



Facultad de Educación

MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

Estudio para la rehabilitación de una central hidroeléctrica

Un proyecto de innovación y colaboración interdisciplinar

Study for the rehabilitation of a hydroelectric station

A project of innovation and collaboration interdisciplinary

Alumno: Francisco Javier Diego Manteca

Especialidad: FP Sector Primario, Industrial y Servicios

Director: Alfredo Carbajo Del Val

Curso académico: 2014 - 2015

Fecha: Octubre 2015

ESTUDIO PARA LA REHABILITACIÓN DE UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

UN PROYECTO DE INNOVACIÓN Y COLABORACIÓN INTERDISCIPLINAR

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. JUSTIFICACIÓN	5
3 OBJETO DEL PROYECTO	6
3.1. CONVOCATORIA DE PROYECTOS DE INNOVACIÓN	6
3.1.1 Orden ECD/46/2015, de 7 de Abril	6
3.1.2 Decreto 4/2010, de 28 de Enero	6
3.1.3. Modalidad y objetivos del proyecto de innovación	7
3.2. DEFINICIÓN DEL PROYECTO	8
4. DESARROLLO DEL PROYECTO. OBJETIVOS GENERALES, FASES DE REALIZACIÓN Y CRONOLOGÍA GENERAL	10
4.1. OBJETIVOS GENERALES	10
4.2. FASES DE REALIZACIÓN Y CRONOLOGÍA GENERAL	11
5. APOYO DE LA EMPRESA. IMPLICACIÓN Y PARTICIPACIÓN	14
6. METODOLOGÍA Y USO DE LAS TICs	15
7. DESARROLLO DEL TRABAJO INTERDISCIPLINAR	16
7.1 DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA	16
7.1.1 Objetivos a conseguir	16
7.1.2 Alumnos implicados	16
7.1.3 Distribución en grupos	16
7.1.4 Cronología de trabajo y distribución horaria semanal	16

7.1.5 Contenidos a trabajar y metodología	17
Documento de introducción al proyecto de rehabilitación de la central	17
Cálculo del salto Hidroeléctrico	19
Cálculo de la Turbina hidráulica necesaria	20
7.1.6 Cooperación con otros grupos de trabajo	21
7.2 DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA	23
7.2.1 Objetivos a conseguir	23
7.2.2 Alumnos implicados	23
7.2.3 Distribución en grupos	23
7.2.4 Cronología de trabajo y distribución horaria semanal	23
7.2.5 Contenidos a trabajar y metodología	23
Características generales de la instalación	23
7.2.6 Cooperación con otros grupos de trabajo	25
7.3 DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS	26
7.3.1 Objetivos a conseguir	26
7.3.2 Alumnos implicados	26
7.3.3 Distribución en grupos	26
7.3.4 Cronología de trabajo y distribución horaria semanal	26
7.3.5 Contenidos a trabajar y metodología	26
Estudio Hidrológico	26
7.3.6 Cooperación con otros grupos de trabajo	31
7.4 DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA	32
7.4.1 Objetivos a conseguir	32
7.4.2 Alumnos implicados	32
7.4.3 Distribución en grupos	32

7.4.4 Cronología de trabajo y distribución horaria semanal _____	33
7.4.5 Contenidos a trabajar y metodología _____	33
Presupuesto _____	34
Estudio de Viabilidad Económica _____	36
7.4.6 Cooperación con otros grupos de trabajo _____	39
7.5 DEPARTAMENTO DE DIBUJO _____	41
7.5.1 Objetivos a conseguir _____	41
7.5.2 Alumnos implicados _____	41
7.5.3 Distribución en grupos _____	41
7.5.4 Cronología de trabajo y distribución horaria semanal _____	41
7.5.5 Contenidos a trabajar y metodología _____	41
Elaboración de planos _____	42
7.5.6 Cooperación con otros grupos de trabajo _____	43
7.6 DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA _____	44
7.6.1 Objetivos a conseguir _____	44
7.6.2 Alumnos implicados _____	44
7.6.3 Distribución en grupos _____	44
7.6.4 Cronología de trabajo y distribución horaria semanal _____	44
7.6.5 Contenidos a trabajar y metodología _____	44
Evaluación de Impacto Ambiental _____	44
7.6.6 Cooperación con otros grupos de trabajo _____	46
8. PLAN DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO _____	47
9. PLAN DE DIFUSIÓN DEL PROYECTO _____	47
10. VIABILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO INTERDISCIPLINAR ____	47
11. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA _____	48

1. INTRODUCCIÓN

A modo de introducción, comentar que he realizado las prácticas de enseñanza del Máster de Formación del Profesorado de Educación Secundaria en el I.E.S. Santa Cruz de Castañeda, por lo que el Proyecto objeto de este trabajo Fín de Máster podría ubicarse perfectamente en este instituto rural de Cantabria.

El centro cuenta con un número total de alumnos de aproximadamente 310, repartidos entre ESO, Bachillerato y los diferentes Ciclos Formativos.

El número total de profesores es de 52, repartidos también entre ESO, Bachillerato y los diferentes Ciclos Formativos. Aproximadamente el 30% del profesorado es interino

En Secundaria y Bachillerato, el número de grupos es el siguiente: 2 grupos de 1º E.S.O., 2 grupos de 2º E.S.O., 2 grupos de 3º E.S.O., 2 grupos de 4º E.S.O., 2 grupos de 1º Bachillerato y 2 grupos de 2º Bachillerato. En el Bachillerato un grupo es del Bachillerato de Ciencia y Tecnología y el otro del Bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales.

En los ciclos formativos, hay 4 grupos de ciclos de grado medio (1º y 2º de Técnico en Instalaciones Eléctricas y Automáticas y 1º y 2º de Gestión Administrativa) y 2 grupos de ciclos de grado superior (1º y 2º de Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados). También hay un grupo del ciclo de formación profesional básica de Electricidad y Electrónica.

Mi tutor de prácticas ha sido José Manuel Revuelta Fernández, jefe del departamento de electricidad y electrónica. Imparte docencia en tres grupos diferentes:

- 1º CFGM Instalaciones Eléctricas y Automáticas, Módulo Electrónica (4 horas semanales).
- 1º CFGS Sistemas Electrotécnicos y Automatizados, Módulo Desarrollo de Redes Eléctricas y Centros de Transformación (5 horas semanales).
- 2º CFGS Sistemas Electrotécnicos y Automatizados, Módulo Configuración de Instalaciones Eléctricas (8 horas semanales).

2. JUSTIFICACIÓN

Este Instituto desarrolla un Proyecto de Colaboración con la multinacional energética E-ON.

El centro, y más concretamente el Departamento de Electricidad y Electrónica han establecido un Convenio de Colaboración con la empresa E-ON que sirve de soporte al Ciclo Formativo de Grado Superior “Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados”.

A través de este convenio, esta empresa colabora ofreciendo los siguientes medios:

- Proporciona material didáctico (apuntes, videos, proyecciones, documentación técnica, software de simulación, etc.) para el desarrollo de las clases teóricas.
- Proporciona equipamiento técnico (alternadores, generadores, centro de transformación y transformadores de potencia y medida, celdas de línea, celdas de medida, celdas de protección, etc) para el desarrollo de las clases prácticas.
- Otorga preferencia a los alumnos de este ciclo formativo para la realización en sus instalaciones de la formación en centros de trabajo F.C.T.

Por otro lado, en la localidad cercana de Puente Viesgo se encuentra en estado de semi abandono una antigua central hidroeléctrica.

Dispone de casi todas sus instalaciones ya construidas. Desde esta central partía hacia Santander la primera línea eléctrica de transporte de energía de la Comunidad Autónoma de Cantabria.

El propietario original de estas instalaciones era la antigua y famosa Electra de Viesgo, que con el paso de los años ha derivado en lo que hoy es la división en Cantabria de la multinacional energética E-ON.

3. OBJETO DEL PROYECTO

En este entorno y con estos protagonistas se realiza una PROPUESTA de innovación a partir de la Convocatoria de "Proyectos "que se convocan todos los cursos en el Boletín Oficial de Cantabria.

3.1. CONVOCATORIA DE PROYECTOS DE INNOVACIÓN

3.1.1 Orden ECD/46/2015, de 7 de Abril

En nuestro caso nos basamos en la Orden ECD/46/2015, de 7 de abril, que convoca a los centros docentes sostenidos con fondos públicos de la Comunidad Autónoma de Cantabria que impartan enseñanzas de Formación Profesional para la realización de Proyectos de Innovación, a desarrollar durante los años 2015-2016.

3.1.2 Decreto 4/2010, de 28 de Enero

El Decreto 4/2010, de 28 de enero, por el que se regula la ordenación general de la Formación Profesional en el sistema educativo de la Comunidad Autónoma de Cantabria, en su artículo 2, "Objetivos", establece que, en el marco de la Ley de Cantabria 6/2008, de 26 de diciembre, de Educación de Cantabria, y sin perjuicio de las finalidades indicadas en su artículo 46, los objetivos fundamentales de la Formación profesional del sistema educativo de Cantabria serán, entre otros, el fomento de la innovación didáctica y tecnológica. En su artículo 7, "Innovación", determina que la Consejería de Educación, Cultura y Deporte impulsará la innovación didáctica y tecnológica y la investigación en el ámbito de la Formación Profesional del sistema educativo, así como cuantas acciones favorezcan la investigación y experiencia conjuntas y la transferencia de conocimientos entre la Formación Profesional, la Universidad de Cantabria y los sectores productivos, con el fin de conseguir los siguientes objetivos:

a) Potenciar la innovación didáctica en los centros de Formación profesional a través de los recursos tecnológicos más apropiados y desarrollando metodologías acordes a cada sector;

- b) Fomentar la colaboración entre los centros de Formación profesional y las empresas en la transferencia de las tecnologías más avanzadas;
- c) Fomentar una actualización continua de la Formación profesional utilizando las tecnologías más avanzadas;
- d) Desarrollar proyectos de innovación y mejora de los procesos tecnológicos en los centros educativos.

La Consejería de Educación, Cultura y Deporte, en su impulso de la investigación y la innovación en la Formación Profesional, convoca a los centros educativos sostenidos con fondos públicos a la realización de proyectos que potencien el desarrollo y la mejora de los procesos tecnológicos, metodológicos y formativos y fomenten la colaboración con el mundo empresarial.

3.1.3. Modalidad y objetivos del proyecto de innovación

La Orden ECD/46/2015, de 7 de abril en su Artículo 3 establece las Modalidades de los proyectos de innovación. En nuestro caso se trata de la Modalidad de Innovación didáctica; Proyectos para el desarrollo de aplicaciones informáticas, sistemas multimedia, metodologías innovadoras, elaboración de materiales didácticos para la docencia, así como todos aquellos que supongan una mejora de la organización del centro o de las relaciones con las empresas, siempre que no supongan una alteración de las enseñanzas mínimas o de los requisitos establecidos en la ordenación académica de las enseñanzas del centro educativo.

Uno de los objetivos que establece la Orden para nuestra Modalidad de Innovación didáctica es el de Innovar en el ámbito organizativo y de gestión de los centros que impartan formación profesional integrada y desarrollen diferentes proyectos con empresas.

Por colaboración con las empresas se entiende el apoyo financiero, el asesoramiento técnico y participación en las diferentes actividades a través de sus recursos humanos, y/o el préstamo o cesión de equipos.

3.2. DEFINICIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la elaboración de la documentación necesaria para realizar la Planificación y el Desarrollo para Rehabilitar, poner en marcha y gestionar el funcionamiento de una Antigua Central Hidroeléctrica de baja potencia.

Se trata de un Proyecto de Innovación (Investigación) Interdisciplinar en el que se pretende que colaboren diversos departamentos del centro así como también la empresa E-ON.

Se pretende además también que el desarrollo de este proyecto contribuya al refuerzo o sino a la adquisición por parte de los alumnos implicados en el mismo de las siguientes capacidades y competencias básicas:

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.
- Competencia digital.
- Aprender a aprender.
- Competencias sociales y cívicas.
- Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.

El núcleo central del proyecto será elaborado por el Departamento de Electricidad y Electrónica con la implicación de los alumnos del Ciclo Formativo de Grado Superior “Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados”.

Junto con los alumnos del Ciclo Formativo de Grado Superior “Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados” participan también en la elaboración de los diferentes trabajos los alumnos de los Bachilleratos de Ciencia, y Humanidades y Ciencias Sociales.

La participación y colaboración de los diferentes departamentos didácticos del centro en la elaboración del Proyecto es la que se detalla a continuación:

➤ **Departamento de Electricidad y Electrónica**

Ciclo Formativo de Grado Superior “Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados”. Alumnos de 2º curso del Módulo Profesional Proyectos de Sistemas Electrotécnicos y Automatizados.

➤ **Departamento de Tecnología**

Bachillerato de Ciencia. Alumnos de 2º curso de la asignatura Tecnología Industrial II.

➤ **Departamento de Matemáticas**

Bachillerato de Ciencia. Alumnos de 2º curso de la asignatura Matemáticas II.

➤ **Departamento de Economía**

Bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales. Alumnos de 1^{er} curso de la asignatura Economía.

Bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales. Alumnos de 2º curso de la asignatura Economía de la empresa.

➤ **Departamento de Dibujo**

Bachillerato de Ciencia. Alumnos de 2º curso de la asignatura Dibujo Técnico II.

➤ **Departamento de Biología y Geología**

Bachillerato de Ciencia. Alumnos de 2º curso de la asignatura Biología.

Es muy importante destacar que no se trata de aplicar conocimientos específicos de la asignatura en cuestión en la que se está elaborando el trabajo, si no que de lo que se trata es de aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de los años de estancia en el Centro Educativo.

4. DESARROLLO DEL PROYECTO. OBJETIVOS GENERALES, FASES DE REALIZACIÓN Y CRONOLOGÍA GENERAL.

4.1. OBJETIVOS GENERALES

Los objetivos generales que con la realización de este proyecto se persigue alcanzar son los siguientes:

- 1) Aprendizaje por parte de los alumnos de los diversos y variados estudios que se requieren elaborar para poner en marcha un pequeño proyecto real.
- 2) Lograr la coordinación de equipos interdisciplinarios.
- 3) Desarrollar una idea en grupos de trabajo y adquirir técnicas de trabajo en equipo.
- 4) Lograr un alto grado de motivación en el alumnado haciéndoles sentirse partícipes de la elaboración de un trabajo real que ha sido conseguido mediante el trabajo en grupo con compañeros de instituto pero de diferentes estudios.
- 5) Consolidar, mediante el contacto directo con la realidad, los contenidos trabajados previamente en el aula a lo largo de los años de estancia en el centro.
- 6) Desarrollar en los estudiantes la capacidad de síntesis y sistematización de contenidos.
- 7) Despertar el interés por la observación directa de elementos, hechos y fenómenos reales del entorno.
- 8) Fomentar el interés por este tipo de actividades en grupo entre los estudiantes de diferentes especialidades y hacerles ver que esa es la forma como se trabaja en el mercado laboral actual.
- 9) Iniciar a los alumnos en el método científico: observar, recoger datos, comparar, clasificar y redactar un informe.

4.2. FASES DE REALIZACIÓN Y CRONOLOGÍA GENERAL

La puesta en práctica de este proyecto interdepartamental de carácter didáctico pero también dinámico requiere contemplar los siguientes momentos o fases:

1) Fase previa o preparatoria.

Como punto de partida se produce a principio del curso, es decir, a mediados del mes de Septiembre una reunión con los Jefes de los Departamentos didácticos implicados.

En esta primera reunión se les informa del proyecto a realizar, de los objetivos y resultados que se prevén conseguir y de la metodología y cronología con la que se pretende llevar a cabo.

En segundo lugar se realizará otra reunión, esta vez ya con todos los miembros de los departamentos implicados, donde se les explicará lo inicialmente expuesto a los Jefes de Departamento. Se analizarán las diferentes opiniones y se tendrán en cuenta las ideas que puedan mejorar el proyecto inicial.

En esta segunda reunión se llegará a un acuerdo global que servirá como inicio del proyecto a desarrollar. Se trata de una evaluación inicial, de carácter diagnóstico, que nos orienta acerca de cómo programar la actividad.

En base a los resultados obtenidos en la evaluación inicial, seleccionamos los contenidos que vamos a trabajar. Estos se irán abordando de forma metódica a través de varias sesiones, para después consolidarlos y ampliarlos. Todo ello se presentará al alumnado de forma rigurosamente estructurada y secuenciada.

Se acuerda como punto de partida realizar una salida de campo de todos los alumnos y participantes con el objeto de conocer las instalaciones de la central hidroeléctrica de Puente Viesgo.

La tercera reunión tendrá lugar con los diferentes grupos de alumnos implicados en este proyecto. Se les explicará en que consiste el proyecto y como se va a llevar a cabo.

En primer lugar, se informa al alumnado sobre la actividad que se va a llevar a cabo, de los objetivos que se persigue alcanzar y de los contenidos que se van a trabajar en cada una de las actividades.

A continuación se lleva a cabo un pequeño debate con ellos para conocer sus primeras impresiones y reflexiones

Será el inicio para intentar inyectarles una alta dosis de motivación. Es desde este primer momento cuando hay que hacerles sentirse partícipes de que van a conseguir elaborar un trabajo real mediante el esfuerzo y trabajo en grupo con compañeros de instituto pero de diferentes estudios.

Para motivarles y captar su atención les hablaré de ejemplos de centrales reales de similar tamaño y potencia que existen en funcionamiento en la región y de curiosidades sobre su funcionamiento. Les explicaré también lo que generan tanto a nivel de producción eléctrica como económica.

Estoy seguro que con la exposición de todos estos datos, por su desconocimiento les impactará y sobre todo les llamará la atención.

2) Fase de realización de la salida

Como inicio de la actividad se producirá una salida de campo de todos los grupos y profesores inmersos en el proyecto para visitar las instalaciones objeto de estudio.

Se preparan los materiales para la salida (mapa topográfico y mapas temáticos de la zona, fotografías, tablas, gráficos, etc.), presentándose todo ello en un dossier, que, entregado a cada uno de los alumnos, les servirá de apoyo y orientación durante la realización del recorrido.

Esta salida de campo podría realizarse aproximadamente a principios del mes de Octubre.

Al encontrarse la localidad de Puente Viesgo solamente a 2 Km. del centro no será necesaria la contratación de ningún medio de transporte pudiéndose realizar el viaje perfectamente a pie a través de una senda que discurre paralela al río Pas, disfrutando también así de una jornada de convivencia.

Una vez en la central los alumnos deberán tomar notas de los aspectos que les indiquen sus respectivos profesores y que les serán necesarios para la realización de sus correspondientes trabajos que formarán parte del proyecto global de la rehabilitación de la central.

3) Fase de explotación

El inicio de los trabajos en grupo dentro del aula tendrá lugar a mediados del mes de Octubre y se extenderán durante dos meses hasta mediados del mes de Diciembre.

Será en este momento, justo antes de las vacaciones de Navidad cuando tendrá lugar una puesta en común de todos los participantes.

El grueso de los trabajos que se llevan a cabo en esta fase de explotación se analiza detalladamente más adelante en la descripción de los trabajos de cada departamento involucrado en el proyecto.

4) Fase de puesta en común

Como ya se ha comentado anteriormente, tendrá lugar una puesta en común de todos los trabajos y participantes en el proyecto (profesores y alumnos) al finalizar la primera evaluación, justo antes de las vacaciones de Navidad.

En esta puesta en común de la experiencia realizada en la salida y de los trabajos desarrollados en grupo en el aula se contemplan los siguientes puntos:

- Exposición de los diversos trabajos elaborados por los diferentes grupos. Cada grupo hará una pequeña presentación de su trabajo ante el resto de compañeros
- Aplicación de lo aprendido ante situaciones nuevas.
- Debate-coloquio para detectar los conocimientos que los alumnos han adquirido sobre los contenidos que se han trabajado, así como del grado de interés que la actividad ha despertado en ellos.
- Proceso de autoevaluación

5) Fase de elaboración de la Memoria del Proyecto

Finalmente y como última fase del proyecto se recogerán en una memoria los trabajos realizados por todos los grupos. En esta memoria quedarán recogidos los diversos trabajos indicando sus respectivos responsables.

Se imprimirán copias que les serán entregadas a cada uno de los alumnos implicados en el proyecto, así como también una copia para cada departamento participante.

5. APOYO DE LA EMPRESA. IMPLICACIÓN Y PARTICIPACIÓN

Se prevé desarrollar este Proyecto de Innovación Interdisciplinar en Colaboración con la multinacional energética E-ON.

Mediante este acuerdo, esta empresa colaborará ofreciendo los siguientes medios:

- En primer lugar ofrecerá una visita guiada a las instalaciones de la antigua central hidroeléctrica de la localidad de Puente Viesgo.

Técnicos de la empresa explicarán con detalle el funcionamiento de este tipo de instalaciones y realizarán un esbozo de los puntos más importantes que son necesarios para llevar a cabo un proyecto de rehabilitación de este tipo de centrales hidroeléctricas. Esta salida de campo de todos los grupos y profesores inmersos en el proyecto para visitar las instalaciones objeto de estudio servirá de inicio de la actividad.

- En segundo lugar proporcionará material didáctico (apuntes, videos, documentación técnica, etc.) que será necesario para el desarrollo de los trabajos de los diferentes grupos.
- Dará difusión a todo el proyecto de colaboración a través de su página web en su apartado de Responsabilidad Social Corporativa.

6. METODOLOGÍA Y USO DE LAS TICs

El objetivo es conseguir una mayor utilización de las TICs.

Fomentar el uso obligatorio de determinados recursos TIC ("zona compartida", plataforma Moodle o la web) con el objetivo de hacer más eficaces las coordinaciones y quehaceres docentes y de trabajo del alumnado.

Se creará una plataforma digital Moodle que servirá para la comunicación entre todos los actores participantes en el proyecto.

A través de ella los alumnos de los diferentes grupos de trabajo podrán intercambiar opiniones. Podrán también compartir los trabajos que vayan elaborado y que les serán necesarios conocer a otros grupos para avanzar en la realización de los suyos.

En el apartado 7, DESARROLLO DEL TRABAJO INTERDISCIPLINAR quedan definidas todas las relaciones mínimas de cooperación entre los diferentes grupos de trabajo.

Por supuesto que esta plataforma servirá también de nexo de unión con la empresa colaboradora E-ON.

7. DESARROLLO DEL TRABAJO INTERDISCIPLINAR

En este apartado se van a detallar los trabajos a realizar por parte de los diferentes departamentos con sus respectivos alumnos involucrados en el proyecto interdisciplinar.

7.1 DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA

7.1.1 Objetivos a conseguir

El objetivo de este departamento es triple. Se pretende llevar a cabo la realización de un pequeño documento de introducción al proyecto, así como también realizar los cálculos del salto hidroeléctrico y de la turbina hidráulica necesaria

7.1.2 Alumnos implicados

Alumnos de 2º curso del Módulo Profesional Proyectos de Sistemas Electrotécnicos y Automatizados del Ciclo Formativo de Grado Superior “Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados”.

7.1.3 Distribución en grupos

En principio tenemos un triple objetivo, sin embargo se distribuirá la clase en cinco grupos. Cada grupo elaborará uno de los siguientes documentos:

- Documento de introducción al proyecto de rehabilitación de la central (1ª parte)
- Documento de introducción al proyecto de rehabilitación de la central (2ª parte)
- Documento de introducción al proyecto de rehabilitación de la central (3ª parte)
- Cálculo del salto Hidroeléctrico
- Cálculo de la Turbina hidráulica necesaria

7.1.4 Cronología de trabajo y distribución horaria semanal

Se prevé una hora de trabajo semanal durante los dos meses de duración.

7.1.5 Contenidos a trabajar y metodología

Los contenidos a trabajar y su metodología en función de los documentos a elaborar se enumeran a continuación.

Los alumnos deberán realizar los trabajos que se indican, para ello tendrán que apoyarse en apuntes de materias estudiadas previamente y también en búsquedas a través de páginas web y consultas en la biblioteca. Por supuesto también contarán con la ayuda del profesor en clase.

Documento de introducción al proyecto de rehabilitación de la central (1ª parte). Grupo 1

- Realizar una reflexión sobre la motivación del proyecto
- Analizar por qué las centrales hidráulicas, desde su implantación en España a finales del Siglo XIX, han sido siempre los “comodines” del sistema eléctrico dada su facilidad para entrar en carga y cubrir los picos de demanda y las desconexiones imprevistas de las centrales convencionales.
- Explicar cómo funcionan como acumuladores de energía eléctrica, capaces de absorber la energía generada por las grandes centrales en las horas de baja demanda, y de devolverla a la red cuando es necesario. Esta característica resulta fundamental en la actualidad debido a la necesidad de sincronizar la generación con la demanda.
- Analizar el objetivo y alcance del presente proyecto que estudia aprovechar la central ya existente de Puente Viesgo para la generación eléctrica. Las condiciones de caudal y salto hacen que sea adecuada para instalar en ella una central mini-hidráulica.
- Desarrollar una breve historia de la central: Se trata de una central en estado de semi abandono, construida en los años 70 cuyo propietario actual es el Ayuntamiento de Puente Viesgo, aunque anteriormente fue propiedad de la antigua empresa Electra de Viesgo.

Documento de introducción al proyecto de rehabilitación de la central (2ª parte). Grupo 2

- Realizar una descripción de las instalaciones existentes de la central:
 - Presa de captación del agua
 - Canal de transporte del agua
 - Cámara de carga
 - Tubería forzada
 - Edificio de la central
 - Canal de descarga del agua
- Análisis del río y de la cuenca vertiente.
- Describir la conexión que existe de la central con el tendido eléctrico
- Describir los tipos de centrales hidroeléctricas que existen:
 - Centrales de agua fluyente
 - Centrales de pie de presa
 - Centrales de bombeo
- Explicar el funcionamiento de la turbina hidráulica y porque constituye la parte más importante de la central hidráulica, pues es la encargada de transformar la energía del agua en energía mecánica, que posteriormente será transformada en electricidad por el alternador unido al eje de la turbina.

Documento de introducción al proyecto de rehabilitación de la central (3ª parte). Grupo 3

- Analizar los diferentes tipos de turbina existentes y elegir el más adecuado para la central objeto de estudio:
 - Turbinas Pelton
 - Turbinas Francis
 - Turbinas Kaplan y semi-Kaplan

- Establecer el generador que será necesario acoplar a la turbina para la generación de la energía eléctrica y determinar sus características:
 - Generador síncrono o asíncrono
 - Potencia nominal en kW
 - Velocidad de giro en rpm
- Establecer el transformador de potencia que será necesario para elevar la tensión del generador a un valor normalizado adecuado para el transporte. En este caso la energía producida se va a ceder a una red de transporte cercana a la mini central cuya tensión es de 12 kV. Determinar sus características:
 - Monofásico o Trifásico
 - Potencia nominal en kVA
 - Tensión del primario en V
 - Tensión del secundario en kV
 - Refrigeración en aceite
 - Frecuencia 50 Hz

Cálculo del salto Hidroeléctrico. Grupo 4

Obtención de los datos topográficos. Es necesario disponer de una serie de cotas con el fin de determinar el salto bruto del aprovechamiento, que en muchos casos no coincide con el salto registrado en la concesión.

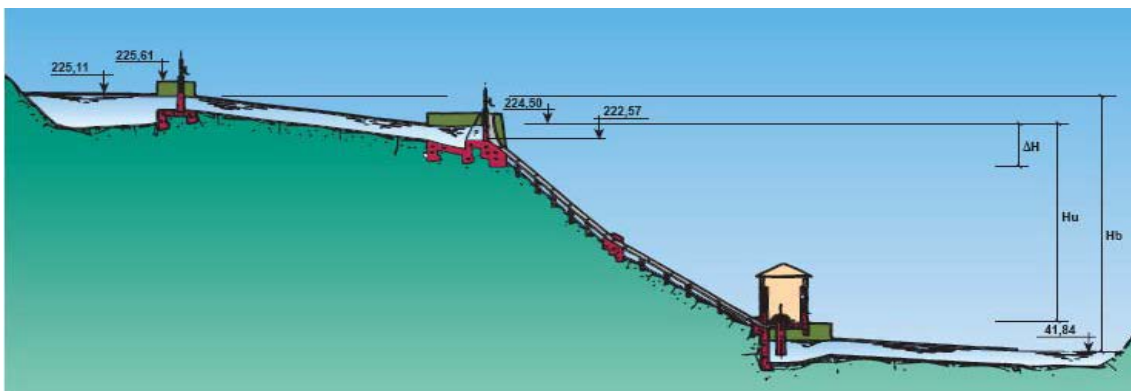


Imagen: Esquema de un salto hidroeléctrico (Fuente: IDAE)

- Los alumnos deberán investigar en la página web del INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL para obtener las coordenadas de posicionamiento de las diferentes partes de la central y así determinar las siguientes cotas:
 - Cota de coronación de la presa de captación del agua
 - Cota de la lámina de agua en la toma
 - Cota lámina de agua en la cámara de carga
 - Cota lámina de agua en río donde se restituye agua turbinada
 - Cota lámina de agua en tubo de aspiración de turbina
- Determinación del salto bruto y útil:
- Cálculo del salto neto

Cálculo de la Turbina hidráulica necesaria. Grupo 5

- Deberán disponer de unos datos de partida que le serán aportados por otros grupos de trabajo:
 - Caudal nominal
 - Salto neto
- A partir de los datos anteriores se deberá determinar el tipo de turbina más adecuada para nuestra central mediante una gráfica tipo:

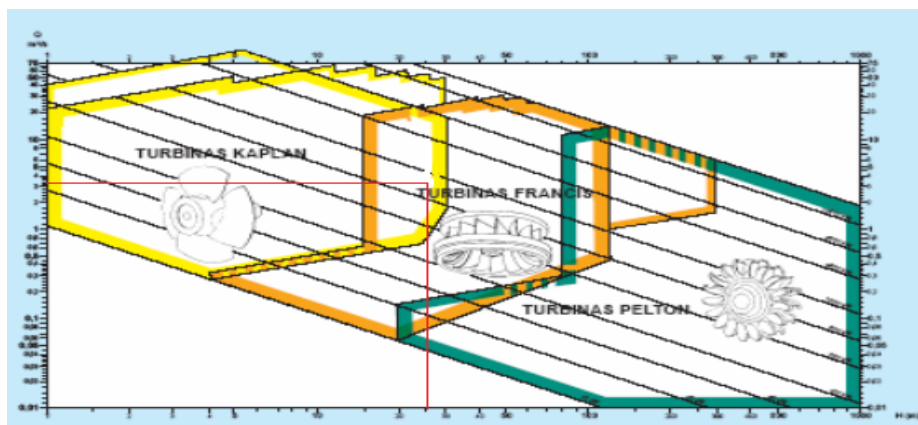


Imagen: Tipos de turbinas en función del salto y del caudal nominal (Fuente: "Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas" Autor: Claudio Mataix)

- Determinar el número de pares de polos que deberá tener el generador acoplado a un alternador para suministrar corriente a 50 hertzios dicho número de pares de polos viene dado por la fórmula:

$$n = 60 \times \frac{f}{p} \rightarrow p = 5$$

- Averiguar el rendimiento de trabajo de la turbina elegida así como sus caudales de funcionamiento. Para su determinación se basarán en una gráfica del siguiente tipo:

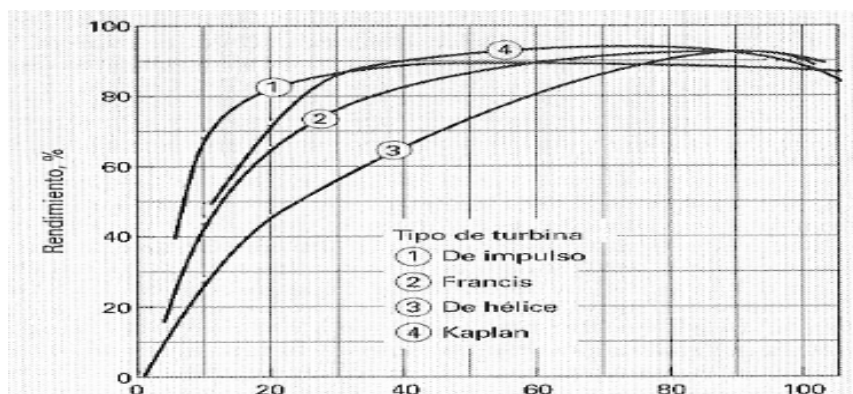


Imagen: Rendimientos diferentes turbinas en función del porcentaje del caudal
(Fuente: “Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas” Autor: Claudio Mataix)

7.1.6 Cooperación con otros grupos de trabajo

Para la elaboración de los trabajos, a veces será necesario que algunos grupos dispongan de información que está siendo elaborada por parte de otros grupos que pueden ser de su propia clase o de otra diferente.

En el caso de la elaboración del documento de introducción al proyecto de rehabilitación de la central será necesaria la siguiente cooperación entre grupos:

- Los grupos 1 y 3 deberán disponer de los datos del salto hidroeléctrico que le serán aportados por el grupo 4 de su propia clase y los datos del caudal del río que le serán aportados por los grupos que realizan el estudio Hidrológico perteneciente al departamento de matemáticas.

Para determinar la turbina hidráulica necesaria, el grupo 5 deberá disponer de los siguientes datos:

- Salto hidroeléctrico que le serán aportados por el grupo 4 de su propia clase.
- Caudal del río que le serán aportados por los grupos que realizan el estudio Hidrológico perteneciente al departamento de matemáticas.

7.2 DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA

7.2.1 Objetivos a conseguir

El objetivo de este departamento es único. Se pretende llevar a cabo la realización de un documento del proyecto donde se analicen las características generales de la instalación

7.2.2 Alumnos implicados

Estarán implicados los alumnos de 2º curso de la asignatura Tecnología Industrial II pertenecientes al Bachillerato de Ciencia

7.2.3 Distribución en grupos

En principio tenemos un único objetivo, sin embargo se distribuirá la clase en tres grupos. Cada grupo elaborará uno de los siguientes documentos:

- Características generales de la instalación (1ª parte)
- Características generales de la instalación (2ª parte)
- Características generales de la instalación (3ª parte)

7.2.4 Cronología de trabajo y distribución horaria semanal

Solamente será necesaria una hora de trabajo semanal durante el segundo mes de los dos de duración del proyecto.

7.2.5 Contenidos a trabajar y metodología

Los contenidos a trabajar y su metodología en función de los documentos a elaborar se enumeran a continuación.

Los alumnos deberán realizar los trabajos que se indican, para ello tendrán que apoyarse en apuntes de materias estudiadas previamente y también en búsquedas a través de páginas web y consultas en la biblioteca. Por supuesto también contarán con la ayuda del profesor en clase.

Características generales de la instalación (1ª parte). Grupo 1

Determinar la potencia instalada y el número de máquinas necesarias. Para ello deberán:

- Averiguar los datos del salto neto y el caudal de diseño de la central. Para ello necesitarán la colaboración con otros grupos de trabajo.
- Determinar el rendimiento englobado de las instalaciones de la central mini hidráulica. Incluye los rendimientos englobados de turbina, alternador, transformador y línea de conexión.
- Ahora ya se tienen todos los parámetros necesarios para calcular la potencia que será capaz de entregar la central. Dicha potencia se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$P = \rho g Q H \eta$$

Donde:

- Q = Caudal de diseño en m^3/s
- ρ = Densidad del agua $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$
- g = Valor de la gravedad $9,81 \text{ m}/\text{s}^2$
- H = Altura neta del salto
- η = Rendimiento

Evaluar si la potencia calculada justifica la instalación de más de una máquina.

- Instalar varias máquinas de menor potencia permitiría turbinar mayor cantidad de agua. El inconveniente en este caso son los costes, dado que habría que realizar una compra mayor de material y la obra civil sería más complicada, así como la obra hidráulica.

Características generales de la instalación (2ª parte). Grupo 2

Evaluar la disposición del grupo analizando los siguientes aspectos:

- Configuración de eje horizontal.
- Configuración de eje vertical
- Rendimientos en función de lo anterior
- Reparaciones y/o mantenimiento.
-

Características generales de la instalación (3ª parte). Grupo 3

Realizar un estudio sobre un órgano muy importante de las turbinas hidráulicas como es el tubo de aspiración. Deberán trabajar sobre los siguientes aspectos:

- Averiguar el concepto de cavitación.
- Determinar cuándo se produce
- Evaluar sus consecuencias
- Estudiar la altura máxima a la que puede instalarse la turbina respecto del nivel del canal de salida para que no se produzca cavitación. Dicha altura será la longitud máxima del tubo de aspiración.

7.2.6 Cooperación con otros grupos de trabajo

En el caso de la elaboración del documento del proyecto donde se analizan las características generales de la instalación será necesaria la siguiente cooperación entre grupos:

- El grupo 1 deberá disponer de los datos del salto hidroeléctrico que le serán aportados por el grupo 4 del departamento de electricidad y electrónica.
- El grupo 1 deberá disponer también de los datos del caudal del río que le serán aportados por los grupos que realizan el estudio Hidrológico perteneciente al departamento de matemáticas.

7.3 DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS

7.3.1 Objetivos a conseguir

El objetivo de este departamento es el de realizar un estudio hidrológico con la finalidad de obtener un dato de caudal de diseño que sirva para definir junto a la magnitud del salto la dimensión y potencia de nuestra central hidroeléctrica.

7.3.2 Alumnos implicados

Estarán implicados en este estudio hidrológico los alumnos de 2º curso de la asignatura Matemáticas del Bachillerato de Ciencia.

7.3.3 Distribución en grupos

Para lograr el objetivo se distribuirá la clase en dos grupos. Cada grupo elaborará una parte diferente del estudio hidrológico.

7.3.4 Cronología de trabajo y distribución horaria semanal

Se prevé una hora y media de trabajo semanal durante el primer mes de duración del proyecto. El estudio hidrológico proporciona un dato de caudal de diseño que es necesario conocer por otros grupos para la elaboración de sus respectivos trabajos. Más adelante queda esto detallado.

7.3.5 Contenidos a trabajar y metodología

Los contenidos a trabajar y su metodología en función de los documentos a elaborar se enumeran a continuación.

Los alumnos deberán realizar los trabajos que se indican, para ello tendrán que apoyarse en apuntes de materias estudiadas previamente y también en búsquedas a través de páginas web y consultas en la biblioteca. Por supuesto también contarán con la ayuda del profesor en clase.

Estudio Hidrológico (1ª parte). Grupo 1

La potencia de la central depende íntimamente del caudal que se turbine en cada momento.

El agua que baja por el río, en nuestro caso el río Pas, no supone una cantidad constante, si no que va variando a lo largo del año, siendo unos días mayor que otros.

En definitiva, el cálculo del caudal es de vital importancia para el correcto funcionamiento de la central, así como para obtener un buen aprovechamiento del recurso hídrico.

A modo de introducción del estudio deberán identificar y definir los siguientes tipos de caudales:

1. Caudal natural. El caudal natural del río es el caudal medio diario de la corriente.
2. Caudal ecológico. El caudal ecológico es el necesario para que la vida se desarrolle con normalidad en el tramo del río afectado. Dicho tramo comprende la distancia entre la toma situada en el azud y la descarga de la turbina.
3. Caudal de servidumbre. El caudal de servidumbre es el caudal que hemos de respetar si en el tramo de río afectado existen actividades comerciales, ya sean del primer, del segundo o del tercer sector, y es necesario para su realización un suministro de caudal.
4. Caudal turbinable. El caudal turbinable es el que pasa por la turbina y nos ofrece su energía hidráulica para poder transformarla en energía eléctrica. Dicho caudal será el natural del río habiéndole sustraído el ecológico y el de servidumbre.
5. Caudal de diseño. Parece lógico suponer que el caudal de diseño de la central es el caudal turbinable.

También deberán analizar, ya desde una visión matemática elaborando tablas y gráficos los siguientes aspectos:

- Tamaño de la cuenca vertiente del río Pas
- Factores climatológicos como las precipitaciones.
- Factores climatológicos como las temperaturas.

- Factores climatológicos como la radiación solar.

Deberán analizar también factores de otra índole que influyen en los caudales de los ríos:

- Tipo de vegetación existente a lo largo de la cuenca.
- Los tipos de suelos y sus usos.
- Los afluentes aguas arriba.
- Las pendientes del terreno.
- Los usos del agua.

Estudio Hidrológico (2ª parte). Grupo 2

- Las estaciones de aforo

La forma adecuada de obtener el caudal natural es mediante estaciones de aforo. Dichas estaciones, dispersas por la geografía española, competencia de cada confederación hidrográfica, miden el caudal del río en los puntos donde se encuentran por lo que el caudal recogido es muy próximo al real.

La problemática reside en que nuestro salto hidráulico puede estar alejado de dicho punto, tanto aguas arriba, y el caudal ser así mucho menor, y por tanto sobredimensionar la instalación, o aguas abajo, y desperdiciar caudal turbinable.

Existe una estación de aforos en Puente Viesgo, muy próxima a nuestra central por lo que los datos que nos proporciona son muy fiables y por tanto no vamos a sobredimensionar la instalación, ni a desperdiciar caudal turbinable.

- Determinación del año de referencia

En el estudio hidrológico, primeramente es necesario obtener una serie anual lo suficientemente grande que incluya años secos, húmedos y normales.

Los alumnos deberán visitar la página web de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico y localizar la estación de aforos. A partir de los datos que nos proporciona la estación de aforos de la localidad de Puente Viesgo deberán seguir los siguientes pasos:

1. Elaborar una tabla con los datos de aportación anual del río los últimos 40 años registrados.
2. Elaborar una gráfica con las aportaciones anuales.
3. Ordenar las aportaciones anuales durante el histórico de datos disponible.
4. Elaborar la gráfica con las aportaciones anuales ordenadas

Ahora ya están en disposición de clasificar los años hidrológicos en tres grandes grupos:

- Años húmedos o muy húmedos
- Años secos o muy secos
- Años normales o medios

De entre las aportaciones que se han representado en la gráfica deberán elegir un año que presenta el valor medio. Será éste el que se tome como año de referencia para calcular el caudal y el salto nominales de la turbina.

- Determinación del caudal de equipamiento

Una vez seleccionado el año de referencia deberán proceder a realizar la curva de caudales clasificados que representa el caudal considerado en función de los días del año que supera ese valor.

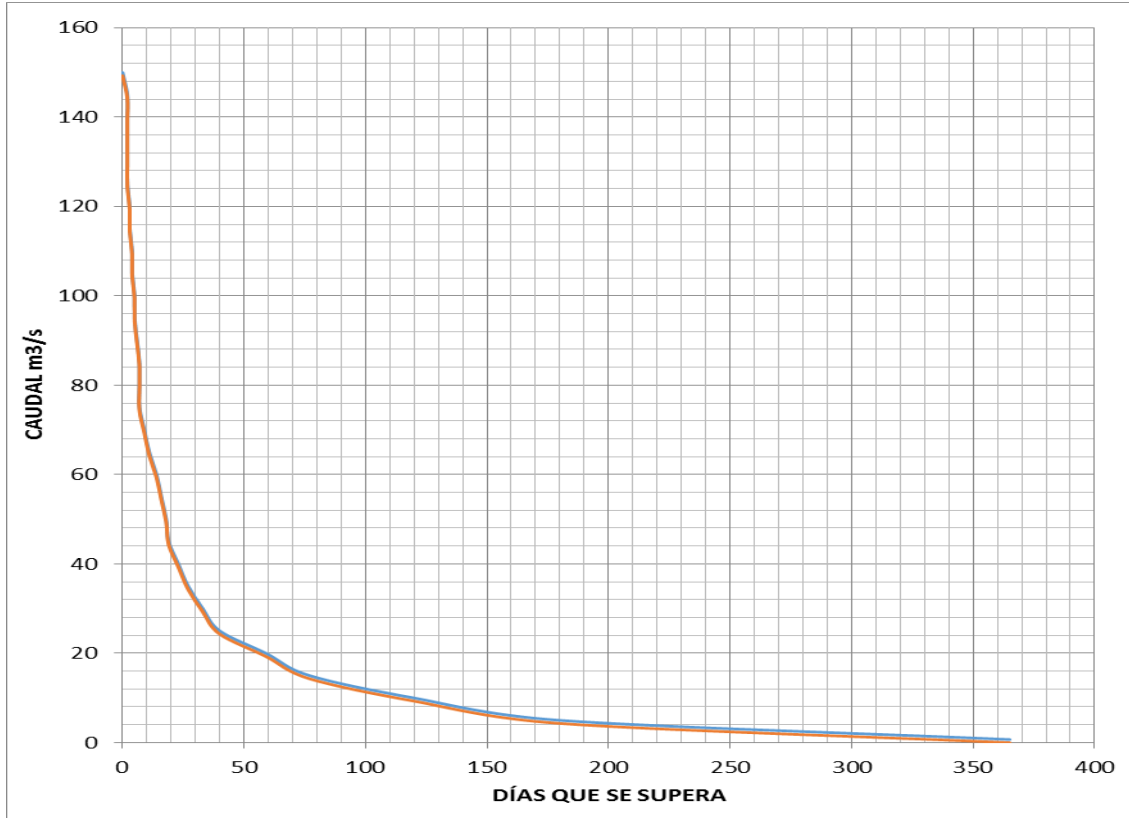
El caudal a estudiar es el que va a aprovechar la turbina.

Se obtiene a partir de los datos diarios de caudal del año considerado de referencia. Estos datos también son proporcionados por la web de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico.

Los alumnos de este grupo deberán seguir los siguientes pasos:

1. Elaborar una tabla donde se representan una escala graduada de caudales (5, 10, 15 m³/s...) frente al número de días en los que el río supera ese caudal.

2. Representar esa tabla mediante una gráfica obteniendo así lo que se denomina la curva de caudales clasificados. Será una curva del siguiente tipo:



La curva de caudales clasificados proporciona información gráfica sobre el volumen de agua existente.

Para obtener el caudal de equipamiento (el nominal de la turbina) deberán seguir los siguientes pasos analizando la curva de caudales clasificados que han elaborado anteriormente:

1. Elaborar una tabla donde se refleje el caudal de equipamiento, el caudal mínimo técnico (es el 50% del caudal de equipamiento) y el área encerrada entre estos dos caudales y la curva de caudales clasificados. De esta forma se obtienen las áreas de la tabla para diferentes caudales de equipamiento:

Q_e (m³/s)	Q_{mt} (m³/s)	Área encerrada

2. Analizando el área encerrada máxima se obtiene el caudal de equipamiento de la central hidroeléctrica.

7.3.6 Cooperación con otros grupos de trabajo

Para la elaboración de los trabajos, a veces será necesario que algunos grupos dispongan de información que está siendo elaborada por parte de otros grupos que pueden ser de su propia clase o de otra diferente.

En el caso de la elaboración del estudio hidrológico tenemos que el caudal de equipamiento obtenido por el grupo 2 será un resultado que se necesita poner en conocimiento de los siguientes grupos:

- Grupos 1, 3 y 5 del 2º curso del Módulo Profesional Proyectos de Sistemas Electrotécnicos y Automatizados del Ciclo Formativo de Grado Superior “Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados” (departamento de electricidad y electrónica).
- Grupo 1 del 2º curso de la asignatura Tecnología Industrial II perteneciente al Bachillerato de Ciencia (departamento de tecnología).

7.4 DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA

7.4.1 Objetivos a conseguir

Este departamento tiene un doble objetivo a lograr. Para ello vamos a distribuir los trabajos entre dos cursos diferentes del Bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales.

En primer lugar se tiene el objetivo de elaborar un presupuesto que recoja todas las partidas que serían necesarias tener en cuenta si se fuera a poner realmente la central hidroeléctrica en funcionamiento. Este primer objetivo se logrará con los alumnos de 1^{er} curso de la asignatura Economía, que como ya se ha indicado pertenecen al Bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales

En segundo, y partiendo del trabajo elaborado por la clase anteriormente citada, se tiene el objetivo de elaborar un estudio de viabilidad económica de la central hidroeléctrica. En este trabajo se analizarán las partes más importantes implicadas en este tipo de estudios. Estarán implicados los alumnos de 2^o curso de la asignatura Economía de la empresa, que también pertenecen al Bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales

7.4.2 Alumnos implicados

Como ya se ha indicado anteriormente participarán los siguientes actores:

Alumnos de 1^{er} curso de la asignatura Economía pertenecientes al Bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales.

Alumnos de 2^o curso de la asignatura Economía de la empresa pertenecientes al Bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales.

7.4.3 Distribución en grupos

En principio tenemos un doble objetivo que como ya hemos definido los vamos a distribuir en dos clases pertenecientes cada una a cursos diferentes del Bachillerato de Humanidades y Ciencias

La distribución que se realizará queda definida a continuación:

1) Documento de elaboración del presupuesto. Será realizado por los alumnos de 1^{er} curso de la asignatura Economía. Dado que este documento consta de bastantes partidas a estudiar se distribuirá la clase en cuatro grupos.

2) Estudio de viabilidad económica. Será realizado por los alumnos de 2º curso de la asignatura Economía de la empresa. Se prevé distribuir la clase al igual que en el caso anterior también en cuatro grupos.

5.4.4 Cronología de trabajo y distribución horaria semanal

Los alumnos de 1^{er} curso de la asignatura Economía implicados en el documento de elaboración del presupuesto tendrán una hora de trabajo semanal a lo largo del primer mes de duración del proyecto.

Los alumnos de 2º curso de la asignatura Economía de la empresa implicados en el estudio de viabilidad económica también tendrán una hora de trabajo a la semana. Realizarán sus trabajos durante el segundo mes del proyecto ya que será su punto de partida el presupuesto elaborado por los alumnos anteriormente citados.

7.4.5 Contenidos a trabajar y metodología

Alumnos de 1^{er} curso de la asignatura Economía

Los contenidos a trabajar y su metodología en función de los documentos a elaborar por esta clase se enumeran a continuación.

Como en todos los grupos anteriores, los alumnos deberán realizar los trabajos que se indican, para ello tendrán que apoyarse en apuntes de materias estudiadas previamente y también en búsquedas a través de páginas web y consultas en la biblioteca. Por supuesto también contarán con la ayuda del profesor en clase.

Como punto de partida deberán investigar y buscar a través de internet proyectos reales de centrales hidroeléctricas de similares características a la nuestra. Una vez localizados estos proyectos harán una comparación con el que estamos estudiando.

1) Documento de elaboración del presupuesto (1ª parte). Grupo 1

Deberán analizar y estimar unos costes para las siguientes partes de la central hidroeléctrica:

- Arreglo de la presa de captación del agua
- Rehabilitación del canal de transporte del agua
- Rejillas de filtración y compuertas

2) Documento de elaboración del presupuesto (2ª parte). Grupo 2

Deberán analizar y estimar unos costes para las siguientes partes de la central hidroeléctrica:

- Tubería que comunica la cámara de carga del agua con la turbina
- Rehabilitación del edificio de la central
- Limpieza y rehabilitación del canal de descarga del agua al río

3) Documento de elaboración del presupuesto (3ª parte). Grupo 3

Deberán analizar y estimar unos costes para las siguientes partes de la central hidroeléctrica:

- Turbina hidráulica que será movida por el agua.
- Generador eléctrico que será accionado por la turbina
- Transformador de potencia que elevará la tensión generada por el generador eléctrico.

4) Documento de elaboración del presupuesto (4ª parte). Grupo 4

Deberán analizar y estimar unos costes que habrá que aplicar al presupuesto de ejecución material elaborado entre los tres grupos anteriores. Estos puntos a estudiar son los siguientes:

- GASTOS GENERALES (GG)
- BENEFICIO INDUSTRIAL (BI)
- LICENCIAS Y PERMISOS ADMINISTRATIVOS
- HONORARIOS DE INGENIERÍA

- HONORARIOS DIRECCIÓN DE OBRA
- I.V.A.

Alumnos de 2º curso de la asignatura Economía de la empresa

El estudio económico tiene como finalidad evaluar la viabilidad de un proyecto, considerando, si las hubiera, las diferentes posibilidades planteadas para averiguar cuál de ellas resulta más rentable.

Un proyecto de una central mini hidroeléctrica requiere la realización de pagos a lo largo de su periodo de vida, estimado en veinticinco o treinta años típicamente. Entre los pagos se encuentra la inversión inicial, que difiere en el tiempo gracias a la financiación externa, unas cantidades anuales fijas (seguros e impuestos que gravan los ingresos) y unas cantidades anuales variables (gastos de operación y mantenimiento).

Los ingresos de una central mini hidroeléctrica proceden de la venta de energía generada.

Este capítulo tiene como objeto realizar un análisis económico de la rentabilidad del proyecto.

La rentabilidad de cualquier negocio, se basa en los márgenes entre el precio de venta de un determinado producto o servicio, y los costes de producirlo, y deben permitir, al menos, amortizar la inversión en la planta productiva y cubrir los costes variables.

Los contenidos a trabajar y su metodología en función de los documentos a elaborar por esta clase se enumeran a continuación.

Como en todos los grupos anteriores, los alumnos deberán realizar los trabajos que se indican, para ello tendrán que apoyarse en apuntes de materias estudiadas previamente y también en búsquedas a través de páginas web y consultas en la biblioteca. Por supuesto también contarán con la ayuda del profesor en clase.

Como punto de partida deberán investigar y buscar en sus propios apuntes de cursos anteriores, así como también en la biblioteca y a través de internet.

1) Estudio de viabilidad económica (1ª parte). Grupo 1

Desde hace unos años la producción eléctrica mediante energías renovables estaba primada para los productores. A finales de 2012 se estableció que la tarifa de producción para 2013 sería límite mínimo 0,081 €/kWh y el límite máximo de 0,097 €/kWh (consideraremos media 0,089 €/kWh).

Deberán analizar el precio de venta de la electricidad que vaya a generar nuestra central. Para ello se basarán en los siguientes puntos:

- Análisis de los efectos de la crisis económica en las primas a la producción eléctrica mediante energías renovables.
- Precios de venta de la electricidad sin primas en los últimos.
- Precios de venta de la electricidad con primas a la energías renovables en los últimos.
- Determinar y elegir un precio promedio para el valor de venta de la electricidad en nuestro proyecto objeto de estudio.

2) Estudio de viabilidad económica (2ª parte). Grupo 2

Deberán estudiar los siguientes puntos:

- Producción de energía. Deberán calcular la energía que produce la central a lo largo del año medio representativo que se halla elegido en el estudio hidrológico. Para ello realizarán una tabla de producción del siguiente tipo teniendo en cuenta el caudal de diseño elegido en el mencionado estudio y la potencia determinada en el estudio de las características generales de la instalación:

Caudal (m ³ /s)	Rendimiento (%)	Potencia (kW)	Nº horas funciona- miento	Producción media anual (kWh/año)
PRODUCCIÓN MEDIA ANUAL (kWh/año)				

- Análisis de los ingresos propios de la explotación de la central. Para los ingresos deberán tener en cuenta:
 - La producción neta anual en KW/h
 - Los ingresos anuales medios en € por generación eléctrica
- Análisis de los costes de la central:
 - Costes de inversión:
 - ✓ Elaboración del proyecto.
 - ✓ Construcción e instalación.
 - Costes de explotación:
 - ✓ Operación y mantenimiento.
 - ✓ Gestión y administración.
 - ✓ Seguros e impuestos.

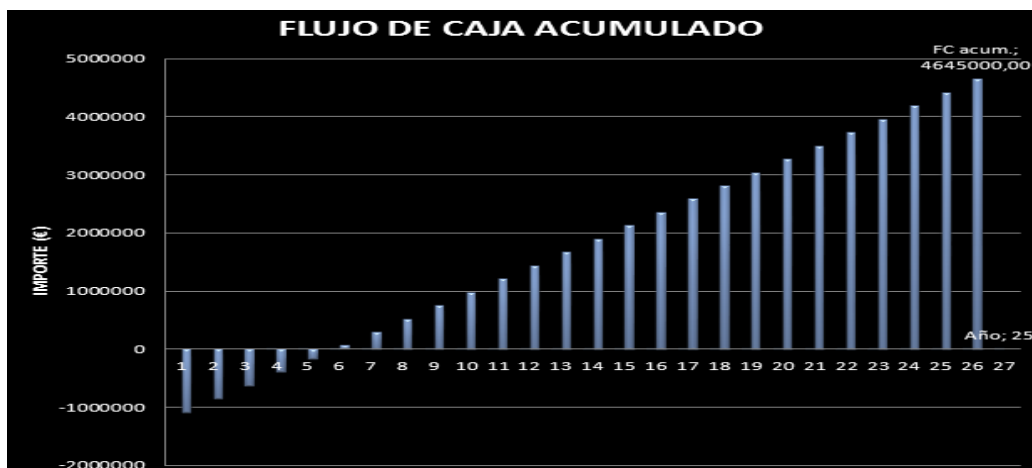
Para los costes de explotación y mantenimiento de este proyecto utilizarán la aproximación dada por el IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), para centrales mini hidráulicas, que estima entre un 2% y un 5% de los ingresos anuales.

3) Estudio de viabilidad económica (3ª parte). Grupo 3

Este grupo se encargará de realizar los siguientes puntos y actividades del estudio:

- Cálculo de los beneficios. Tendrán en cuenta los ingresos y los gastos. Deberán llegar a dos conclusiones:
 - Beneficio antes de impuestos BAI
 - Beneficio después de impuestos
- Cálculo de las amortizaciones
- Determinación de los fondos generados
- Elaboración de los flujos de caja anuales

- Como último punto deberán crear una hoja de cálculo Excel con todos los flujos de caja esperados a lo largo de los 25 años de supuesta explotación de la central. Realizarán una gráfica con estos datos calculados que deberá ser del siguiente tipo:



4) Estudio de viabilidad económica (4ª parte). Grupo 4

Este grupo será el encargado de analizar los indicadores de evaluación económica y redactar las conclusiones sobre la inversión y los beneficios de la misma.

- Cálculo de indicadores de evaluación económica. Deberán calcular los indicadores de rentabilidad más importantes, que en este caso y dada la naturaleza de la inversión son:
 - **PRC: *Período de Retorno del Capital***, indica el tiempo en el que la inversión es devuelta al inversor, es decir, el momento en el que el flujo de caja acumulado empieza a ser positivo.
 - **VAN: *Valor Actualizado Neto***, indica el valor acumulado y actualizado de todos los flujos de caja esperados a lo largo de la vida del proyecto.
 - **TIR: *Tasa Interna de Retorno***, es el valor de la tasa de interés para la cual el VAN es cero. Es el tipo de interés para el cual el proyecto no genera remanente, es decir los ingresos solo sufragar las inversiones

- Análisis de los indicadores de evaluación económica. El criterio general para saber si es conveniente realizar un proyecto es el siguiente:
 - **Si el VAN es mayor que cero** indica una valoración positiva del proyecto.
 - **Si $TIR > r$** Se aceptará el proyecto. La razón es que el proyecto da una rentabilidad mayor que la rentabilidad mínima requerida (el coste de oportunidad).
 - **Si $TIR < r$** Se rechazará el proyecto. La razón es que el proyecto da una rentabilidad menor que la rentabilidad mínima requerida.
- Elaboración de un informe con las conclusiones.

7.4.6 Cooperación con otros grupos de trabajo

Alumnos de 1^{er} curso de la asignatura Economía. Documento de elaboración del presupuesto.

El grupo 1 de este curso necesita las características de la turbina hidráulica para poder valorarla económicamente. Estos datos le serán aportados por el grupo 5 de los alumnos de 2º curso del Módulo Profesional Proyectos de Sistemas Electrotécnicos y Automatizados del Ciclo Formativo de Grado Superior “Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados” del departamento de electricidad y electrónica.

Este grupo necesita también conocer las características del generador y del transformador seleccionado, datos que le serán aportados por el grupo 3 del citado curso

Alumnos de 2º curso de la asignatura Economía de la empresa. Estudio de viabilidad económica.

Como punto de partida necesitan el presupuesto elaborado por los alumnos del 1^{er} curso de la asignatura Economía.

Comentar también que necesitan comunicación y cooperación continua entre los cuatro grupos de clase ya que el flujo de datos entre ellos es constante.

En segundo lugar, el grupo 2 necesita los datos de caudal de diseño que le serán aportados por los grupos que realizan el estudio Hidrológico perteneciente al departamento de matemáticas.

Este grupo necesita también los datos de la potencia de la central que le serán aportados por el grupo 1 que analiza la primera parte de las características generales de la instalación y que pertenece al departamento de tecnología.

7.5 DEPARTAMENTO DE DIBUJO

7.5.1 Objetivos a conseguir

Este departamento será el encargado de elaborar los planos que sirvan para ilustrar y describir las instalaciones objeto de nuestro proyecto.

7.5.2 Alumnos implicados

Estarán implicados los alumnos de 2º curso de la asignatura Dibujo Técnico II del Bachillerato de Ciencia.

7.5.3 Distribución en grupos

Se distribuirá la clase en cuatro grupos. Cada grupo elaborará un conjunto determinado de planos que se enumeran más adelante.

7.5.4 Cronología de trabajo y distribución horaria semanal

Se prevé una hora de trabajo semanal durante el primer mes de los dos de duración del proyecto.

7.5.5 Contenidos a trabajar y metodología

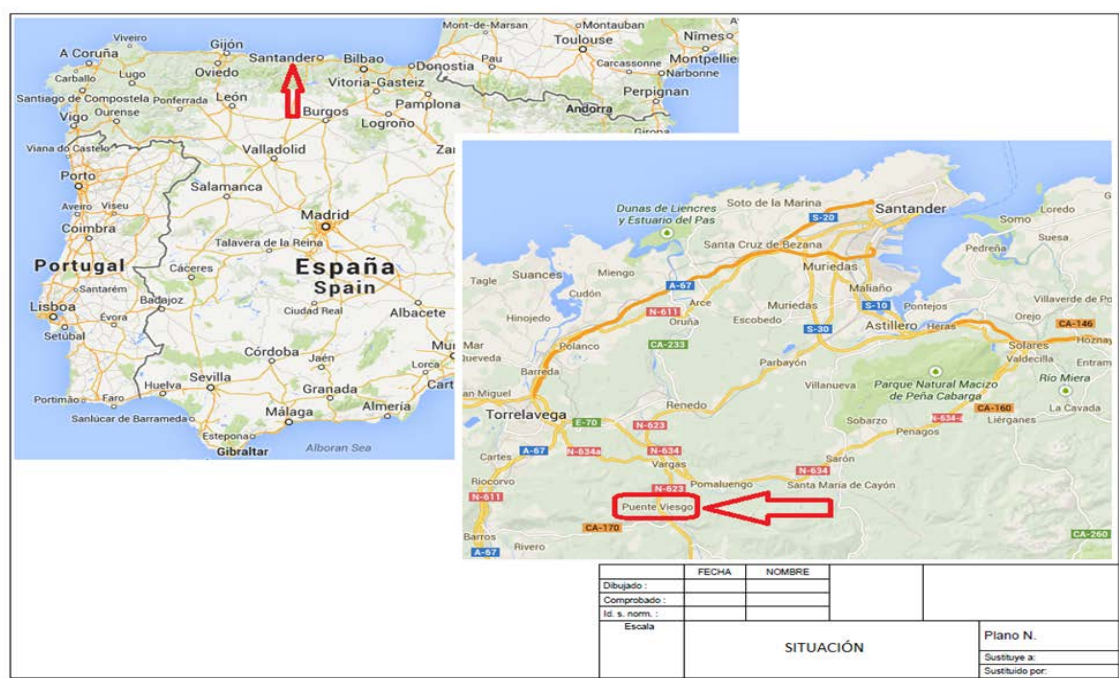
Para la elaboración de estos planos, los alumnos se basarán en los datos tomados previamente en la visita que se realiza a las instalaciones. Este listado de datos necesarios a tomar en la visita les habrá sido entregado previamente a la salida.

Para la elaboración de estos planos se utilizará un programa de dibujo utilizado en la asignatura como es Autocad.

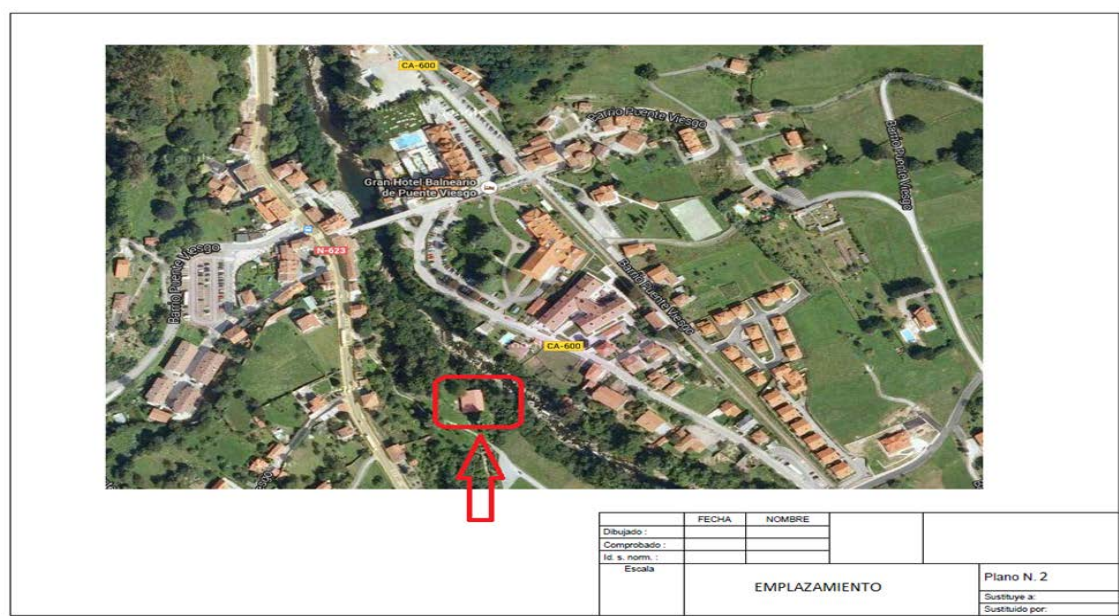
La distribución por grupos y planos a elaborar será la siguiente:

- Grupo 1

✓ Plano 1: Situación



✓ Plano 2: Emplazamiento



✓ Plano 3: Situación general de los componentes de la instalación

- Grupo 2
 - ✓ Plano 4: Presa de captación del agua
 - ✓ Plano 5: Canal de transporte del agua
 - ✓ Plano 6: Cámara de carga del agua
- Grupo 3
 - ✓ Plano 7: Edificio de la central
 - ✓ Plano 8: Distribución en planta de los componentes
- Grupo 4
 - ✓ Plano 9: Alzado fachada norte
 - ✓ Plano 10: Alzado fachada sur
 - ✓ Plano 11: Alzado fachada este
 - ✓ Plano 12: Alzado fachada oeste

7.5.6 Cooperación con otros grupos de trabajo

En principio no necesitan colaboración con grupos de diferentes clases.

Sin embargo sí que será necesaria la comunicación y cooperación continua entre los cuatro grupos de clase ya que el flujo de datos entre ellos debe ser continuo.

7.6 DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA

7.6.1 Objetivos a conseguir

El objetivo de este departamento es el de realizar un estudio de evaluación de impacto ambiental donde queden reflejados entre otras cosas un inventario ambiental y unos análisis de impactos sobre el medio ambiente.

7.6.2 Alumnos implicados

Estarán implicados en este estudio de evaluación de impacto ambiental los alumnos de 2º curso de la asignatura Biología del Bachillerato de Ciencia.

7.6.3 Distribución en grupos

Para lograr el objetivo se distribuirá la clase en tres grupos. Cada grupo elaborará una parte diferente del estudio de evaluación de impacto ambiental.

7.6.4 Cronología de trabajo y distribución horaria semanal

Se prevé una hora de trabajo semanal durante los dos meses de duración del proyecto.

Los alumnos deberán analizar los puntos que se indican más adelante. Para ello tendrán que apoyarse en apuntes de materias estudiadas previamente, en búsquedas a través de páginas web (Confederación Hidrográfica del Cantábrico e Instituto Geográfico Nacional) y consultas en la biblioteca, así como también en notas tomadas durante la salida de campo que tiene lugar para conocer las instalaciones.

Por supuesto también contarán con la ayuda del profesor en clase.

7.6.5 Contenidos a trabajar y metodología

Evaluación de Impacto Ambiental

El medio ambiente y su protección son cuestiones sobre las que se ha alcanzado un grado progresivo de preocupación social. Ello ha sido consecuencia de los efectos que en numerosas ocasiones ha tenido el crecimiento desordenado de nuestra sociedad.

La producción de energía, incluida la procedente de fuentes renovables,

no está exenta de ciertas consecuencias potencialmente peligrosas para la conservación de la naturaleza, por lo que existe la necesidad de equilibrar los riesgos y los beneficios y minimizar cualquier efecto medioambiental adverso.

Los proyectos de energía hidráulica deben considerarse dentro de un marco de desarrollo sostenible que integre tanto la reducción de la demanda de energía y la eficiencia y el uso combinado de diferentes fuentes de energía renovable (para alcanzar una creciente proporción de la demanda total de energía) como la protección de la biodiversidad.

La demanda de calidad ambiental como una de las necesidades ciudadanas más sentidas ha influido lógicamente en la Administración Pública. La presencia en nuestro texto constitucional del derecho a disfrutar de un Medio Ambiente adecuado para el desarrollo de la persona y el deber de todos a conservarlo, así como el notable avance que la legislación ambiental ha tenido en España, así como la abundante legislación comunitaria, ponen de relieve la obligación que tienen los poderes públicos de velar por el uso racional de los recursos naturales.

La distribución por grupos y los contenidos que deberán trabajar es la siguiente:

- Grupo 1. Realizará un inventario ambiental evaluando los siguientes aspectos:
 - MEDIO INERTE
 - Clima
 - Datos climatológicos
 - Precipitaciones
 - Temperaturas
 - Vientos
 - Calidad del aire
 - Hidrología superficial
 - Ruido
 - Suelo

- VEGETACION
 - Praderas
 - Superficies arboladas
- FAUNA
- Grupo 2. Realizará un estudio evaluando en el entorno de nuestra central los siguientes aspectos:
 - PAISAJE
 - USOS DEL SUELO
 - USOS DEL AGUA
- Grupo 3. Realizará una evaluación de impactos que ejercerá sobre el entorno nuestra central cuando se encuentre en periodo de funcionamiento.
 - IMPACTO SOBRE EL CLIMA
 - IMPACTO SOBRE EL AIRE
 - RUIDO
 - IMPACTO SOBRE EL PAISAJE
 - IMPACTO SOBRE LA POBLACIÓN Y EL EMPLEO
 - IMPACTO SOBRE LA HIDROLOGÍA
 - IMPACTO SOBRE LA VEGETACIÓN
 - IMPACTO SOBRE LA FAUNA ACUÁTICA
 - IMPACTO SOBRE LA FAUNA TERRESTRE

7.6.6 Cooperación con otros grupos de trabajo

Será necesaria la colaboración entre los tres grupos de clase ya que el tránsito de información entre ellos debe de ser constante.

8. PLAN DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO

Se establece como metodología de evaluación y seguimiento una reunión semanal con todos los docentes implicados de los diferentes departamentos.

El objeto de esta reunión semanal es el de analizar y comprobar que se están alcanzando y cumpliendo los objetivos establecidos inicialmente.

Si fuera necesario corregir posibles incumplimientos o desviaciones sobre lo previsto inicialmente se tomarían las pertinentes decisiones.

9. PLAN DE DIFUSIÓN DEL PROYECTO

Finalmente y como última fase del proyecto se recogerán en una memoria los trabajos realizados por todos los grupos. En esta memoria quedarán recogidos los diversos trabajos indicando sus respectivos responsables.

Se imprimirán copias que les serán entregadas a cada uno de los alumnos implicados en el proyecto, así como también una copia para cada departamento participante.

Se colgará en la página web del centro y se pretende que también lo haga así la Consejería de Educación en su plataforma educantabria.

También dará difusión a todo el proyecto la empresa colaboradora E-ON a través de su página web en su apartado de Responsabilidad Social Corporativa.

Se prevé también la elaboración de unos folletos donde se resuma a grandes rasgos el proyecto realizado. Se depositarán copias en la biblioteca del centro, así como también en el Ayuntamiento con el objetivo de dar a los trabajos realizados la mayor difusión posible.

10. VIABILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO INTERDISCIPLINAR

La viabilidad económica de este proyecto está completamente asegurada.

Estanos hablando de un proyecto interdisciplinar en el que participan siete clases diferentes, lo que puede suponer un número aproximado de unos 150 alumnos a los que habría que sumar el número de profesores participantes, siete.

El mayor de los gastos que podría tener lugar es el de la contratación de varios medios de transporte para desplazar a todos los alumnos hasta la central objeto de estudio con el fin de conocer sus instalaciones de primera mano.

Al encontrarse la localidad de Puente Viesgo solamente a 2 Km. del centro no será necesaria la contratación de ningún medio de transporte pudiéndose realizar el viaje desde el centro perfectamente a pie a través de una senda que discurre paralela al río Pas.

El único gasto destacable sería en papelería ya que está prevista la impresión en papel de la memoria final para hacer entrega de una copia a cada miembro participante en el proyecto. Estamos hablando de unas 160 copias, lo que podría suponer entre unos 200 y 250 € en total.

Está prevista también la elaboración de unos folletos donde se resuma a grandes rasgos el proyecto realizado. Se estiman unos 150 folletos que podrían suponer unos 200 €.

Estamos hablando por lo tanto de una suma total estimada de entre unos 400 y 450 €.

11. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

- B.O.C. Decreto 4/2010, de 28 de Enero
- B.O.C. Orden ECD/46/2015, de 7 de Abril
- Guía mini hidráulica en el País Vasco. (Curso del Ente Vasco de la Energía).
- <http://www.idae.es/> (Instituto para la diversificación y ahorro de energía).
- Confederación Hidrográfica del Cantábrico.
- Instituto Geográfico Nacional
- “Mecánica de Fluidos y Maquinas Hidráulicas” Autor: Claudio Mataix