiento de Yesa (Navarra)

Gobierno de Aragón:

Instituto Aragonés de Gestión Ambiental (INAGA)
Dirección General de Calidad Ambiental y Cambio Climático
Departamento de Agricultura y Alimentación
Dirección General de Energía y Minas
Dirección General de Patrimonio Cultural
Dirección General de Obras Públicas Urbanismo y Transporte

Instituto Aragonés del Agua

Gobierno de Navarra:

Departamento Desarrollo Rural y Medio Ambiente

Administración del Estado:

Dirección General de Biodiversidad

Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas

Con fecha 12 de mayo de 2007, la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, Órgano Ambiental, procedió a comunicar, mediante informe, la amplitud y nivel de detalle que debe tener el correspondiente estudio de impacto ambiental, con lo que se responde a lo dispuesto en los artículos 7 y 8 del Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos. Con estas premisas se ha realizado el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental que se recoge en el Anejo 21.

2.- USOS DEL EMBALSE DE YESA

Con el recrecimiento del embalse de Yesa, desde su primer proyecto redactado en 1983, se pretenden los siguientes objetivos:

- (a) Garantizar la **laminación de avenidas**, manteniendo los resguardos necesarios, cumpliendo el Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses, aprobado por Orden Ministerial de 12 de marzo de 1996.
- (b) Garantizar el **caudal ecológico del río Aragón** aguas abajo del embalse de Yesa.
- (c) Suministrar las **concesiones existentes aguas abajo de la presa**: riegos tradicionales y concesión hidroeléctrica de "La Sangüesina".
- (d) Consolidar la **Zona Regable de Bardenas**, con dotación suficiente.
- (e) **Abastecimiento a las poblaciones de la Zona Regable de Bardenas**.
- (f) **Abastecimiento a Zaragoza y su entorno**.
- (g) **Apoyo a riegos del eje del Ebro** (Canal Imperial, Canal de Tauste y elevaciones Ebro).
- (h) **Aportación de excedentes, si los hay, a la cuenca del Gállego**.
- (i) Generar **energía hidroeléctrica** con centrales no contempladas en el proyecto vigente, **sin interferir con los otros usos**.

3.- MODIFICACIONES Y SU JUSTIFICACIÓN

La presente Modificación Nº 3 incorpora los cambios necesarios para adaptar el proyecto de recrecimiento del embalse de Yesa a la nueva cota de **Nivel Máximo Normal** establecida en 511,00 m en invierno, primavera y verano, y 509,00 m en otoño (**510,50 m de media**), que genera un volumen de almacenamiento alto y un impacto ambiental asumible. Asimismo, se incluyen modificaciones de carácter técnico y de seguridad, con objeto de incorporar las nuevas normas vigentes y los últimos avances en el proyecto y construcción de este tipo de presas.

Con esta reducción de cota, incorporando compuertas al aliviadero, disponiendo un dique de protección en Sigüés y creando un embalse cola en el río Esca, se logra:

- una importante **disminución de las afecciones a las nuevas figuras de protección**, definidas por parte de las comunidades autónomas competentes, después de la aprobación del proyecto de recrecimiento, **y a las nuevas variables ambientales detectadas**;
- **reducir la afección al trazado del Camino de Santiago**, propuesto en el año 2002 por el Gobierno de Aragón, **y no trasladar ninguna ermita**;
- **no inundar el casco urbano de Sigüés**, evitándose el traslado de dicha población, integrándolo en el embalse recrecido;
- y cumplir con lo acordado sobre el recrecimiento del embalse de Yesa en la Comisión del Agua de Aragón, de 28 de julio de 2004, y expuesto a la Comisión Mixta de Seguimiento del Pacto del Agua, en sesión de 14 de febrero de 2005.

La reducción de cota del recrecimiento del embalse de Yesa, considerada en esta Modificación nº 3, supone una reducción del volumen de embalse y de su volumen regulado; resultando equivalente, según el estudio de regulación realizado, esta disminución de la capacidad del embalse a la demanda de 5.000 ha de riego.

Las modificaciones necesarias desarrolladas en el presente Proyecto de Modificación de Obra Nº 3, que coinciden sensiblemente con las que se han propuesto en la petición de autorización de redacción, se justifican en los siguientes subapartados.

Además de las modificaciones precisas en los capítulos que definen actualmente el proyecto de recrecimiento hay que añadir las actuaciones de Restitución Territorial a diseñar en el casco urbano de Sigüés, que como se ha expuesto anteriormente, no se inunda y la presa de cola en el río Esca.

También se incluye en la presente Modificación Nº 3 la variación del número de unidades de obra sobre las previstas en las cubicaciones del proyecto, sin esperar para hacerlo a la Liquidación de las obras según lo establecido en la Cláusula 62 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación del Estado.

La descripción completa de las obras se presenta en el correspondiente apartado de esta memoria y la justificación detallada del recrecimiento proyectado en la presente Modificación Nº 3 se recoge en el Anejo nº 7 "*Justificación de la Solución Adoptada*". Seguidamente se analizan las variaciones en las obras a realizar y se exponen las diferencias respecto a las actuaciones consideradas en la Modificación Nº 2.

3.1.- CUERPO DE PRESA

Las modificaciones del cuerpo de presa son consecuencia, tanto de la reducción de la cota del recrecimiento, como de la incorporación de los últimos avances técnicos.

♦ Reducción de cota

Al reducirse el Nivel Máximo Normal del embalse de Yesa recrecido (de 521 m a 511-509 m) y por tanto la cota de coronación (de 528,70 m a 520,00 m), es necesario adaptar el cuerpo de presa. La altura de la presa recrecida sobre cimientos se reduce en 8,70 m, pasando de 116,70 m a 108,00 m (7,5 %).

Aplicando las nuevas curvas características, obtenidas en esta Modificación nº 3, la superficie inundada por el recrecimiento del embalse se reduce, a cota de N.M.N., en 690 ha, pasando de 4.240 ha a 3.550 ha (16,3 %); y el volumen del embalse recrecido se reduce en 391 hm³, pasando de 1.470 hm³ a 1.079 hm³ (26,6 %).

La solución que se adopta mantiene el plano de la pantalla en el paramento de aguas arriba y por tanto el apoyo de la nueva presa en la actual, desplazando hacia delante el eje de la presa recrecida, su coronación y el paramento de aguas abajo. De esta forma se mantiene sin modificar toda la presa proyectada, excepto los diez metros superiores y los últimos 32 m horizontales de aguas abajo.

Como consecuencia de la reducción de la cota se produce una disminución en el volumen de los materiales que conforman el cuerpo de la presa recrecida, pasando de 4,4 hm³ a 3,4 hm³, y en la pantalla de hormigón, pasando de 43.975 m² a 28.155 m². El volumen de las excavaciones para la ubicación de la presa no sufre alteración significativa ya que la mayor parte de ellas están realizadas y corresponden a lo definido en el proyecto con cota coronación 528,70 m.

♦ Tratamiento de la cimentación

Como es habitual y exige la buena práctica ingenieril en este tipo de estructuras, durante toda la fase de construcción se sigue investigando el terreno y adaptando las soluciones al estado actual del arte. Las amplias excavaciones necesarias para la cimentación de la presa y las continuas investigaciones del terreno, han permitido un mejor conocimiento del emplazamiento. Con los nuevos datos se han definido con mayor precisión las actuaciones recomendables a realizar en los estribos de la presa, para conseguir una adecuada impermeabilización de la cerrada.

Para la impermeabilización de los estribos de la presa se ha previsto, en esta Modificación nº 3, una pantalla de inyecciones y drenaje desde galerías excavadas en el terreno y conectadas con las de la actual presa. En el estribo derecho se han previsto dos niveles de galerías para mejorar la eficacia de las inyecciones.

♦ Mejoras técnicas

Además se consideran, en esta Modificación nº 3, las últimas experiencias internacionales en el proyecto y construcción de este tipo de presas de materiales sueltos con pantalla de hormigón, concretándose en el diseño de las juntas, el plinto y la pantalla.

La principal modificación en las juntas de plinto y pantalla consiste en la sustitución del material asfáltico tipo "Igas" por un material erosionable, que, caso de producirse una filtración de agua, sería arrastrado y, al quedar retenido en la capa de filtro, cerraría la fuga del agua.

En esta Modificación nº 3, para una mayor seguridad en la junta perimetral entre la pantalla y el plinto, aprovechando la configuración de la unión con la presa de gravedad, se colocará encima de ella el material erosionable anteriormente comentado y un material limoso que cubrirá la parte inferior de la pantalla.

Para asegurar una continuidad en la deformación de la pantalla, se regularizarán con hormigón los dos primeros escalones de la presa actual, abajo de la junta perimetral. Con este mismo fin se rellenarán con de material mejorado, por adicción de cemento las inmediaciones de la cámara de válvulas de la toma del canal de Bardenas, para evitar discontinuidades bajo la pantalla. También, se subirá el apoyo del plinto para apoyar sobre dicha cámara, cuya cubierta se proyecta inclinada, y se enlazará con la ladera izquierda sin bajar de cota, para lo que se requiere rellenos de hormigón junto a la presa actual.

Además, se ha previsto la posibilidad de disponer unas bandas de material mejorado por adicción de cemento en la zona próxima a la junta, para disminuir su movimiento, si el comportamiento del material granular puesto en el cuerpo de presa lo requiriera.

Se sustituye el hormigón proyectado para la formación del talud de apoyo de la pantalla por un tratamiento con riego bituminoso, que se ejecutará a medida que se realiza el cuerpo de presa, para evitar que, por las escorrentías, se dañe la capa de material dren.

También se modifica el diseño del plinto en las laderas, fuera de presa actual, diferenciando entre la parte situada aguas arriba de la pantalla, plinto externo, y la situada aguas abajo de la pantalla, plinto interno, adoptando los diseños utilizados en las principales presas de esta tipología que se están construyendo.

El plinto externo, tendrá una anchura constante de 4,5 y un espesor constante de 50 cm y su línea de máxima pendiente será perpendicular a su eje. Esta disposición ahora adoptada, facilita la ejecución de la pantalla de inyecciones, que se realizará toda ella desde el plinto externo.

La anchura del plinto interno, se determinará en función de la calidad del material de la cimentación y de la carga de agua, con el fin de reducir al mínimo los problemas de erosionabilidad de la cimentación. La disposición adoptada en esta Modificación nº 3, con su línea de máxima pendiente perpendicular al eje de la presa, permite poder ajustar su anchura, por zonas, en función de las características del terreno encontrado al realizar las excavaciones. El espesor del plinto interno se ha establecido en un mínimo de 30 cm, de tal manera que por debajo de la pantalla quede un espesor de grava de al menos 1,0 m.

3.2.- ÓRGANOS DE DESAGÜE Y TOMA

3.2.1.- Aliviadero

En el proyecto de 2000 y sus modificaciones nº 1 y nº 2, el aliviadero estaba situado en la ladera izquierda de la cerrada, aprovechando tres de los cuatro túneles existentes para el aliviadero actual, conectándose a unas estructuras de embocadura con labio fijo, tipo "Morning Glory" mediante pozos. La reducción de 10 metros en la cota de labio de vertido, considerada en esta Modificación nº 3, hace posible el mantenimiento de la solución de aliviadero de la presa actual, que ha funcionado correctamente durante los 50 años que lleva en servicio.

La solución planteada en esta Modificación n° 3 requiere disponer de compuertas en el aliviadero, para reducir la diferencia entre Nivel Máximo Normal del embalse y la Cota de Coronación del dique de protección del casco urbano de Sigüés. Sin embargo al recrearse la presa de Yesa con materiales sueltos, su coronación se diseña sin considerar operativas las compuertas, ya que no es habitual disponer compuertas en los aliviaderos de este tipo de presas.

En el Anejo n° 8 "*Cálculos Hidráulicos*", se ha realizado el cálculo de la cota de coronación para la presa de Yesa recrecida y para el dique de Sigüés, con las siguientes consideraciones:

- 1-a La presa de Yesa es una presa convencional de 108 m de altura sobre cimientos.
- 1-b El dique de Sigüés es una estructura de 15 m de altura máxima sobre cimientos que corresponde a una mota de encauzamiento y protección de márgenes, cuyo desbordamiento produciría una inundación remontante.

- 2-a La presa de Yesa es de materiales sueltos.
- 2-b El dique de Sigüés es de hormigón.

- 3-a La presa de Yesa es de tipo "A", correspondiendo como avenida de proyecto la 1.000 años de periodo de retorno y como avenida extrema la de 10.000 años.
- 3-b El dique de Sigüés si se clasificara como presa sería de tipo "B", correspondiendo como avenida de proyecto la de 500 años de periodo de retorno y como avenida extrema la de 1.000 años.

- 4-a La presa de Yesa se encuentra en un extremo del embalse que tiene forma alargada, obteniéndose un fetch (máxima distancia de la superficie del agua) de 20 Km, resultando una altura de ola de 1,73 m y una sobre elevación debida a la ola máxima producida por el viento de 2,60 m.
- 4-b El dique de Sigüés se encuentra en el cauce del río Esca, obteniéndose un fetch de 5 Km, resultando una altura de ola de 1,13 m y una sobre elevación debida a la ola máxima producida por el viento de 1,70 m.

Entre el Nivel Máximo Normal del embalse en primavera (511,00 m) y la Cota de Coronación de la presa de Yesa (520,00 m) quedan 9,00 m, que resultan suficientes para laminar la avenida de proyecto de 1.000 años y la avenida extrema de 10.000 años de periodo de retorno, sin utilizar las compuertas del aliviadero que se suponen fijas en la posición más desfavorable, con los resguardos prescritos en la Guía Técnica de Seguridad de Presas n° 2 "*Criterios para Proyectos de Presas y sus Obras Anejas*".

Entre el Nivel Máximo Normal del embalse en primavera (511,00 m) y la Cota de Coronación del dique de protección del casco urbano de Sigüés (514,25 m) quedan 3,25 m, que resultan suficientes para laminar la avenida de proyecto de 500 años y la avenida extrema de 1000 años de periodo de retorno, utilizando las compuertas del aliviadero, con los resguardos prescritos en la Guía Técnica de Seguridad de Presas nº 2 *"Criterios para Proyectos de Presas y sus Obras Anejas"*.

La actual presa de Yesa de hormigón y clasificada como tipo "A" tiene 2,09 m entre su Nivel Máximo Normal de embalse en marzo (487,91 m) y su Cota de Coronación (490,00 m).

Al reducir en 10 m (521,00 - 511,00) el incremento de altura del labio del aliviadero, reduciéndose el espacio que queda hasta la margen del embalse, se opta por recrecer las embocaduras de los actuales aliviaderos en lugar de construir unas nuevas.

Ante la necesidad de tener que disponer de compuertas en los aliviaderos, y la imposibilidad de incluirlas en los tipo "Morning Glory" previstos, se decide mantener el diseño de los actuales aliviaderos, ya que han funcionado correctamente durante el casi medio siglo de explotación del embalse. Se instalarán dos compuertas, dejando dos labios de vertido fijos a cota 511,00 m, mientras que los cuatro vanos del actual aliviadero tienen todos ellos compuertas.

Las compuertas también serán semejantes a las actuales, abriéndose hacia abajo desde su posición mas elevada (cota 511,00) hasta su apertura máxima (cota 506,25), vertiendo el agua por encima de ellas. Esta disposición supone que la situación más desfavorable para la coronación de la presa se produce cuando la compuerta está fija a cota 511,00 y es en esa posición en la que se ha realizado el cálculo de los resguardos para la presa de Yesa recrecida.

Las nuevas compuertas se sitúan en los dos vanos centrales para mejorar el funcionamiento del cuenco amortiguador. Las nuevas compuertas tienen igual longitud que las actuales (20 m) y menor altura (4,75 m). El número y dimensiones de las compuertas del aliviadero se han diseñado para que una maniobra incorrecta no produzca daños aguas abajo de la presa.

El aliviadero será similar al actual con cuatro vanos de 20 m de anchura, los dos centrales con compuertas de 4,75 m de altura. Las compuertas accionarán hacia abajo, permitiendo el vertido sobre ellas en cualquier posición. La cota del labio fijo de los dos vanos laterales y de la parte superior de las dos compuertas será la 511 m; la cota inferior de las compuertas será la 506,25 m.

El diseño del aliviadero de Yesa con compuertas permitirá poder actuar sobre las avenidas del río Aragón, evitando que sus puntas coincidan con las del río Iratí, en el que la presa de Itoiz tiene aliviadero de labio fijo, logrando una mejor protección de Sangüesa frente a las avenidas.

3.2.2.- Desagüe de Medio Fondo

Con el nuevo diseño de los aliviaderos, en la cual se utilizan los cuatro conductos existentes y la instalación de compuertas en dos de los cuatro labios de vertido se hace innecesario este órgano de desagüe, por lo que se elimina en la presente Modificación Nº 3.

3.2.3.- Desagüe de Fondo

Para el diseño estructural del Desagüe de Fondo se han mantenido las cargas correspondientes al máximo recrecimiento (C.C. 528,70 y N.M.N. 521,00), ya que este incremento de las cargas de diseño tiene escasa significación económica.

La longitud de la galería del Desagüe de Fondo se ha mantenido igual que en el recrecimiento máximo, con objeto de disponer de una plataforma al pie de la presa sobre dicha galería que mejore el enlace entre las dos márgenes del río Aragón.

En el tramo de tubería 2,5 metros de diámetro embebida en el cuerpo de presa actual, se introducirá, en esta Modificación Nº 3, una de 2,0 m de diámetro, igual que las restantes a instalar en el desagüe de fondo, inyectándose el espacio libre entre los dos tubos, dado el deterioro de los conductos existentes.

Además, se dotará al desagüe de fondo, desde el extremo final del conducto izquierdo, de un conducto con válvula Howel-Bunger de diámetro 800 mm para el suministro de pequeños caudales de mantenimiento del río Aragón; y de un conducto de 1.500 mm de diámetro desde el extremo final del conducto derecho para realizar la conexión la futura central hidroeléctrica de pie de presa. Elementos estos de los que no se disponía en la Modificación Nº 2.

Finalmente, para la mejora del mantenimiento de las tuberías durante la explotación de la presa y facilitar el acceso a la cámara de válvulas, se recubren ambas tuberías con hormigón.

3.2.4.- Toma del canal de Bardenas

Para el diseño estructural de la Toma de Bardenas se han mantenido, también, las cargas correspondientes al máximo recrecimiento (C.C. 528,70 y N.M.N. 521,00), ya que este incremento de las cargas de diseño tiene escasa significación económica.

Las válvulas reguladoras de salida, tipo Howell-Bunger para descargas sumergidas, previstas en el proyecto inicial, se sustituyen en esta Modificación Nº 3 por compuertas tipo Taintor, de mejor comportamiento para el rango de presiones a soportar y más adecuadas al cuenco amortiguador previsto.

Se sustituye el aliviadero de superficie mediante sifón previsto, por uno de labio fijo con canal de descarga hasta el cuenco amortiguador del aliviadero, capaz de evacuar el caudal de salida de las tomas ante una falsa maniobra de las compuertas reguladoras.

Se instalarán dos compuertas nuevas tipo Taintor de 4 x 5 m en el canal de Bardenas, aguas abajo del aliviadero anteriormente mencionado, en vez de trasladar la compuerta existente tipo Taintor de 8 x 5 m. Con esta actuación se facilita el mantenimiento del servicio durante las obras, al evitar las afecciones producidas como consecuencia del traslado, y se mejora la posterior explotación del canal, ya que las nuevas dimensiones de las compuertas facilitan las operaciones para el ajuste de caudales en el canal.

Asimismo, al igual que para los conductos de desagüe de fondo, se recubren ambas tuberías con hormigón para mejorar su mantenimiento en la explotación de la presa y facilitar el acceso a la cámara de válvulas. También se incorporan a cada conducto, derivaciones de tuberías de 2.500 mm y 2.000 mm de diámetro, respectivamente, para la conexión con la futura central hidroeléctrica de la toma y se mantiene, según lo previsto, el conducto con válvula Howel-Bunger de diámetro 800 mm para el suministro de pequeños caudales.

Por otra parte, se aumentan los hormigones de acompañamiento de la cámara de válvulas y galería de alojamiento de los conductos, para regularizar el apoyo de la pantalla de hormigón, según se justificó en el apartado de cuerpo de presa.

3.2.5.- Toma entre presas

En todos los proyectos del recrecimiento de Yesa, desde el primero de 1983, estaba previsto el llenado y vaciado del espacio comprendido entre las dos presas, a través de unas perforaciones ejecutadas en la actual presa, permitiendo que estas operaciones se realizaran desde su parte inferior, evitándose la entrada brusca del agua desde la coronación de la presa actual y permitiendo el vaciado de este volumen de agua.

En la presente Modificación nº 3 se ha proyectado un sistema de válvulas y tuberías conectado con la Toma de Bardenas, que permite el llenado y vaciado controlado desde su parte inferior del espacio comprendido entre las dos presas, en sustitución de las perforaciones previstas anteriormente en la presa actual.

El nuevo sistema de llenado permite poder mantener el nivel actual en el embalse con el espacio entre presas vacío, posibilitando el acceso y control tanto de la totalidad de la pantalla como de su junta perimetral, sin reducir la capacidad de regulación actual, lo que resulta especialmente conveniente durante el proceso del primer llenado.

3.2.6.- Modelos reducidos

Las diferentes modificaciones propuestas referentes al aliviadero, desagüe de fondo, y toma del canal de Bardenas, hacen necesaria la realización de modelos reducidos que confirmen los diseños a proyectar, tanto de los propios elementos objeto de modificación como de aquellos elementos que influyen en su comportamiento. Por lo tanto se han considerado los siguientes modelos reducidos:

- Embocadura y pozos del nuevo aliviadero.
- Cuenco amortiguador del aliviadero.
- Cuenco amortiguador del desagüe de fondo.
- Cuenco amortiguador de la salida de la toma de Bardenas, incluido el aliviadero lateral.

3.3.- OBRAS ACCESORIAS

3.3.1.- Instrumentación y Control

En la presente Modificación nº 3 se actualiza la tecnología de los aparatos de auscultación a instalar y se incrementa su número, tanto en la presa actual de hormigón, como en el recrecimiento de gravas con pantalla de hormigón.

Se ha previsto añadir a las cuatro secciones principales de control, separadas 90 m, una quinta situada en el estribo derecho, distante 45 m de las previstas en el proyecto inicial, para incrementar la auscultación de dicho estribo.

Se amplían, mejoran o establecen en la presa de hormigón existente los controles de: deformaciones de la cimentación (con extensómetros de varillas de tres anclajes); giros en las galerías de la presa de hormigón (con bases de clinómetro); filtraciones (con aforadores Thomson); y subpresiones: (con piezómetros de cuerda vibrante).

Para la medida de los asientos de la presa de materiales sueltos desde el inicio de su construcción y hacer posible la determinación de módulos de deformabilidad vertical del material de la presa, se instalaran, además de las células hidráulicas previstas en el proyecto inicial, tubos telescópicos de asientos en las cinco secciones de control.

El control de tensiones internas de las gravas se ha basado en el uso de células de presión total para las que se ha escogido, en esta Modificación nº 3, el tipo de cuerda vibrante por su fiabilidad y compatibilidad con la centralización de la lectura. El control de cargas de las tierras sobre la presa de hormigón, así como la determinación de las deformaciones del material del terraplén en la proximidad a la presa de hormigón, se realizará con células de presión total y extensómetros de suelos

Se instalará un novedoso sistema de detección de fugas de agua mediante cables de fibra óptica, con los que se realizará una medición distribuida de la temperatura, que permitirá localizar filtraciones a lo largo de todo el eje longitudinal de la presa.

3.3.2.- Carreteras de Acceso

Se incluyen en la presente Modificación Nº 3 las obras necesarias para la realización de un acceso a coronación por la margen derecha, desde la variante de la Carretera Nacional 240, con las características de carretera local, que permitirá la conexión con la futura carretera Ruesta – Presa, a través de la coronación.

3.4.- REPOSICIÓN DE LA LÍNEA ELÉCTRICA DE 220 KV

Con las obras se afecta al trazado de una línea eléctrica de 220 kV, cuya reposición y traslado se contemplaba en el proyecto inicial de recrecimiento del embalse de Yesa y en sus posteriores modificaciones.

Con respecto a las conducciones de Alta Tensión el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, en su artículo 154 *"Variación del tendido de la línea como consecuencia de proyectos o planes aprobados por la Administración"*, se dice textualmente:

"1. En la elaboración por parte de las distintas Administraciones públicas de proyectos o planes que puedan variar el tendido de una línea ya existente, se dará audiencia a la entidad titular de la línea, con objeto de que formule las alegaciones pertinentes sobre los aspectos técnicos, económicos y de cualquier otro orden respecto a la variación que se proyecte."

2. *En el expediente a que se refiere el apartado anterior deberá emitir informe la Dirección General de Política Energética y Minas o el órgano autonómico que resulte competente.*
3. *La Administración competente sobre el proyecto o plan del que derive la necesidad de variación de la línea, una vez que éste haya sido aprobado, abonará al titular de la línea el coste de la variante y los perjuicios ocasionados."*

Por todo lo anterior se procede, en la presente Modificación Nº 3, a segregar la ejecución de la obra de *"reposición de la línea eléctrica de 220 kV"*, valoradas en el capítulo 9.1 del presupuesto de las obras.

3.5.- MEDIDAS CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS DEL IMPACTO AMBIENTAL

3.5.1.- Azud de Cola en el río Aragón

En el proyecto inicial, redactado en enero de 2000, y en las dos modificaciones realizadas, se contemplaba un azud de cola en el río Aragón, dotado de escala de peces, para crear un nivel constante de agua muy favorable para la fauna, siendo imprescindible al bajar la cota del embalse en la presente Modificación Nº 3, proceder a su reubicación.

Se ubica, ahora, en el entorno de El Soto de Miramón (T. M. de Mianos), con objeto de aprovechar la zona llana existente para la formación del humedal, en la zona ambientalmente más efectiva para la nueva cota de recrecimiento, lindando con la ZEPA del río Aragón.

Como consecuencia de su nueva ubicación aumenta su longitud, procediéndose además a modificar su sección tipo, que será de Hormigón Compactado con Rodillo ya que este material presenta un comportamiento mejor, que los gaviones previstos, en ambientes húmedos e inundados, asegurando una mayor durabilidad.

Con esta actuación, desarrollada en el Anejo nº 22 *"Embalse de Cola para protección de la fauna"*, quedarán convertidas en humedales, en muy corto plazo de tiempo, un total de 27,7 ha en la cola del embalse de Yesa, junto a la ZEPA del río Aragón. La superficie del embalse de cola creado se incrementa con la nueva ubicación de esta Modificación Nº 3 en 2 ha respecto al previsto en el proyecto inicial.

3.5.2.- Revegetación, restauración paisajística y deforestación del vaso

En el Anejo nº 24 *"Revegetación, restauración paisajística y deforestación del vaso"*, se recogen las medidas correctoras diseñadas a fin de minimizar, corregir y compensar los impactos sobre la calidad de las aguas del embalse, la vegetación, las riberas y el paisaje

derivados del recrecimiento de la presa de Yesa. Se contemplan dos grandes grupos de actuaciones: la deforestación de los terrenos inundables y la revegetación tanto del entorno de la presa como de las márgenes del embalse recrecido.

Estas actuaciones estaban contempladas en proyecto inicial, redactado en enero de 2000, y en las dos modificaciones realizadas, redefiniéndose su distribución espacial, como consecuencia de la reducción de la cota del recrecimiento considerada en esta Modificación nº 3.

3.5.3.- Nuevas actuaciones sobre la Flora y la Fauna

Como consecuencia del *“Estudio Técnico de la Repercusión del proyecto de recrecimiento del embalse de Yesa sobre nuevas Variables Medioambientales: Diagnóstico y Recomendaciones”* redactado por CAUSA en 2005, se incorporan en la presente Modificación Nº 3, la realización del control y vigilancia de la nutria y el muestreo, retirada y trasplante de la flora, según lo indicado en el referido estudio, que se reproduce íntegramente en el Anejo nº 21 *“Estudio de Impacto Ambiental”*.

3.5.4.- Arqueología, Etnografía y Paleontología

Como consecuencia de las prospecciones realizadas al inicio de las obras se detectaron más yacimientos arqueológicos de los inicialmente previstos, siendo uno de ellos el denominado Coronaza II, por lo que se requiere incrementar en esta Modificación nº 3, el número de sondeos arqueológicos manuales y de excavaciones arqueológicas con medios mecánicos, con el fin de delimitarlos y valorar su importancia.

Al reducirse la cota de recrecimiento, en la presente Modificación nº 3, dejan de resultar afectados los yacimientos arqueológicos denominados: Casa del Rollo, Villa y Necrópolis de Rienda, Cantera de Gimeno, San Juan Bautista de Ruesta, y San Jacobo de Ruesta.

En esta Modificación nº 3 se mantienen las actuaciones etnográficas previstas.

El yacimiento paleontológico denominado corte de Artieda, deja de estar afectado con la nueva cota del recrecimiento, por lo que ya no se realizan las actuaciones previstas en el proyecto inicial para él.

3.5.5.- Camino de Santiago

Respecto al trazado propuesto en el año 2002 por la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón, la afección del recrecimiento del embalse de Yesa al

Camino de Santiago, según se analiza en el Anejo nº 26 *"Reposición del Camino de Santiago"* se produce en tres tramos:

- Tramo paralelo al río Aragón aguas arriba de Ruesta
- Cruce del río Regal en las inmediaciones de Ruesta
- Cruce del río Esca en las inmediaciones de Sigüés

El tramo del Camino de Santiago paralelo al río Aragón, aguas arriba de Ruesta, queda afectado, con la nueva cota de recrecimiento del embalse de Yesa, en 2.980 m del trazado propuesto en el año 2002, precisamente donde discurre sobre la actual carretera A-1601. Por tanto, al corresponder con un tramo ya considerado en el informe del Departamento de Educación y Cultura del año 1999, se mantiene la actuación prevista consistente en su reposición junto al trazado de la nueva carretera A-1601. Además, según se contemplaba en el proyecto del recrecimiento de 2000, se dará continuidad a este nuevo camino junto a la actual carretera A-1601 para evitar que los peregrinos tengan que pasar por ella. También, se presupuesta el acondicionamiento de los caminos propuestos, desde los "Corrales de Vidiella" al pueblo de Ruesta, de forma semejante al nuevo trazado.

El cruce del Camino de Santiago sobre el río Regal en las inmediaciones de Ruesta resulta afectado en 470 m del trazado propuesto en 2002, por la nueva cota de recrecimiento del embalse de Yesa. En el proyecto del recrecimiento de 2000, al considerarse su paso por el puente de la carretera A-1601, no se planteaba ninguna actuación, mientras que en la presente Modificación nº 3 se presupuesta la redacción de un proyecto que defina el nuevo trazado entre el "Puente Gótico" y la "ermita de San Jacobo", incluyendo una pasarela sobre el río Regal. Una vez redactado dicho proyecto, se realizarán las obras en él definidas.

La misma situación se produce en el cruce del Camino de Santiago sobre el río Esca en las inmediaciones de Sigüés resultando afectado en 750 m del trazado propuesto en 2002, por la nueva cota de recrecimiento. En el proyecto del recrecimiento de 2000 no se contemplaba el Camino de Santiago al Norte del embalse de Yesa. En la actualidad se está finalizando la redacción del proyecto "Reposición de la carretera A-137, afectada por el recrecimiento del embalse de Yesa", que contempla la reposición de la citada carretera A-137, desde el enlace de Sigüés de la Autovía A-21 "Pamplona-Huesca", al Valle del Roncal a través del núcleo urbano de Sigüés, de manera, que una vez superada la citada localidad, cruza el río Esca mediante un nuevo puente, para terminar en el inicio del Foz de Sigüés. El citado proyecto, entre otras actuaciones, contempla la reposición del puente del Camino de Santiago por una estructura que posibilite el paso del río Esca por los peregrinos.

3.5.6.- Patrimonio Histórico-Artístico

En el entorno del embalse de Yesa se encuentran cinco ermitas, de las cuales tres (San Pedro de Artieda, San Juan de Sigüés y Virgen de las Viñas de Escó) no resultaban inundadas con el máximo recrecimiento planteado, estando previstas, en el Anejo nº 27 *"Actuaciones en el Patrimonio Histórico – Artístico"*, la realización de actuaciones para su conservación y mejora, que se mantienen en esta Modificación nº 3.

Las otras dos ermitas situadas en Ruesta (San Jacobo y San Juan Bautista) dejan de estar afectadas al reducir la cota del recrecimiento, en la presente Modificación nº 3, por lo que se mantendrán en su ubicación actual, evitándose su traslado. En la ermita de San Jacobo se realizarán actuaciones para su conservación y mejora, de forma semejante a las contempladas en las otras tres ermitas, que no resultaban afectadas por el recrecimiento máximo. Sin embargo, en la ermita de San Juan se considera su completa restauración dado su precario estado actual, ya que sufrió el desplome de su cubierta y parte de sus muros en 2001.

Los elementos de patrimonio histórico artístico en Sigüés (Iglesia de San Esteban, Casa Palacio y Hospital de los Peregrinos de Santa Ana), no resultan afectados con la cota del recrecimiento considerado en la presente Modificación nº 3, por lo que se mantendrán en su ubicación actual evitándose su traslado.

3.5.7.- Actuaciones en laderas

En noviembre de 2004 se redactó la Modificación Nº 2, que contempló el tratamiento de la zona denominada Monte de Mérida para evitar procesos erosivos, que en esta zona podrían acelerarse como consecuencia del camino de acceso al préstamo de gravas, de acuerdo con lo previsto en el *"Anteproyecto de medidas de corrección hidrológico forestal en el entorno del embalse de Yesa"*, redactado en el Plan de Restitución Territorial. Junto a esta zona se sitúa, aguas abajo de ella, una ladera en la que es preciso actuar, habiéndose realizado su estudio geotécnico y la simulación de los efectos en el embalse en el caso de su deslizamiento, comprobándose que la ola provocada no afecta a la seguridad de la presa ni del entorno del embalse.

Las actuaciones consistirán en la retirada de material de la parte alta de la ladera y actuaciones de sostenimiento con gunita y bulones, de forma que resulte compatible con la posible construcción de una carretera local de Ruesta a la presa de Yesa. También se ha previsto la auscultación de esta ladera para su control, especialmente durante el primer llenado.

3.5.8.- Actuaciones en Sigüés

Con el recrecimiento previsto en la presente Modificación nº 3, que sitúa el Nivel Máximo Normal del embalse de Yesa recrecido a cota 511,00 m (en invierno, primavera y verano) y 509,00 m (en otoño), se mantiene el núcleo urbano de Sigüés.

Para evitar la carrera de embalse junto al casco de Sigüés, se proyecta un dique de protección con su coronación a cota 514,25 que lo rodeará con suficiente amplitud, permitiendo la creación de una zona de expansión al rellenar y acondicionar el espacio comprendido entre el dique y el casco urbano, que se podrá utilizar como zona de servicios con instalaciones deportivas y jardines. Este dique discurrirá al sur del pueblo junto al barranco existente, girando al llegar al río Esca para enlazar por el oeste con la ladera que limita el núcleo.

3.5.9.- Embalse de cola en río Esca

El dique de protección de Sigüés minimiza la banda árida que genera el embalse en el entorno de su casco urbano, pero la corrección total de este impacto requiere que el nivel del agua del embalse alcance siempre el pie de dicho muro, para lo que es necesario disponer de un dique de cola en el río Esca. Esta presa estará dentro del embalse recrecido de Yesa, aguas abajo del núcleo urbano de Sigüés, por debajo de su Nivel Máximo Normal, sin crear por lo tanto nuevas afecciones.

El Nivel Máximo Normal del embalse de cola en el río Esca debe cumplir la condición de quedar por debajo del de la presa de Yesa recrecida y suficientemente alto para alcanzar el pie del dique de protección de Sigüés, habiéndose fijado en la cota 508,00 m, que es la mínima cota que permite la adecuada integración del entorno de Sigüés, quedando una carrera de embalse máxima de solamente tres metros.

La posición en planta de la presa queda limitada aguas abajo por la zona de Sotocasquetas, que dificultaría mucho la impermeabilidad de su estribo izquierdo, ya que en dicha zona se localiza una gran potencia de gravas, habiéndose seleccionado como gravera para las obras; la posición aguas arriba esta limitada por el viaducto sobre el Esca de la autovía A-21 Pamplona - Huesca. Teniendo en cuenta ambas limitaciones, se ha encajado la planta de la presa considerando la topografía y geología de la zona.

La gran longitud de coronación (750 m) la escasa altura de presa (23 metros sobre cimientos), la ausencia de galerías y el hecho de no necesitar ningún tipo de obras de toma, condicionan la tipología de presa, resultando óptima la ejecución de una solución mixta.

La margen derecha, en la zona de desvío, aliviadero y escala de peces, está formada por una sección tipo de gravedad, de 23 metros de altura máxima, en hormigón vibrado que cimenta sobre el sustrato rocoso (margas). La margen izquierda, de mayor desarrollo y altura decreciente, se ha proyectado de materiales sueltos, con espaldones de gravas, paramentos protegidos con rip-rap, y núcleo impermeable mediante pantalla plástica de bentonita-cemento que atraviesa todo el aluvial hasta empotrarse en las margas.

La presa dispondrá de un aliviadero de labio fijo con canal de descarga escalonado y cuenco amortiguador. También dispondrá de escala de peces.

Además, se dispondrá de un desagüe de fondo que permitirá el vaciado del embalse, cumpliendo con la vigente normativa y posibilitando la utilización del volumen embalsado (3 Hm³), en caso de extrema necesidad, por lo que la construcción de esta presa no supone reducción del volumen útil del embalse de Yesa recrecido.

3.6.- INCREMENTO DE MEDICIONES

Se incluye en la presente Modificación n° 3 la variación del número de unidades de obra sobre las previstas en las cubicaciones del proyecto, sin esperar para hacerlo a la Liquidación de las obras, según lo establecido en la Cláusula 62 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación del Estado.

4.- REPERCUSIÓN ECONÓMICA DE LAS MODIFICACIONES

Las modificaciones descritas anteriormente, valoradas a los precios del proyecto vigente y a los nuevos precios que se incluyen en esta Modificación nº3, así como las variaciones del número de unidades de obra sobre las previstas en las cubicaciones del proyecto, sin esperar para hacerlo a la Liquidación de las obras, según lo establecido en la Cláusula 62 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación del Estado, dan como resultado un adicional líquido de NOVENTA Y SIETE MILLONES SETECIENTOS NOVENTA Y CINCO MIL DOSCIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS DE EURO (97.795.278,15€), respecto al presupuesto líquido vigente.

El capítulo 1. "Cuerpo de Presa", se incrementa en 12,80 millones de euros, debido principalmente a la incorporación de las galerías para inyecciones y drenaje, subcapítulo 1.7 "Obra subterránea" 8,65 millones de euros. La disminución de los volúmenes de materiales en el cuerpo de presa asciende a 7,18 millones de euros por la reducción de cota del recrecimiento, pero se ha añadido el material mejorado con adición de cemento en la zona próxima a la junta, para disminuir su movimiento, que supone un coste de 2,37 millones de euros. Se incluye un canon de extracción del material obtenido de la gravera de Sotocasquetas que supone un presupuesto de 1,27 millones de euros. Otros incrementos corresponden a las mejoras técnicas en el diseño de las juntas, el plinto, la pantalla, y el tratamiento del talud de apoyo de la pantalla. También se produce un incremento en estribos con los nuevos diseños y adaptándolos a las nuevas necesidades de acceso a las galerías, en el caso del estribo derecho, y en el subcapítulo correspondiente a las inyecciones y drenaje. Se ha trasladado al capítulo 8 las actuaciones de sostenimiento de taludes que en el proyecto vigente estaban incorporadas en este capítulo.

El capítulo 2 "Desagüe de Fondo y Toma" sufre un incremento de 16,35 millones de euros debido a los incrementos en hormigones, tanto de acompañamiento y recubrimiento de los conductos, como estructurales en las cámaras de válvulas y cuencos amortiguadores; regularización mediante material granular rigidizado para evitar discontinuidades fuertes que puedan afectar a la pantalla; excavaciones y mejora de la cimentación en la toma de Bardenas; toma entre presas, nuevo aliviadero y compuertas en el canal de Bardenas. El incremento de los sostenimientos en las excavaciones para el alojamiento de la galería de Bardenas, supone un incremento en 5,17 millones de euros. Como se ha expresado en la descripción de las modificaciones, se ha eliminado el Desagüe de Medio Fondo, por innecesario, a consecuencia del nuevo diseño del aliviadero.

En el capítulo 3 "Aliviadero", las modificaciones propuestas y detalladas en los apartados anteriores, arrojan un incremento de 5,74 millones de euros, debido principalmente a las nuevas compuertas de sector escamoteables, los volúmenes de hormigón en las nuevas

embocaduras, el necesario puente de acceso y los modelos reducidos para la confirmación del nuevo diseño del aliviadero.

En el capítulo 4 "Urbanización" se recoge unas mejoras en las instalaciones eléctricas e iluminación del cuerpo de presa que supone un incremento de 0,61 millones de euros.

El capítulo 5 "Instrumentación y Control", arroja un aumento de 3,59 millones de euros, que corresponden a dos conceptos: el primero es debido a la actualización de la tecnología en los aparatos de auscultación a instalar y el incremento de su número, tanto en la presa actual de hormigón, como en el recrecimiento de gravas con pantalla de hormigón; y el segundo corresponde a prospecciones del terreno adicionales para la mejor catalogación de la cimentación de todos los elementos que integran la obra.

En el capítulo 6 "Electricidad", se incluyen las mejoras y adaptaciones a la normativa vigente de las instalaciones eléctricas. También se recoge las nuevas necesidades derivadas de la instalación de compuertas en el aliviadero. Estas actuaciones suponen un incremento en el presupuesto de 0,49 millones de euros.

En el capítulo 7 "Carreteras de acceso de la presa", la realización de la carretera de acceso a la presa por su margen izquierda, y el nuevo diseño del acceso por la margen derecha, acorde con la explotación del futuro embalse y el mantenimiento de las comunicaciones entre ambas márgenes, han producido un aumento en los movimientos de tierras previstos que arrojan un incremento de 2,48 millones de euros.

En el capítulo 8 "Varios", se recoge el incremento de las actuaciones de retaluzado y desmontes de la Variante de la Carretera N-240; la actualización de la reposición de los servicios afectados, contemplándose las nuevas reposiciones de los abastecimientos de Mianos y Artieda y eliminado las reposiciones de las instalaciones que han quedado fuera de servicio. En este capítulo 8 se han recogido las actuaciones necesarias de sostenimientos de taludes, reflejadas anteriormente, en el proyecto vigente, en el capítulo de cuerpo de presa. El incremento en el presupuesto por las actuaciones de sostenimiento, sobre lo previsto en el proyecto vigente ha sido de 14,16 millones de euros. El resto de las variaciones del capítulo 8, suponen 1,21 millones de euros.

En el capítulo 9 "Medidas Preventivas y Correctoras del Impacto Ambiental", se ha procedido a segregar la ejecución de la obra de "reposición de la línea eléctrica de 220 kV", valorada en 2,03 millones de euros, según se propuso en la petición de redacción de la presente modificación, aprobada por la Dirección General en la resolución de autorización de redacción.

Dentro de dicho capítulo 9, en las obras del embalse de cola para la protección de la fauna, se produce un aumento del presupuesto debido a la reubicación del azud por nueva cota, mayor longitud del cuerpo de presa, y mejora en la sección tipo realizándola con Hormigón Compactado con Rodillo. En las actuaciones en materia de Patrimonio Histórico Cultural, se ha producido una disminución de su presupuesto, debido a la reducción de las afecciones al bajar la cota del recrecimiento. En el subcapítulo 9.4.2 se ha recogido, además de la actuación en el paraje de Monte Mérida, las obras necesarias de mejora en estabilización de una ladera colindante, aguas abajo. Estas actuaciones en laderas arrojan un incremento de 12,06 millones de euros. Se ha producido, asimismo una disminución del presupuesto de la deforestación del vaso al ser menor la superficie afectada por el recrecimiento. Se incorporan en la presente Modificación Nº 3, la realización del control y vigilancia de la nutria y el muestreo, retirada y trasplante de la flora, incrementándose el presupuesto del Plan de Vigilancia Ambiental. Como consecuencia de lo anteriormente expuesto este capítulo 9 incrementa su presupuesto en 8,97 millones de euros.

El capítulo 10 "Estudio de Seguridad y Salud" experimenta un incremento de 0,94 millones de euros, para recoger las variaciones que se están produciendo, en especial las correspondientes a la obra subterránea, así como las nuevas unidades contempladas a consecuencia del mejor conocimiento de las necesidades reales.

El capítulo 11 "Plan de Restitución Territorial", se incluyen las nuevas actuaciones adicionales como consecuencia de la no inundación del casco urbano de Sigüés: dique de protección y presa de cola en el río Escá. El presupuesto de las actuaciones en Sigüés, dique de protección y obras auxiliares de acondicionamiento para minimizar los impactos de la carrera de embalse junto al casco urbano, es de 5,30 millones de euros. La construcción de la presa de cola en el río Escá que permita mantener una lámina fija de agua en el entorno de Sigüés (evitar la banda árida y posibilitar el uso lúdico) arroja un presupuesto de 20,92 millones de euros. El resto de las variaciones producidas en el Plan de Restitución Territorial derivan del aumento del apoyo y restitución de la cartografía del entorno del embalse, y sobre todo de los incrementos producidos durante la construcción de varias actuaciones de restitución territorial, que supone un incremento de 1,88 millones de euros.

5.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

5.1.- UBICACIÓN DE LA PRESA Y DEL EMBALSE

La presa actual de Yesa y el recrecimiento que se proyecta se sitúan sobre el río Aragón, afluente del Ebro por su margen izquierda, en el término municipal de Yesa (Navarra), muy próxima al límite de las Comunidades Autónomas de Navarra y Aragón.

El embalse de Yesa recrecido se sitúa en los términos municipales de Yesa, Sigüés, Artieda, Mianos, Undués de Lerda, Urriés, Los Pintanos y Salvatierra de Esca: el primero de ellos pertenece a Navarra y los restantes a la provincia de Zaragoza, correspondiendo el 96% de los terrenos ocupados por el embalse a la Comunidad Autónoma de Aragón.

El recrecimiento de la presa de Yesa eleva la cota de coronación de 490,00 m (76,50 m sobre cimientos) a 520,00 m (108,00 m sobre cimientos), produciendo un importante aumento de la capacidad de embalse, de 447 Hm³ a 1.079 Hm³, y también de su superficie que, a cota de Nivel Máximo Normal (N.M.N.), pasa de 2.090 ha. a 3.550 ha.

5.2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CUERPO DE PRESA

La tipología del recrecimiento ha consistido en una presa de materiales sueltos, con el cuerpo de presa de gravas, y una pantalla de hormigón armado como elemento impermeable, apoyada en la presa actual a 2/3 de la altura de ésta, en la cota 464,80 m.

Se ha proyectado una presa zonificada de gravas, con una pantalla de hormigón armado en el paramento de aguas arriba, apoyada en la presa actual. Esta solución permite utilizar la presa actual como desvío del río durante las obras, así como cierre hidráulico, disminuyendo la superficie de pantalla necesaria.

La Cota de Coronación (C.C.) de la presa de Yesa recrecida es la **520,00 m**; la cota del Nivel Máximo Normal (N.M.N.) de su embalse es la **510,50 m** de media (511,00 m en invierno, primavera y verano; y 509,00 m en otoño); el Nivel de la Avenida de Proyecto (N.A.P.) de 1.000 años de periodo de retorno se sitúa a la cota **512,71 m** (514,29 m sin utilizar las compuertas del aliviadero); y el Nivel de la Avenida Extrema (N.A.E.) de 10.000 años de periodo de retorno se sitúa a la cota **514,16 m** (515,68 m sin utilizar las compuertas del aliviadero).

El talud de aguas arriba es el 1,5 (H):1,0 (V), y el de aguas abajo está descompuesto en dos zonas: la más alta, desde la coronación a la berma superior, con el talud 1,6 (H): 1,0 (V), y la

restante con el 1,5 (H): 1,0 (V), en la que existen dos bermas horizontales de 7,5 m de anchura, situadas a cota 486,00 m y 461,00 m, respectivamente.

La longitud de coronación de la presa recrecida es de 430,00 m entre los muros de los estribos. La altura máxima sobre cimientos, para las profundidades de excavación previstas en el proyecto y las existentes en la presa actual, es de 108 m.

La cota de mínimo embalse útil para la Toma del canal de Bardenas es la 453,35 m, igual a la existente en la presa actual, quedando un embalse muerto de 36 Hm³. El Desagüe de Fondo tiene su umbral a cota 448,40 m, quedando un embalse muerto de 18 Hm³.

El cuerpo de presa propiamente dicho está constituido por gravas, y la zonificación prevista tiene por objeto conseguir la utilización óptima de los materiales disponibles para responder a las solicitudes de la estructura.

Siguiendo, en general, este criterio, dentro del cuerpo de presa se han establecido varias zonas tal como se definen en los planos, estando previsto que todo el material proceda de las terrazas de los ríos Aragón y Esca, situadas dentro del embalse. A continuación se describen las características de cada una de las zonas mencionadas:

Zona 2C (Filtro). Se colocará en el contacto con la cimentación, justamente aguas abajo de la presa actual o del plinto; tendrá un espesor de 1,50 m, una longitud en horizontal de 30 m, y se extenderá hasta la cota 514 (3 m por encima del nivel máximo normal). Su función junto con el dren 2B, que se colocará encima, es evitar problemas de lavado y erosión en la cimentación.

El material procederá de la clasificación de las gravas del vaso del embalse; tendrá un tamaño máximo de 2,5 cm; se colocará en tongadas de 50 cm; y se compactará con un mínimo de 4 pasadas de rodillo vibrante de 10 Tn de peso estático mínimo.

Zona 2B (Dren). Es la capa sobre la que apoya la pantalla. Se ha previsto una anchura horizontal de 4,0 m, compactada en tongadas de 50 cm, con un mínimo de 4 pasadas de rodillo vibrante; tendrá un tamaño máximo de 7,5 cm.

Este tipo de material también se tiene previsto colocarlo encima del material tipo 2C, descrito anteriormente. Se colocará con sus mismas condiciones y tendrá un espesor de 1,5 m.

Zona 2A (Filtro). Este material solamente se colocará en la zona de apoyo del plinto de la pantalla sobre la actual presa de gravedad.

Tendrá un tamaño máximo de 3,75 cm y, al igual que en las zonas 2B y 2C, el material procederá de la clasificación de las gravas de las terrazas de los ríos Aragón y Esca, colocándose en tongadas de 50 cm de espesor, aunque se realizarán 6 pasadas de rodillo con objeto de conseguir para el plinto un apoyo más indeformable.

Zona 3A. Se trata de la capa de contacto con la presa actual y está constituida por gravas sin procesar de $t_{\text{máx}} = 30$ cm. La anchura horizontal prevista es de 5,0 metros, y se colocarán en tongadas de 50 cm compactadas con 6 pasadas de rodillo vibrante de 10 Tn.

Zona 3B. Constituye todo el cuerpo de presa. Estará constituida por gravas sin procesar de 50 cm de tamaño máximo y compactadas en tongadas de 50 cm, con un mínimo de 4 pasadas de rodillo vibrante de 10 Tn.

Zona 3C. Se trata de cuatro bandas horizontales de material rigidizado de 2 m de espesor y 20 m de longitud espaciadas 2 m en vertical, dispuestas por detrás de la capa 3a, limitadas al entorno de la junta y por debajo de ella. Antes de proceder a su colocación se requerirá la aprobación del Director de Obra.

El material de esta zona tendrá un tamaño máximo de 7,5 cm, cumpliendo las condiciones prescritas para el de la Zona 2b, al que se le adiciona cemento para aumentar su rigidez.

Zona 4. Se trata de una capa de protección vegetal del talud de aguas abajo, que tiene 1 m de anchura horizontal.

En la presa se distinguen tres secciones claramente diferenciadas: la central apoyada sobre la presa actual, y dos laterales con secciones tipo semejantes a las de una presa convencional de gravas con pantalla de hormigón. En cualquier caso, la impermeabilidad de la estructura se consigue con una pantalla impermeable de hormigón armado, que se extiende desde el contacto con el plinto perimetral hasta la cota 516,50 m, y que continúa con un pretil de coronación, de 3,5 m de altura, hasta la cota 520,00 m.

La pantalla apoyará sobre la capa 2B, sobre la que se habrá realizado un tratamiento mediante emulsión bituminosa a medida que se realiza el cuerpo de presa, para evitar que, por las escorrentías, se dañe dicha capa 2B de material dren.

El plinto perimetral de apoyo de la pantalla tiene también dos secciones tipo claramente diferenciadas: la que apoya sobre la presa actual y la que apoya sobre las laderas.

En las dos laterales, correspondientes a las zonas en las que el nuevo cuerpo de presa no se apoya en la presa actual, el plinto constituye además la cabeza de la cortina de inyecciones.

La anchura mínima del plinto en las zonas en las que el nuevo cuerpo de presa no se apoya en la presa actual es de 8,5 m (4,5 metros situados aguas arriba de la pantalla y un mínimo de 4,0 m aguas abajo). La anchura de la parte situada aguas abajo de la pantalla, plinto interno, se determinará en función de la calidad del material de la cimentación y de la carga de agua, con el fin de reducir al mínimo los problemas de erosionabilidad de la cimentación. El espesor del plinto interno se ha establecido en un mínimo de 30 cm, de tal manera que por debajo de la pantalla quede un espesor de grava de al menos 1,0 m. El espesor del plinto externo, situado aguas arriba de la pantalla, tendrá un espesor constante de 50 cm.

En la zona central, el plinto se ha apoyado sobre uno de los escalones del talud de aguas abajo de la presa actual, a la cota 464,80. Se ha considerado un espesor de 98 cm, con unas formas que permiten incluirlo completo en el escalón. Se consigue la unión entre hormigón nuevo y antiguo a través de una limpieza y lavado de chorro de arena y agua a presión y el pintado con resinas sintéticas antes del hormigonado.

En las zonas de transición entre la sección central y las laterales se han previsto tipologías específicas de plinto distintas, según esté apoyado en roca, en el hormigón de la presa actual, o en el hormigón de regularización de la nueva toma del canal de Bardenas.

En todos los casos, el plinto se ha anclado por medio de barras sin tensión de 32 mm de diámetro.

Sobre el plinto, que tiene una longitud total de 493 m, se apoyan las 29 losas de la pantalla impermeable, todas ellas de 15,00 m de anchura.

Las losas de la pantalla tienen espesor constante de 30 cm.

El hormigón de la pantalla tendrá las siguientes características:

- Resistencia característica a los 28 días: 250 Kg/cm²
- Se utilizará cemento de bajo calor de hidratación
- El tamaño máximo de los áridos será de 40 mm
- Llevará incorporado un 4% de aire

La armadura de la pantalla se ha dispuesto en el plano medio de las losas (referido al espesor teórico). La armadura vertical prevista es Ø 20/20, mientras que la horizontal es Ø 16/20.

En toda la pantalla, y para unir sus diferentes elementos, se disponen los siguientes tipos de juntas:

- a) Junta perimetral fuera de la presa existente: sobre la cara superior se dispone una banda de P.V.C., de 6 mm de espesor y 0,20 m de radio, rellena de material fino inerte no cohesivo; y en la cara inferior se dispone un bateaguas de cobre de 740 mm de anchura y 1,5 mm de espesor en forma de "W", apoyado sobre mortero con una banda antiadherente.
- b) Junta perimetral sobre presa existente: será igual que la anteriormente descrita y además, como elemento de seguridad adicional, en la zona limitada por la pantalla y el paramento de la presa actual, se colocará sobre la junta un material fino inerte no cohesivo, con 0,65 m de espesor mínimo, recubierto de 1,00 m de espesor mínimo de material limo arcilloso.
- c) Juntas verticales de tracción entre losas de la pantalla: sobre la cara superior se dispone una banda de P.V.C. de 6 mm de espesor y 0,125 m de radio, rellena del material fino inerte no cohesivo referido anteriormente; y en la cara inferior se dispone un bateaguas de cobre de 740 mm de anchura y 1,5 mm de espesor en forma de "W", apoyado sobre mortero con una banda antiadherente.
- d) Juntas verticales de compresión entre losas de la pantalla: en la cara inferior se dispone un bateaguas de cobre de 650 mm de anchura y 1,0 mm de espesor en forma de "W", apoyado sobre mortero con una banda antiadherente.

En los estribos de la presa se ha previsto el cierre con muros de hormigón de 10,65 m de altura máxima; 3,00 m de anchura en su coronación; y talud 0,7 (H): 1,0 (V) en su trasdós, disponiéndose sobre ellos el pretil de la coronación.

La coronación de la presa está soportada por un pretil de coronación de 3,5 metros de altura útil; tiene una anchura de 10,55 m; y en ella se ha proyectado un camino constituido por una capa de base granular de 25 cm de espesor, con doble tratamiento superficial. Se han previsto aceras a ambos lados, con barreras de protección deslizante tipo "Trief" aguas arriba y aguas abajo; barandillas de 1,10 m de altura aguas arriba; y jardineras, barreras de madera y farolas aguas abajo.

5.3.- OBRAS A REALIZAR EN LA PRESA ACTUAL

El conjunto de obras a realizar en la presa actual consiste fundamentalmente en: el sellado de las tomas y desagües actuales, el hueco del ascensor y las salidas de las galerías de visita actuales; la impermeabilización del talud de aguas abajo a través del sellado de las juntas; y la demolición de parte del Canal de Bardenas.

Para la impermeabilización de las juntas de la presa actual se ha previsto la realización de un relleno con mastic asfáltico protegido con una banda de caucho. La unión con la junta actual se llevará acabo a través de la demolición de la zona superior del prisma de interconexión entre bloques, y la perforación de un taladro que se rellenará también con mastic asfáltico.

Se procederá al sellado de las entradas de las galerías de visita de la presa actual. El acceso a dichas galerías se realizará desde las galerías del Desagüe de Fondo y de la Toma de Bardenas, realizándose las conexiones desde sus respectivas cámaras de válvulas.

5.4.- TRATAMIENTO DE LA CIMENTACION

♦ Actuaciones bajo plinto

En las zonas donde sea necesario realizar sobre excavaciones locales para sanear el terreno de cimentación del plinto, se repondrá la cota de apoyo con hormigón anclado con bulones.

En ambos estribos es necesario realizar demoliciones y rellenos con hormigón en la actual presa, para regularizar la transición del apoyo del plinto entre el terreno y la presa de hormigón, ajustándose a la definición geométrica indicada en los planos del proyecto.

♦ Nuevas galerías

Se proyectan dos galerías horizontales excavadas en roca, en el estribo derecho, no estando previstas en el estribo izquierdo, dadas las características de los materiales y los resultados de los ensayos de bombeo.

Las galerías se sitúan en las cotas 506 y 464 m, dispuestas en prolongación del eje de la presa, desde las que poder acometer la ejecución del tratamiento de impermeabilización, dividiendo la zona del estribo en dos zonas, una situada entre la zona comprendida entre ambas galerías, y la segunda, la zona inferior a la galería más baja.

La galería superior profundizará en la ladera un total de 155 m en la margen derecha. La galería inferior esta dispuesta en la proyección vertical del plinto y de la galería superior, siendo su longitud de 200 m, más 20 m adicionales de galería, en falso túnel, adosada al pie de presa existente, para conectar con las galerías de la presa actual.

Ambas galerías estarán conectadas entre sí y con el exterior mediante un pozo vertical de acceso y ventilación. Para disponer de un acceso alternativo y poder evacuar el agua drenada adecuadamente, la galería inferior (cota 464 m) se prolongará por debajo del plinto hasta conectarse con la galería de la presa actual de la cota 460 m.

La excavación se inicia con el emboquille en el terreno de las distintas galerías; para una vez alcanzado el recubrimiento mínimo llevar a cabo la excavación de los túneles por métodos convencionales con unas dimensiones interiores libres de 2,00 m de anchura y altura en bóveda central de 3,00 m, sección de 5.57 m².

Conforme avanza la excavación del terreno se ejecutará de forma simultánea el sostenimiento inicial del túnel conformado éste por cerchas metálicas tipo deslizante de perfil TH-16,5 y TH-21, colocadas cada metro unidas entre si con chapa Bernold de 2mm de espesor. En toda la superficie excavada en la sección se proyectará una capa de gunita HP-25 con mallazo de 10 cm de espesor. A lo largo de toda la longitud de galería, se ejecutara una solera HM-20 en primera fase con un espesor de 15 cm. El frente de excavación abierto sin sostenimiento no excederá, en ningún caso de 1,00 m.

El revestimiento definitivo para la formación de la galería se realizará mediante hormigón armado HA-25 colocado con bomba, con un espesor tanto en solera como hastiales y clave de 0,30 m, para dejar conformada la sección de las galerías, las cuales llevarán una canaleta de sección rectangular de 0,30 x 0,15 m en la margen derecha de la solera para evacuación de aguas.

Una vez concluida la formación de las galerías se procederá a realizar desde éstas una pantalla de impermeabilización, consistente en una campaña de inyecciones con cemento y una pantalla de drenaje.

Para llevar energía e iluminación a estas nuevas galerías, se incluye una ampliación de las instalaciones eléctricas de baja tensión donde se proyectan las acometidas necesarias a los cuadros actuales, los conductores precisos para llevar la fuerza y la iluminación hasta el fondo de las galerías instalándose puntos de luz y pantallas estancas, incluidas las de emergencia.

♦ Pantallas de inyección y drenaje

La impermeabilización del terreno se ejecutará desde la galería inferior, desde el plinto, desde la galería perimetral existente en la presa actual, o bien desde la plataforma 506 en la margen derecha o desde la plataforma 505,5 en la margen izquierda, según proceda.

Desde el plinto se realizarán primero unas inyecciones de diez metros de profundidad con el objetivo de “consolidar” la roca. Después se ejecutará la pantalla trilineal.

La pantalla de inyecciones consistirá en la ejecución de inyecciones cada 2 m al tresbolillo. La profundidad de la pantalla en ambas márgenes, será variable, y deberá empotrarse del orden de unos 5 m en el contacto Flysch-Margas. En la zona del cauce la profundidad de la pantalla de inyecciones será de 15 m una vez atravesados los bloques de hormigón de la presa de gravedad existente. No obstante, en función de las admisiones registradas durante la campaña de inyecciones, se establecerá la necesidad de reforzar el tratamiento, disminuyendo la separación entre inyecciones.

Las inyecciones de impermeabilización cumplirán las siguientes especificaciones básicas:

- Las perforaciones que se realicen para llevar a cabo las inyecciones tendrán un diámetro de la perforación mínimo de 62 mm.
- Se realizarán tres alineaciones de perforaciones desde las galerías y desde el plinto. Así, en una primera fase se perforarán e inyectarán taladros separados 8 m en cada una de esas alineaciones. La segunda fase consistirá en la ejecución de perforaciones situadas a 4 m de las anteriores.
- En ningún caso se comenzarán a realizar los taladros de segunda fase, hasta no haber completado la totalidad de los trabajos de inyección de 1ª fase (al menos en el tramo de obra en el que se esté trabajando).
- La inyección se realizará por tramos de 5 metros, con una presión de 2kg/cm² aumentando 1 kg/cm² por cada 5 metro.
- La inyección comenzará a realizarse empleando una lechada con una relación en peso de agua/cemento de 1:1, añadiendo un 2-3% de bentonita. Si se observan admisiones importantes se deberá proceder a enriquecer el contenido de cemento.
- Si la admisión supera los 200 kg/ml deberá procederse a enriquecer la lechada y esperarse un mínimo de 3 horas para reiniciar las tareas de inyección en el taladro. En cualquier caso la inyección se detendrá si se mide una admisión superior a 400 kg/ml, analizando las medidas que deben tomarse en ese taladro, tales como el empleo de aditivos especiales para inyección.

- La finalización de las labores de impermeabilización se producirá cuando la admisión sea inferior a 20 kg/ml.

Se dispondrá una pantalla de drenaje, tanto en la margen derecha como en la zona del cauce. La profundidad de esta pantalla alcanzará, en la margen derecha, el contacto Flych-Margas y en la zona del cauce 5 m por debajo de la cimentación de los bloques de hormigón. La separación entre taladros será de 8 m en la margen derecha y de 4 m en la zona del cauce.

Esta pantalla de drenaje servirá para comprobar el correcto funcionamiento de la pantalla de impermeabilización, evitando de esta forma que se formen corrientes a través del terreno inadvertidas, que puedan ocasionar erosión interna.

5.5.- ALIVIADERO

El aliviadero está situado en la ladera izquierda de la cerrada, y aprovecha los cuatro túneles existentes, elevando la cota de vertido de los cuatro labios actuales.

El aliviadero proyectado mantiene el diseño del actual, que ha funcionado correctamente durante el casi medio siglo de explotación del embalse. Consta de cuatro vanos de 20 m de anchura: los dos laterales de labio fijo y los dos centrales con compuertas. Las compuertas de 4,75 m de altura son escamoteables, permitiendo el vertido sobre ellas en cualquier posición. La cota del labio fijo de los dos vanos laterales y de la parte superior de las dos compuertas será la 511,00 m, y la cota inferior de las compuertas será la 506,25 m.

Hay que señalar que, en esta Modificación nº 3, se elimina el desagüe de medio fondo, cuya función se realizará con las compuertas del aliviadero.

Las compuertas, semejantes a las actuales, se accionan hacia abajo desde su posición más elevada (cota 511,00 m) hasta su apertura máxima (cota 506,25 m). Esta disposición supone que la situación más desfavorable para la presa se produce cuando las compuertas están fijas a cota 511,00 m, funcionando todo el aliviadero como labio fijo.

Las compuertas tipo sector se sitúan en los dos vanos centrales, para mejorar el funcionamiento del cuenco amortiguador, y tienen 20 m de longitud y 4,75 m de altura.

Toda la estructura del actual aliviadero, excepto los labios de vertido, se recrecerá a nivel de la cota de coronación de presa (520,00 m), retirándose las compuertas actuales y rellenándose de hormigón sus cámaras. Sobre la pila central se situará un edificio de control

semejante al existente en el actual aliviadero, y desde dicha pila se dispondrá de acceso a las cámaras de las dos compuertas.

Los conductos de aireación de los actuales aliviaderos se prolongarán por encima de la cota de coronación, dejándose una galería de conexión entre uno de ellos y las dos cámaras de las compuertas.

El acceso al aliviadero se realizará desde la margen izquierda por medio de un puente situado a cota 520,00 m, de 8 m de anchura y 24,80 m de luz libre.

Los cuatro túneles actuales se revestirán con una capa de hormigón de 25 cm de espesor mínimo, que convertirá la sección en circular. Las longitudes de dichos túneles, desde el eje de los nuevos pozos hasta el comienzo del cuenco amortiguador, son 558, 586, 615 y 643 metros, respectivamente.

El cuenco amortiguador proyectado tiene una longitud total de 91,22 m y una anchura interior de 59,5 m en la coronación de los muros cajeros. Está dividido longitudinalmente en tres secciones: la de aguas arriba, que comienza en la salida de los túneles con la solera a la cota 429,30, es una parábola de ecuación: $X^2 = 55,5 y$.

La sección intermedia es la solera del cuenco propiamente dicha que se ha diseñado subhorizontal, con una pendiente del 1% hacia aguas abajo, entre las cotas 418,878 y 418,568, con un desarrollo de 30,96 m.

La sección de aguas abajo está formada por tres planos, uno desde la cota 418,568 a la 427,508, final del cuenco amortiguador. En el primer plano descrito, van nueve (9) dientes de 2,15 m de anchura que ayudan a disipar la energía.

Los muros cajeros, cuya altura oscila entre 12,90 y 22,81 m, tienen una anchura en coronación de 1,0 m y taludes 1/20 en el paramento en contacto con el agua y 1/10 en el que está en contacto con las tierras. Estos muros están cimentados en zapatas variables en espesor y disposición en función de la altura del muro.

La solera está anclada al terreno por medio de barras de diámetro 32 mm y 5,0 de longitud, sin tensión, formando una cuadrícula de 2,0 m de lado. El espesor de la solera es de 3,0 m en el centro y 4,50 m en las zonas de las zapatas.

5.6.- ÓRGANOS DE DESAGÜE Y TOMA

5.6.1.- Desagüe de Fondo

Para el desagüe de fondo se prevé aprovechar la doble toma existente para la central de pie de presa que no ha llegado a construirse, cuyo umbral en origen se encuentra a la cota 448,40 m. El volumen muerto por debajo de esta cota es de sólo 18 hm³.

Constan estas tomas de reja en paramento, compuerta Vagón de 2,5 x 2,5 metros y transición a tubería de 2,5 metros de diámetro, con la que se pasa el cuerpo de la presa existente hasta el paramento de aguas abajo, acabando con una brida ciega.

De estas instalaciones se aprovechará un tramo de tubería embebido en el cuerpo de presa, la reja y la compuerta vagón para la ejecución de la obra, que luego habrá de abandonarse por encontrarse los mecanismos de maniobra en la coronación de la presa actual. Dentro de la tubería de 2,5 metros de diámetro embebida en el cuerpo de presa, se introducirá una de 2,0 m de diámetro igual que las restantes a instalar en el desagüe de fondo, inyectándose el espacio libre entre los dos tubos.

Mediante los codos y transiciones adecuados a construir, se llega a la válvula compuerta Bureau de 1,55 x 2,00 m, a instalar en ambos conductos.

Para el alojamiento de los elementos de maniobra y aireación, se prevé una cámara situada al pie del talud escalonado de la actual presa, adosada a ella, evitando demoliciones, con dimensiones interiores de 8,6 x 6,9 metros en planta y 11,5 metros de altura máxima.

Desde esta cámara de válvulas se conectará con las galerías de la presa actual y se conducirán a ella las tuberías de captación de filtraciones.

Aguas abajo de la cámara de válvulas se realiza una transición en 8,5 metros de longitud hasta la galería. La galería del desagüe de fondo, de 230 metros de longitud, tiene una anchura interior en su base de 5,35 m, y una altura máxima de 6,19 m, definiéndose tres secciones estructurales, en función de las cargas a que estará sometida. La galería tiene una pendiente longitudinal del 0,4 % y en su inicio la solera está a cota 427,50 m.

Dentro de la galería del desagüe de fondo, aguas abajo de la transición de las compuertas Bureau de 1,55 x 2,00 m, se disponen dos tuberías de 2,0 m de diámetro interior, de acero S-275 JR de 16 mm de espesor, con rigidizadores, situándose su generatriz inferior 0,30 m sobre la solera.

Al finalizar la obra, estas tuberías serán recubiertas de hormigón en toda la anchura de la galería, con un recubrimiento mínimo sobre ellas de 0,25 m, dejándose acceso por encima del relleno de hormigón.

Cada tubería finaliza con la correspondiente transición a la válvula Bureau de 1,50 x 1,80 m que se instala en cada uno de los conductos. Del conducto izquierdo surge una tubería de 0,80 m de diámetro que finaliza con una válvula Howell-Bunger desde la que se podrán suministrar caudales medioambientales. Del conducto derecho surge una tubería de 1,50 m de diámetro que finaliza con una brida ciega, a la que podrá conectarse la futura central hidroeléctrica de pie de presa.

La galería finaliza con un módulo a cielo abierto de 11,5 m de longitud para su acceso y junto a él se sitúa la caseta de válvulas de pie de presa de 8,50 x 12,25 m.

Para disipar la energía de los caudales evacuados por el desagüe de fondo, se dispone un cuenco amortiguador de hormigón armado de 35,50 m de longitud y 12,25 m de anchura interior.

5.6.2.- Toma del canal de Bardenas

Para la toma del Canal de Bardenas se prevé aprovechar uno de los dos conductos de la toma existente para la central que no ha llegado a construirse, cuyo umbral en origen se encuentra a la cota 453,30 m, y uno de los tres conductos de la actual toma situado a la misma cota. El volumen muerto por debajo de esta cota es, igual que en la presa actual, de 36 hm³.

Para el conducto derecho se utiliza una de las tres tomas actuales del canal de 2,00 metros de diámetro, que con un codo y contracodo se sitúa en el inicio de la galería en que se aloja para atravesar la nueva presa. Entre estos codos hay un tramo recto de 5,67 metros, con el que se cruza la junta entre bloques de la actual presa, que se deja sin envolver en hormigón y con una junta de dilatación para absorber los previsibles movimientos.

Actualmente, cada uno de los conductos de toma están regulados por una válvula compuerta circular Ring-Follower que se mantendrá, aunque aguas abajo de ella se dispondrá una válvula compuerta Bureau de 1,55 x 2,00 m, ubicada en una cámara situada al pie del talud escalonado de la actual presa, adosada a ella, evitando demoliciones, con dimensiones interiores de 9,2 x 6,8 metros en planta y 14,25 metros de altura máxima.

A continuación de la compuerta Bureau de 1,55 x 2,00 m, y mediante la oportuna transición, se inicia la tubería circular de 2,00 metros de diámetro, de acero S-275 JR de 14 mm de espesor, del conducto derecho.

Para el conducto izquierdo se aprovecha la toma y el conducto de 3,00 metros de diámetro dejado en la actual presa para el establecimiento de una central hidroeléctrica que nunca se construyó. En la embocadura hay una compuerta de paramento tipo vagón, de 3 x 5 metros, que con la nueva presa recrecida hay que abandonar. Por ello, se hace necesario dotar a la toma de una compuerta próxima a la embocadura, considerando como más adecuada una válvula compuerta Bureau de 1,95 x 2,50 m. Para su alojamiento se prevé realizar una cámara situada al pie del talud escalonado de la actual presa, adosada a ella, evitando demoliciones, con dimensiones interiores de 9,7 x 6,8 metros en planta y 14,90 metros de altura máxima.

Las cámaras de válvulas de los dos conductos son iguales y están situadas juntas, aunque cada una sobre un bloque diferente de la actual presa, conectando cada una de ellas con la galería de la toma. Estas cámaras, cuya cubierta se proyecta inclinada, están comunicadas entre sí y con la actual galería perimetral, disponiéndose por tanto de acceso a ella desde la galería de la toma de Bardenas.

A continuación de la compuerta Bureau de 1,95 x 2,50 m, y mediante la oportuna transición, se inicia la tubería circular de 2,50 metros de diámetro, de acero S-275 JR de 16 mm de espesor, del conducto izquierdo.

Ambas tuberías de 2,00 y 2,50 metros de diámetro, respectivamente, van instaladas dentro de una galería de hormigón armado que atraviesa la presa. La galería de la toma, de 185 metros de longitud, tiene una anchura interior en su base de 5,35 m y una altura máxima de 6,19 m, definiéndose dos secciones estructurales, en función de las cargas a que estará sometida.

Al finalizar la obra, estas tuberías serán recubiertas de hormigón en toda la anchura de la galería con un recubrimiento mínimo sobre la de mayor diámetro de 0,25 m, dejándose acceso por encima del relleno de hormigón.

La galería de la futura toma de Bardenas pasará sobre la galería de descarga, que conecta el actual canal con el túnel del aliviadero. Como esta galería de descarga debe seguir en funcionamiento hasta que entre en funcionamiento la nueva toma, se instalará en el tramo afectado por la futura galería de Bardenas, una tubería metálica de 1,80 m de diámetro para mantener el servicio, y otra tubería de 0,5 m de diámetro que servirá para entrada de aire, la

cual será utilizada posteriormente para el drenaje de la futura galería, hormigonándose todo el conjunto.

Para la ejecución del cuenco amortiguador de la nueva toma de Bardenas, en función de la distancia al actual canal de Bardenas que ha de estar en servicio y de las características del terreno, se ha previsto una pantalla de pilotes "in situ" de hormigón armado que contenga y evite los posibles desprendimientos de tierra que podrían afectar al canal, así como la sustitución de un tramo de canal por una sección autoportante de hormigón armado con cajeros prefabricados.

Para permitir las excavaciones de la galería de la toma del canal de Bardenas, se dispone un muro anclado constituido por anclajes provisionales de 120 Tn de tensión con 9 m de bulbo y longitud total estimada en función de la superficie de rotura resultante en cada caso.

En la parte superior de dicho muro se ejecutará, previamente al inicio de sus excavaciones, un refuerzo con gunita armada y bulones de longitud variable en malla de 3m x 3 m.

Al final de la galería se establece el edificio que aloja los elementos de dos válvulas sumergidas tipo Taintor de 1,95 x 2,50 m y 1,55 x 2,00 m, que han de regular los caudales a suministrar al canal de Bardenas, más una tercera válvula tipo Howell-Bunger de 800 mm de diámetro, para caudales menores, derivada del conducto izquierdo.

Del conducto izquierdo surge una tubería de 2,50 m de diámetro y del conducto derecho otra de 2,00 m, finalizando ambas con bridas ciegas, a las que podrá conectarse la futura central de la toma.

Para disipar la energía de los caudales suministrados al canal de Bardenas, se dispone un cuenco amortiguador de hormigón armado de 30 m de longitud y 1,75 m de anchura interior.

Desde la salida del cuenco amortiguador se proyecta la transición y conexión al actual canal de Bardenas, mediante muros verticales de planta curva y altura variable.

Tras el cuenco amortiguador del canal de Bardenas se sitúa un aliviadero lateral de longitud 50 m y con labio a cota +4,35 m, con una compuerta de desagüe lateral (tipo vagón) al río Aragón de 4 m de ancha.

El canal de descarga previsto tiene 6 m de ancho, pendientes de 2,4% (en 33,77 m), 48,6% (en 18,30 m) y 1% (en 25,28 m), finalizando en un lanzamiento con dicha pendiente del 1%. Las rasantes uniformes están unidas con un acuerdo circular convexo de radio 38,67 m y desarrollo en planta 16 m, y un acuerdo circular cóncavo de radio 13,33 m y desarrollo en

planta 5,70 m. La longitud total en planta del canal de descarga es de 99 m, salvando el desnivel entre cotas de solera $452,50 - 437,32 = 15,18$ m. El resto del desnivel hasta el río Aragón se salva con el lanzamiento al cuenco amortiguador del aliviadero.

El primer tramo del canal de descarga, con pendiente 2,4%, tiene cajeros de 4 m de altura. El tramo siguiente, con pendiente 48,6%, tiene cajeros de 2,38 m de altura. El tramo final, con pendiente 1%, tiene cajeros de 2 m de altura.

Aguas abajo del aliviadero anteriormente mencionado, se instalarán dos compuertas tipo Taintor de 4 x 5 m, similares a la actualmente existente, cuya misión será, al igual que ahora, regular el caudal a suministrar para el canal de Bardenas y permitir el desagüe al río Aragón.

5.6.3.- Toma entre presas

En la presente Modificación nº 3 se ha proyectado un sistema de válvulas y tuberías conectado con la Toma de Bardenas, que permite el llenado y vaciado controlado desde su parte inferior del espacio comprendido entre las dos presas.

De cada uno de los dos conductos de la toma de Bardenas se derivan sendas tuberías de 500 mm de diámetro aguas abajo de las compuertas Bureau. En cada una de ellas se dispone una válvula mariposa de regulación y una compuerta de seguridad.

Al final de cada conducción se dispone un sistema de rejas para el llenado y vaciado del espacio entre presas y la conexión con las tuberías de la toma de Bardenas se realizará a través de sendos carretes con toma perimetral.

5.7.- INSTRUMENTACIÓN

El sistema de instrumentación y auscultación tiene previsto realizar el control tanto de la presa de gravedad actual como de la presa de materiales sueltos.

Se ha previsto obtener información sobre los siguientes aspectos:

- Movimientos generales y particulares de la presa.
Para medir los asientos verticales de la presa, se ha previsto la instalación de células que asientan con ella al estar embebidas en el relleno y tubos telescópicos de asientos en las cinco secciones de control.

- Control topográfico de desplazamientos.
Para controlar topográficamente los desplazamientos de la presa, se ha previsto un sistema de hitos situados en lugares fijos de la cerrada y una serie de puntos de control en la presa, en la coronación, en las bermas de aguas abajo y en la pantalla de hormigón.
Así mismo, también se ha previsto la colocación de puntos de control topográfico en la pantalla, consistentes en una varilla de bronce embebida en el hormigón, cuyo uso será posible a embalse vacío, y servirán como comprobación de los registros de los inclinómetros que medirán las deformaciones y las tensiones.
- Desplazamientos de la presa de gravedad.
Se han previsto los siguientes elementos:
 - Mantenimiento de los dos péndulos existentes.
 - Instalación en los bloques de bases para clinómetro que permitirán conocer, con precisión y por medio de comparaciones entre mediciones sucesivas, el aumento del ángulo de un paramento con la vertical. La comparación de estos registros con los proporcionados por el clinómetro en el bloque donde están alojados los péndulos, permitirá tener un conocimiento suficiente del comportamiento global de la presa de gravedad.
- Control de las deformaciones de la cimentación.
Se han previsto la instalación de extensómetros de varillas de tres anclajes cada uno.
- Deformaciones y tensiones en la pantalla impermeable y en el plinto perimetral.
Las flexiones de la pantalla se controlan por medio de inclinómetros situados sobre ella, mientras que las juntas verticales de la pantalla se controlaran por medio de medidores electromagnéticos y en la junta perimetral se instalaran medidores de junta de gran base. Para la medida de las deformaciones unitarias de la pantalla se ha previsto un sistema de extensómetros de cuerda vibrante.
- Tensiones internas en el cuerpo de la presa de materiales.
Para el control de las tensiones internas se ha previsto la utilización de células de presión total de tipo de cuerda vibrante.
- Control de cargas sobre la presa de gravedad.
El control de cargas de las tierras sobre la presa de hormigón, así como la determinación de las deformaciones del material del terraplén en la proximidad a la presa de hormigón, se realizará con células de presión total y extensómetros de suelos.

- Control piezométrico en la cimentación.
El objeto de los piezómetros de cuerda vibrante ha sido fundamentalmente la comprobación del funcionamiento de la cortina de inyecciones y de los drenajes. Se ha hecho coincidir la situación de los piezómetros con las secciones de control previstas para la instrumentación, y se han dispuesto, en general, a cinco distancias distintas del paramento de aguas arriba de la presa actual.
- Control de las filtraciones de la pantalla de hormigón y plinto
Se instalará un sistema de detección de fugas de agua mediante cables de fibra óptica, con los que se realizará una medición distribuida de la temperatura, que permitirá localizar filtraciones a lo largo de todo el eje longitudinal de la presa.
Se colocarán los cables de fibra óptica en el cuerpo de la presa, de tal manera que se pueden detectar filtraciones, tanto las que provengan de fugas de la presa antigua como de la pantalla de hormigón de la presa nueva, lo que permitirá controlar también la estanqueidad de la unión de las losas de la pantalla con el plinto. Con este sistema también se podrá estimar el caudal del agua filtrada, además de permitir la localización de las posibles filtraciones.
- Control de filtraciones en galerías de presa existente.
Se ha previsto la instalación de dos aforadores Thomson, además de los que actualmente existen.
- Control del caudal desaguado por la toma de Bardenas.
Se ha previsto la instalación de dos caudalímetros por ultrasonidos (1 por tubo) en las tuberías previstas en la toma de Bardenas, que nos permitan conocer con precisión los caudales abastecidos.
- Control del nivel del embalse.
Para medir en cada momento el nivel del embalse se ha previsto la instalación de un medidor de nivel con una precisión mínima ± 1 mm.
- Control dinámico.
El control dinámico de la presa frente a fenómenos de índole sísmica se ha planteado a través de la instalación de un sismógrafo y de cuatro acelerógrafos colocados a diferentes alturas en el talud de aguas abajo.
Se sitúan los cuatro acelerómetros en el cuerpo de la presa, uno de ellos en el estribo de la margen derecha, uno más en el estribo de la margen izquierda, otro en la galería del desagüe de fondo y, por último, un cuarto en coronación próximo a la vertical de los desagües.

Con el fin de que la instrumentación utilizada en el control dinámico de la presa de Yesa se ajuste al estado actual de la tecnología, la Modificación nº 3 contempla la utilización de equipos de digitales con registro en memoria de estado sólido y centralizados a través de una red de comunicaciones interna.

5.8.- OBRAS AUXILIARES

♦ Carreteras de acceso

La conexión a la presa desde la margen derecha se realizará a partir de la variante de la CN-240 por dos intersecciones: una para el acceso a las instalaciones de la Confederación Hidrográfica del Ebro y al pie de presa; y otra para el acceso a coronación. La conexión a las instalaciones y pie de presa se realizará utilizando parte de la carretera CN-240 anulada. La conexión a la coronación de la presa actual se realizará de forma provisional durante las obras, y para la conexión definitiva a la coronación de la presa recrecida se construirá una rotonda.

El paso a la margen izquierda se hará: por la coronación de la presa recrecida; por el pie de presa aguas arriba de la salida del Desagüe de Fondo; y por el actual puente sobre el río Aragón. Durante la construcción se utilizará, además del actual puente, la contraatagüa y la coronación de la presa actual.

A la toma del canal de Bardenas se accederá desde el pie de la presa, de forma semejante al actual acceso.

En el paramento de aguas abajo de la presa se han previsto dos bermas horizontales, separadas 25 m en altura (cota 461 y 486 m), para permitir la observación y auscultación de la presa. La berma inferior está 25 m sobre la plataforma de pie de presa (cota 436 m), y la superior 25 m bajo el Nivel Máximo Normal de Embalse en invierno, primavera y verano (cota 511 m). Al camino superior se accederá por la margen derecha desde las instalaciones de la Confederación, y al camino inferior por la margen izquierda desde la toma de Bardenas.

La conexión entre el pie de la presa y su coronación se realizará por un camino dispuesto en la margen izquierda.

En el estribo izquierdo de la presa se dispondrá una rotonda en la que enlazarán: el camino que sube desde el pie de presa, la coronación de la presa y el camino que llega desde aguas arriba por la margen izquierda del embalse.

Para el diseño de los caminos proyectados se ha tenido en consideración la futura carretera de Ruesta a la presa. Esta futura carretera local discurrirá, en las proximidades de la presa, sobre el camino de la margen izquierda del embalse, llegando a la rotonda diseñada en el estribo izquierdo, cruzará la coronación y seguirá por el camino de la margen derecha hasta la otra rotonda diseñada en la actual variante de la CN-240, desde la que conectará con la localidad de Yesa y, a través de su enlace, con la autovía Pamplona-Huesca.

Los caminos se pavimentan con doble tratamiento superficial, tanto las calzadas como los arceles.

♦ Edificios

Para viviendas de la Administración, así como para oficinas y almacenes, se utilizarán los edificios existentes en la actualidad. Además, para alojar los grupos electrógenos y los elementos de auscultación se dispondrán de casetas en la coronación, bermas y pie de presa, según se indica en los Planos.

♦ Línea eléctrica

El abastecimiento de energía eléctrica a las instalaciones de la presa se realizará a partir de la Línea de 13,20 KV de Iberdrola que viene de aguas abajo, por la margen izquierda, y que llegará a un transformador situado entre el desagüe de fondo y la toma del Canal de Bardenas. Además, se proyecta un suministro alternativo desde la margen derecha.

El abastecimiento de energía de emergencia se garantiza con tres grupos generadores de 50 KVA a instalar en casetas situadas en el estribo derecho y pie de presa, y en el edificio de control del aliviadero.

5.9.- DESVÍO DE LA CN-240 A SU PASO POR LA PRESA

El desvío proyectado permite dar continuidad al tráfico de la carretera N-240 durante las obras y, al mismo tiempo, construir el estribo derecho de la nueva presa. La solución adoptada consiste en hacer una nueva carretera próxima al trazado del vial de acceso a la urbanización Lasaitasuna, que tiene su origen y final en la actual carretera, sin que ello afecte a las zonas construidas o de servicios de dicha urbanización.

El nuevo trazado de la variante tiene 1.760 m de longitud, se inicia a 100 m de la actual intersección de la nacional con la carretera que accede a la urbanización de Lasaitasuna, sin afectar a ninguna edificación; discurre paralelo a dicho acceso hasta llegar a la zona deportiva de la urbanización que la bordea, y finaliza a la altura del P.K. 50, donde acaba dicha travesía. Tiene dos carriles de vehículos lentos de 860 y 960 m de longitud.

Al comienzo de dicho desvío se ha diseñado un enlace con la carretera nacional actual para dar servicio a la presa. Dicho enlace se ha resuelto a base de un carril central de espera para todas las incorporaciones.

La mayor parte del trazado se proyecta con radios superiores a 230 m, y la pendiente máxima adoptada ha sido del 8,39%, fijándose la mínima en el 0,5%.

La plataforma está constituida por una calzada bidireccional de 7 m de ancho y dos arcenes de 0,5 m, con carril de vehículos lentos de 3,5 m en cada uno de los sentidos de circulación donde las pendientes lo requieren. El firme adoptado corresponde a la sección 132, solución 1, de la Instrucción 6.1-IC y 6.2-IC Secciones de Firme.

5.10.- CAMINO DE ACCESO AL PRÉSTAMO DE GRAVAS

Se ha previsto la construcción de un camino que conecta el préstamo de gravas (terrazas aluviales de los ríos Aragón y Esca, situadas en la cola del embalse actual) con las obras, con objeto de facilitar el transporte del material. El trazado se ha proyectado por la margen izquierda del vaso, con un desarrollo de 19,9 kilómetros y origen en la coronación de la presa actual de Yesa, al lado del aliviadero.

Las características geométricas utilizadas han sido las siguientes: 1.200 m de radio en planta máximo; 25 m de radio en planta mínimo; y 13% de pendiente máxima.

La plataforma está constituida por una calzada de 10 m de ancho. El firme adoptado corresponde a la sección 432, formada por 30 cm de subbase granular extendida en dos capas de 15 cm cada una, sobre la que se aplicará un doble tratamiento superficial.

5.11.- REPOSICIÓN DE LA LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE 220 KV

Con las obras se afecta a la ubicación de una línea eléctrica de 220 kV, procediéndose en la presente Modificación nº 3 a segregar la ejecución de la obra de reposición de dicha línea eléctrica, como consecuencia del artículo 154, *"Variación del tendido de la línea como consecuencia de proyectos o planes aprobados por la Administración"*, del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

5.12.- ACTUACIONES EN PATRIMONIO

5.12.1.- Arqueología, Etnografía y Paleontología

Al inicio de las obras, según se contemplaba en el Anejo nº 28 *"Estudios Arqueológico, Etnográfico y Paleontológico"*, se realizó una prospección arqueológica intensiva de todo el entorno afectado por el embalse, como consecuencia de dicha prospección, se detectaron más yacimientos arqueológicos.

En los yacimientos afectados está contemplada la realización de sondeos y excavaciones arqueológicas junto con el traslado de los elementos más significativos, habiendo sido aceptadas estas medidas por la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón, en marzo de 2000.

Con el fin de complementar los resultados obtenidos en las prospecciones intensivas anteriormente reseñadas y delimitar el área de actuación en posteriores prospecciones, se realizan sondeos arqueológicos, habiéndose realizado con anterioridad a la redacción de la presente Modificación Nº 3 los correspondientes a los yacimientos de El Coscojar, La Salada III y San Jacobo, estando prevista en esta modificación su realización en el yacimiento de la Coronaza II.

En la actualidad, ya se ha realizado la excavación sistemática de los yacimientos arqueológicos de La Salada I, La Salada II, La Salada III, situados dentro del vaso del actual embalse de Yesa, y el de El Coscojar.

Según se contempla en esta Modificación Nº 3, se realizará, además de lo ya ejecutado, sondeos arqueológicos, tanto mecánicos como manuales, adicionales, y la excavación arqueológica sistemática del Yacimiento de Tiermas.

Al inicio de las obras se realizó una prospección etnográfica intensiva de todo el entorno afectado por el embalse. Todos los elementos etnográficos identificados en la prospección etnográfica intensiva (fuentes, lavaderos, corrales, parideras, casetas, mojones, etc.) se han documentado, elaborándose una ficha técnica para cada uno de ellos.

Entre las actuaciones etnográficas se contempla el traslado de las dos fuentes, asociadas al Camino de Santiago, situadas en las inmediaciones de Ruesta. Estas dos fuentes se reubicarán junto al nuevo trazado del Camino de Santiago, en las proximidades de su actual emplazamiento.

Al inicio de las obras se realizó también una prospección paleontológica intensiva de todo el entorno afectado por el embalse, documentándose todos los yacimientos identificados. El principal yacimiento es el denominado corte de Artieda, que deja de estar afectado, con la nueva cota del recrecimiento contemplada en esta Modificación Nº 3, por lo que no se actuará en él.

5.12.2.- Actuaciones sobre el patrimonio Histórico-Artístico

En el Anejo nº 27 "*Actuaciones en el patrimonio Histórico-Artístico*", se recogen las actuaciones que se realizarán sobre el patrimonio histórico-artístico, más concretamente sobre las ermitas del entorno del Embalse de Yesa.

En el entorno del embalse de Yesa se encuentran las siguientes cinco ermitas:

- Ermita de San Jacobo (Ruesta)
- Ermita de San Juan Bautista (Ruesta)
- Ermita de San Pedro (Artieda)
- Ermita de San Juan (Sigüés)
- Ermita de la Virgen de las Viñas (Escó)

Las ermitas de San Pedro (Artieda), San Juan (Sigüés) y Virgen de las Viñas (Escó), no resultaban inundadas con el máximo recrecimiento planteado, estando prevista la realización de actuaciones para su conservación y mejora, que se mantienen en la presente Modificación nº 3.

Las dos ermitas de Ruesta (San Jacobo y San Juan Bautista) no resultan afectadas con la cota del recrecimiento considerado en la presente Modificación nº 3, por lo que se mantendrán en su ubicación actual, evitándose su traslado. En la ermita de San Jacobo se realizarán actuaciones para su conservación y mejora, de forma semejante a las contempladas en las otras tres ermitas que no afectaba el recrecimiento máximo. Sin embargo, en la ermita de San Juan Bautista se considera su completa restauración, dado su precario estado actual, ya que sufrió el desplome de su cubierta y parte de sus muros en febrero de 2001.

5.12.3.- Reposición del Camino de Santiago

En el Anejo nº 26 "*Reposición del Camino de Santiago*", se estudia la repercusión que el recrecimiento del embalse de Yesa tiene sobre el Camino de Santiago, y se detallan las actuaciones a realizar en él.

Respecto al trazado propuesto en el año 2002 por la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón, la afección del recrecimiento del embalse de Yesa contemplada en esta Modificación nº 3 al Camino de Santiago se produce, únicamente, en tres tramos:

- Tramo paralelo al río Aragón, aguas arriba de Ruesta (afección en 2.980 m).
- Cruce del río Regal, en las inmediaciones de Ruesta (afección en 470 m).
- Cruce del río Esca, en las inmediaciones de Sigüés (afección en 750 m).

En los siguientes subapartados se exponen las actuaciones planteadas en cada una de estas tres zonas, que se representan en el documento de Planos.

♦ Tramo paralelo al río Aragón, aguas arriba de Ruesta

El Camino de Santiago discurre por el término municipal de Artieda, conectando a la salida de dicho término con la carretera A-1601, discurriendo por ella hasta las proximidades de los denominados "Corrales de Vidiella". Esta parte del tramo de 2.980 m de longitud, que coincide con la carretera A-1601, queda bajo la cota de afección con la nueva cota de recrecimiento del embalse de Yesa.

La actuación contemplada para la reposición de este tramo afectado, consiste en la construcción de un nuevo camino junto a la carretera A-1601, por lo que con el nuevo trazado previsto se da continuidad al camino fuera del vaso del recrecimiento y se evita la utilización de la carretera como Camino de Santiago. Esta actuación se ha prolongado junto a la carretera A-1601, incluso en los tramos en que no resulta inundada, para evitar que los peregrinos tengan que circular por dicha carretera.

La anchura del camino proyectado será de tres metros y su firme estará constituido por una base de 0,20 m de zahorra compactada. Así mismo, en el borde que le separa de la carretera A-1601, se ha previsto la colocación de un bordillo de hormigón prefabricado que permitirá su localización. A lo largo del mismo, se ha previsto la plantación de arbolado para crear zonas de sombra, y la creación de una "zona de descanso" densamente arbolada, próxima a los "Corrales de Vidiella". El trazado de este nuevo tramo del Camino de Santiago paralelo a la carretera A-1601 se recoge en los Planos, utilizándose para su trazado final, en las proximidades de los "Corrales de Vidiella", un camino existente.

La parte de este tramo comprendida entre los denominados "Corrales de Vidiella" y el pueblo de Ruesta, que en la propuesta de 2002 ha modificado el trazado siguiendo caminos existentes para evitar el paso por la carretera, no resulta afectado con la nueva cota del

recrecimiento. Estos caminos, no afectados, se acondicionarán de forma semejante al nuevo trazado.

El yacimiento arqueológico de época romana denominado "La Caseta del Burro -67" o "Coronaza II" es el único elemento de interés, relacionado en el Anexo III de la propuesta por el Gobierno de Aragón de 2002, que resulta afectado por el recrecimiento del embalse de Yesa en este tramo. La afección que resulta es parcial, al situarse sólo una parte de él por debajo de la cota 514,25 m. La actuación en este yacimiento arqueológico será acorde con lo previsto en el Anejo nº 28 "*Estudios Arqueológico, Etnográfico y Paleontológico*", que fue aceptado por la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón, en marzo de 2000.

La ermita de San Juan de Ruesta, que se encuentra en este tramo, no resulta afectada como consecuencia de la reducción de la cota del recrecimiento del embalse de Yesa, estando previsto, en el Anejo nº 27 "*Actuaciones en el Patrimonio Histórico - Artístico*", su restauración sobre el propio emplazamiento, ya que sufrió el desplome de su cubierta y parte de sus muros en 2001.

♦ Cruce del río Regal, en las inmediaciones de Ruesta

El cruce del Camino de Santiago sobre el río Regal, a la salida de Ruesta, resulta afectado en 470 m del trazado propuesto en el año 2002, con la nueva cota de recrecimiento del embalse de Yesa.

En la presente Modificación nº 3 se contempla la redacción de un proyecto que defina un nuevo trazado del Camino de Santiago para el cruce sobre el río Regal, entre el denominado "Puente Gótico" y la ermita de San Jacobo, incluyendo una pasarela sobre el río Regal. Una vez redactado dicho proyecto, se realizarán las obras en él definidas.

Respecto a los hitos asociados al Trazado Sur del Camino de Santiago, a su paso por el río Regal, tres de ellos seguirán resultando afectados pese a la disminución de cota del recrecimiento: "Fuente y Abrevadero -70"; "Puente sobre el río Regal -71"; y "Fuente de Santiago -72". Las dos fuentes serán trasladadas, según está previsto en las actuaciones referentes al patrimonio etnográfico (Anejo nº 28 "*Estudios Arqueológico, Etnográfico y Paleontológico*"), junto al nuevo trazado del camino, en las proximidades de su actual emplazamiento. En el proyecto a redactar se estudiará la reposición del puente sobre el río Regal, que es una pasarela de madera situada sobre dicho río construida recientemente sobre unas pilas existentes.

Tanto el denominado "Puente Gótico -69" como la ermita de San Jacobo -73, han dejado de resultar afectados al reducirse la cota del recrecimiento del embalse de Yesa. Para la ermita

de San Jacobo se siguen considerando actuaciones de conservación (Anejo nº 27. *"Actuaciones en el Patrimonio Histórico - Artístico"*).

♦ Cruce del río Esca, en las inmediaciones de Sigüés

El cruce del Camino de Santiago sobre el río Esca, en las inmediaciones de Sigüés, resulta afectado en 750 m del trazado propuesto en el año 2002, con la nueva cota de recrecimiento del embalse de Yesa.

En la actualidad se está finalizando la redacción del proyecto "Reposición de la carretera A-137, afectada por el recrecimiento del embalse de Yesa", que contempla la reposición de la citada carretera A-137, desde el enlace de Sigüés de la Autovía A-21 "Pamplona-Huesca", al Valle del Roncal a través del núcleo urbano de Sigüés, de manera, que una vez superada la citada localidad, cruza el río Esca mediante un nuevo puente, para terminar en el inicio del Foz de Sigüés. El citado proyecto, entre otras actuaciones, contempla la reposición del puente del Camino de Santiago por una estructura que posibilita el paso del río Esca por los peregrinos.

Los elementos de interés en Sigüés (Hospital de los Peregrinos de Santa Ana, Iglesia de San Esteban y Casa Palacio) no resultan afectados con la cota del recrecimiento considerado en la presente Modificación nº 3, por lo que se mantendrán en su ubicación actual, evitándose su traslado.

El único hito asociado al Trazado Norte del Camino de Santiago, según la propuesta del Gobierno de Aragón de 2002, que resulta afectado con la nueva cota del recrecimiento, es el puente sobre el río Esca -98, que es un puente de hormigón de reciente construcción apoyado sobre unas pilas de mampostería existentes, cuya reposición será estudiada en el proyecto a redactar.

5.13.- EMBALSE DE COLA PARA PROTECCIÓN DE LA FAUNA

Se ha previsto la creación en la cola del embalse de Yesa, en el río Aragón, de un embalse en las inmediaciones del Soto de Miramón (término municipal de Mianos), con objeto de aprovechar la zona existente para la formación de un humedal mediante la construcción de un azud de cuerpo de presa constituido de Hormigón Compactado con Rodillo (HCR), sección simétrica trapecial y taludes 0,9 H: 1 V.

Se ha adoptado esta sección tipo construida de Hormigón Compactado con Rodillo (HCR), ya que este material presenta un comportamiento mejor en ambientes húmedos e inundados, asegurando una mayor durabilidad.

El azud tiene una longitud total de 746 m, de los cuales 90 m corresponden al vertedero, con umbral a la cota del máximo nivel normal del embalse de Yesa en primavera (cota 511,00 m), y los restantes a los estribos: 220 m al izquierdo y 436 m al derecho, con cota de coronación a la 512,00 m.

El azud cuenta con dos desagües de fondo a la cota de rasante 506,5, accionados por compuertas manuales, que vierten a los actuales cauces secundarios del río Aragón.

La cota del cauce en el azud es la 505,50, aproximadamente, por lo que la altura máxima del azud sobre el terreno es de 6,50 m, y de 8,50 m sobre cimientos, estando por tanto empotrado 2 m en el terreno en el punto más bajo.

El pie de aguas abajo del azud está protegido por una capa de escollera de 1 metro de espesor mínimo y ancho de manto de 3 metros, así como el tacón de aguas abajo del cuenco amortiguador, cuya función es evitar la erosión del pie de aguas abajo del azud y del tacón del cuenco.

El azud contará con un acceso por la margen derecha, que enlazará directamente con la actual carretera N-240. Este acceso se proyecta como mejora del camino existente entre la carretera nacional y la ribera del río.

Por la margen izquierda, se ha diseñado un camino que conecta con la red de caminos rurales existentes en el Soto de Miramón.

El vertedero del azud es capaz de desaguar un caudal de unos 144 m³/s, disponiéndose un cuenco amortiguador aguas abajo de 12 m de longitud, asumiéndose que, para avenidas mayores, el azud será sobrepasado, con alturas máximas de lámina, en todo caso, del orden de 1,90 m, que corresponde a un caudal superior a la Avenida de Proyecto estacional de Otoño para un periodo de retorno de 1.000 años.

En el azud se dispondrá una escala de peces, en el estribo izquierdo del aliviadero, con objeto de permitir los movimientos de la fauna piscícola existente en el río Aragón.

Con las obras previstas quedarán, por tanto, convertidas en humedales, en muy corto plazo de tiempo, un total de 27,7 ha en la cola del embalse de Yesa.

5.14.- ACTUACIONES MEDIOAMBIENTALES

5.14.1.- Revegetación, restauración paisajística y deforestación del vaso

En el Anejo nº 24 se recogen las medidas correctoras diseñadas a fin de minimizar, corregir y compensar los impactos sobre la calidad de las aguas del embalse, la vegetación, las riberas y el paisaje derivados de las obras del recrecimiento de la presa de Yesa.

Se contemplan dos grandes grupos de actuaciones: la deforestación de los terrenos inundables y la revegetación, tanto del entorno de la presa como de las márgenes del embalse recrecido.

5.14.1.1.- Deforestación del vaso

Todo embalse de agua está amenazado, en su periodo inicial que puede ser más o menos largo, por el proceso de eutrofización o fertilización de sus aguas. Una vez anegado el ecosistema terrestre, los compuestos solubles del suelo y los procedentes de la materia vegetal atrapados por las aguas del embalse provocan desequilibrios en los procesos de producción y respiración del nuevo ecosistema acuático. Se considera necesaria, pues, la deforestación de la nueva superficie de embalse previa a su anegamiento, lo que contribuirá a disminuir el depósito de materia orgánica al hacer desaparecer la vegetación. Esta operación, aunque no elimina el problema de la eutrofización de las aguas, el cual depende en gran medida de numerosos factores externos al propio embalse, sí contribuye a acortar el lento proceso evolutivo de dicho medio hacia un sistema más equilibrado, además de mejorar el paisaje.

Serán objeto de deforestación los terrenos comprendidos entre la lámina del embalse actual (cota 488 m) y el máximo nivel normal de embalse en primavera (cota 511 m).

Durante la operación de marcado de árboles maderables, previa a la deforestación, la Dirección de las Obras seleccionará aquellos ejemplares idóneos para ser trasplantados en la zona de aguas abajo de la presa.

En función del tipo de vegetación existente, se han definido dos modalidades de deforestación que se detallan a continuación:

DFA: Deforestación de zona arbolada o arbustiva densa.

La superficie a deforestar en estas áreas alcanza una extensión de 490 hectáreas, de las que 9 se emplazan en el embalse de cola.

En estas zonas se eliminará la vegetación leñosa gruesa, que tenga un aprovechamiento de madera, en trozas o para leñas. Para ello, primeramente se procederá al marcado de los pies maderables.

Posteriormente, se procederá a la corta, limpieza y trozado de fustes con los tres siguientes apilados diferentes: trozas a cargadero, leñas y restos de corta o desperdicios. A continuación se efectuará la corta, apilado y saca de leñas obtenidas en el resto de la superficie. Posteriormente, se procederá al descuaje de los tocones y arbustos restantes, a realizar la quema de todos los desperdicios y restos de corta, y al enterrado de las cenizas o al traslado fuera del vaso, procediendo finalmente a la limpieza del terreno.

- DFM: Deforestación de zona con matorral o arbolado disperso.

La superficie a deforestar en estas áreas alcanza una extensión de 630 hectáreas, de las que 10 se emplazan en el embalse de cola.

Estas zonas serán, principalmente, objeto de la saca de los productos leñosos. El escaso o esporádico arbolado maderable recibirá, en cualquier caso, el mismo tratamiento que en las zonas DFA. Después, se procederá a la deforestación de la vegetación no aprovechable, quemando los restos y limpiando el terreno.

5.14.1.2.- Revegetación y restauración paisajística

En los terrenos susceptibles de ser reforestados, comprendidos entre la cota de Nivel Máximo Normal de embalse en primavera (cota 511 m) y la línea de expropiación (cota 520 m), se realizará una plantación arbóreo-arbustiva que, además de estabilizar las laderas con el sistema radicular que se desarrolle, actuará como pantalla visual, contribuyendo a ocultar la banda árida del embalse que se extenderá desde la lámina de agua hasta el N.M.N.

Los terrenos a reforestar serán aquellos carentes en la actualidad de una cubierta vegetal adecuada, ya sean tierras agrícolas o áreas erosionadas o degradadas.

En la revegetación se aprovechará el material vegetal existente bajo la cota de N.M.N. (cota 511 m). Para ello, antes o simultáneamente a la deforestación del vaso, se recolectarán propágulos de material vegetal que, conservados y multiplicados en un vivero de obra que se habilitará a tal fin, se utilizarán posteriormente en la revegetación de las superficies alteradas exteriores a la zona inundable.

También se aprovechará, para emplear en la revegetación, la tierra vegetal existente en el vaso que se excavará, transportará y extenderá directamente en los lugares de uso sin necesidad de acopios intermedios. La tierra vegetal procederá de los sectores más fértiles y de mayor calidad del vaso, que son las tierras de cultivo de la cola del embalse.

Se relacionan a continuación los tratamientos a las distintas áreas afectadas:

♦ Entorno de la presa

- Desmontes de pendiente mayor de 2V:3H y menor o igual a 1V:1H. Tratamiento MO – HS.
Estos taludes se cubrirán con manta orgánica de yute o material similar, sobre el que se aplicará una hidrosiembra.
- Taludes de pendiente inferior o igual a 2V:3H. Tratamiento TV – HS – PM.
Sobre estos taludes, ya sean desmontes o terraplenes, se extenderá una capa de tierra vegetal de 30 cm de espesor, se proyectará una hidrosiembra y se realizará una plantación de matorral (*Genista scorpius*, *Juniperus oxycedrus*, *Buxus sempervirens* y *Rosa canina*).
- Superficies de terreno natural degradado. Tratamiento DS – TV – PA.
Todos los terrenos que resulten afectados por las obras en las inmediaciones de la presa, debido al tránsito y presencia de maquinaria, accesos, acopios temporales, etc., serán regenerados mediante una labor de descompactación del suelo, aporte de tierra vegetal en un espesor mínimo de 30 cm, y plantación arbóreo-arbustiva (*Quercus faginea*, *Quercus rotundifolia*, *Buxus sempervirens*, *Rhamnus alaternus*, *Juniperus oxycedrus*, *Genista scorpius*).
- Riberas del río Aragón. Tratamiento DS – TV – PR.
Recibirán el tratamiento anterior, pero utilizando especies riparias (*Populus nigra*, *Salix alba*, *Fraxinus angustifolia*, *Sambucus nigra*).
- Pie de desmontes de pendiente superior a 1V:1H. Tratamiento PT.
En el pie de estos desmontes, de difícil revegetación, se realizará una plantación lineal de trepadoras (*Hedera helix*).
- Trasplante de ejemplares arbóreos.
Con el fin de conseguir un efecto estético inmediato, se realizarán trasplantes de ejemplares de quejigo, encina, pino negral y pino carrasco extraídos del vaso (Tratamientos TQF, TQR, TPN y TPH).

- Paramento de la presa.
El paramento de aguas abajo de la presa será objeto de tratamiento naturalizador, mediante el aporte de tierra vegetal y la hidrosiembra.

♦ Márgenes del embalse

De cara al tipo de plantación a efectuar entre las cotas 511 m y 520 m, se han diferenciado dos tipos de superficies:

- Márgenes del embalse en buen estado (Tratamiento PMB).
Se catalogan como tales las tierras agrícolas comprendidas entre las cotas 511 m y 514 m. Estos terrenos serán reforestados utilizando las especies *Quercus faginea*, *Buxus sempervirens*, *Rhamnus alaternus*, *Juniperus oxycedrus* y *Genista scorpius*.
- Márgenes degradadas del embalse (Tratamiento PMD).
Se catalogan como tales los terrenos no agrícolas con nula o escasa vegetación y baja calidad edáfica, comprendidos entre las cotas 511 m y 520 m. Estos terrenos serán reforestados utilizando las especies *Quercus rotundifolia*, *Juniperus oxycedrus*, *Quercus coccifera*, *Rosa canina* y *Genista scorpius*.

5.14.2.- Adecuación ambiental del embalse de cola en el río Aragón

Para la adecuación ambiental del embalse de cola en el río Aragón, se han analizado, en primer lugar, las características medioambientales de la zona, concretamente la climatología, el suelo, la geomorfología, la hidrología, la vegetación, la fauna y el paisaje.

Posteriormente, y en función de estas características ambientales y de las del embalse de cola, se han estudiado y evaluado los usos potenciales de la masa de agua creada y su entorno, con el fin de fijar unos objetivos y un plan de actuaciones.

Estas actuaciones han consistido en:

- Favorecer el desarrollo de la vegetación autóctona (acuática y ribereña) y la integración paisajística del embalse de cola en el entorno, mediante las adecuadas plantaciones.
- Crear hábitat específicos para la permanencia y/o reintroducción de la fauna, con el objetivo de proporcionarle alimento suficiente, refugio y zonas aptas para la reproducción. Así, se han creado hábitat para insectos, islas y orillas adecuadas, refugios y zonas de freza para los peces, hábitat para anfibios y posaderos naturales para las aves.

De esta forma, se consigue que las necesidades básicas de las diferentes comunidades vegetales y animales queden cubiertas y que, a medio y largo plazo, el sistema pueda desarrollarse y mantenerse por sí mismo.

5.14.3.- Nuevas actuaciones sobre la Flora y la Fauna

Se incorporan en la presente Modificación N° 3, dos nuevas actuaciones: la realización del control y vigilancia de la nutria; y el muestreo, retirada y trasplante de la flora.

Estas actuaciones se realizarán según lo indicado en el *"Estudio Técnico de la Repercusión del proyecto de recrecimiento del embalse de Yesa sobre nuevas Variables Medioambientales: Diagnóstico y Recomendaciones"* redactado por CAUSA en 2005, que se reproduce íntegramente en un apéndice del Anejo n° 21 "Estudio de Impacto Ambiental".

5.15.- VERTEDEROS

Las excavaciones que se efectuarán para la cimentación del cuerpo de presa, camino de acceso, camino a préstamo de gravas y adecuación de Monte de Mélida, superan el millón de metros cúbicos y en su mayor parte deberán ser llevadas a vertedero, para lo que se ha previsto una zona bajo la cota de máximo nivel del embalse recrecido.

5.16.- ACTUACIONES EN LADERAS

En el paraje de Monte Mélida, se realizarán actuaciones consistentes en la remoción con excavaciones especiales del material, así como su revegetación con plantaciones autóctonas.

Junto a la zona de Monte Mélida, aguas abajo de ella, en el deslizamiento denominado del vertedero se realizarán unas importantes excavaciones para retirar parte de la zona movida hasta lograr obtener una seguridad suficiente frente al deslizamiento. Estas excavaciones se han estudiado de manera conjunta con la posible construcción de una carretera local de Ruesta a la presa de Yesa. Las actuaciones a realizar serán:

- Eliminar toda la zona movida por encima de la futura carretera hasta alcanzar como mínimo la grieta superior de la rotura. En esta excavación se colocarán, cada 10 m de altura, un refuerzo mediante gunita y bulones; toda la superficie del talud será protegida superficialmente mediante hidrosiembra.

- Por debajo de la grieta, la excavación se realizaría según el plano de estratificación de rotura (aproximadamente presenta un buzamiento de 20°). Por encima de la grieta se efectuará la excavación con un talud 1,5H:1V reforzado con gunita y bulones hasta alcanzar la profundidad de la superficie de deslizamiento. A esta cota se ejecutará en el pie del talud una berma.

También se ha previsto la auscultación de esta ladera para su control, especialmente durante el primer llenado.

5.17.- ACTUACIONES EN SIGÜÉS

Con el recrecimiento previsto en la presente Modificación nº 3, que sitúa el Nivel Máximo Normal del embalse de Yesa recrecido a cota 511,00 m (en invierno, primavera y verano) y 509,00 m (en otoño), se mantiene el núcleo urbano de Sigüés.

Para evitar la carrera de embalse junto al casco de Sigüés, se proyecta un dique de protección, de 515 m de longitud, que lo rodeará con suficiente amplitud, permitiendo la creación de una zona de expansión al rellenar y acondicionar el espacio comprendido entre el dique y el casco urbano, que se podrá utilizar como zona de servicios con instalaciones deportivas y jardines. Este dique discurrirá al sur del pueblo junto al barranco existente, girando al llegar al río Esca para enlazar por el oeste con la ladera que limita el núcleo.

El dique de protección consta de un muro ménsula de hormigón armado de altura variable, de 15 m de altura máxima sobre cimientos, con su coronación a cota 514,25 m y una barandilla de 1 m colocada sobre él, rellenándose su trasdós en los primeros 4 m de anchura a la cota 514,00 m para permitir el tránsito; a continuación, por medio de una pendiente que varía entre el 10 y el 15%, se baja hasta la cota 512,50 m, donde se sitúa una explanada que se extiende hasta que el terreno natural alcanza esta cota. Esta explanada tiene una superficie de 1,64 ha.

En la parte final del muro situada más al sur, el muro termina junto a la carretera. En la parte final del muro situada más al norte se realizará una rampa de acceso al vaso con una pendiente del 15% y una anchura de 6 m. En esa zona la coronación del muro irá bajando desde la cota 514,00 hasta la cota 507,00 donde se sitúa la aleta final del muro. Desde esa cota hasta el fondo del embalse habrá un pedraplén.

Con objeto de diseñar la urbanización de la zona interior al muro de Sigüés, de forma que sirva como elemento integrador del actual casco urbano de Sigüés en el futuro embalse recrecido,

se redactará un pliego de bases para licitar un concurso de ideas. Tras el desarrollo constructivo de las actuaciones consideradas, se realizarán las correspondientes obras.

Además, se proyecta el desvío de un barranco existente, cuyo trazado será modificado de forma que alcance el embalse sin pasar por su núcleo urbano como ocurre en la actualidad.

El nuevo desvío del barranco tiene una longitud de 126,5 m. La sección adoptada es trapecial de 1 m de ancho en la base y taludes laterales de 1H:1V con una profundidad mínima de 0,5 m. Para proteger este cauce excavado de la erosión del agua se pondrá una capa de bolos recibidos con mortero de cemento de unos 10 cm de espesor. Antes de realizar el cruce con la carretera, para evitar un encharcamiento de los terrenos cercanos al barranco, en caso de que en una avenida el agua del embalse remonte hacia aguas arriba, se realiza una pequeña mota de apenas 1 m de altura en la margen izquierda del nuevo trazado del barranco, mientras que en la margen derecha se rellena el terreno hasta la cota 514,00 m. Antes de llegar al embalse, el barranco debe cruzar la carretera; para ello se dispone de un tubo de hormigón armado de 1,2 m de diámetro.

En el Anejo nº 43 "*Actuaciones en Sigüés*" se definen detalladamente las obras contempladas en la presente Modificación nº 3, junto al núcleo urbano de Sigüés.

5.18.- EMBALSE DE COLA EN RÍO ESCA

Las oscilaciones del nivel de agua en el embalse de Yesa, obviamente serán más acusadas en la cola de éste, y en particular, afectarán a la lámina de agua al paso por la localidad de Sigüés.

Para paliar dicho efecto se proyecta la presa de cola, en las inmediaciones de Sigües, sobre el río Esca. Su construcción permitirá crear una lámina permanente de agua en el entorno de dicha localidad (58,12 ha) independientemente de los niveles de Yesa, alcanzado al dique de protección de su casco urbano.

La presa mantendrá un nivel (NMN) que se corresponde con la cota 508,00, lo que supone una cota aproximada sobre el cauce y cimentación de 10 y 20 metros respectivamente.

5.18.1.- Cuerpo de presa

La cerrada óptima, después de contemplar aspectos geológicos-geotécnicos, la situación de la nueva autovía y de la localidad, se situará aguas abajo de éstas, en un valle que se

caracteriza por unas considerables llanuras de inundación, que implica una cerrada considerable de 750 metros.

La longitud de coronación, la escasa altura de presa, la ausencia de galerías y el hecho de no necesitar ningún tipo de obras de toma, condicionan la tipología de presa, resultando óptima la ejecución de una solución mixta.

La presa tiene 23 metros de altura máxima sobre cimientos. La margen derecha, en la zona de desvío, aliviadero y escala de peces, está formada por una sección tipo de gravedad, de 23 metros de altura máxima, en hormigón vibrado que cimenta sobre el sustrato rocoso (margas). La margen izquierda, de mayor desarrollo y altura decreciente, se ha proyectado con un azud o presa de materiales sueltos, con espaldones de gravas, paramentos protegidos con rip-rap, y núcleo impermeable mediante pantalla plástica de bentonita-cemento que atraviesa todo el aluvial hasta empotrarse en las margas. La profundidad máxima de pantalla alcanza los 23,5 metros, siendo su espesor constante de 1 metro.

En su margen derecha, la presa se ha diseñado con un total de 11 bloques, los cuatro primeros, de mayor altura de coronación corresponden a los bloques que albergan el desvío-desagüe de fondo y la escala de peces; los bloques 5 a 9, corresponden al aliviadero y finalmente los bloques 10 y 11 corresponden con el final de la sección de gravedad donde se produce el entronque con la sección de materiales sueltos.

Conceptualmente se ha diseñado con coronación variable, sin embargo, la mínima cota establecida, 512,75 m.s.n.m., tanto en el tramo de gravedad como de tierras, es suficiente para soportar las avenidas extremas del Esca y disponer de suficiente resguardo para el oleaje en avenida. Sólo sería rebasable desde aguas abajo, cuando los niveles del embalse de Yesa se encuentren por encima de máximos de avenidas de 1.000 años de periodo de retorno en el Aragón, con sobreelevación por ambos paramentos, por lo que no existiría diferencia de gradiente, que pudiera provocar sifonamiento de las gravas del cuerpo de presa.

En el estribo margen derecha que accede a la cámara de los desagües de fondo, y debido a que el azud estará sometido a los niveles de avenidas extraordinarias de Yesa, se deberá alcanzar al menos la cota del muro de Sigüés, 514,25 m, que garantiza su protección frente a niveles extremos como consecuencia de avenidas en Yesa.

A continuación se procede a describir en detalle cada uno de los tramos o bloques de presa:

- Un primer tramo de hormigón vibrado en el estribo margen derecha, de 90 metros de longitud, dividido en cuatro bloques, que referido al eje de presa se sitúa entre PKs

- 0+000 a 0+090 en la margen derecha, parte sobre el propio cauce del río Esca. El ancho en coronación es de 4 metros y tiene una altura máxima de 22,99 metros coincidiendo con el paso del río. La coronación se sitúa a cota 514,25 y la cimentación de los bloques a la cota 491,50. Se divide en cuatro bloques, con junta transversal encofrada y doble junta de PVC en el paramento de aguas arriba y junta simple en coronación y paramento de aguas abajo. Los bloques cimentan directamente sobre las margas, realizándose un saneo de al menos dos metros tras alcanzar el contacto. Entre los PKs 0+020 y 0+050 (Bloque 2), coincidiendo con el paso del río Esca, se albergan los conductos del desagüe de fondo sobre el bloque de canal que se utiliza en primera fase como desvío del río. Entre los bloques 3 y 4, PKs 0+050 a 0+090, se sitúa la escala de peces, que trepa sobre el paramento en forma de zig-zag para ganar desarrollo y adaptar la pendiente al paso de los peces.
- Un segundo tramo de hormigón vibrado, de 100 metros de longitud, sobre la margen derecha, que responde al vertedero o aliviadero y que referido al eje de presa se sitúa entre PKs 0+090 a 0+190. El ancho en coronación es de 4 metros y respecto coronación (514,25 m) tiene una altura máxima de 24,06 metros. El umbral vertedero se sitúa a cota 508,30 m, por lo que es igualmente rebasable con niveles máximos en Yesa (NMN 511,00). Dispone en el extremo margen derecha, de un tramo para desagüe de aguas bajas, de 40 metros de longitud entre PKs 0+090 y 0+130 que rebaja el nivel de vertedero a la cota 508,00 y que marca por tanto el Nivel Máximo Normal del azud. La cimentación del tramo vertedero oscila entre las cotas 491,50 y 490,429. Se divide en cinco bloques (5 a 9 inclusive), con junta transversales encofradas y doble junta de PVC en el paramento de aguas arriba y junta simple en coronación y paramento de aguas abajo. Los cinco bloques cimentan sobre las margas, sin embargo el espesor de aluvial (superior a 10 metros en algún punto), obliga a realizar importantes excavaciones y rellenos para alcanzar el sustrato terciario sano (margas). Sobre el vertedero se dispone un paso superior con apoyos cada 12,5 metros, para el tránsito de vehículos ligeros; ocupa el ancho de 4 metros de coronación y se apoya en cuatro vigas prefabricadas de 60 cm de canto sobre la que se apoya una losa de hormigón armado de 20 cm de canto y que hace las veces de capa de rodadura.
 - Un tercer tramo de hormigón vibrado, de 40 metros de longitud, sobre la margen derecha, que referido al eje de presa se sitúa entre PKs 0+190 y 0+230. El ancho en coronación es de 4 metros y tiene una altura máxima de 23,00 metros. La coronación se sitúa a cota variable entre 514,25 en el contacto con vertedero y 512,75 en el contacto con el azud de materiales sueltos. La cimentación del bloque más profundo se sitúa a la cota 490,00 m. Se divide en dos bloques (10 y 11), con junta transversal encofrada y doble junta de PVC en el paramento de aguas arriba y junta simple en coronación y

paramento de aguas abajo. Los dos bloques cimentan sobre las margas, con importantes excavaciones y rellenos para alcanzar el sustrato terciario.

- Un cuarto y último tramo, que ocupa toda la zona central y estribo margen izquierda, consistente en un azud de materiales sueltos formado por espaldones de grava, protección de paramentos con rip-rap y núcleo impermeable mediante pantalla plástica de bentonita-cemento de 1 metro de espesor que atraviesa todo el espesor del aluvial hasta empotrarse en la roca (margas), de 513,465 metros de longitud, que referido al eje de presa se sitúa entre los PKs 0+230 y 0+743,465. El ancho en coronación es de 5 metros y tiene una altura máxima sobre terreno natural de 13,45 metros. La coronación se sitúa a cota 512,75 y la cimentación de los espaldones se realiza sobre las gravas del aluvial, previo saneo de todos los limos y al menos los dos primeros metros superficiales. Es por tanto la pantalla, la que cierra el aluvial y hace las veces de núcleo impermeable, coronando a la cota 511,50 m, por encima del nivel máximo de explotación de Yesa (511,00) y de los niveles extremos de avenidas en el Esca (511,47 m, T=10.000 años). Respecto cimentación, la pantalla se empotra dos metros a partir del contacto aluvial-margas.

La coronación de la presa de cola del río Esca en Sigüés, se sitúa a cota 514,25 m en su tramo de hormigón y a cota 512,75 m en su tramo de gravas. Estas cotas superan la cota alcanzada por la avenida de 10.000 años del río Esca (cota 511,47 m), al verter sobre el aliviadero de esta presa.

El NAP (avenida de 1.000 años) en el embalse de Yesa, con funcionamiento de compuertas, alcanza la cota 512,71 m, ligeramente inferior a la cota de coronación de la parte de materiales sueltos de la presa de cola del río Esca y el NAE del embalse de Yesa (avenida de 10.000 años) alcanza la cota 514,16 m, ligeramente inferior a la cota de coronación de su parte de hormigón.

Hay que tener en cuenta que el NAP y NAE de la presa de Yesa consideran los periodos de retorno correspondientes a una presa tipo A (1.000 y 10.000 años), mientras que la presa de Sigüés tiene categoría C y sus avenidas de calculo son inferiores (100 y 500 años), por lo que la coronación queda por debajo de su NAE (500 años) que es menor que el NAP de Yesa (1.000 años).

5.18.2.- Pantalla de consolidación

En la zona de bloques de hormigón, dónde se alcanza el sustrato terciario con las excavaciones, se prevé una pantalla de consolidación consistente en doble línea de inyecciones con un metro de separación, consistente en taladros cada 3 metros al tresbolillo

de 5 metros de profundidad bajo la línea de cimentación. Estas inyecciones de contacto se pueden ejecutar una vez se complete el hormigonado de regularización de la cimentación.

En la zona de materiales sueltos y pantalla de bentonita-cemento, se realizarán inyecciones de consolidación similares a las anteriormente descritas, ajustándose su separación y profundidad en función de las admisiones obtenidas.

5.18.3.- Aliviadero, cuenco amortiguador y escala de peces

La propuesta de clasificación del azud se corresponde con el tipo "C", por lo que según la Instrucción y Reglamento vigente, el aliviadero podría diseñarse para una avenida de proyecto de 100 años y extrema de 500 años.

En cualquier caso, se ha dimensionado el vertedero para una avenida de diseño de 1000 años, habiéndose comprobado que la avenida extrema de 10.000 años de período de retorno no sobrepasa la coronación.

De acuerdo a la Guía Técnica de aliviaderos y a las recomendaciones obtenidas en base a ensayos en modelos reducidos, se han conseguido introducir mejoras en cuanto a las transiciones en el umbral vertedero y pérdidas de carga a lo largo del vertedero hasta alcanzar el cuenco.

Todo ello se detalla y justifica convenientemente en el Anejo de cálculos hidráulicos, resumiéndose a continuación únicamente los aspectos que definen el perfil vertedero y cuenco.

Todo el cuenco, de 100 metros de ancho, se ejecuta en hormigón vibrado (losa y muros). Es de escaso desarrollo, apenas 35 metros y asegura el conjugado independientemente de los niveles de río a su salida gracias al tacón de salida.

Para evitar su posible flotación y dado que cimenta a cota profunda en las margas, sin posibilidad de drenaje por gravedad, se ha proyectado una red de taladros en la losa del cuenco de 100 mm de diámetro separados cada cinco metros al tresbolillo.

La altura de cajeros es de 7,00 metros, con solera a la cota 494,000 y muros coronando a la cota 501,000.

Dispone de juntas transversales cada 20 metros y juntas longitudinales al pie del vertedero y a la mitad del cuenco

El tacón de salida, a cota 497,00 (aguas bajas) a 497,30, asegura la formación del resalto independientemente de los niveles del río, constituyendo una sección de control.

Junto al cuenco amortiguador, en zona por donde discurrirán las aguas en estiaje, se sitúa la escala de peces, que trepa sobre el paramento en forma de zig-zag para ganar desarrollo y adaptar la pendiente al paso de los peces.

5.18.4.- Desvío del río

La función del desvío es canalizar el caudal del río durante la construcción de la presa, en este caso atravesando el lugar en que estará enclavada. Con este fin, el caudal de diseño a emplear en los cálculos hidráulicos del desvío debe simular la situación de avenida más desfavorable durante el tiempo de construcción y en lo posible, dado que una parte de la presa es mediante solución de materiales sueltos con pantalla plástica, que la probabilidad de desbordamiento mientras ésta se ejecuta sea lo menor posible.

El régimen de avenidas del río Esca, tanto normales como extraordinarias, se caracterizan por unos caudales punta elevados. De hecho, en estiaje, se han registrado máximos históricos entre 50 y 75 m³/sg. Es por ello que el caudal de diseño previsto para el desvío del río, corresponde al criterio de desaguar el máximo instantáneo de una avenida próxima a 5 años de período de retorno, con un caudal de 250 m³/s, por lo que la ejecución de la margen izquierda con solución de tierras debe realizarse en el menor tiempo posible para asegurar una probabilidad de desbordamiento reducida (lo ideal sería realizar el tramo de materiales sueltos y pantalla, una vez completado el aliviadero, en un tiempo inferior a 6 meses, para reducir su probabilidad de desbordamiento al 10%).

El esquema de desvío proyectado responde a las siguientes fases:

En primera fase, se ejecuta sobre el aluvial un canal de predesvío, sin ningún tipo de revestimiento que garantice en los meses de estiaje poder realizar el desvío del río sobre el propio cauce del Esca. La situación del río, en el extremo de la margen derecha y su fondo, prácticamente coincidente con el sustrato terciario, le confieren las características ideales para apoyar el canal de desvío del río sin apenas excavación y el cierre posterior del bloque de hormigón vibrado sobre el desvío-desagüe de fondo.

Para ello el predesvío, en estiaje y mientras duran los trabajos de excavación, encofrado y hormigonado del canal de desvío, posibilitará evacuar los caudales que circulen por el Esca, para lo cual se dimensiona con los caudales históricos registrados en ese período (hasta 75 m³/sg).

El desarrollado del predesvío alcanza los 531,601 metros, con una sección tipo trapezoidal de 10 metros de base inferior, altura de cajeros de 2,5 metros y taludes de excavación 2H:1V para un total de 20 metros de ancho en superficie. En ambas márgenes corona un camino perimetral de 4 metros de ancho, ya sea en excavación o rellenos.

En segunda fase, con el predesvío en servicio, se comenzarán los trabajos de ejecución del desvío, con su respectiva ataguía y contrataguía.

Los cálculos justificativos de la sección tipo, perfil, dimensiones, y cotas de coronación de ataguía y contrataguía se detallan en el correspondiente Anejo.

La sección tipo de desvío está formada por un canal rectangular de 15 metros de ancho de hormigón vibrado y altura de cajeros de 4,50 metros, capaz de desaguar avenidas de 250 m³/sg de caudal punta.

La longitud de desvío es de 194,743 metros, siendo preciso entre pks 0+075,137-0+113,075, introducir un tajamar intermedio que posibilite en siguientes fases el cierre del desvío a la vez que se construye en su interior los dispositivos del desagüe de fondo.

La ataguía y contrataguía se ejecutarán con los rellenos de excavación (todo uno en espaldón) y protección en paramentos con bolos gruesos del aluvial (rip-rap).

Sus alturas son respectivamente de 7 y 6 metros (sobre cimentación), con ancho de coronación de 6 metros y taludes 2H:1V. La cota de cierre la condicionan los niveles energéticos en la embocadura (velocidad baja en la entrada) y el calado en la desembocadura, 500,00 y 498,00 respectivamente. Sus desarrollos alcanzan 101,962 y 57,447 m.

En tercera fase, una vez completado el desvío y sus ataguías se prescinde de los servicios del predesvío, comenzándose las excavaciones de cimentación y hormigonado del resto de bloques de hormigón vibrado, para, una vez completado el aliviadero, proceder a la ejecución del azud de materiales sueltos y la pantalla de bentonita-cemento.

5.18.5.- Desagüe de fondo

Al no disponer de tomas, el único elemento que permite el vaciado controlado del azud en caso de necesidad lo constituyen los desagües de fondo.

Se ha previsto su situación en la margen derecha, en el segundo bloque de hormigón vibrado, sobre el cauce y aprovechando el canal de desvío para su instalación en segunda fase.

Para ello, aprovechando que el canal de desvío está dividido en la zona coincidente con el azud, se puede proceder a instalar los desagües, ataguiando secuencialmente cada uno de los canales para posibilitar la instalación del conducto, compuertas bureau, by-pass y relleno de hormigón bajo cuerpo de presa en 2ª fase.

Las dimensiones del desagüe, 2 conductos de 0,75*0,90 metros, responden a la necesidad de evacuar para la altura media de embalse un caudal superior al caudal medio del río y por otro lado posibilitar su vaciado en un tiempo prudencial (entre 2,5 y 5 días, dependiendo si se abre uno o dos desagües).

Cada línea de desagüe está formada por el conducto de acero de 0,75*0,90, las dos compuertas bureau con sus respectivos by-pass, sin transiciones, y con salida directa al canal de desvío.

Para la apertura-cierre de las compuertas se dispone una cámara de válvulas con puente grúa. Al no disponer de galería perimetral y tratarse de un azud rebasable por aliviadero cuando los niveles aguas abajo de Yesa son altos, cualquier salida de la cámara o acceso para reponer las compuertas necesariamente deberá ser en vertical hasta alcanzar la cota del estribo derecho, la cual se sitúa a un nivel por encima de los niveles extraordinarios de Yesa. Dicho acceso, se equipa con escaleras de gatos con quitamiedos y tiene acceso desde coronación desde una caseta con claraboya desmontable desde donde una grúa móvil puede actuar para acceder a reposiciones o mantenimiento de la cámara de válvulas.

Para la toma de los desagües se ha dispuesto sobre la losa superior que cierra el desvío una estructura con enrejado, circular de 4 metros de diámetro, que asegura con caudal máximo una velocidad de admisión reducida, inferior a 1 m/sg.

Los niveles que caracterizan el desagüe son:

- Umbral de toma de la reja, 501,00, coincidiendo con el embalse muerto.
- Eje del desagüe de fondo, 459,500.
- Solera de la cámara de válvulas, 497,00

5.18.6.- Auscultación

De manera específica se prestará especial atención a la observación de:

- Estudio de filtraciones en el azud y cimentación (margen izquierda).

- Deformaciones absolutas y relativas de las distintas zonas del azud.
- Control de las presiones intersticiales.

Dado que el control de todas las magnitudes a lo largo del azud sería inabordable, se ha previsto concentrar los puntos de medida de filtraciones y asentos en dos (2) secciones transversales de control principales, correspondientes al azud de materiales sueltos de la margen izquierda. Los elementos para control topográfico se reparten a lo largo de la coronación de la presa, tanto en sus bloques de hormigón como en el azud de tierras. El resto de los equipos se colocarán en los lugares apropiados a su finalidad.

La localización de las secciones de control principales se ubica en el PK 0+400 y en el PK 0+500. La primera de ellas corresponde a la zona donde el azud presenta la mayor altura.

Se instalarán un total de 24 piezómetros de cuerda vibrante, en el relleno y cimentación del dique, repartidos en las dos secciones principales de control. Se han dispuesto, tanto aguas arriba como aguas abajo, tres piezómetros en el relleno y tres en el cimiento aluvial.

Con objeto de determinar los movimientos absolutos del azud y de comprobar los resultados obtenidos con el resto de la instrumentación se dispondrán los siguientes controles topográficos:

- - Control de movimientos absolutos en el espaldón de aguas arriba del azud.
- - Control de movimientos horizontales y verticales en coronación del azud.

5.18.7.- Accesos

El acceso al estribo izquierdo del azud se proyecta desde la carretera A-137 al Roncal, mientras que el acceso al estribo derecho se realiza desde la red de viales proyectada al oeste de Sigüés.

El camino de acceso al estribo izquierdo del azud parte de la carretera A-137 al Roncal, tiene una longitud de 289,09 m y una pendiente máxima del 4,8%. El cruce con la nueva autopista de Pamplona a Huesca se resuelve por debajo de las pilas del viaducto.

El camino de acceso al estribo derecho del azud parte del nuevo camino local de Sigüés, tiene una longitud de 610,50 m y una pendiente máxima de 9,60%. El cruce con la nueva autopista a Navarra a Huesca se resuelve mediante un marco previsto para la autopista.

Los caminos se pavimentan con doble tratamiento superficial, tanto las calzadas como los arcenes, y tienen una anchura total de 8 m.

6.- EXPLOTACIÓN DEL EMBALSE DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

Uno de los problemas mayores que presenta cualquier recrecimiento de una presa existente es su afección sobre la explotación del embalse. En el presente apartado se recoge un resumen del estudio de la explotación del embalse de Yesa durante el recrecimiento de la presa, realizado en el Anejo nº 9 *"Estudio de la explotación del embalse durante la construcción"*.

6.1.- SERVIDUMBRES

Las servidumbres que tiene cualquier embalse se pueden clasificar en dos grandes apartados. De una parte, tiene que atender las demandas existentes aguas abajo de la presa, y de otra parte debe permitir el desagüe de las avenidas. Estos dos fenómenos imponen condicionantes opuestos ya que para poder atender la demanda existente debería tenerse el mayor volumen almacenado posible, mientras que para facilitar la laminación de avenidas debería disponerse del mayor volumen de resguardo posible y, por tanto, la reducción del volumen almacenado.

6.1.1.- Servidumbres por demandas existentes

El embalse de Yesa atiende en la actualidad las demandas siguientes:

- Un caudal continuo de 8 m³/s a desembalsar para mantener el caudal mínimo y las demandas en el río Aragón aguas abajo de Yesa, lo que representan 252 hm³/año.
- La demanda del Canal de Bardenas, que obliga a mantener el canal abierto y operativo sin interrupción, desde el 1 de marzo hasta el 15 de octubre, y la demanda de abastecimiento suministrada a través de él, desde el 15 de octubre hasta el 1 de marzo, que se suministra en períodos de 3 días cada 21, disponiendo por tanto de 18 días de corte. El caudal demandado para el abastecimiento fuera de la campaña de riegos, y necesario para que el agua circule por el canal, es de 2 m³/s.
- El Abastecimiento de agua potable a la Comarca de Sangüesa, que tiene una toma en el canal de Bardenas inmediatamente aguas arriba de la embocadura del túnel nº 1, con un caudal de 65 l/seg y solo 14 horas de almacenamiento.

6.1.2.- Servidumbres por la laminación de avenidas

♦ Situación actual

El embalse de Yesa dispone actualmente de un desagüe de fondo cuya capacidad teórica es de $170 \text{ m}^3/\text{s}$, aunque no se suele desembalsar por encima de $8 \text{ m}^3/\text{s}$.

También se dispone en la actualidad de la toma del canal de Bardenas con capacidad para desaguar $90 \text{ m}^3/\text{s}$, pero de los que tan sólo pueden derivarse al canal $60 \text{ m}^3/\text{s}$, el resto debe verterse mediante la almenara existente al túnel del aliviadero nº 1, y por éste al río Aragón.

Por último, hay cuatro aliviaderos con compuertas de sector flotante de 20×6 metros. La cota del umbral de las alzas es la 482,61 m y la cota cuando están completamente cerradas es la 488,61 m, que determina la cota de máximo embalse.

La capacidad de desagüe por cada una de las cuatro compuertas con el embalse situado a la cota 488,61, es de $650 \text{ m}^3/\text{s}$, por lo que la suma total del caudal controlado por las alzas es de $2.600 \text{ m}^3/\text{s}$. Si la cota del embalse se eleva hasta la cota de coronación (490 m), la capacidad de desagüe de cada uno de los cuatro aliviaderos asciende a $750 \text{ m}^3/\text{s}$, sumando un caudal total de $3.000 \text{ m}^3/\text{s}$.

♦ Servidumbres provocadas por la necesidad de laminación y evacuación de avenidas

De la información actualmente disponible, obtenida a partir de los datos de explotación del embalse de Yesa y sus Normas de Explotación, se concluye que la capacidad del cauce del río Aragón en Sangüesa (Q_2) es de $1.000 \text{ m}^3/\text{s}$.

Hay que tener en cuenta que Sangüesa se encuentra aguas abajo de la confluencia del río Irati con el río Aragón, y el primero se encuentra sin regulación efectiva (no se tiene en cuenta el embalse de Itoiz, puesto que, aunque se encuentra finalizado, no ha comenzado su explotación normal al hallarse en fase de pruebas de llenado).

Esta limitación de la capacidad del cauce aguas abajo del embalse y las avenidas estacionales, ha traído consigo el establecimiento de una curva mensual de máximo volumen embalsado que en la actualidad se encuentra establecida en los valores siguientes:

**TABLA N° 1.- NIVEL DE AGUA PROPUESTO (m) PARA EL NMN
Y LAS CURVAS DE MANIOBRA (RESGUARDOS DE LAMINACIÓN)**

MES	NMN	Resg.10 años	Resg.25 años	Resg.50 años	Coronación	Aliviadero
01-Oct	483.06	481.99	480.07	478.51	490.00	482.62
01-Nov	483.17	482.05	480.26	478.64	490.00	482.62
01-Dic	483.80	482.71	481.32	479.81	490.00	482.62
01-Ene	485.18	484.47	483.63	483.06	490.00	482.62
01-Feb	487.72	486.69	485.97	485.18	490.00	482.62
01-Mar	487.91	486.84	486.02	485.23	490.00	482.62
01-Abr	487.81	486.54	485.50	484.31	490.00	482.62
01-May	487.69	486.02	484.53	483.00	490.00	482.62
01-Jun	487.67	485.92	484.42	482.82	490.00	482.62
01-Jul	487.43	485.66	484.25	482.65	490.00	482.62
01-Ago	486.23	484.36	482.71	481.01	490.00	482.62
01-Sep	484.42	482.82	481.01	479.23	490.00	482.62

**TABLA N° 2.- VOLUMEN PROPUESTO (hm3) PARA EL NMN
Y LAS CURVAS DE MANIOBRA (RESGUARDOS DE LAMINACIÓN)**

MES	NMN	Resg.10 años	Resg.25 años	Resg.50 años	Coronación	Aliviadero
01-Oct	339.00	320.00	290.00	266.00	476.00	332.00
01-Nov	345.00	325.00	298.00	272.00	476.00	332.00
01-Dic	358.00	340.00	319.00	299.92	476.00	332.00
01-Ene	395.00	382.00	370.00	360.00	476.00	332.00
01-Feb	432.00	410.00	394.00	380.13	476.00	332.00
01-Mar	432.00	410.00	394.00	376.00	476.00	332.00
01-Abr	429.00	399.88	376.08	352.28	476.00	332.00
01-May	427.00	392.00	364.00	336.00	476.00	332.00
01-Jun	427.00	392.00	364.81	336.00	476.00	332.00
01-Jul	415.00	380.00	353.00	325.00	476.00	332.00
01-Ago	388.00	353.00	324.00	296.00	476.00	332.00
01-Sep	353.00	331.00	300.00	272.00	476.00	332.00

Cuando el embalse supera dichos valores comienza el desembalse, pero siempre tratando de no superar un caudal máximo de 900 m³/s en conjunto con el caudal circulante por el río Iratí, y tratando de anticipar el desembalse al objeto de incrementar el resguardo y lograr una mejor laminación.

6.2.- RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN DURANTE EL RECRECIMIENTO

Por definición, el proceso constructivo óptimo es aquel que no afecta en ningún momento a los órganos de desagüe ni a los volúmenes que se pueden almacenar en cada momento en el embalse.

A continuación se describe la ejecución de las obras proyectadas, demostrando que no se afecta de manera significativa a la capacidad de los elementos de desagüe, ni influyen sobre el volumen embalsable en cada momento.

♦ Construcción de los nuevos aliviaderos

La solución proyectada consiste en elevar la cota de vertido de los cuatro labios actuales hasta la cota 511,00. En dos de ellos, los centrales, esta cota se consigue dejando el labio de hormigón a la cota 506,25 y colocando en ellos compuertas de 4,75 m de altura hasta alcanzar la referida cota 511,00. Estas compuertas son escamoteables dentro del labio de hormigón y, en caso de no funcionar su mecanismo de bajada, hace que todo el aliviadero funcione como labio fijo.

El proceso constructivo de estos aliviaderos, una vez acabada la presa y en funcionamiento la nueva carretera N-240, ya que cualquier elevación de la cota de vertido del aliviadero inundaría la carretera actual, es la siguiente:

- Macizado de las compuertas actuales con hormigón.
- Elevación del umbral de vertido de los aliviaderos actuales hasta la cota 488,61 m, para que la capacidad de la presa no se reduzca a los efectos de los aprovechamientos de Bardenas actuales.
- Demoliciones en los pozos actuales para insertar en ellos la nueva geometría estructural de hormigón.
- Hormigonado de la estructura del aliviadero.
- Montaje de compuertas.

♦ Construcción del nuevo cuenco amortiguador del aliviadero

El nuevo cuenco amortiguador del aliviadero es el mismo que el del proyecto inicial. La salida de los cuatro túneles es igual, al suprimirse el desagüe de medio fondo y seguirse utilizando como aliviadero los cuatro túneles como se ha dicho en el apartado anterior.

La forma de construirlo será aprovechando el periodo comprendido entre el 1 de julio y el 15 de diciembre de dos años consecutivos, actuando en cada campaña en dos conductos. En dicho periodo, la posibilidad de tener que verter agua por el aliviadero es prácticamente nula.

♦ Construcción del nuevo desagüe de fondo

El nuevo desagüe de fondo se implanta aprovechando los conductos de la central hidroeléctrica de pie de presa actualmente sin utilización, ya que dicha central no se llegó a instalar.

En la construcción del nuevo desagüe de fondo se pueden distinguir las actividades siguientes:

- Actuaciones en presa actual.
- Construcción de la galería.
- Construcción de las cámaras de válvulas e implantación de las mismas.
- Excavación del cuenco amortiguador y encauzamiento de escollera.

La primera actuación que se debe acometer, con independencia de la época del año, es la construcción de la galería del desagüe. Para ello se empezará por excavar la zona correspondiente al apoyo de la misma, colocando el hormigón en masa de regularización.

Posteriormente se acometerá la conexión con los conductos de la presa actual, comenzando por el sellado y retacado de la compuerta vagón de guarda de las tomas de la central. Después se acometerán las demoliciones en la presa actual para conectar con los conductos actuales, y la cimentación para la implantación de la cámara de válvulas.

Más adelante se implantarán las válvulas de guarda y de regulación mientras se excava y construye el cuenco amortiguador, y se procederá a la extensión de la escollera de encauzamiento.

♦ Construcción de la nueva toma del canal de Bardenas

El sistema actual de funcionamiento del embalse de Yesa es muy complejo: se desaguan 8 m³/s para mantener el caudal ecológico del río Aragón a través de la toma del canal de Bardenas, desde éste pasa al túnel nº 1 del aliviadero a través de la almenara, y desde ahí al río. Este complicado sistema trae consigo que sea el que presente mayores problemas para su ejecución.

Se actúa con la premisa de que antes de acometer las actuaciones en la zona de Bardenas, está acabado y en funcionamiento el nuevo desagüe de fondo, por lo que los caudales de mantenimiento del río Aragón y la alimentación a la toma de aguas para el abastecimiento a la mancomunidad de la Comarca de Sangüesa se hacen a través de él; esta última mediante una tubería provisional que parte de uno de los conductos del desagüe de fondo desde la cámara de compuertas de aguas abajo.

Las obras para la construcción de la nueva toma del canal de Bardenas se realizan en las siguientes fases:

Fase -1

Se trata de la situación actual, donde los tres conductos se encuentran operativos y el agua que pasa a través de los mismos se desagua en el cuenco amortiguador y sus almenaras.

Fase -2

En esta fase se realiza la excavación a cota de la banquetta del canal actual haciendo los sostenimientos necesarios, así como los elementos de seguridad del canal para que éste siga operativo en todo momento.

Se excava a continuación bajo cota de banquetta para construir la galería que irá bajo el cuerpo de la nueva presa.

Se construye seguidamente la galería, las soleras y alzados de la cámara de compuertas aguas arriba del conducto izquierdo, y la cámara y cuenco amortiguador de aguas abajo.

Fase -3

Se hace la conexión a la tubería de 3,00 m de diámetro de la central hidroeléctrica del conducto izquierdo y se instala la compuerta de aguas arriba.

Se instalan y hormigonan las dos tuberías a lo largo de la galería. Se colocan las compuertas Taintor de la salida al nuevo cuenco amortiguador.

Todo ello sin afectar a la actual alimentación del canal de Bardenas.

Fase -4

Esta fase está condicionada al corte de la alimentación al canal, es decir, a partir del fin de la campaña de riegos, aproximadamente el 15 de Octubre.

Se demuele el canal existente desde la altura de la nueva cámara de compuertas de aguas abajo hasta el puente sobre el canal existente situado poco antes de la embocadura del túnel n° 1 del canal.

Se construye el enlace desde el nuevo cuenco amortiguador del canal hasta el referido puente, que comprende el canal en transición, cajero aliviadero lateral y rápida de desagüe, así como las nuevas compuertas Taintor en el canal al final del tramo.

Todo ello tiene que estar acabado antes del 1 de Marzo para poder iniciar la campaña de riegos de Bardenas.

Durante este periodo, desde el conducto izquierdo que está operativo, 3 días de cada 21 se dará por la zona de obras provisionalmente el caudal que se necesita en Bardenas de acuerdo con lo descrito anteriormente. Para dar el caudal necesario cada 21 días, a través de la zona de obras y donde lo necesite por estar inacabada, se procederá a la extensión de una lámina de polietileno de alta densidad que permita el paso del agua sin que se produzcan arrastres.

Fase -5

Además, y coincidiendo en el tiempo con la Fase 4, se procederá aguas arriba a hacer la conexión del conducto derecho de la nueva toma que aprovecha un conducto de la actual.

Esto implica las siguientes operaciones:

- Demolición de la casa de compuertas actual.
- Sellado de los dos conductos de la toma actual no utilizados.
- Construcción de la cámara de compuertas para este nuevo conducto derecho al pie de la presa actual.
- Instalación en ella de la compuerta y enlace hacia aguas arriba con el actual conducto mencionado y aguas abajo con la conducción ya instalada en la galería.

En este momento y a falta de remates estructurales, como las bóvedas de las cámaras de compuertas, están operativos los dos conductos. Sería deseable que esta fase estuviese acabada a la vez que la Fase 4, aunque hay un margen, ya que el conducto izquierdo es capaz de dar el caudal total del canal de Bardenas con la presa nivel alto como ocurre al

principio de las campañas de riego, además teniendo en cuenta que al inicio de la campaña no se requiere de toda la capacidad del canal.

A partir de este momento, la toma del canal de Bardenas y sus órganos de desagüe se encontrarán en su situación definitiva y operativos, quedando por terminar los remates y el resto de las demoliciones accesorias.

6.3.- CONCLUSIONES

Las principales conclusiones del presente estudio de explotación del embalse durante la construcción del mismo son las siguientes:

- a) Los problemas que plantea el recrecimiento de cualquier embalse manteniendo la explotación del mismo, se pueden resolver en el caso del recrecimiento de Yesa, sin afectar en ningún momento a las demandas existentes aguas abajo.
- b) El programa de ejecución propuesto permite disponer, como mínimo, en todo momento de un elemento de toma operativo.
- c) El programa de ejecución propuesto no afecta al volumen de agua a mantener para hacer frente a la laminación de las avenidas que se pueden presentar durante el proceso de construcción, ya que en todo momento se encuentran operativos los cuatro conductos del aliviadero.
- d) El suministro al canal de Bardenas, bien sea la demanda de riegos o de abastecimiento, está asegurado.

En el Anejo nº 9 *“Estudio de la explotación del embalse durante la construcción”*, se detallan todos los aspectos resumidos en el presente apartado.