

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE GRADO

***DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN DE LOS
RESIDUOS PRODUCIDOS EN LOS
LABORATORIOS Y TALLERES DEL PROYECTO
FORMULA STUDENT BIZKAIA***

Alumno: Gorostiaga Martínez, Jon

Directora: Sáez de Cámara Oleaga, Estibaliz

Curso: 2019-2020

Fecha: Bilbao, 16 de febrero de 2020

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO

RESUMEN

En este trabajo se propone una solución para que el equipo de Formula Student Bizkaia pueda llevar a cabo una correcta gestión de residuos. Para ello, se ha tenido en consideración la legislación que regula la clasificación, almacenamiento, transporte y tratamiento de los residuos peligrosos. Respetando estas normas, se ha diseñado un protocolo que permita a todo el equipo conocer cómo se debe actuar con los subproductos. Para poder plantear el protocolo, se han tenido en cuenta las características de los talleres, los productos utilizados en la construcción del monoplaça y la generación de residuos en años anteriores.

Palabras clave: Residuo peligroso, Formula Student, gestión ambiental.

LABURPENA

Lan honetan Formula Student Bizkaia taldeak hondakinen kudeaketa egokia burutu dezan, irtenbide bat proposatu egiten da. Horretarako, kontuan hartu da hondakin arriskutsuen sailkapena, biltegiatzea, garraioa eta tratamendua arautzen duen legeria. Arau hauek errespetatuz, taldeko kide guztiek hondakinekin nola jokatu behar duten jakinarazten duen protokolo bat diseinatu egiten da. Protokoloa garatu ahal izateko, taldearen tailerrak, autoaren fabrikaziorako erabilitako produktuak eta aurreko urteetako hondakinen sorkuntza eduki dira kontuan.

Hitz gakoak: Hondakin arriskutsua, Formula Student, ingurumen-kudeaketa.

ABSTRACT

In this project it is proposed a solution so that the team Formula Student Bizkaia can carry out the management of wastes correctly. For that purpose, it is taken into consideration the legislation that regulates the classification, storage, transportation and treatment of hazardous wastes. Respecting these rules, it is designed a protocol that allows the hole team members for knowing how to act with the wastes. In order to develop the protocol, they have been kept in mind the different workshops, the

products used in the construction of the vehicle and the waste generation of previous years.

Keywords: Hazardous wastes, Formula Student, environmental management.

INDICE

RESUMEN	I
LABURPENA	I
ABSTRACT	I
INDICE	III
LISTA DE TABLAS	IV
ILUSTRACIONES	IV
ACRÓNIMOS	V
INTRODUCCION	1
-GESTIÓN DE RESIDUOS EN LA UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO/EUSKAL HERRIKO UNIBERTSITATEA (UPV/EHU)	8
CONTEXTO: FORMULA STUDENT BIZKAIA	10
-CRITERIOS MEDIOAMBIENTALES	15
-GENERACIÓN DE RESIDUOS EN EL PROYECTO FORMULA STUDENT BIZKAIA EN LA ACTUALIDAD	17
OBJETIVOS Y ALCANCE DEL TRABAJO	19
BENEFICIOS QUE APORTA EL TRABAJO	20
METODOLOGÍA SEGUIDA EN EL DESARROLLO DEL TRABAJO	22
- DESCRIPCIÓN DE TAREAS Y PROCEDIMIENTOS	22
DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS	26
PLAN DE PROYECTO Y PLANIFICACIÓN	40
DIAGRAMA DE GANTT	42
ASPECTOS ECONÓMICOS	43
CONCLUSIONES	45
BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXO I: LISTADO RECIBIDO DE FSB CON LOS PRODUCTOS USADOS EN EL PROYECTO	49
ANEXO II: PROTOCOLO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE FORMULA STUDENT BIZKAIA	51

Lista de tablas

Tabla 1. Definiciones de las diferentes opciones de gestión	1
Tabla 2. Características de peligrosidad	3
Tabla 3. Listado de residuos de origen químico	5
Tabla 4. Datos de RP generados en 2018 en el Departamento de Ingeniería Mecánica en la EIB	6
Tabla 5. Puntuación máxima por cada categoría evaluada [5]	11
Tabla 6. Clasificación de los residuos peligrosos en función de sus características. Fuente: Dirección de Sostenibilidad de la UPV/EHU [9]	28
Tabla 7. Listado de productos clasificados en función de su tipología	30
Tabla 8. Clasificación de RP por talleres	35
Tabla 9. Amortizaciones	43
Tabla 10. Presupuesto completo	43

Ilustraciones

Ilustración 1. Contenedores para aluminio y acero. Fuente: Propia.....	2
Ilustración 2. Bolsa de basura del taller de FSB. Fuente: Propia.....	2
Ilustración 3. Contenedor de basura para papel y cartón. Fuente: Propia.....	2
Ilustración 4. Contenedor de envases. Fuente: Propia	2
Ilustración 5. Logo de SUEZ. Fuente: Wikipedia	8
Ilustración 6. Envase tipo jaula. Fuente: Dirección de Sostenibilidad de la UPV/EHU	9
Ilustración 7. Envase tipo GRG. Fuente: Dirección de Sostenibilidad de la UPV/EHU	9
Ilustración 8. Logo de Formula Student Bizkaia. Fuente: Formula Student Bizkaia.....	10
Ilustración 9. Edificio I. Fuente: Escuela de Ingeniería de Bilbao	13
Ilustración 10. Edificio II. Fuente: Escuela de Ingeniería de Bilbao	13
Ilustración 11. Taller electrónico. Fuente: Propia	14
Ilustración 12. Taller con horno. Fuente: Propia	14
Ilustración 13. Estructura del monoplaça en el taller principal. Fuente: Propia	15
Ilustración 14. Logo de la estrategia i3. Fuente: Dirección de Sostenibilidad de la UPV/EHU.....	16
Ilustración 15. Incorrecto etiquetado de los bidones. Fuente: Propia.....	18
Ilustración 16. Incorrecto almacenamiento de los bidones. Fuente: Propia	18
Ilustración 17. Diagrama de tareas. Fuente: Propia	22

Ilustración 18. Bidón para líquidos de 200L. Fuente: SUEZ.....	33
Ilustración 19. Garrafas para líquidos de 10L y 25L. Fuente: SUEZ.....	33
Ilustración 20. Bidones de cierre de ballesta de diferentes capacidades. Fuente: SUEZ33	
Ilustración 21. Big-bag. Fuente: SUEZ.....	33
Ilustración 22. Calendario de recogida de residuos peligrosos de la EIB. Fuente: Dirección de Sostenibilidad de la UPV/EHU	34
Ilustración 23. Tabla de incompatibilidades. Fuente: Dirección de Sostenibilidad de la UPV/EHU.....	37
Ilustración 24. Etiqueta de pinturas con disolvente. Fuente: Dirección de Sostenibilidad de la UPV/EHU.....	38
Ilustración 25. Esquema de la gestión de residuos. Fuente: Dirección de Sostenibilidad de la UPV/EHU.....	39
Ilustración 26. Diagrama de Gantt. Fuente: Propia.....	42

Acrónimos

UPV/EHU	Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea
EIB	Escuela de Ingeniería de Bilbao
RNP	Residuos No Peligrosos
RP	Residuos Peligrosos
FS	Formula Student
FSB	Formula Student Bizkaia
NIMA	Número de Identificación Medio Ambiental
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
FDS	Ficha de Datos de Seguridad
LER	Lista Europea de Residuos
RAEE	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos

INTRODUCCION

En las actividades universitarias, al igual que en las actividades domésticas, comerciales o industriales se producen residuos. Estos residuos han de prevenirse y, en caso de que no sea posible, han de ser gestionados para reducir al máximo su impacto sobre el medio ambiente. Para lograrlo, de acuerdo con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y el Consejo Europeo de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos [1], se deben aplicar las siguientes opciones de gestión en este orden: **minimización, reutilización, reciclaje, valorización y vertido**. Estas opciones se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Definiciones de las diferentes opciones de gestión de residuos

Minimización	Medidas adoptadas antes de que una sustancia, material o producto se haya convertido en residuo, para reducir la cantidad de residuo, incluso mediante la reutilización de los productos o el alargamiento de la vida útil de los productos; los impactos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana de la generación de residuos, o el contenido de sustancias nocivas en materiales y productos.
Reutilización	Cualquier operación mediante la cual productos o componentes que no sean residuos se utilizan de nuevo con la misma finalidad para la que fueron concebidos.
Reciclaje	Toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad.
Valorización	Cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función, en la instalación o en la economía en general.
Vertido	Cualquier operación que no sea la valorización, incluso cuando la operación tenga como consecuencia secundaria el aprovechamiento de sustancias o energía.

Para poder gestionarlos adecuadamente, es esencial determinar primero que es lo que se considera un residuo. De acuerdo con la anterior Directiva de residuos, un **residuo**

es: “cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar”. Por lo tanto, un mismo objeto puede ser considerado residuo por una persona u organización mientras que no lo es por otra que pretende darle algún uso. Por ejemplo, unas fotocopias a una cara que se han imprimido mal, pueden ser desechos para quien ha realizado la impresión, pero pueden resultar de utilidad para otra persona que quiere hacer unos cálculos rápidos por la cara en blanco.



Ilustración 1. Contenedores para aluminio y acero. Fuente: Propia



Ilustración 2. Bolsa de basura del taller de FSB. Fuente: Propia



Ilustración 3. Contenedor de basura para papel y cartón. Fuente: Propia



Ilustración 4. Contenedor de envases. Fuente: Propia

Entre los residuos producidos en la actividad universitaria se obtienen tanto residuos no peligrosos (RNP) como residuos peligrosos (RP). En las ilustraciones 1, 2, 3 y 4 se pueden

ver ejemplos de residuos no peligrosos producidos en la Escuela de Ingeniería de Bilbao de la UPV/EHU. Dentro de los diferentes tipos de residuos no peligrosos, se encuentran los envases, el papel, el cartón, el vidrio, restos de comida y otros restos; todas ellas fracciones asimilables a los residuos domésticos. La mayoría de estos desechos son residuos generados por la actividad cotidianas del alumnado y personal trabajador de la universidad y cada curso asciende a la cantidad de 8,78 kg/año por persona [2]. Estos residuos son gestionados junto con otros residuos no peligrosos producidos en el municipio.

Por otro lado, se producen residuos peligrosos que, de acuerdo con la definición de la Directiva 2008/98/CE, se definen como aquellos que presentan una o varias características de peligrosidad enumeradas en su anexo III de la citada directiva. Estas características de peligrosidad son: explosivo, oxidante, inflamable, irritante, nocivo, tóxico, cancerígeno, corrosivo, mutagénico, sensibilizante y ecotóxico. En la Tabla 2 se muestra la definición de estas características y los correspondientes pictogramas.

Tabla 2. Características de peligrosidad

<i>Característica</i>	<i>Definición</i>	<i>Pictograma</i>
Explosivo	Se aplica a las sustancias y los preparados que pueden explotar bajo el efecto de la llama o que son más sensibles a los choques o las fricciones que el dinitrobenceno.	
Oxidante	Se aplica a las sustancias y los preparados que presentan reacciones altamente exotérmicas al entrar en contacto con otras sustancias, en particular sustancias inflamables.	
Inflamable	Se aplica a las sustancias y los preparados líquidos que tienen un punto de inflamación superior o igual a 21 °C e inferior o igual a 55 °C.	
Irritante	Se aplica a las sustancias y los preparados no corrosivos que pueden causar una reacción inflamatoria por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o las mucosas.	

Nocivo	Se aplica a las sustancias y los preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden entrañar riesgos de gravedad limitada para la salud.	
Tóxico	Se aplica a las sustancias y los preparados (incluidos las sustancias y los preparados muy tóxicos) que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden entrañar riesgos graves, agudos o crónicos e incluso la muerte.	
Cancerígeno	Se aplica a las sustancias y los preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden producir cáncer o aumentar su frecuencia.	
Corrosivo	Se aplica a las sustancias y los preparados que pueden destruir tejidos vivos al entrar en contacto con ellos.	
Mutagénico	Se aplica a las sustancias y los preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden producir defectos genéticos hereditarios o aumentar su frecuencia.	
Sensibilizante	Se aplica a las sustancias y los preparados que, por inhalación o penetración cutánea, pueden ocasionar una reacción de hipersensibilización, de forma que una exposición posterior a esa sustancia o preparado dé lugar a efectos nocivos característicos.	
Ecotóxico	Se aplica a los residuos que presentan o pueden presentar riesgos inmediatos o diferidos para uno o más compartimentos del medio ambiente.	

Concretamente, en el caso de la UPV/EHU, se producen residuos peligrosos de origen químico, residuos sanitarios, residuos radiactivos, residuos de aparatos eléctricos y

electrónicos (RAEE) y residuos de animales de experimentación. A modo de ilustración la generación de residuos peligrosos en laboratorios y talleres en el curso 2017/2018 ascendió a 69,85 t/año lo que equivale a 1,48 kg/persona [2]. Estos residuos son retirados por empresas autorizadas para la gestión de residuos peligrosos.

Entre los RP de origen químico se encuentran los listados en la Tabla 3. En esta tabla se detalla para cada residuo el código de la Lista Europea de Residuos (LER), una lista de residuos que pretende facilitar la caracterización de éstos a partir de su origen y naturaleza [3].

Tabla 3. Listado de residuos de origen químico

<i>Tipo de residuo peligroso</i>	<i>Código LER</i>	<i>Tipo de residuo peligroso</i>	<i>Código LER</i>
Absorbentes-material de filtración	150202	Fijadores	090104
Aceites	130208	Grasas	160508
Acrilamida	070104	Líquidos de revelado	090103
Aerosol	160504	Lodos de electroerosión	120114
Baterías de Plomo	160601	Materiales con amianto	170601
Bromuro de Etidio, materiales contaminados	150202	Mercurio metálico	060404
Disoluciones con metales pesados	060405	Otros acuosos. Otros líquidos orgánicos	070104
Disoluciones inorgánicas ácidas	060106	Otros sólidos orgánicos	160508
Disoluciones inorgánicas alcalinas	060205	PCB	130301
Disolventes halogenados	140602	Pastas, pinturas, barnices con disolvente	160508
Disolventes NO halogenados	140603	Reactivos de laboratorio	160506
Emulsiones y taladrinas	120109	Residuos cianurados líquidos	060311
Envases vacíos metálicos	150110	Sólidos inorgánicos	160508

Envases vacíos de plástico	150110	Sólidos orgánicos polimerizados	160508
Envases vacíos de vidrio	150110	Vidrio roto	150110

La tipología y variedad de residuos peligrosos de origen químico que se producen en los diferentes laboratorios y talleres es muy variable y depende del tipo de actividades que se llevan a cabo en los mismos. A modo de ejemplo, en la Tabla 4 se muestran las cantidades generadas en 2018 por el Departamento de Ingeniería Mecánica en la Escuela de Ingeniería de Bilbao, que es del que forma parte el proyecto que es el objeto de estudio de este Trabajo Fin de Grado (TFG): Formula Student Bizkaia (FSB). Se detalla también el coste de gestión.

Tabla 4. Datos de RP generados en 2018 en el Departamento de Ingeniería Mecánica en la EIB

<i>Tipo de residuo peligroso de origen químico</i>	<i>Cantidad (t)</i>	<i>Precio por tonelada (€/t)</i>	<i>Coste total (€)</i>
absorbentes-material de filtración	0,442	350	154,7
aceites	0,037	0	0
aerosol	0,008	4040,71	32,33
emulsiones y taladras	1,599	215,87	215,87
envases vacíos metálicos	0,011	290	3,19
envases vacíos plásticos	0,016	290	4,64
reactivos de laboratorio	0,062	1850	114,7
pastas, pinturas, barnices con disolvente	0,005	380	1,9
Total	2,18		527,33

Los residuos sanitarios se generan en algunas facultades como la de Medicina y Enfermería o Farmacia e incluyen residuos como medicamentos caducados, sangre, objetos cortantes y punzantes. En la manipulación de residuos biológicos se deben tener en cuenta siempre las precauciones universales para la prevención de riesgos biológicos, entendiéndose por riesgo biológico trabajar con agentes biológicos como

microorganismos, con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad.

Los residuos radiactivos son generados en cantidades no despreciables en 11 Instalaciones Radiactivas (IRA) ubicadas en la universidad. Estos residuos pueden suponer un riesgo para el ser humano y el medio ambiente debido a las radiaciones ionizantes que emiten los radionucleidos en ellos contenidos, por lo que deben ser controlados y gestionados de manera segura. Sin embargo, a diferencia de otros residuos peligrosos que se generan en otras actividades industriales, la toxicidad de los residuos radiactivos decrece con el tiempo, a medida que se desintegran los isótopos presentes en ellos y se transforman en elementos químicos estables.

Dentro de los RAEE entran los pequeños y grandes electrodomésticos, equipos informáticos y de telefonía, electrónica de consumo, aparatos de alumbrado, herramientas eléctricas, equipos médicos, equipos de vigilancia y máquinas dispensadoras. Estos residuos se clasifican en alguno de los siguientes grupos: residuos voluminosos (> 100 kg), pequeños electrodomésticos, monitores, equipos y material informático y otros RAEE no incluidos en los anteriores grupos.

Por último, se considera residuo animal de experimentación cualquier ser vivo no humano utilizado para experimentación. En los laboratorios se utilizan diferentes especies de animales, siendo las más comunes ratas de laboratorio, ratones, conejos, ranas, peces, etc. Además de los residuos procedentes de estos animales o partes del cuerpo de teso, también se tratan como tal las camas de animales y cualquier otro material contaminado que ser deberán ser eliminados conforme al Reglamento (CE) 1069/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de octubre de 2009.

Todos estos residuos peligrosos se producen fundamentalmente en laboratorios y talleres dedicados tanto a la docencia como la investigación, así como en espacios en los que se combinan ambas actividades, como es el caso de los talleres del proyecto objeto de este estudio: Formula Student Bizkaia.

-Gestión de residuos en la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)

Los residuos generados por los trabajos de FSB son variados, pero su origen no abarca todas las categorías de residuos no peligrosos y residuos peligrosos producidos en la UPV/EHU. Los residuos originados por el proyecto se pueden clasificar como residuos no peligrosos asimilables a domésticos (papel, cartón, envases, etc.), residuos de origen químico y RAEE. Por lo tanto, este apartado, se va a centrar en la gestión de estos tres tipos de residuos, prestando especial atención a los de carácter peligroso.

Los residuos no peligrosos, son residuos generados por el personal del equipo FSB a lo largo de su actividad diaria. Estos desechos son clasificados de igual forma que los generados en cualquier domicilio: envases, papel y cartón, vidrio, materia orgánica y restos. Estos residuos se almacenan en papeleras o bolsas de basura y son finalmente depositados en contenedores de recogida selectiva ubicados en las proximidades de la Escuela de Ingeniería de Bilbao (EIB). El servicio de limpieza del Ayuntamiento de Bilbao se encarga de vaciar estos contenedores con frecuencia y aplica a cada fracción de residuos su correspondiente tratamiento.

En el caso de los residuos peligrosos, la universidad debe tener un permiso del Gobierno Vasco para poder producir RP y cada centro de la universidad cuenta con un Número de Identificación Medio Ambiental (NIMA). Sin embargo, la UPV/EHU únicamente se encarga de la gestión intracentro de los RP producidos. Esta gestión intracentro incluye la clasificación, envasado, etiquetado y almacenamiento. La gestión extracentro es llevada a cabo por una empresa externa que se responsabiliza de la documentación de los productos, transporte y aplicación del tratamiento correspondiente. En este caso, la empresa contratada para este trabajo es SUEZ RR IWS IBERICA, SLU. Así, las obligaciones



Ilustración 5. Logo de SUEZ. Fuente: Wikipedia

de la comunidad universitaria (profesorado, personal y alumnado) son las de separar los residuos por tipos, envasarlos, almacenarlos y etiquetarlos en el lugar de producción. Los RP se pueden almacenar un máximo de seis meses desde que se introduce el primer residuo en el envase. Con el fin de evitar sobrepasar este límite y evitar el excesivo almacenamiento de residuos, la empresa encargada hace cuatro recogidas de RP al año en la EIB.

En el caso de los RAEE, existen tres opciones para deshacerse de los residuos. La primera opción trata en devolver el producto al comercio o empresa proveedora, la segunda opción es depositar los RAEE en el punto-limpio o *garbigune* más cercano y la tercera opción consiste en entregarle los residuos a la empresa autorizada por la UPV/EHU para la gestión de RAEE. La empresa de gestión autorizada es INDUMETAL RECYCLING, S.A. y realiza retiradas masivas y gratuitas de los residuos de aparatos eléctrico y electrónicos. Esta empresa cuenta con su correspondiente autorización ambiental por parte del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno Vasco para la actividad de valorización y tratamiento de estos residuos. para proceder a la recogida de este tipo de residuo, se debe rellenar un formulario disponible en la página web de la universidad. Posteriormente se avisa del lugar y hora de recogida. Después de la recogida, INDUMETAL informa a la UPV/EHU de la masa pesaje de los residuos recogidos y emite el certificado de destrucción de los mismos. Si fuese necesario, existe la posibilidad de solicitar envases como los de las ilustraciones 6 y 7 para poder almacenar los residuos.



Ilustración 6. Envase tipo jaula.
Fuente: Departamento de Sostenibilidad de la UPV/EHU



Ilustración 7. Envase tipo GRG.
Fuente: Departamento de Sostenibilidad de la UPV/EHU

CONTEXTO: FORMULA STUDENT BIZKAIA

Formula Student Bizkaia (en adelante FSB) es un proyecto institucional de la UPV/EHU en el que un grupo de estudiantes y profesores de la Escuela de Ingeniería de Bilbao (EIB), diseñan, desarrollan y construyen un vehículo eléctrico de competición para participar en campeonatos internacionales. Este proyecto, en marcha desde el año 2006 y cuyo logo se muestra en la ilustración 8, busca complementar los conocimientos de los estudiantes en el mundo de la ingeniería proponiendo retos técnicos, dando la oportunidad de trabajar con proveedores, sabiendo ajustarse a un presupuesto y coordinando recursos materiales y humanos.



Ilustración 8. Logo de Formula Student Bizkaia. Fuente: Formula Student Bizkaia

El diseño, desarrollo y construcción del primer monoplaza, inaugurado como FSB01 y de combustión, fue producto de dos años de trabajo y, con este coche, el equipo participó por primera vez en el circuito de Silverstone [4]. Desde entonces, cada año las personas integrantes del proyecto han ido construyendo un coche nuevo por temporada o curso académico utilizando la experiencia adquirida previamente para añadir mejoras a cada nuevo vehículo. En 2011, empezaron a participar tanto en los circuitos de Silverstone (Reino Unido) como en el circuito de Montmeló (Cataluña) y un año más tarde comenzaron a construir un vehículo con sistema de propulsión eléctrico. Conforme han ido progresando, también han sumado patrocinadores que apoyan al proyecto con ayudas económicas, cesión de equipos o instalaciones, asesoría técnica, formación del alumnado o cediendo materiales o software.

El trabajo realizado por los equipos de Formula Student (FS), alrededor de 40 personas en la categoría de propulsión eléctrica, es evaluado por jueces en cada una de las competiciones. Los equipos de FS son evaluados de forma teórica y práctica. A la hora

de evaluar a los diferentes equipos, el objetivo es simular una situación hipotética en la que un corredor aficionado contrataría a estos ingenieros e ingenieras para desarrollar un coche de carreras. Por ello, el coche debe por ello satisfacer unas prestaciones elevadas en aceleración, frenada, y estabilidad, pero también debe ser fácil de mantener, barato y fiable. Otros factores como la estética y el confort se valoran igualmente. El precio máximo para el vehículo es de 21.000 € y la victoria es para el equipo que mejor logre superar con mayor puntuación todos estos requisitos. Los aspectos que se evalúan en los citados circuitos se muestran en la Tabla 5. Algunos de los criterios que se tienen en consideración en las categorías de análisis de costes, plan de negocio y eficiencia valoran la adecuada gestión ambiental y se juzga la influencia en el medio ambiente de la construcción del monoplaza.

Tabla 5. Puntuación máxima por cada categoría evaluada del total de 1000 puntos [5]

<i>Eventos estáticos</i>	<i>325</i>	<i>Eventos dinámicos</i>	<i>675</i>
Diseño	150	Skidpad	75
Análisis de costes	100	Aceleración	75
Plan de negocio	75	Autocross	100
		Resistencia	325
		Eficiencia	100

Para obtener buenos resultados en estos apartados, el equipo de FSB distribuye los trabajos a realizar en 8 grupos:

1. El equipo de personas responsables técnicos, que desarrolla actividades de desarrollo tecnológico.
2. El equipo de aerodinámica, que diseña, calcula y fabrica diferentes partes y aerodinámicas del monoplaza.
3. El equipo de chasis, que es responsable del diseño, calculo y fabricación de varias partes estructurales del vehículo.
4. El equipo de dinámica, que es responsable de diseñar, fabricar y mantener los conjuntos mecánicos que conforman la masa no suspendida como córners y suspensión.

5. El equipo de electrónica, que es responsable de los diferentes sistemas de baja tensión del coche.
6. El equipo de organización, que es responsable de la gestión de la comunicación y el buen funcionamiento del equipo en relación con el reparto de tareas y gestión del tiempo.
7. El equipo de potencia eléctrica, que es responsable del sistema de alta tensión del monoplaza.
8. El equipo de simulación, que simula el comportamiento del coche usando modelos matemáticos.

Completan el equipo cuatro profesores de la universidad que asesoran y supervisan el proyecto, especialmente con relación a aspectos técnicos y medidas de seguridad.

Para poder desarrollar estas actividades, el equipo necesita espacios donde poder trabajar en todos estos ámbitos y construir el monoplaza. Con este fin, la EIB permite al proyecto FSB trabajar en cuatro aulas del centro: un taller de electrónica en el edificio I-B, dos talleres para el chasis en el edificio II-I y un taller polivalente en el sótano del edificio I-B. Los edificios I y II son edificios ubicados a pocos metros de distancia que, a su vez, están separados en más edificios unidos entre sí como se puede observar en las ilustraciones 9 y 10. La circunferencia roja indica la ubicación del taller polivalente, la circunferencia azul la del taller de electronica y la circunferencia verde indica la ubicación de los dos talleres donde se construye el chasis.

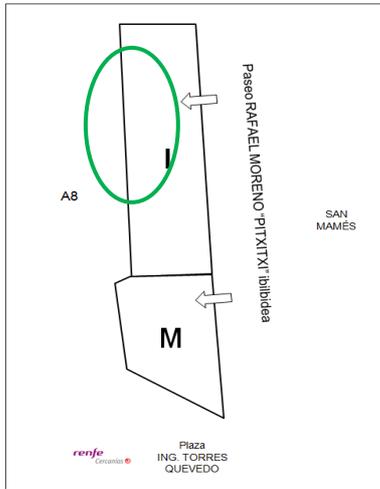


Ilustración 10. Edificio II. Fuente: Escuela de Ingeniería de Bilbao. Se indican los espacios FSB

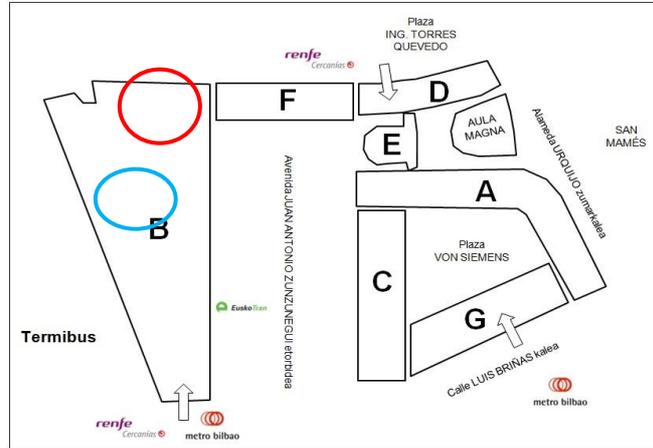


Ilustración 9. Edificio I. Fuente: Escuela de Ingeniería de Bilbao. Se indican los espacios FSB

El taller de electrónica, mostrado en la ilustración 11, es donde se desarrolla la mayor parte del sistema eléctrico y electrónico del vehículo. Por un lado, el equipo de electrónica se encarga de diseñar y hacer las placas del coche que recopilan información en tiempo real de los sensores que instalan en el coche. Tras procesar esa información, el conductor del vehículo puede enviar señales a distintas partes del coche como, por ejemplo, al motor para que acelere. Por otro lado, el equipo de potencia eléctrica construye el módulo de baterías y se encargan de que la energía sea transmitida hasta las ruedas, desarrollando el sistema eléctrico para que funcionen los motores del vehículo.

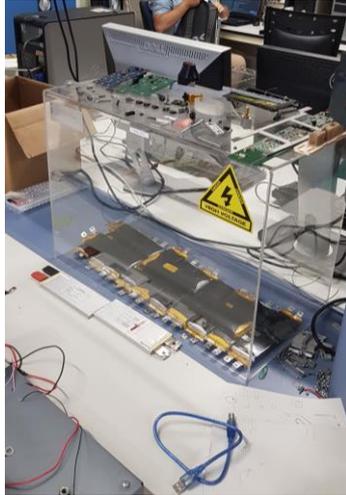


Ilustración 11. Taller electrónico. Fuente: Propia



Ilustración 12. Taller con horno. Fuente: Propia

En las dos aulas más pequeñas, se construye el chasis del monoplaça. Como las normas de la competición especifican que un mismo chasis no puede utilizarse durante más de un año, cada temporada debe construirse uno. Para ello se construye primero un molde de madera con el que se hace un negativo de fibra de vidrio y carbono con resina epoxi. La resina epoxi es un polímero termoplástico que se transforma de líquido a sólido al aplicar un catalizador y el equipo lo usa para reducir las imperfecciones de la superficie del negativo. Posteriormente con el negativo se obtiene el chasis del coche. Durante este proceso se usa un horno de gran tamaño. Este horno puede observarse en el fondo de la ilustración 12.

Por último, el aula más grande y taller principal es donde se llevan a cabo el resto de tareas que van desde el mecanizado de piezas hasta el engrasado del sistema mecánico. En la ilustración 13 se muestra el montaje del coche en este taller.



Ilustración 13. Estructura del monoplaza en el taller principal.
Fuente: Propia

-Criterios medioambientales

Durante estos 13 años, el equipo ha crecido de forma significativa sumando nuevas personas participantes cada curso. Esta progresión ha estado centrada en mejorar las características del coche, sin prestar tanta atención a aspectos diferentes a los técnicos como son los aspectos ambientales, entre ellos la gestión de los residuos generados. Hay que destacar, la excepción del anterior jefe de equipo, quien realizó un inventario con todos los productos que se utilizan a lo largo del proceso de manufactura con el fin de avanzar en este ámbito. El listado, que se incluye como anexo I, fue compartido en la primera reunión mantenida en el marco de este TFG con las personas integrantes del proyecto y ha sido de gran ayuda a la hora de realizar este trabajo. Sin embargo, al abandonar este integrante el proyecto, la labor de profundizar en la gestión de RP no ha seguido adelante y resulta necesario retomarla.

Hasta ahora, las personas del equipo FSB habían recibido alguna breve formación sobre la normativa y funcionamiento de recogida de los RP. Sin embargo, debido a la dificultad de que todo el equipo en su totalidad acuda a las charlas o formaciones y que con relativa frecuencia se renueva la plantilla del proyecto, gran parte de las personas del equipo FSB no tienen los conocimientos básicos sobre la gestión de residuos de la universidad. Dentro del equipo, ha habido una persona encargada de solicitar la retirada

de los residuos que, si bien ha estado realizando esta función de forma correcta, no realizaba muchas más tareas relacionadas con la mejora en la gestión de RP de FSB.

Recientemente, el equipo FSB ha decidido dar un nuevo rumbo al proyecto para incluir criterios de sostenibilidad ambiental como uno de los ejes del trabajo realizado. Debido a la grave situación ambiental que prevé la comunidad científica, cada vez es más importante tener presentes los aspectos medioambientales en cualquier actividad. En el caso de la UPV/EHU, se ha aprobado un modelo educativo que tiene entre sus tres ejes principales la sostenibilidad. Este nuevo modelo es la estrategia IKD i³ y el equipo de FSB ha decidido implementarla en su actividad [6].

La estrategia IKD i³ es una estrategia que está enmarcada en la EHUagenda 2030 para el desarrollo sostenible y pretende poner en el punto de mira los grandes retos del planeta para que se encuentren presentes en el modelo educativo de la universidad. El nombre viene de elevar “i” al cubo (*ikaskuntza x ikerkuntza x iraunkortasuna*), que en euskera significa multiplicar la educación por la investigación y la sostenibilidad. Teniendo una amplia experiencia en investigación y aprendizaje, esta estrategia presenta una gran oportunidad para incorporar la sostenibilidad a los ejes del proyecto Formula Student. Para ello cuenta con diferentes Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que abordan temas como la energía asequible y no contaminante o la producción y consumo responsables. Entre las acciones definidas para realizar una aportación a estos objetivos y completar la formación del alumnado participante en el proyecto se encuentra la de definir un protocolo de gestión de los residuos generados por el proyecto FSB.



Ilustración 14. Logo de la estrategia i3. Fuente: Dirección de Sostenibilidad de la UPV/EHU

Siguiendo las reglas de la competición, el monoplaza tiene que ser construido prácticamente desde cero cada año y como consecuencia, el equipo lleva a cabo una gran cantidad de procesos cada temporada. En estos procesos de manufactura, se utilizan y desechan muchos productos, generando residuos tanto peligrosos como no peligrosos. La correcta gestión de los residuos es fundamental para minimizar los efectos adversos de estos productos en el medio ambiente, así como en la salud humana. En un contexto como los talleres del proyecto FSB, es especialmente importante para la

mejora las condiciones de seguridad y salubridad en las que se desarrolla el trabajo, al igual que para la sensibilización y formación de las personas participantes en el proyecto. Asimismo, debido a la escasez de recursos, también es vital buscar soluciones que minimicen y recuperen todos los recursos que se puedan reutilizar y/o reciclar en un futuro.

-Generación de residuos en el proyecto Formula Student Bizkaia en la actualidad

En la actualidad, en el proyecto FSB se generan residuos peligrosos que podrían ser evitados utilizando otro tipo de materias primas y reactivos. Además, gran parte de los residuos peligrosos no se gestionan adecuadamente. A modo de ejemplo, en las ilustraciones 15 y 16 se muestran algunas de las malas prácticas. En la ilustración 15, se observa una etiqueta de residuo peligroso correspondiente a Policlorobifenilos (PCB). Este producto debería tratarse de aceites para uso de aislantes en equipos eléctricos, aunque su fabricación está prohibida desde finales del siglo XX [7]. El error se debe a la confusión con las siglas de *Printed Circuit Boards*, que son las placas electrónicas que lleva el coche. Por otro lado, En la ilustración 16 se puede observar que el almacenamiento de los bidones no es el adecuado pues hay un bidón en una zona de paso y además junto al horno por el calor que pueda desprender. Como hay un bidón encima de otro, existe un elevado riesgo de que se caigan y hay que añadir que los RP no se pueden almacenar por encima de los 1,50 metros.



Ilustración 15. Incorrecto etiquetado de los bidones. Fuente: Propia



Ilustración 16. Incorrecto almacenamiento de los bidones. Fuente: Propia

Estas malas prácticas ya han dado lugar a incidentes. Entre estos incidentes cabe destacar el que tuvo lugar al mezclar en un envase de disolventes un catalizador que dio lugar a una reacción exotérmica. Esta reacción química produjo vapores de los productos almacenados en la garrafa poniendo en riesgo la salud de las personas que se encontraban en ese momento en el taller e incluso en el edificio.

En el momento actual no existe un procedimiento de gestión de residuos y la mayor parte del alumnado participante en el proyecto no tiene conocimientos sobre gestión de residuos. A esta falta de formación e información se suma la circunstancia de que hay rotación de estudiantes cada 2 o 3 años, lo que dificulta la transmisión de los conocimientos aprendidos en base a la experiencia o que estos conocimientos se hayan recogido en un sencillo procedimiento o compendio de instrucciones sobre cómo minimizar o en su defecto cómo clasificar, envasar, etiquetar y almacenar los residuos correctamente.

Teniendo en cuenta este contexto y problemática, parece necesaria la elaboración de un protocolo de gestión de residuos que conduzca a su minimización y correcta clasificación, envasado, etiquetado y almacenamiento y que evite accidentes y asegure el cumplimiento de las normas de seguridad en relación a los RP. Además, con este protocolo, se persigue maximizar el aprovechamiento de los recursos y reducir los costes del proyecto.

OBJETIVOS Y ALCANCE DEL TRABAJO

El objetivo de este TFG es diseñar un protocolo que permita al equipo de Formula Student Bizkaia (FSB) llevar a cabo la correcta gestión de residuos generados en el marco de este proyecto, prestando especial atención a los residuos peligrosos.

El alcance de este protocolo se extenderá a los residuos que se producen en los cuatro talleres en los que se lleva a cabo el proyecto FSB en la Escuela de Ingeniería de Bilbao y tendrá en cuenta todos los productos que se utilizan en las diferentes etapas de la construcción del vehículo monoplace para poder indicar como clasificar, envasar, etiquetar y almacenar dichos productos de cara a su posterior reutilización, reciclaje o tratamiento.

Para alcanzar este objetivo, el protocolo proporcionará las indicaciones necesarias para la buena gestión de RP. Además, contendrá información adicional para adecuarse a los diferentes grados de conocimiento del alumnado participante en este ámbito (interpretación de pictogramas, incompatibilidades químicas, etc.) y adelantarse a las dudas que puedan surgir, para que sepan en todo momento como actuar (incluidas las situaciones imprevistas). En definitiva, se pretende elaborar un protocolo completo, pero a su vez breve, claro y útil incluso para que personas con pocos conocimientos en el ámbito de residuos puedan trabajar en el proyecto manteniendo las buenas prácticas de gestión de residuos.

Por lo tanto, los objetivos específicos de este trabajo son:

1. Analizar la situación actual en los talleres y laboratorios de FSB en relación a la gestión de residuos.
2. Detectar aspectos de mejora en esta gestión de residuos.
3. Diseñar un protocolo que establezca un modelo de trabajo que se mantenga en los años venideros.
4. Elaborar una estrategia de difusión de las buenas prácticas establecidas en el protocolo.

BENEFICIOS QUE APORTA EL TRABAJO

Se espera que este trabajo tenga grandes beneficios para el equipo del proyecto FSB, además de beneficios sociales y económicos. Estos beneficios se detallan a continuación.

Gracias a este protocolo, las personas integrantes de FSB tendrán los conocimientos para realizar una correcta gestión de los residuos y evitar accidentes que pongan en riesgo la salud humana, tanto de los miembros del equipo como del resto de personas de la comunidad universidad. Conociendo las características de los productos que utilizan y las incompatibilidades entre esos productos se podrán evitar reacciones químicas indeseadas u otro tipo de accidentes.

Además, la mejora en la gestión de residuos reducirá el impacto ambiental de este proyecto. A la par, debe tenerse en cuenta que la huella ambiental de la producción del coche se valora en las competiciones. Por lo tanto, el hecho de tener un protocolo de gestión de residuos con el que mejorar la prevención y, en caso de que no sea posible, la segregación de los residuos ayudará al equipo a obtener mejores resultados en las categorías de diseño, plan de negocio y eficiencia. Los criterios de sostenibilidad son parte de los criterios evaluados en estas categorías y tienen un peso no muy significativo en la puntuación total, aun así, sin duda ayudará a conseguir mejorar la puntuación de FSB.

Asimismo, mediante la correcta separación de residuos y posterior almacenamiento, se facilitará su reutilización, reciclaje, valorización energética y/u otro tipo de tratamiento. Esta separación evitará que los RP puedan acabar deteriorando la calidad del medio ambiente y salud de las personas pues cada RP será tratado de la forma correspondiente por la empresa encargada de dicha labor. Separar los residuos de forma correcta también ayudará a reducir el gasto que la universidad dedica a la gestión los RP (incluido transporte y tratamiento). En ciertas ocasiones, ante la duda de si cierto producto puede ser considerado peligroso o no, se tiende a desecharlo como peligroso. Es cierto que entre clasificar un producto no peligroso como peligroso y clasificar uno peligroso como si no lo fuera, es preferible optar por la primera opción. Sin embargo, esa falta de conocimiento aumenta de forma innecesaria la cantidad de residuos que se tienen que tratar como si fueran RP que, debido a las medidas necesarias para almacenar, transportar y tratar este tipo de residuos, los costes asociados con la gestión de residuos peligrosos son considerablemente altos. En 2017, esos costes superaron los 150.000 € para el conjunto de la UPV/EHU [8]. También ocurre que en ocasiones los RP se depositan en un contenedor genérico (como reactivo de laboratorio) en lugar de en el

contenedor específico correspondiente. En este caso, la empresa encargada de recoger y tratar los residuos debe analizar de forma específica las características químicas de los residuos que contiene el contenedor genérico. Al aumentar el trabajo que debe realizar la empresa gestora, también aumentan los costes de tratamiento que pueden llegar incluso a multiplicar por diez los que hubieran supuesto su correcta clasificación [9]. Teniendo esto en cuenta, los beneficios del protocolo podrán verse reflejados también en una disminución del coste que le supone a la universidad el tratamiento de RP.

Mediante el protocolo que se elaborará en este trabajo, al alumnado y profesorado involucrado en FSB no solo aprenderá a gestionar los residuos de forma correcta, sino que se concienciará de la importancia que tiene hacer esa buena gestión para preservar el medio ambiente y reducir nuestra huella ambiental. Aparte de poder aplicar los conocimientos adquiridos en relación a los RP en su día a día, entenderán que en todo proyecto industrial es de vital importancia prestar atención a las corrientes residuales generadas: emisiones, vertidos, residuos sólidos, etc. De esta forma, cuando el alumnado se incorpore al mundo laboral, será consciente de la necesidad de hacer una buena gestión de los residuos en las empresas u organizaciones donde trabajen. Dado el aumento de la preocupación global por el medio ambiente, muchas empresas y organizaciones están tomando medidas para reducir la contaminación y necesitan personal con conocimientos en este ámbito. Por lo que tener conocimientos acerca de la gestión de residuos puede ayudar a los miembros de FSB a incorporarse y promocionarse en el mundo laboral.

METODOLOGÍA SEGUIDA EN EL DESARROLLO DEL TRABAJO

Para elaborar el protocolo se ha seguido la metodología que se muestra en la ilustración 17 y se describe a continuación. Se ha recopilado información acerca de la normativa aplicable a la gestión de residuos, así como de las características de los residuos generados por el proyecto FSB. A partir de estos datos, se ha procedido a su análisis para poder determinar las necesidades del equipo y las opciones de mejora, que se han recogido en un protocolo de gestión de residuos y de material auxiliar.

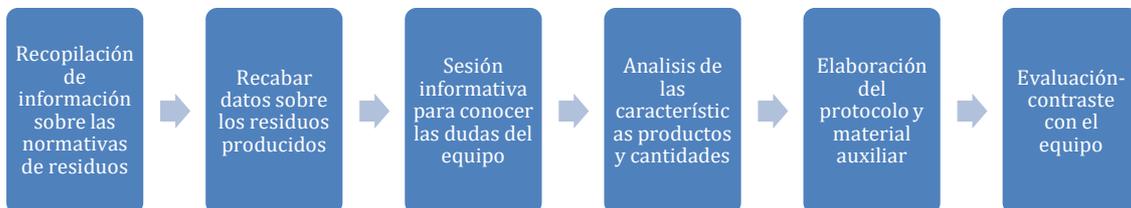


Ilustración 17. Diagrama de tareas. Fuente: Propia

- Descripción de tareas y procedimientos

Fase 1. Recopilación de información acerca de la gestión de residuos en la UPV/EHU y del proyecto FSB

Para comenzar con este trabajo se ha buscado información acerca de la gestión de residuos en el ámbito objeto de estudio: laboratorios y talleres de la universidad. Para ello se ha recopilado y analizado la información de la página web de la Dirección de Sostenibilidad de la UPV/EHU para entender los procesos involucrados en la gestión de residuos [10]. Esta página cuenta con información sobre la clasificación de RP; sobre la normativa que regula el envasado, etiquetado y almacenamiento de residuos; muestra el calendario de recogida de residuos, así como información acerca del procedimiento para solicitar es la recogida. Para completar esta información se han utilizado las páginas web del Gobierno Vasco y el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico [11] [12].

Asimismo, se ha buscado información sobre el proyecto Formula Student para entender el funcionamiento de la competición y lo que se les exige a los equipos. Centrándose en el equipo de la EIB, se ha procedido a recabar información sobre las características de FSB y su evolución desde que se formó. Aunque este proceso se ha llevado a cabo fundamentalmente en la fase inicial de este TFG, la búsqueda de información en realidad es un proceso que se ha realizado a lo largo de todo el proyecto.

Fase 2. Análisis de la cantidad y tipología de residuos producidos en los talleres y laboratorios de FSB.

Una vez se han adquirido los conocimientos básicos sobre la gestión de los residuos en la UPV/EHU y en especial sobre la gestión interna de los residuos peligrosos, se ha procedido a analizar la situación específica de FSB. Para ello se procedió a la recopilación de la generación de residuos en la Escuela de Ingeniería de Bilbao (Edificios I y II) y a una visita in situ a los laboratorios y talleres en los que desarrollan su actividad las personas que conforman el equipo de FSB.

Por otro lado, se han recopilado y analizado los cuestionarios de solicitud de RP y las memorias de RP generados en los últimos dos años para estimar la cantidad de residuos generados por FSB. Estos documentos proporcionados por el técnico de residuos de la UPV/EHU y la persona responsable de los residuos de la EIB, muestran datos de producción de RP en la EIB en los años 2017 y 2018. Los datos disponibles están desagregados por edificios o departamentos (en algunos casos) pero no están desglosados los generados por el equipo FSB. En el caso de las memorias y algunos cuestionarios de solicitud, se muestra información sobre las cantidades de RP generadas en cada recogida por el edificio II y el Departamento de Ingeniería Mecánica. Superponiendo los datos de ambos tipos de documentos, es posible calcular de forma aproximada las cantidades de RP que genera el proyecto FSB.

Para completar esta información, el día 31 de octubre de 2019 se realizó una visita a los laboratorios y los talleres de FSB junto a personas integrantes del proyecto FSB. La visita de las instalaciones del equipo ha permitido entender el funcionamiento del proyecto y conocer la situación previa en relación a la gestión de residuos. Durante la visita, se observaron las malas prácticas que se estaban llevando a cabo y los aspectos de mejora. Además, el equipo de FSB proporcionó un listado de los productos que usan para la fabricación del monoplaza. Este listado se adjunta en el Anexo I de esta memoria.

En líneas generales, se pudo observar que en Formula Student Bizkaia los residuos producidos a lo largo del proceso de fabricación del monoplaza son muy variados y

variables de un año a otro. Se producen tanto residuos no peligrosos como residuos peligrosos por lo que se considera importante que el protocolo recoja unas instrucciones para hacer esta diferenciación y posteriormente para proceder a su correcta clasificación.

Además, en esta fase se ha procedido a la búsqueda de las fichas de datos de seguridad (FDS) de los productos que utiliza el equipo. Las FDS son un documento que indica las particularidades y propiedades de una determinada sustancia para su uso más adecuado. Estas hojas contienen instrucciones detalladas para el manejo de las sustancias y tienen como objetivo reducir riesgos laborales y ambientales. Las fichas tienen una estructura regulada en las que tienen que informar sobre sus componentes, procedimiento en caso de accidente, recomendaciones de almacenamiento, eliminación y transporte entre otros. En muchos casos, esta documentación la proporciona el fabricante, en otros casos, se puede encontrar la información en internet y en algunos casos ha resultado imposible encontrar dicha información.

Fase 3. Recopilación de información adicional en una sesión formativa sobre RP para las personas de FSB.

Se ha recopilado información adicional en la charla impartida el día 22 de noviembre de 2019 por el técnico de residuos de la UPV/EHU y el responsable de la empresa adjudicataria para la recogida y tratamiento de los RP de origen químico de la UPV/EHU. Esta charla, celebrada en la Escuela de Ingeniería de Bilbao, sirvió para dar una visión completa a los miembros del equipo, informando sobre la normativa que regula la gestión de residuos y mostrando malas prácticas observadas en los laboratorios y talleres de FSB y en otros espacios de la UPV/EHU. El alumnado de FSB se concienció de los procedimientos que se han de llevar a cabo en relación con los residuos. En el caso de este TFG, esta sesión resultó especialmente útil para conocer las dudas que tenían las personas del equipo y tenerlas en cuenta de cara a la realización del protocolo.

Fase 4. Elaboración de listado de los productos usados en el proyecto FSB, propuesta de clasificación y determinación de los envases requeridos para su almacenamiento

Con los datos de las fases anteriores se ha procedido a la elaboración de un listado de la tipología y cantidad de residuos que se generan en los laboratorios de FSB y se ha llevado a cabo su clasificación en función de las tipologías estipuladas por la UPV/EHU [13], así como a la determinación de los envases más adecuados para su almacenamiento y a la

cuantificación de la cantidad requerida de cada tipo de envase. Para la selección de envases se han tenido en cuenta los envases que pone la UPV/EHU a disposición de la comunidad universitaria. Para la cuantificación de la cantidad de envases se ha tenido en consideración la frecuencia de recogida de los últimos años.

Asimismo, se han revisado las incompatibilidades químicas entre esos productos para que se preste especial atención y se evite mezclarlos o almacenarlos próximamente.

Fase 5. Elaboración del protocolo y de materiales auxiliares (carteles identificativos...) para su puesta en marcha

Una vez que se han clasificado los residuos por categorías y se ha decidido cómo distribuir los envases para los residuos, se ha elaborado el protocolo de gestión de residuos que se incluye en el anexo II de esta memoria. En el documento se describe la información relativa a la gestión de residuos peligrosos, incluyendo tanto la normativa que regula la clasificación, envasado, etiquetado y almacenamiento, así como, recomendaciones para evitar malas prácticas. Aun siendo un texto que incluye toda la información necesaria, se ha hecho un intento por que sea breve, claro y sencillo. De esta forma, leer el protocolo resultará ameno y fomentará que todos los miembros del equipo completen su lectura y procedan a su aplicación. Como es posible que, pasado el tiempo, no todo el mundo recuerde las indicaciones en su totalidad, se van a colocar unos carteles informativos para colocar en los laboratorios y talleres con el fin de recordar los aspectos más relevantes del documento.

Fase 6. Evaluación-contraste con el equipo FSB

La última fase este TFG ha consistido en presentar el trabajo realizado al equipo de FSB. Por limitaciones de tiempo, no ha resultado posible realizar esa reunión con personal de FSB hasta la fecha de redacción de este trabajo. Sin embargo, está previsto realizar una sesión donde se presente el protocolo al equipo, así como el material auxiliar. En esa reunión, se procederá a aclarar las preguntas surgidas y se ha realizará un intercambio de impresiones sobre el trabajo. Se analizarán todas las sugerencias y se incorporará (si procede) a la versión final del protocolo.

DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS

En las primeras fases del trabajo se ha analizado el sistema de gestión de residuos que tenía FSB. Parte de ese proceso ha consistido en obtener datos sobre las cantidades de residuos que se producen. Para poder determinar la cantidad de RP generados por el equipo, se han utilizado los cuestionarios de solicitud de RP y las memorias de RP generados en la UPV/EHU en los últimos dos años. Estos cuestionarios son las solicitudes de recogida de RP donde se especifica la cantidad envases y tipología de los residuos que es necesario retirar. Las memorias por su parte son documentos elaborados por la empresa encargada de la recogida y tratamiento de RP especificando las cantidades en masa de los residuos retirados.

Gracias a la información entregada por el técnico de residuos de la UPV/EHU y personal de la EIB, se ha podido tener información sobre las cantidades de RP generadas por edificios o departamentos. Pero debido a que FSB trabaja en dos edificios diferentes, los datos de la recogida no reflejan la generación de residuos al completo. La información de la que se dispone es por un lado la cantidad de envases recogidos en los talleres del edificio II y, por otro lado, las cantidades de residuos englobadas en el departamento de mecánica y el edificio II. Los datos obtenidos son estimaciones realizadas al cruzar los datos de ambos tipos de documentos y estas cantidades generadas se aproximan a:

- Absorbentes: 10 bidones de 60L y 2 de 200L
- Residuos de laboratorio: un bidón de 200L
- Envases vacíos metálicos: un bidón de 60L
- Envases vacíos de plástico: un bidón de 60L
- Disolventes no halogenados: 2 garrafas de 25L
- Aceites: una garrafa de 10L
- Pastas, pinturas, barnices con disolvente: garrafa de 10L

Por otro lado, como resultado de la reunión y visita de las instalaciones del día 31 de octubre de 2019, se adquirió el listado de productos usados por FSB. A pesar de ello, resulta necesario separar estos residuos en función de sus características para poder identificar qué tipo de RP se generarán a partir de su utilización.

Esta clasificación se ha llevado a cabo según los tipos de RP definidos entre la UPV/EHU y la empresa contratada para el tratamiento de los residuos. Dependiendo del tratamiento que esta empresa vaya a emplear para reciclar, valorizar o verter los RP generados, se separan los residuos en diferentes categorías. La clasificación se muestra en la Tabla 6.

Esta clasificación es general por lo que sustancias diferentes, pero de una composición o características principales similares, reciben el mismo tratamiento. Cabe destacar que, en el caso de productos compuestos por diisocianato, deben hacerles un tratamiento diferente. Por lo que, aunque esta clasificación no lo especifique, se almacenarán en un envase separado indicando en los comentarios de la etiqueta de pastas, pinturas, barnices con disolvente que contienen ese producto.

Tabla 6. Clasificación de los residuos peligrosos en función de sus características. Se detalla código LER, pictogramas y consideraciones para la clasificación.
 Fuente: Dirección de Sostenibilidad de la UPV/EHU [13]

Residuos	Código LER	Pictogramas de peligrosidad	Consideraciones para la clasificación de los residuos
Absorbentes. Material de filtración	150202		<p>En este grupo se clasifican los siguientes residuos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Material utilizado para la limpieza de manos, limpieza de equipos y derrames: trapos, sepiolita, papel contaminado, guantes, etc. - Material de plástico o vidrio contaminado como pinceles, brochas, tapones, etc. - Recipientes pequeños de cerámica donde se han realizado mezclas, que en su mayoría han contenido sustancias peligrosas. - Materiales de filtración, como, por ejemplo: filtros de papel, cubiertas protectoras de plástico y materiales contaminados (guantes, monos de trabajo, cartón, etc.). - Este tipo de residuo en ningún caso puede contener materia líquida, o restos de cualquier tipo o producto, por ejemplo, recipientes conteniendo producto.
Aceites	130208		<p>Agua (5%), Sedimentos (6%), Cloro (0,3%)</p> <p>Este grupo corresponde a los aceites minerales derivados de operaciones de mantenimiento de baños y calefactores, aceites de motor, de transmisión mecánica y lubricantes.</p>
Aerosol	160504		<p>Gases en recipientes a presión (exentos halones, freones, gases inflamables, gases refrigerantes, bombonas y/o extintores)</p>

Baterías de Plomo	160601		<p>Baterías de cualquier tipo que contengan plomo (Pb).</p> <p>Si el tamaño lo permite o en caso de fugas de líquido, acondicionarlas en bidones homologados; en caso contrario, guardarlos en cajas de cartón bien cerradas, y etiquetadas.</p>
Disolventes NO halogenados	140603		<p>PCI > 4500 kcal/kg, halógenos totales</p> <p>Se clasifican aquí los líquidos orgánicos inflamables que contengan menos de un 1% en halógenos. Son productos inflamables y tóxicos y, entre ellos, se pueden citar los alcoholes, aldehídos, amidas, cetonas, ésteres, glicoles, hidrocarburos alifáticos, hidrocarburos aromáticos y nitrilos, baños de etilenglicol o silicona líquida etc.</p> <p>Es importante, dentro de este grupo, evitar mezclas de disolventes que sean inmiscibles ya que la aparición de fases diferentes dificulta el tratamiento posterior.</p>
Envases vacíos metálicos	150110		<p>Contenido máximo de residuo 1% del volumen del envase</p> <p>Botellas, botes y otros envases de metal vacíos que no contengan restos sólidos o líquidos.</p> <p>(Incluir los envases cerrados con su propio tapón)</p>
Envases vacíos de plástico	150110		<p>Contenido máximo de residuo 1% del volumen del envase</p> <p>Botellas, botes o garrafas de plástico vacías que no contengan restos sólidos o líquidos.</p> <p>Quedan fuera de esta categoría jeringas, viales o material desechable de plástico de pequeño tamaño, que debe ser clasificado como "Absorbentes". (Incluir los envases cerrados con su propio tapón.)</p>
Pastas, pinturas, barnices con disolvente	160508		<p>PCI >4500 kcal/kg, halógenos totales</p> <p>Pinturas en base acuosa o base disolvente. Cuidado con la inflamabilidad a la hora de mezclar residuos similares.</p> <p>En este grupo se incluye la parafina, que, aunque no es exactamente eso, es lo que más se asemeja al tratamiento que recibe el residuo. Hay que indicar que contiene "Parafina" en el campo de observaciones de la etiqueta.</p> <p>Por semejanza, se puede considerar en esta categoría el betún asfáltico, pero si el betún está mezclado con disolvente, por ejemplo, Tolueno, y resulta poco viscoso (predomina la fase líquida del tolueno), se puede clasificar como "Disolvente No Halogenado"</p>

Para proceder a identificar la tipología de estos productos, se ha utilizado la información de las fichas de seguridad de los productos. En algunas de las FDS encontradas, está indicado el código de LER, que es una relación armonizada de residuos que pretende facilitar la caracterización de éstos a partir de su origen y naturaleza, sin necesidad de recurrir a análisis más complicados. La lista, organizada en veinte capítulos, relaciona las diferentes tipologías de residuos con un código de seis cifras, a las que se les añade un asterisco en el caso de ser RP [14]. Por lo tanto, ha resultado sencilla la clasificación de los productos de FSB de los que se disponía del código LER.

Desafortunadamente, una gran cantidad de las FDS no cuentan con este código ni con ninguna recomendación específica acerca de cómo proceder al tratamiento del producto en cuestión. Con los productos que no disponían de este código, se han tenido en cuenta las composiciones para poder decidir la categoría de clasificación de estos residuos. Los productos con hidrocarburos aromáticos (benceno, tolueno, xileno...), han sido clasificados como disolventes. En el caso de productos con parafinas, se han catalogado como pastas, pinturas y barnices con disolventes. Finalmente, se ha obtenido una lista con los productos de FSB clasificados en función del tipo de residuo peligroso al que pertenecen. En la Tabla 7 se muestra la lista de los productos clasificados en función de sus características.

Tabla 7. Listado de productos de FSB clasificados en función de su tipología. Se detalla si se dispone o no de ficha de seguridad

Compuesto	Tipo de residuo	Marca	Referencia	Ficha de seguridad
Disolvente acrílico	disolvente	Pro&Car		Si
Disolvente poliuretano	disolvente	Industrias químicas cuadrado		sí
Bicapa disolvente	disolvente	General		no
Acetona	disolvente			no
Esmalte poliuretano	disolvente	Hempel		sí
Pegamento aeronáutico	pegamento que contiene disolvente	Loctite	EA934NA 50GR AERO	sí
Pegamento aeronáutico	pegamento que contiene disolvente	Loctite	EA 9396 6OZ AERO	sí

Pegamento aeronáutico	pegamento que contiene disolvente	Loctite	EA 9394 QT AERO	sí
Pegamento	pegamento que contiene disolvente	Loctite	HY4070	sí
Pegamento	pegamento que contiene disolvente	Loctite	401	sí
Silicona	pegamento que contiene disolvente	Loctite	SI596	sí
Bicomponente epoxi	pegamento que contiene disolvente	Loctite	EA 9466	sí
Adhesivo instantáneo	pegamento que contiene disolvente	Loctite	454	sí
Fijador de roscas	pegamento que contiene disolvente	Loctite	243	sí
Sellador de roscas	pegamento que contiene disolvente	Loctite	577	sí
Masilla de poliéster	pegamento que contiene disolvente	Presto		sí
Resina epoxi	disolvente	Axon	EPOLAM 2017	sí
Limpiador	disolvente	Farécla		sí
Limpiador	disolvente	Loctite	SF 7063	sí
Limpiador	disolvente	Loctite	SF 7235	sí
mould cleaner	disolvente	Easycomposites		sí
easy lease	disolvente	Easycomposites		sí
high temp epoxy tooling gelcoat hardener	disolvente	Easycomposites		sí
Resina epoxi	disolvente	Axon	EPOLAM 2025	sí
Hi-gloss	disolvente	Easycomposites		sí
alcohol	disolvente			no
Catalizador Barniz	pintura(diisocianato)	Pro&Car	3019	sí
Catalizador	Pintura(diisocianato)	Hempel	95370	sí
Genflex Plastic	pintura	General		sí
Barniz	pintura	DecoArt		no
Sealer	pintura	3M	Scotch 1001	no
Pintura acrílica	pintura	Liquitex		no
Desengrasante	pintura	Pro&Car	3721	sí
Sellador	pintura	TR Milti-pull	910	no
Sellador	pintura	Easycomposites	S 120	sí

Aceite lubricante	aceite	Castrol	Syntrax limited slip 75W-140	si
Aceite lubricante	aceite	Castrol	Axle EPX 85W-140	si
Líquido de frenos	aceite	AP Racing	R4	si
Lubricante multiusos	aceite	WD	WD-40	si
Lubricante multiusos	aerosol	WD	WD-40	si
Spray Adhesivo	aerosol	FusionFix		si
Celdas LiPoPouch	Baterías (de ion litio)	Melasta		no
Microesferas de cristal	no peligroso	Easycomposites		si
Componentes electrónicos	no peligroso			no
PLA	no peligroso			no
ABS	no peligroso			no
Acero	no peligroso			no
Aluminio	no peligroso			no
Carbono preimpregnado	no peligroso			no
Aramida preimpregnada	no peligroso			no

Teniendo definida la clasificación de los residuos por tipo, el siguiente paso ha consistido en determinar las características de los envases de los que se tiene que disponer en cada taller para depositarlos. Para dar solución a la generación de diferentes tipos y cantidades de residuos, es necesario contar con una variedad de envases. No se deben usar los mismos envases para líquidos que para sólidos y si se va a generar una cantidad pequeña de RP no hay necesidad de usar un envase de gran tamaño que, sin embargo, resultan muy recomendables para grandes producciones. Los costes de tratar los RP dependen del peso de estos residuos donde también se incluye el peso del envase por lo que, en caso de desechar pequeñas cantidades, usar un envase grande se podría suponer pagar más por el envase que por el residuo. En función de las características y de las cantidades de generación esperadas, se deben elegir entre los siguientes:

Envases para líquidos: garrafas de 10 L y 25 L y bidones de dos bocas de 200 L



Ilustración 18. Garrafas para líquidos de 10L y 25L. Fuente: SUEZ



Ilustración 19. Bidón para líquidos de 200L. Fuente: SUEZ

Envases para sólidos: envases de 10L y 20L, bidones de cierre de ballesta de 30 L, 60 L y 200 L y big-bags.



Ilustración 20. Bidones de cierre de ballesta de diferentes capacidades. Fuente: SUEZ



Ilustración 21. Big-bag. Fuente: SUEZ

A la hora de estimar el tamaño de los envases, no solo se deben tener en consideración las cantidades generadas en un año, sino que también la frecuencia de recogida de los RP. Cada año, son cuatro las recogidas que se realizan. En estas recogidas se le entregan a la empresa encargada del transporte y tratamiento de RP los envases con los residuos peligrosos. Hay que tener en cuenta el calendario de la ilustración 22 porque en caso de generar gran cantidad de RP en poco tiempo, puede ser necesario incluso tener más de un envase de un mismo tipo de residuo.

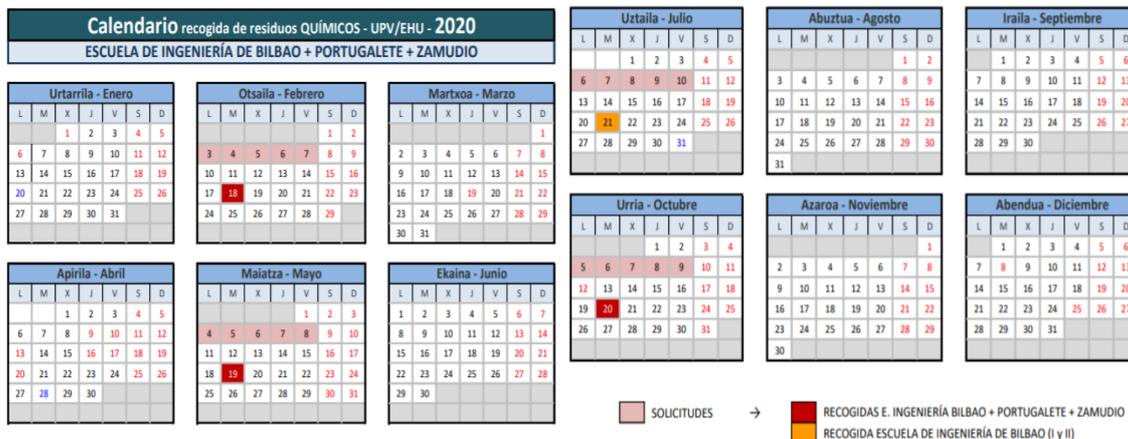


Ilustración 22. Calendario de recogida de residuos peligrosos de la EIB. Fuente: Dirección de Sostenibilidad de la UPV/EHU

Debido a que los talleres se encuentran en dos edificios diferentes, no es posible tener envases para RP solo en uno de ellos ya que trasladarlos entrañaría riesgos y resultaría incómodo que, a su vez, podría desencadenar una mala gestión. Por tanto, se deberán colocar los envases correspondientes en ambos edificios. Tampoco tendría sentido disponer en un laboratorio o taller de envases para un residuo que no se genera en ese lugar. Después de tener en cuenta todas las consideraciones anteriores se recomienda que en cada taller de disponga de los siguientes envases:

- **Taller de electrónica:** los únicos RP que se generan son las celdas de las baterías que podrían ser recogidas como baterías de plomo. En caso de que el tamaño lo permita o en caso de fuga, deben almacenarse en un envase homologado y de lo contrario guardarlas en una caja de cartón. En el envasado debería indicarse en la sección de comentarios de la etiqueta del envase que las baterías son de ion litio. Debido al potencial de reutilización de las baterías, es sin embargo mejor opción para el equipo revenderlas.
- **Taller principal:** este taller va a contar con la mayor cantidad de envases ya que es que aquí es donde se llevan a cabo la mayoría de las tareas del monoplaza. Se recomienda una garrafa de 10 L para el aceite, una garrafa de 25 L para disolventes, una garrafa de 10 L para pastas, pinturas y barnices con disolventes, un bidón de cierre de ballesta de 200 L para absorbentes, un bidón de cierre de

ballesta de 60 L para envases vacíos de plástico y otro de cierre de ballesta de 60 L para envases vacíos de metal.

- **Talleres del edificio II:** estos talleres se encuentran cerca y en la misma planta por lo que pueden contar con los mismos envases para desechar los residuos generados en ambos. Al encontrarse ambos espacios a corta distancia, el traslado de los envases de un taller a otro no entraña ningún riesgo. En este caso se recomienda una garrafa de 25 L para disolventes, un bidón de cierre de ballesta de 200 L para absorbentes, un bidón de cierre de ballesta de 60 L para envases vacíos de plástico y otro de cierre de ballesta de 60L para envases vacíos de metal.

Para ilustrar de forma clara la distribución anterior, la Tabla 8 muestra los diferentes talleres con los tipos de RP que se producen y los envases que se recomienda instalar en cada taller.

Tabla 8. Clasificación de RP por talleres

Laboratorio de electrónica (Edificio I)	Taller principal (Edificio I)		Talleres del Edificio II	
	Residuo	Envase	Residuo	Envase
No se generan residuos peligrosos que se retiren por SUEZ, por lo que no hacen falta envases para su transporte.	Aceite	Garrafa de 10 L	Disolvente	Garrafa de 25 L
	Disolvente	Garrafa de 25 L	Absorbentes	Bidón de 200 L
	Pinturas y barnices	Garrafa de 10 L	Envases vacíos de plástico	Bidón de 60 L
	Absorbentes	Bidón de 200 L		
	Envases vacíos de plástico	Bidón de 60 L	Envases vacíos de metal	Bidón de 60 L
	Envases vacíos de metal	Bidón de 60 L		

Además de respetar esta distribución, como consecuencia del riesgo que involucra tener almacenados RP, hay una serie de consideraciones que se han de tener presentes. Para evitar derrames, no se pueden colocar envases en zonas de paso ni a una altura superior a 1,5 m. Tampoco es recomendable que los envases se encuentren cerca de fuentes de

calor como hornos, la luz solar o radiadores porque podría alterar el estado de los productos almacenados y generar vapores o incluso reacciones indeseadas. Como bien es cierto que suele ser habitual que en ocasiones se produzcan vapores, para evitar un incremento significativo de la presión en el envase, no deberían llenarse los envases por encima del 80-90% de su volumen total. Aun cuando aumente la presión de los envases debido a los vapores respetando ese límite de 80-90%, los recipientes deben mantenerse cerrados correctamente de forma que se evite cualquier pérdida de contenido. Todas las garrafas y bidones son homologadas para almacenar RP y pueden soportar grandes presiones sin deteriorarse.

A la hora de almacenar los envases, se debe prestar atención a otras dos cuestiones. Por un lado, hay que adelantarse al día de la recogida, y asegurarse de que los envases podrán sacarse del edificio con facilidad. El técnico de residuos comentó en la sesión formativa que, en una ocasión, resultó muy complicado sacar un big-bag lleno de absorbentes. El envase era demasiado grande para entrar en el ascensor por lo que entre varias personas tuvieron que subirlo por las escaleras poniendo en riesgo que se cayesen parte de los residuos que contenía. Por otro lado, es recomendable prestar atención a qué envases se colocan próximos ya que, por diferentes razones, podrían derramarse RP. En el caso de que un envase defectuoso o deteriorado tuviera una fuga, cierta cantidad del residuo del interior podría derramarse por el suelo. Si se diese la situación en la que se mezcla con otro derrame de un residuo con el que tiene facilidad para reaccionar, podría ocurrir una reacción incontrolada e incluso podría deteriorar más el estado de los recipientes reaccionando la totalidad de las sustancias en los envases. Para evitar incidentes en caso de que esto ocurra, no se deben situar a la par sustancias químicas incompatibles entre sí, o de lo contrario, podrían reaccionar de manera violenta.

En la ilustración 23 se muestra una tabla de incompatibilidades en función de los pictogramas de peligrosidad que pudieran corresponder a cada tipo de residuo. En el caso de FSB, teniendo en cuenta los pictogramas solo resultan problemáticas las baterías, pero como en todo caso se encontrarían en un taller sin otros RP, en principio no existe problema. Por otro lado, aunque los disolventes y pastas, pinturas y barnices parece que muestran compatibilidad, debido al accidente ocurrido en el pasado, sus envases deben situarse los más distantes posibles.

	+	-	-	-	-	-	-
	-	+	-	-	-	2	2
	-	-	+	-	1	+	+
	-	-	-	+	+	+	+
	-	-	1	+	+	+	+
	-	2	+	+	+	+	+
	-	2	+	+	+	+	+

(1) Se pueden almacenar conjuntamente si los recipientes no son frágiles.

(2) Se pueden almacenar conjuntamente si se toman ciertas medidas de prevención

Ilustración 23. Tabla de incompatibilidades. Fuente: Dirección de Sostenibilidad de la UPV/EHU.

Teniendo los envases necesarios y adecuados, todo residuo debería desecharse en el recipiente correspondiente siguiendo la clasificación de la Tabla 7. Para asegurar que se respete esa clasificación, resulta de vital importancia que cada uno de estos envases cuente con su correspondiente etiqueta. La función del etiquetado es permitir una rápida identificación del residuo, así como informar del riesgo asociado al mismo. Por ello, todas las etiquetas cuentan con uno o varios pictogramas de peligrosidad para facilitar el reconocimiento del tipo de peligro.

El formato de las etiquetas está regulado y, no solo son útiles para identificar a qué envase se deben depositar los residuos, sino que son necesarias para poder transportar los envases al centro donde recibirán el tratamiento correspondiente. A lo largo del tiempo, las etiquetas han de mantenerse en buenas condiciones por lo que, en caso de deterioro, deberán ser sustituidas por unas nuevas. Es muy importante que se coloquen en una zona visible del envase y por supuesto, que nunca haya más de una en un mismo recipiente pues podría dar lugar a confusiones. Las etiquetas han de ser como la de la ilustración 24 y están disponibles para su descarga en la página web de la UPV/EHU, dentro del apartado de sostenibilidad y, dentro de este, en la sección de residuos [15].

Estas etiquetas pueden solicitarse a la vez que los envases o descargarlas de internet y hay una para cada tipo de RP. Por lo tanto, vienen con parte de la información completada. Al equipo de FSB le corresponde rellenar los apartados de la fecha de inicio del almacenamiento; el nombre del departamento, la dirección del centro, junto con la

localidad y provincia, el teléfono de la persona responsable de los residuos y los comentarios sobre los residuos del envase, donde se informará de forma más detallada de las características del residuo del interior.

 Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea	PRODUKTUA : DISOLBATZAILEDUN PINTURAK PRODUCTO : PINTURAS CON DISOLVENTE										
	DATUAK IDENTIFICACIÓN L.E.R. Kodea Código L.E.R.		Kodeak Código R.D. 833/1988 / R.D. 952/1997 / Reglamento 1357/2014								
	Q	R.D	L.P.S	C	HP	A	B				
	1 6 0 5 0 8 Q7	R13	L.P5	C4143	HP3	A87(4)	B0019				
Productos químicos orgánicos desechados que consisten en sustancias o las contienen / Baztertutako produktu kimiko organikoak, substantzia arriskutsuak direnak edo substantzia arriskutsuak dauzkatzenak										BILTEGRATU ZEN EGUNA FECHA INICIO ALMACENAMIENTO	
EKOIZLEAREN DATUAK / IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTOR											
Enpresa / Empresa		UPV/EHU	Saila / Departamento								
Ikastegia eta helbidea Centro y dirección											
Hiria / Localidad						Probintzia / Provincia					
Telefonoa / Teléfono						Fax/Fax					
KUDEATZAILEA / GESTOR			SITA SPE IBERICA, S.L.U EU-02/077/02								
GHARRAKI/OBSERVACIONES:											

Ilustración 24. Etiqueta de pinturas con disolvente. Fuente: Dirección de Sostenibilidad de la UPV/EHU

Si se siguieran todas estas pautas, la gestión de residuos se llevaría a cabo de manera satisfactoria. Al estar el equipo de FSB formado por más de cuarenta personas, es imprescindible que las recomendaciones relativas a los RP sean conocidas y llevadas a la práctica por todo el equipo. Además, las personas que se incorporen al proyecto en los próximos años, deberían aprender cómo actuar con los residuos generados y continuar con las buenas prácticas descritas, incluso realizar propuestas de mejora.

Con el fin de facilitar esta tarea, se ha redactado un protocolo en el que se incluye toda la información necesaria. Este protocolo se muestra en el Anexo II. Al redactarlo, se ha tenido en cuenta que la mayor parte de las personas que conforman FSB y que deberán aplicar el protocolo, no cuentan con conocimientos previos en la materia. De la misma forma, se ha realizado un esfuerzo por conseguir un texto lo más conciso posible para que su lectura sea rápida.

Finalmente, se han colocado carteles informativos en los talleres de FSB. Aunque el protocolo es sencillo y fácil de recordar, podría ocurrir que tiempo después de haberlo leído surjan dudas. Para que en estos casos no sea necesario leer el documento completo en busca de las respuestas a estas dudas, se pueden consultar los carteles identificativos de forma rápida. Entre estos carteles se encuentra un esquema que resume la gestión de residuos (ilustración 25), la lista con la clasificación por tipo de RP y la tabla de incompatibilidades. El primero de los carteles ya se encontraba en el taller

principal, por lo que se han instalado los otros dos en ese taller y los tres rótulos en los talleres del edificio II.



Ilustración 25. Esquema de la gestión de residuos. Fuente: Dirección de Sostenibilidad de la UPV/EHU

PLAN DE PROYECTO Y PLANIFICACIÓN

En este apartado del documento se exponen las tareas realizadas durante el TFG, así como una serie de hitos sin los cuales no hubiera sido posible continuar avanzando este proyecto.

T1. Recopilación de información

- T1.1 Búsqueda de información sobre la gestión de residuos en la UPV/EHU

Duración: 5 semanas

Equipo de trabajo: Ingeniero Jr.

- T1.2 Recopilación de información sobre la competición Formula Student y el equipo FSB.

Duración: 3 semanas

Equipo de trabajo: Ingeniero Jr.

T2. Análisis de la situación de FSB en relación a la gestión de residuos.

- T2.1 Contacto con parte del equipo y visita de los talleres.

Fecha: 31 de octubre de 2019

Equipo de trabajo: Ingeniero Jr., directora del TFG, 4 miembros de FSB

- T2.2 Recopilación de información en una sesión informativa sobre gestión de residuos

Fecha: 22 de noviembre de 2019

Equipo de trabajo: Ingeniero Jr., técnico responsable de SUEZ y técnico de residuos de la UPV/EHU

- **Hito 1:** Caracterización de la tipología, cantidad y diagnóstico de la gestión de residuos de FSB.

T3. Desarrollo de un plan para mejorar la gestión de residuos del equipo.

- T3.1 Clasificación de los productos empleados en el proyecto FSB.
Duración: 3 semanas
Equipo de trabajo: Ingeniero Jr.
- T3.2 Determinación de los envases requeridos para su almacenamiento
Duración: 1 semanas
Equipo de trabajo: Ingeniero Jr.
- T3.3 Elaboración del protocolo
Duración: 2 semanas
Equipo de trabajo: Ingeniero Jr.
- T3.4 Confección y elección de rótulos indicativos
Duración: 1 semanas
Equipo de trabajo: Ingeniero Jr.

- Hito 2: redacción del protocolo.

T4. Puesta en marcha de la solución

- T4.1 Colocación de los carteles informativos y entrega del protocolo
Fecha: Por definir
Equipo de trabajo: Ingeniero Jr.
- T4.3 Reunión de contraste con el equipo
Fecha: Por definir
Equipo de trabajo: Ingeniero Jr., Equipo FSB

DIAGRAMA DE GANTT

Con el fin de ilustrar de forma visual las tareas realizadas, se muestra el diagrama de Gantt del proyecto en la ilustración 26. Este TFG comenzó en octubre de 2019 y ha finalizado en enero de 2020, habiendo dedicado al trabajo alrededor de 150h .

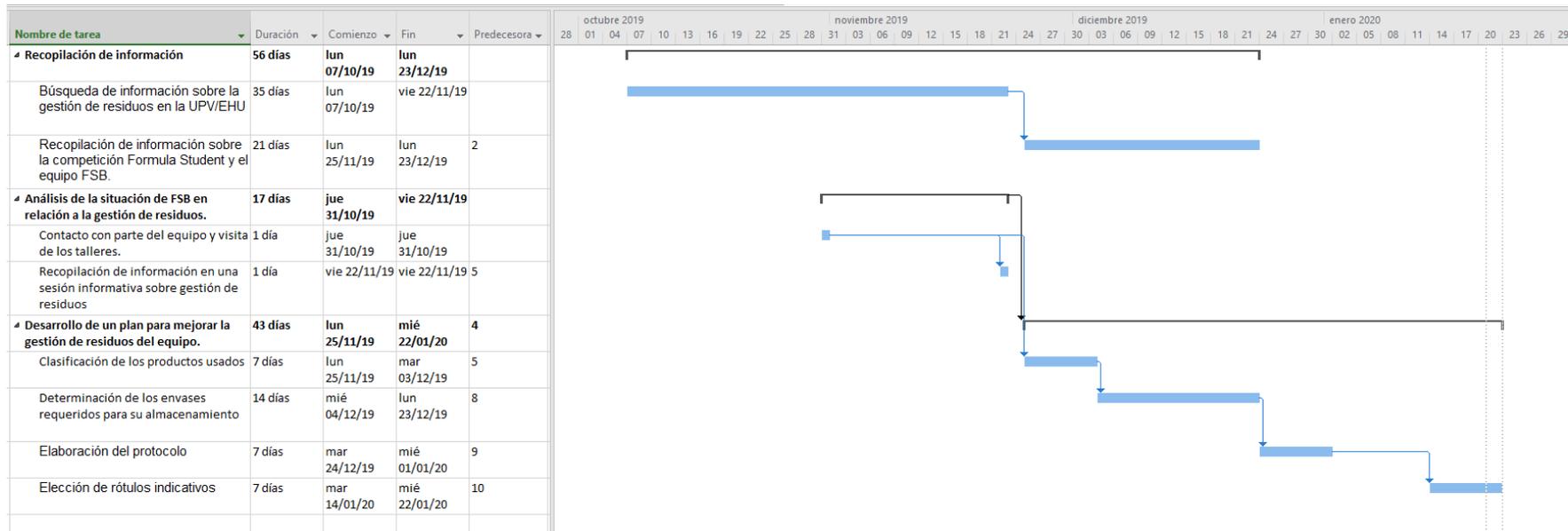


Ilustración 26. Diagrama de Gantt. Fuente: Propia

ASPECTOS ECONÓMICOS

En este apartado se presenta el presupuesto del proyecto. Para realizar el cálculo de los gastos, se han considerado los costes provenientes de las horas de trabajo y desplazamiento empleadas por el trabajo de ingeniero sin graduar y la directora del trabajo, las horas de uso del ordenador y la sesión formativa. En el caso de la sesión formativa, se ha tenido en cuenta el coste de contratación de las personas formadoras y los costes de la difusión del protocolo en una sesión con el equipo y la impresión del material ilustrativo. También se han tenido en consideración los costes indirectos y un apartado de imprevistos.

En primer lugar, se establece el coste unitario de la amortización del ordenador.

Tabla 9. Amortizaciones

CONCEPTO	PRECIO DE COMPRA (€)	VIDA UTIL (h)	COSTE UNITARIO (€/h)
Ordenador	660	10000	0,066

Finalmente, se desglosan todos los gastos en la Tabla 10 y se obtiene al sumar todos los costes un presupuesto total de cuatro mil cuatrocientos cuarenta y ocho con setenta y dos euros.

Tabla 10. Presupuesto completo

CONCEPTO	UNIDADES	CANTIDAD	TASA UNITARIA (h/€)	COSTE (€)
HORAS INTERNAS				3325
Directora del TFG	h	25	40	1000
Ingeniero Jr.	h	155	15	2325
AMORTIZACIONES				9,24
Ordenador	h	140	0,066	9,24
DIFUSION				60
Sesión de evaluación y difusión	h	2	30	60
Impresión de la cartelería	Copias	10	0.3	3
SESIÓN FORMATIVA				290
Utilización del aula	h	2	25	50

Formadores	h	4	60	240
SUBTOTAL				3684,24
Costes indirectos (15%)				552.63
Imprevistos (5%)				211.84
TOTAL				4448.72

CONCLUSIONES

En este Trabajo Fin de Grado se han analizado a cantidad y variedad de residuos producidos en los laboratorios y talleres de FSB y se ha realizado un diagnóstico de la gestión actual, con el fin de realizar un protocolo que garantice el conocimiento de los protocolos de clasificación, envasado, etiquetado y almacenamiento de residuos y conduzca a una mejor gestión de los mismos.

Pese a las dificultades para obtener datos precisos en relación a la generación de residuos peligrosos del proyecto de FSB, se ha analizado satisfactoriamente la gestión de residuos del equipo. Especialmente como consecuencia de la visita a los talleres, se ha conseguido entender el funcionamiento de los procesos involucrados en el proyecto y el procedimiento actual de gestión de los residuos. La visita también resaltó ciertas malas prácticas que se estaban llevando a cabo. Estas conductas se han tenido particularmente en cuenta para hacer hincapié en esos aspectos en el protocolo con el fin de que no se repitan.

El protocolo, que ha conseguido concentrarse en nueve páginas, cuenta con la información necesaria para la correcta gestión de los residuos y con referencias para su profundización. Aparte de buscar evitar la existencia de malas prácticas anteriores en la gestión de residuos, se propone un sistema de clasificación y almacenamiento de RP simple y claro para soslayar incidencias en un futuro. Por otra parte, se ha tratado de evitar el uso de conceptos complejos para que, cualquier persona sin un alto grado de conocimientos en la materia, sea capaz de entenderlo y aplicarlo. También se han colocado carteles informativos con la intención de reforzar el conocimiento y cumplimiento del protocolo.

Debido a limitaciones de tiempo, no ha sido posible presentar el trabajo al equipo FSB hasta la fecha de redacción de este TFG. Sin embargo, se espera que cuando esa presentación tenga lugar, el equipo resulte satisfecho con el protocolo y queden cubiertas sus necesidades en la materia. De ser así, se cumpliría el objetivo principal de conseguir implementar una correcta gestión de residuos en el marco del proyecto FSB.

Bibliografía

- [1] Comisión Europea, «Directiva 2008/98/CE sobre residuos» 18 11 2008. [En línea].
Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>. [Último acceso: 16 02 2020].
- [2] Dirección de Sostenibilidad de la Universidad del País Vasco, «Metas e indicadores del ODS 12: Producción y consumo responsables» [En línea].
Disponible en: <https://www.ehu.eus/es/web/iraunkortasuna/ehuagenda-2030/gih-12-erronkak-eta-indikatzaileak> [Último acceso: 2020 02 16].
- [3] Boletín Oficial del Estado, «Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos» [En línea].
Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2002-3285>. [Último acceso: 2020 02 16].
- [4] Formula Student Bizkaia, «FSB01, primer monoplaza de FSB» [En línea].
Available: <https://www.fsbizkaia.com/fsb01-es> [Último acceso: 16 02 2020].
- [5] Formula Student Germany, «Criterios de evaluación de las competiciones Formula Student» [En línea].
Disponible en: <https://www.formulastudent.de/about/disciplines/>. [Último acceso: 16 02 2020].
- [6] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, «¿Qué son los PCB?» [En línea]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/pcbs> [Último acceso: 16 02 2020].
- [7] Dirección de Sostenibilidad de la Universidad del País Vasco «Costes asociados a los procesos de recogida, acondicionamiento y transporte en el año 2017» [En línea].

Disponible en: <https://www.ehu.es/es/web/iraunkortasuna/minimizacion-de-residuos-peligrosos> [Último acceso: 16 02 2020].

- [8] Dirección de Sostenibilidad de la Universidad del País Vasco, «Calsificación de los residuos peligrosos y costes por tipos de RP» [En línea].

Disponible en: <https://www.ehu.es/documents/4736101/5153347/CLASIFICACION%20N+RP.pdf?version=1.0>. [Último acceso: 16 02 2020].

- [9] Dirección de Sostenibilidad de la Universidad del País Vasco, «Sugerencias para la clasificación y segregación de los residuos de laboratorio de la UPV/EHU» [En línea].

Disponible en: <https://www.ehu.es/documents/4736101/5153347/Sugerencias+clasificaci%C3%B3n+residuos+UPV-EHU++para+web.pdf?version=1.0>. [Último acceso: 16 02 2020].

- [10] Dirección de Sostenibilidad de la Universidad del País Vasco, «Gestión ambiental en la UPV/EHU» [En línea].

Disponible en: <https://www.ehu.es/es/web/iraunkortasuna/kudeaketa-iraunkorra-unibertsitatean> [Último acceso: 16 02 2020].

- [11] Gobierno Vasco, «Residuos» [En línea].

Disponible en: <https://www.euskadi.eus/gobierno-vasco/residuos/>. [Último acceso: 16 02 2020].

- [12] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, «Prevención y Gestión de Residuos» [En línea].

Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/>[Último acceso: 16 02 2020].

- [13] Dirección de Sostenibilidad de la Universidad del País Vasco, «Sugerencias para la clasificación y segregación de los residuos de laboratorio de la UPV/EHU» [En línea].

Disponible en: <https://www.ehu.es/documents/4736101/5153347/Sugerencias+clasificaci%C3%B3n+residuos+UPV-EHU++para+web.pdf?version=1.0>[Último acceso: 16 02 2020].

- [14] Comisión Europea, «Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos» 18 diciembre 2014. [En línea].

Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A32014D0955>. [Último acceso: 16 02 2020].

- [15] Dirección de Sostenibilidad de la Universidad del País Vasco, «Etiquetas de residuos peligrosos UPV/EHU» [En línea]. Available

Disponible en: <https://www.ehu.eus/es/web/iraunkortasuna/envasado-etiquetado-y-almacenamiento-de-rp#Envasado,Etiquetadoy3>. [Último acceso: 16 02 2020].

ANEXO I: Listado recibido de FSB con los productos usados en el proyecto

Marca	Elemento	Referencia
Pro&Car	Disolvente acrílico	
General	Genflex Plastic	
General	Bicapa disolvente	
DecoArt	Barniz	
3M	Sealer	Scotch 1001
Liquitex	Pintura acrílica	
Pro&Car	Desengrasante	3721
Pro&Car	Catalizador Barniz	3019
Loctite	Pegamento aeronáutico	EA934NA 50GR AERO
Loctite	Pegamento aeronáutico	EA 9396 6OZ AERO
Loctite	Pegamento aeronáutico	EA 9394 QT AERO
Loctite	Pegamento aeronáutico	EA9394 50ML AERO
Loctite	Pegamento	HY4070
Loctite	Pegamento	401
Loctite	Silicona	SI596
Loctite	Bicomponente epoxi	EA 9466
Loctite	Adhesivo instantáneo	454
Loctite	Fijador de roscas	243
Loctite	Sellador de roscas	577
Presto	Masilla de poliéster	
Axon	Resina epoxi	EPOLAM 2017
Farécla	Limpiador	
Axon	Resina epoxi	EPOLAM 2025
Easycomposites	Hi-gloss	
Easycomposites	Primer	
Axon	Hardener	EPOLAM 2025
Axon	Hardener	EPOLAM 2017
Industrias químicas cuadrado	Disolvente poliuretano	
Easycomposites	Microesferas de cristal	
FusionFix	Spray Adhesivo	
TR Milti-pull	Sellador	910
Easycomposites	Sellador	S 120
Easycomposites	Limpiador	
Hempel	Catalizador	95370

Hempel	Esmalte poliuretano	
Castrol	Aceite lubricante	Syntrax limited slip 75W-140
Castrol	Aceite lubricante	Axle EPX 85W-140
Ambersil	Grasa	Ambergrease EXL
Loctite	Limpiador	SF 7063
Loctite	Limpiador	SF 7235
AP Racing	Líquidode frenos	R4
WD	Lubricante multiusos	WD-40
Melasta	Celdas LiPoPouch	
	Componentes electrónicos	
	Acetona	
	Alcohol	
	PLA	
	ABS	
	Acero	
	Aluminio	
	Carbono preimpregnado	
	Aramida preimpregnada	

ANEXO II: Protocolo de gestión de residuos de Formula Student Bizkaia

PROTOCOLO PARA LA CORRECTA GESTION DE RESIDUOS DE FORMULA STUDENT BIZKAIA

Un residuo es cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar.

Los residuos pueden clasificarse en Residuos Peligrosos (RP) y Residuos No Peligrosos (RNP). En el proyecto Formula Student Bizkaia (FSB) se producen residuos de ambos tipos.

Los RNP son los residuos orgánicos, envases, vidrio, papel y cartón entre otros y se clasifican de la misma forma que los residuos domésticos. Se desechan en los correspondientes contenedores para que el servicio de recogida de residuos del ayuntamiento los recoja.

Entre los RP que se producen en el Proyecto FSB destacan los que la UPV/EHU denomina “de origen químico”, que son residuos con características de peligrosidad como explosivo, oxidante, inflamable, irritante, nocivo, tóxico, cancerígeno, corrosivo, mutagénico, sensibilizante o ecotóxico. Estas características se representan mediante pictogramas de seguridad que suelen estar presentes en los envases de los productos peligrosos. A continuación, se presentan estos pictogramas y el significado del peligro que representa cada uno de ellos.

<i>Característica</i>	<i>Definición</i>	<i>Pictograma</i>
Explosivo	Se aplica a las sustancias y los preparados que pueden explotar bajo el efecto de la llama o que son más sensibles a los choques o las fricciones que el dinitrobenzeno.	
Oxidante	Se aplica a las sustancias y los preparados que presentan reacciones altamente exotérmicas al entrar en contacto con otras sustancias, en particular sustancias inflamables.	

Inflamable	Se aplica a las sustancias y los preparados líquidos que tienen un punto de inflamación superior o igual a 21 °C e inferior o igual a 55 °C.	
Irritante	Se aplica a las sustancias y los preparados no corrosivos que pueden causar una reacción inflamatoria por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o las mucosas.	
Nocivo	Se aplica a las sustancias y los preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden entrañar riesgos de gravedad limitada para la salud.	
Tóxico	Se aplica a las sustancias y los preparados (incluidos las sustancias y los preparados muy tóxicos) que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden entrañar riesgos graves, agudos o crónicos e incluso la muerte.	
Cancerígeno	Se aplica a las sustancias y los preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden producir cáncer o aumentar su frecuencia.	
Corrosivo	Se aplica a las sustancias y los preparados que pueden destruir tejidos vivos al entrar en contacto con ellos.	
Mutagénico	Se aplica a las sustancias y los preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden producir defectos genéticos hereditarios o aumentar su frecuencia.	
Sensibilizante	Se aplica a las sustancias y los preparados que, por inhalación o penetración cutánea, pueden ocasionar una reacción de hipersensibilización, de forma que una exposición posterior a esa sustancia o preparado dé lugar a efectos nocivos característicos.	
Ecotóxico	Se aplica a los residuos que presentan o pueden presentar riesgos inmediatos o diferidos para uno o más compartimentos del medio ambiente.	

Las instalaciones en las que se producen RP deben contar con una autorización del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno Vasco y contratar a una empresa autorizada para la gestión extracentro de estos residuos. Para garantizar que la gestión extracentro es lo más respetuosa posible con el medio ambiente, el personal la UPV/EHU debe proceder a una correcta gestión intracentro, esto es, **la prevención, clasificación, envasado, etiquetado y al almacenamiento** seguro de estos residuos. Los

RP se pueden almacenar un máximo de seis meses desde que se introduce el primer residuo en el envase. Debe avisarse a la persona responsable de este ámbito en el centro cuando o bien los envases están completos o bien se acerca el periodo máximo de 6 meses para que se proceda a su retirada.

PREVENCIÓN

Es importante tener en cuenta que el mejor residuo es aquel que no se genera. Por lo tanto, es recomendable minimizar, en la medida de lo posible, el uso de los productos peligrosos y prestar atención para evitar que los productos caduquen y se tengan que desechar sin darles uso. Para promover esta idea, la UPV/EHU cuenta con un [manual](#) de buenas prácticas para la minimización de residuos químicos. Entre esas recomendaciones destacan las siguientes:

- Selección de las materias primas de menor peligrosidad para producir residuos no peligrosos en lugar de residuos peligrosos.
- Realización de inventarios de materias primas periódicamente, prestando especial atención a los productos más antiguos para evitar que caduquen.
- Sensibilización expresa de las personas responsables de los talleres para que tengan presente en toda decisión criterios de sostenibilidad.
- Consideración de la minimización de residuos como una variable más en la adquisición de equipos e instrumentos para los talleres.
- Llenado de envases de residuos peligrosos antes de su entrega a gestor. Para evitar entregar recipientes medio vacíos, pueden combinarse residuos del mismo tipo generados en diferentes departamentos.
- Minimización del consumo de absorbentes.

CLASIFICACION

Para poder clasificar los residuos de forma correcta, es importante respetar la clasificación de la siguiente tabla y no mezclar productos de diferente tipología en un mismo envase.

Compuesto	Tipo de residuo	Marca comercial	Referencia	Ficha de seguridad
Disolvente acrílico	disolvente	Pro&Car		Si
Disolvente poliuretano	disolvente	Industrias químicas cuadrado		si
Bicapa disolvente	disolvente	General		no
Acetona	disolvente			no
Esmalte poliuretano	disolvente	Hempel		si
Pegamento aeronáutico	pegamento que contiene disolvente	Loctite	EA934NA 50GR AERO	si
Pegamento aeronáutico	pegamento que contiene disolvente	Loctite	EA 9396 6OZ AERO	si

Pegamento aeronáutico	pegamento que contiene disolvente	Loctite	EA 9394 QT AERO	si
Pegamento	pegamento que contiene disolvente	Loctite	HY4070	si
Pegamento	pegamento que contiene disolvente	Loctite	401	si
Silicona	pegamento que contiene disolvente	Loctite	SI596	si
Bicomponente epoxi	pegamento que contiene disolvente	Loctite	EA 9466	si
Adhesivo instantáneo	pegamento que contiene disolvente	Loctite	454	si
Fijador de roscas	pegamento que contiene disolvente	Loctite	243	si
Sellador de roscas	pegamento que contiene disolvente	Loctite	577	si
Masilla de poliéster	pegamento que contiene disolvente	Presto		si
Resina epoxi	disolvente	Axon	EPOLAM 2017	si
Limpiador	disolvente	Farécla		si
Limpiador	disolvente	Loctite	SF 7063	si
Limpiador	disolvente	Loctite	SF 7235	si
mould cleaner	disolvente	Easycomposites		si
easy lease	disolvente	Easycomposites		si
high temp epoxy tooling gelcoat hardener	disolvente	Easycomposites		si
Resina epoxi	disolvente	Axon	EPOLAM 2025	si
Hi-gloss	disolvente	Easycomposites		si
alcohol	disolvente			no
Catalizador Barniz	pintura(diisocianato)*	Pro&Car	3019	si
Catalizador	Pintura(diisocianato)*	Hempel	95370	si
Genflex Plastic	pintura	General		si
Barniz	pintura	DecoArt		no
Sealer	pintura	3M	Scotch 1001	no
Pintura acrílica	pintura	Liquitex		no
Desengrasante	pintura	Pro&Car	3721	si
Sellador	pintura	TR Milti-pull	910	no
Sellador	pintura	Easycomposites	S 120	si

Aceite lubricante	aceite	Castrol	Syntrax limited slip 75W-140	si
Aceite lubricante	aceite	Castrol	Axle EPX 85W-140	si
Líquido de frenos	aceite	AP Racing	R4	si
Lubricante multiusos	aceite	WD	WD-40	si
Lubricante multiusos	aerosol	WD	WD-40	si
Spray Adhesivo	aerosol	FusionFix		si
Celdas LiPoPouch	Baterías (de ion litio)	Melasta		no
Microesferas de cristal	no peligroso	Easycomposites		si
Componentes electrónicos	no peligroso			no
PLA	no peligroso			no
ABS	no peligroso			no
Acero	no peligroso			no
Aluminio	no peligroso			no
Carbono preimpregnado	no peligroso			no
Aramida preimpregnada	no peligroso			no

- Entre los productos de la lista, hay dos que contienen diisocianato. Son el catalizador y el catalizador barniz y debido al tratamiento especial que requiere ese compuesto, tienen que ser retirados como una categoría diferente. Cuando se generen residuos de estos productos, deberán etiquetarse como pinturas, pero añadiendo un comentario advirtiendo sobre el diisocianato.
- En el caso de los aerosoles, es recomendable evitar su uso. Si, aun así, se tienen que desechar y es una cantidad pequeña, quizá sea mejor llevarlos a un punto-limpio o *garbigune*. El coste de tratar estos residuos es muy elevado y con cantidades pequeñas, el peso del bidón podría llegar a ser incluso mayor que el de los aerosoles.
- En el caso de otros residuos, como las baterías, es posible desecharlas mediante la empresa encargada de la recogida de RP utilizando la etiqueta de baterías de plomo, pero especificando en los comentarios de la etiqueta que son de ion litio. No obstante, es probable que, dado el potencial de reutilización de las baterías, sea posible venderlas recuperando parte del coste de su compra.

- Además de los tipos de residuos de esa lista, también se generan residuos clasificados como:
 - Envases vacíos metálicos: dentro de esta categoría entran los envases de metal vacíos que hayan contenido productos peligrosos.
 - Envases vacíos de plástico: dentro de esta categoría entran los envases de plástico vacíos que hayan contenido productos peligrosos.
 - Absorbentes: dentro de esta categoría entran los productos como guantes, pinceles, trapos, papel, cubiertas protectoras de plástico, etc. que se hayan contaminado al estar en contacto con RP.

En caso de adquirir algún producto nuevo, en las fichas de seguridad de cada producto viene información de gran utilidad. Las fichas tienen como objetivo reducir riesgos laborales y medioambientales y cuentan con una estructura regulada en las que tienen que informar sobre sus componentes, procedimiento en caso de accidente, recomendaciones de almacenamiento, eliminación y transporte entre otros. Esta documentación la suele proporcionar el fabricante y en muchos casos, se pueden encontrar en internet. En la tabla anterior, se incluyen enlaces a la mayoría de las fichas de los productos de los talleres. Por otro lado, en la tabla inferior se muestra la clasificación y características de los principales tipos de RP generados por FSB para que resulte más sencillo identificar su tipología.

Residuos	Código LER	Pictogramas de peligrosidad	Consideraciones para la clasificación y segregación de los residuos de laboratorio
Absorbentes. Material de filtración	150202		<p>En este grupo se clasifican los siguientes residuos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Material utilizado para la limpieza de manos, limpieza de equipos y derrames: trapos, sepiolita, papel contaminado, guantes, etc. - Material de plástico o vidrio contaminado como pinceles, brochas, tapones, etc. - Recipientes pequeños de cerámica donde se han realizado mezclas, que en su mayoría han contenido sustancias peligrosas. - Materiales de filtración, como, por ejemplo: filtros de papel, cubiertas protectoras de plástico y materiales contaminados (guantes, monos de trabajo, cartón, etc.). <p>Este tipo de residuo en ningún caso puede contener materia líquida, o restos de cualquier tipo o producto, por ejemplo, recipientes conteniendo producto.</p>
Aceites	130208		<p>Agua (5%, Sedimentos (6%, Cloro (0,3%, PCB (50 ppm</p> <p>Este grupo corresponde a los aceites minerales derivados de operaciones de mantenimiento de baños y calefactores, aceites de motor, de transmisión mecánica y lubricantes.</p>

Aerosol	160504		Gases en recipientes a presión (exentos halones, freones, gases inflamables, gases refrigerantes, bombonas y/o extintores)
Baterías de Plomo	160601		Baterías de cualquier tipo que contengan plomo (Pb). Si el tamaño lo permite o en caso de fugas de líquido, acondicionarlas en bidones homologados; en caso contrario, guardarlos en cajas de cartón bien cerradas, y etiquetadas.
Disolventes NO halogenados	140603		<p>PCI > 4500 kcal/kg, halógenos totales</p> <p>Se clasifican aquí los líquidos orgánicos inflamables que contengan menos de un 1% en halógenos. Son productos inflamables y tóxicos y, entre ellos, se pueden citar los alcoholes, aldehídos, amidas, cetonas, ésteres, glicoles, hidrocarburos alifáticos, hidrocarburos aromáticos y nitrilos, baños de etilenglicol o silicona líquida etc.</p> <p>Es importante, dentro de este grupo, evitar mezclas de disolventes que sean inmiscibles ya que la aparición de fases diferentes dificulta el tratamiento posterior.</p>
Envases vacíos metálicos	150110		<p>Contenido máximo de residuo 1% del volumen del envase</p> <p>Botellas, botes y otros envases de metal vacíos <u>que no contengan restos sólidos o líquidos</u>. - Incluir los envases cerrados con su propio tapón</p>
Envases vacíos de plástico	150110		<p>Contenido máximo de residuo 1% del volumen del envase</p> <p>Botellas, botes o garrafas de plástico vacías <u>que no contengan restos sólidos o líquidos</u>. Quedan fuera de esta categoría jeringas, viales o material desechable de plástico de pequeño tamaño, que debe ser clasificado como "Absorbentes". -Incluir los envases cerrados con su propio tapón.</p>
Pastas, pinturas, barnices con disolvente	160508		<p>PCI >4500 kcal/kg, halógenos totales</p> <p>Pinturas en base acuosa o base disolvente. Cuidado con la inflamabilidad a la hora de mezclar residuos similares.</p> <p>En este grupo se incluye la parafina, que, aunque no es exactamente eso, es lo que más se asemeja al tratamiento que recibe el residuo. Hay que indicar que contiene "Parafina" en el campo de observaciones de la etiqueta.</p> <p>Por semejanza, se puede considerar en esta categoría el betún asfáltico, pero si el betún está mezclado con disolvente, por ejemplo, Tolueno, y resulta poco viscoso (predomina la fase líquida del Tolueno), se puede clasificar como "Disolvente No Halogenado"</p>

ENVASADO

A la hora de seleccionar los envases para los RP, hay que tener en cuenta el estado físico y el volumen esperado de generación en un tiempo determinado.

Envases para líquido: garrafas de 10 L y 20 L y bidones de dos bocas de 200L



Envases para sólido: envases de 10L y 20L, bidones de cierre de ballesta de 30L, 60L y 200L y big-bags.



En la siguiente tabla se muestra que envase le corresponde a cada tipo de residuo.

Laboratorio de electrónica (Edificio I)	Taller principal (Edificio I)		Talleres del Edificio II	
	Residuo	Envase	Residuo	Envase
No se generan residuos peligrosos que se retiren por SUEZ, por lo que no hacen falta envases para su transporte.	Aceite	Garrafa de 10L	Disolvente	Garrafa de 25L
	Disolvente	Garrafa de 25L	Absorbentes	Bidón de 200L
	Pinturas y barnices	Garrafa de 10L	Envases vacíos de plástico	Bidón de 60L
	Absorbentes	Bidón de 200L	Envases vacíos de metal	Bidón de 60L
	Envases vacíos de plástico	Bidón de 60L		
		Bidón de 60L		

	Envases vacíos de metal			
--	-------------------------	--	--	--

ETIQUETADO

Todos los envases deben tener siempre una etiqueta que informe sobre el contenido del interior. Estas etiquetas están disponibles para su [descarga](#) y debe rellenarse la información relativa a:

- La fecha de inicio del almacenamiento.
- El nombre del departamento.
- La dirección del centro, junto con la localidad y provincia.
- El teléfono de la persona responsable de los residuos.
- Los comentarios sobre los residuos del envase, donde se informará de forma más detallada de las características del residuo del interior.

A la hora de colocar las etiquetas deben tomarse las siguientes precauciones:

- Para evitar confusiones solamente puede haber una por envase.
- La etiqueta debe colocarse en una zona visible del envase.
- No es válido escribir con un rotulador el contenido del envase, tiene que colocarse una etiqueta con un formato como la de la siguiente imagen.

  	PRODUKTUA : DISOLBATZAILEDUN PINTURAK PRODUCTO : PINTURAS CON DISOLVENTE	
	DATUAK IDENTIFICACIÓN Kodea/ Código R.D. 833/1988 / R.D. 952/1997 / Reglamento 1357/2014	
L.E.R. Kodea Código L.E.R.		Q R,D L,P,5 C HP A B
1 6 0 5 0 8 Q7 R13 L,P5 C41/43 HP3 A87(4) B0019		
Productos químicos orgánicos desechados que consisten en sustancias o las contienen / Baztertutako produktu kimiko organikok, substantzia arriskutsuak direnak edo substantzia arriskutsuak dauzkatenak		BILTEGRATU ZEN EGUNA FECHA INICIO ALMACENAMIENTO
EKOIZLEAREN DATUAK / IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTOR		
Empresa / Empresa	UP/VEHU	Salla / Departamento
Ikastegia eta helbidea Centro y dirección		
Herria / Localidad		Probintzia / Provincia
Telefonoa / Teléfono		Fax/Fax
KUDEATZAILEA / GESTOR		SITA SPE IBERICA, S.L.U EU-02/077/02
		
OHARRAK/OBSERVACIONES:		

ALMACENAMIENTO

Al almacenar residuos peligrosos, es necesario tener en cuenta varias consideraciones:

- Solo se pueden usar envases homologados
- Los envases tienen que estar correctamente cerrados
- No se deben llenar más del 80-90%, especialmente los que contengan líquidos
- Los envases no deben estar expuestos a la luz solar o fuentes de calor (horno, calefacción...)
- No se pueden almacenar envases en zonas de paso, en mesas o más de 1,5m de altura
- Cuando sea posible, evitar dar para la recogida envases casi vacíos (se paga por el peso de los bidones, por lo que en este caso podría llegar a pesar más el envase que el residuo)
- A la hora de almacenar los envases, hay que adelantarse al día de la recogida y asegurarse de que los envases podrán sacarse del edificio con facilidad.
- Para que en caso de fuga de los residuos se eviten reacciones espontaneas, deben colocarse los envases siguiendo las recomendaciones de la tabla de incompatibilidades. En el caso de FSB, los envases de disolventes y pastas, pinturas, y barnices deben situarse los más distantes posible.

INCOMPATIBILIDADES EN EL ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUIMICAS
 (INSHT-NTP 725)

							
	+	-	-	-	-	-	-
	-	+	-	-	-	2	2
	-	-	+	-	1	+	+
	-	-	-	+	+	+	+
	-	-	1	+	+	+	+
	-	2	+	+	+	+	+
	-	2	+	+	+	+	+

1) Produktu korrosiboak batera bil daitezke ontzi hauskorretan ez badaude
 Se podrán almacenar conjuntamente si los productos corrosivos no están envasados en recipientes frágiles.

2) Prebentzio neurri batzuk hartuz gero batera bil daitezke
 Se podrán almacenar juntos si se adoptan ciertas medidas de prevención.