Asturias Paradise
Hub 4 Circularity
AsPH4C

INFORME DE ACTIVIDAD

VISITA DE ESTUDIO A PLANTA PILOTO KILO-LAB DUNCON DE LA RED CIRCUITOS DE VALORIZACIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS

Máster Universitario en Ingeniería Química.
Máster Universitario Erasmus Mundus en Tecnología Y Gestión para la Economía Circular.
Curso 2023 – 2024. Universidad de Oviedo.

Universidad de Oviedo

SEKUENS
Agencia de Ciencia, Competitividad Empresarial e Innovación del Principado de Asturias

Tabla de contenido

1 Descripción de la actividad 3
2 Agenda de la visita 4
3 Ficha de la Planta Piloto 5
Versión en español 5
Versión en inglés 6
4 Informes de los alumnos 7
Ejercicio 7
Propuestas 8

1 Descripción de la actividad

En el marco del Asturias Paradise Hub 4 Circularity, desde 2023 se vienen llevando a cabo una novedosa iniciativa de colaboración, facilitada por SEKUENS, en el marco de un convenio de colaboración firmado con la Universidad de Oviedo el 8 de noviembre de 2023, consistente en la realización de visitas de estudio de alumnos de máster a una selección de plantas piloto de la red Circuitos de Valorización Integral del Hub, como parte de su programa formativo. El propósito es orientar la atención de los futuros investigadores y tecnólogos hacia tecnologías circulares de interés para la industria regional.

En este marco, en el curso académico 2022-2023 se organizó la primera de las visitas de estudio a las plantas piloto **Demo B ReWaCEM** de ELETRONÍQUEL y **Landfill4HEALTH** de COGERSA, a las que asistieron alumnos de la asignatura *Experimentación en Ingeniería Química* del Máster Universitario en Ingeniería Química de la Universidad de Oviedo.

Posteriormente, en febrero de 2024, se organizó la primera visita del curso académico 2023-2024 a las plantas piloto ubicadas en el Open Lab de COGERSA: **Landfill4HEALTH** perteneciente a COGERSA, **Hidrothermal Carbonisation -HTC** de INCAR-CSIC y **ENTOTAINER** de CAPSA FOOD. Las asignaturas que optaron en esa ocasión por esta herramienta educativa fueron *Tratamientos Avanzados de Control de la Contaminación* del Máster Universitario en Ingeniería Química y *Tratamiento de Efluentes y Residuos de la Industria Alimentaria* del Máster Universitario de Biotecnología Alimentaria, ambos de la Universidad de Oviedo.

Este informe resume la tercera visita del programa, segunda del curso académico 2023-2024, atendiendo a una expresión de interés por parte de la asignatura *Experimentación en Ingeniería Química*, para realizar una visita de estudio con alumnos de la Universidad de Oviedo del Máster Universitario en Ingeniería Química y del Máster Universitario Erasmus Mundus en Tecnología y Gestión para la Economía Circular. La instalación seleccionada en esta ocasión fue la planta piloto **Kilo-Lab DUNCON** de PASEK, ubicada en Llodares, Castrillón.

Siguiendo la metodología de este programa de Visitas de Estudios del AsPH4C, se facilitó a los alumnos una ficha resumen de la planta, que incluía el diagrama de flujo y una breve descripción de las operaciones y tecnologías que se reproducen y durante la visita, los alumnos recibieron una charla acerca de las principales aplicaciones de las tecnologías reproducidas, así como de las actividades ensayadas relacionadas con la valorización de residuos y la economía circular. Los alumnos participantes tuvieron la oportunidad de plantear preguntas respecto al equipamiento, operaciones y opciones de aprovechamiento. Como resultado de la visita, y en el marco de cada máster, los alumnos fueron requeridos a realizar un ejercicio sobre oportunidades de valorización aplicando las tecnologías que se reproducen en la planta, prestando especial interés a las tendencias de economía circular y descarbonización de procesos, tema de interés común para la agencia SEKUENS, para los representantes de la planta piloto y para los profesores de la asignatura.

2 Agenda de la visita

La actividad se llevó a cabo el día **10 de abril de 2024**, con salida desde la Facultad de Químicas.

SEKUENS
Agencia de Ciencia, Competitividad Empresarial e Innovación del Principado de Asturias

Universidad de Oviedo

AGENDA

Llodares, 10 de abril de 2024

9:30 Encuentro C/ Julián Clavería, Oviedo. Salida BUS hacia Llodares - Castrillón.

10:15 Llegada a PASEK

10:20 Bienvenida y programa del día. PASEK/SEKUENS (10')

Pasek MINERALES

10:30 **Visita a la PLANTA PILOTO DUNCON** (60')

Planta de DESCOMPOSICIÓN TÉRMICA Y LIXIVIACIÓN a escala piloto. Operación y aplicaciones

Pamela Díaz. Directora de I+D

12:00 Despedida. Salida BUS hacia Oviedo

3 Ficha de la Planta Piloto

Versión en español

05

Vistas de Estudio

CIRCUITOS DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS

Máster Ingeniería Química. Universidad de Oviedo 2023-2024

Asturias Paradise Hub 4 Circularity AsPH4C

PLANTA PILOTO "Kilo-Lab DUNCON"

DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES

Pasek dispone en Galicia de una mina a cielo abierto, en la zona de Cabo Ortegal, donde explota y procesa, desde 1971, un mineral llamado Dunita (silicato de magnesio). Durante los trabajos de extracción y procesamiento del mineral, se producen fracciones granulométricas menores a 300 micras que se recogen junto con las aguas de escorrentía y lavado del mineral, en unas balsas, en forma de lodos. Actualmente, estos lodos no tienen salida comercial y son acopiados en la propia mina.

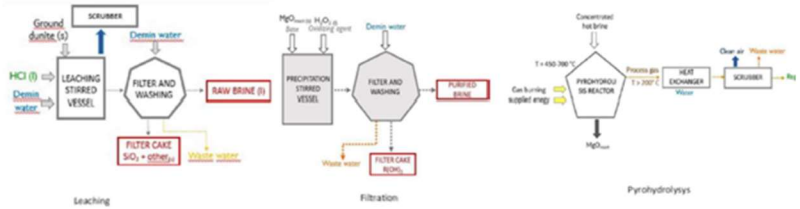
En base al compromiso de sostenibilidad y economía circular de Pasek, el Departamento de I+D+i dispone en sus instalaciones de Llodares de una zona experimental, denominada Kilo-lab, donde se realizan ensayos para la transformación de los lodos de Dunita en sus óxidos principales (SiO_2 y MgO) mediante procesos de lixiviado, neutralización y pirohidrólisis.

TECNOLOGÍAS QUE SE REPRODUCEN

La planta cuenta con los siguientes equipos para la reproducción, a pequeña escala, de las tecnologías de interés:

- Tanques de lixiviación en pvdf, para permitir reacciones con ácido clorhídrico a pH= 0 y temperaturas entre 60ª y 90ª C
- Tanques de mezclado, para realizar reacciones de neutralización, hidratación del MgO en MDH y formación de silicato sódico.
- Filtros prensa.
- Equipo de pirohidrólisis, donde se realiza la transformación a 600ª C del $MgCl_2.6H_2O$ líquido en MgO sólido.
- Scrubbels para la recuperación de los gases.

DIAGRAMA DE FLUJO



DATOS DE INTERÉS

El interés de esta planta radica en servir de base para la definición de los procesos y equipos necesarios para la construcción de una planta piloto industrial que permita la valorización de los lodos de dunita en productos de alto valor añadido, como puede ser el MgO, el MDH y los derivados de sílice, como el silicato sódico o la sílice precitada.

La capacidad de los equipamientos disponibles alcanza:

- Reactores: 80-100 litros
- Filtros prensa: 7 l/h y 15-20 l/h
- Reactor de pirohidrólisis entre 6-20 l/h

En conjunto conforman un proceso en circuito cerrado donde no se generan prácticamente residuos y donde más del 50% del reactivo principal, ácido clorhídrico, es recuperado y recirculado.

En la actualidad, se está estudiando el uso de energías verdes que hagan más sostenible, desde el punto de vista ambiental, el proceso de la planta piloto.

CONTACTO EMPRESA:

Nombre Pamela Díaz García email: pamela.diaz@pasek.group

Phone: +34 646239037

Address:. Llodares, 10. 33456 Llodares (Castrillón-Asturias)

Pasek

www.idepa.es/innovacion/asturias-paradise-hub-4-circularity

Versión en inglés

05

Study Visits
COMPREHENSIVE VALORISATION CIRCUITS

Máster Ingeniería Química. Universidad de Oviedo 2023-2024

Asturias Paradise Hub 4 Circularity AsPH4C

PILOT PLANT "KILO-LAB DUNCON"

DESCRIPTION

Pasek has an open-cast mine in Galicia, in the Cabo Ortegal area, where it has been mining and processing the Dunite mineral (magnesium silicate) since 1971. The mining and processing of the ore produces fractions with particle sizes of less than 300 microns, which are collected in ponds in the form of sludge long with the drainage and washing water from the ore. This sludge currently has no commercial outlet and is stockpiled at the mine itself.

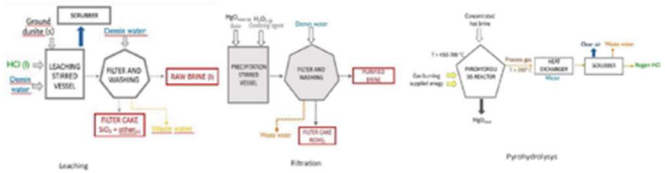
As part of Pasek's commitment to sustainability and the circular economy, the R&D&I department has an experimental area at its facilities in Llodares, called the Kilo-lab, where tests are carried out to transform dunite sludge into its main oxides (SiO2 and MgO) through leaching, neutralisation and pyrohydrolysis processes.

TECNOLOGIES

The plant has the following equipment to reproduce the technologies of interest on a small scale:

- Pvdf leaching tanks to allow reactions with hydrochloric acid at pH = 0 and temperatures between 60º and 90º C.
- Mixing tanks, for neutralisation reactions, hydration of MgO in MDH and formation of sodium silicate.
- Filter presses.
- Pyrohydrolysis plants, where the conversion of liquid MgCl2.6H2O into solid MgO takes place at 600º C.
- Gas recovery scrubbers.

FLOWCHART



INTERESTING DATA

The interest of this plant is to serve as a basis for the definition of the processes and equipment necessary for the construction of an industrial pilot plant for the valorisation of dunite sludge into high added value products such as MgO, MDH and silica derivatives such as sodium silicate or precipitated silica.

The capacity of the available equipment is as follows:

- Reactors: 80-100 litres
- Filter presses: 7 l/h and 15-20 l/h
- Pyrohydrolysis reactor: 6-20 l/h

Together they form a closed-loop process that produces virtually no waste and recovers and recycles more than 50% of the main reagent, hydrochloric acid.

The use of green energy is currently being investigated to make the pilot plant process more environmentally sustainable.

CONTACTS:

Name: Pamela Díaz García email: pamela.diaz@pasek.group

Phone: +34 646239037

Address: Llodares, 10. 33456 Llodares (Castrillón-Asturias)

Pasek

www.idepa.es/innovacion/asturias-paradise-hub-4-circularity

4 Informes de los alumnos

Ejercicio

La actividad evaluable se planteó a los alumnos en los términos siguientes:

VISITAS ESTUDIO PLANTAS PILOTO – 10 de abril de 2024

De cara a poner en valor el potencial y versatilidad de las tecnologías ensayadas en la planta piloto visitada, **Kilo-Lab DUNCON,** y como ejercicio de integración de estas visitas con el contenido académico del máster, los alumnos deberán preparar un documento breve (300-500 palabras) en el que, por grupos de dos o tres personas, se reflexione sobre los siguientes aspectos:

Posibles aplicaciones de las tecnologías mostradas en las plantas piloto con vistas al tratamiento de aguas residuales de industrias, indicando las principales modificaciones a realizar sobre el diseño original para adaptarse a las características esperables de la aplicación seleccionada a este tipo de efluentes, a las necesidades de escalado, o a vencer dificultades de operación observadas con la configuración actual, prestando especial atención a las nuevas tendencias de economía circular y descarbonización de procesos.

Se valorará positivamente que se propongan opciones de combinación de estas tecnologías para crear otros circuitos de valorización integral.

Estos documentos serán evaluados de acuerdo con lo indicado en la asignatura en el ámbito de las tutorías grupales.

Tal y como se menciona en el convenio en el que se encuadra esta actividad, estos documentos serán entregados a las empresas propietarias de las plantas piloto en contraprestación a su participación en este programa.

La actividad se resolvió por grupos, 4 del Máster Universitario en Ingeniería Química y 4 del Máster Universitario Erasmus Mundus de Economía Circular

Los trabajos formularon propuestas de mejora de procesos y aplicaciones con distintos enfoques respecto a los residuos a tratar, los productos a obtener y la tecnología o combinación de tecnologías a aplicar.

Sample of Dunite sludge used as raw material.

Leaching reactor

Filter Press

Pyrohydrolysis reactor.

Leaching filter cake

Powder of MgO and MDH

En sus trabajos, los alumnos apreciaron la visita desde la perspectiva de conocer un proceso de economía circular en desarrollo, que está siendo escalado en un entorno industrial, combinando criterios de eficiencia, seguridad y sostenibilidad.

Como alternativas de aplicación de esta tecnología citaron:

1. Adaptación de la planta para ofrecer soluciones al tratamiento integral de aguas residuales industriales con altos contenidos en metales pesados, materia orgánica y otros químicos, aplicando el concepto de circularidad para la recuperación de metales y materia orgánica para uso como combustible alternativo. Ejemplos citados de industrias de interés son el sector químico y farmacéutico, el recubrimiento de metales, el teñido de pieles y textiles, la extracción de minerales o la industria nuclear.
2. Aplicación de esta combinación de tecnologías en otros procesos donde se use dunita u olivino como materias primas, como la fundición y refino de metales o en el tratamiento de residuos de construcción que contengan dunita.
3. Aplicación del proceso para el tratamiento de residuos industriales en forma de lodos con alta carga orgánica, como los de la industria agroalimentaria, para la obtención de biochar.

Las propuestas de mejora del proceso propuestas fueron:

- Incluir un pretratamiento para eliminar contaminantes específicos tales como metales pesados, aceites, mediante el uso de tecnologías específicas o procesos de coagulación o floculación seguidos de una digestión anaerobia con lodos activos.
- Implementar un proceso de precipitación en dos pasos, para separación de Fe, Ni, Al y Cr para aumentar el aprovechamiento de la dunita y rebajar a la par la carga contaminante del residuo resultante.
- Eliminar el contenido orgánico de los lodos de dunita para contribuir a mejorar el color del silicato de sodio final.
- Incorporar al proceso un mezclador estático para reducir el tiempo de ajuste del pH y la dependencia de mano de obra.
- Seguir un diseño modular de la planta piloto para facilitar el escalado.
- Automatización del proceso para control inteligente de parámetros clave como pH, Tª, flujos, etc.
- Optimizar el diseño y tamaño de las boquillas del reactor de hidropirólisis
- Valorar el uso de carbón activo para mejorar el color del producto final.
- Aprovechamiento de calores residuales resultantes de la reacción exotérmica que tiene lugar en el reactor de lixiviación en otros puntos del proceso, como en el evaporador o en la pirólisis.
- Usar de fuentes de energía renovables, como energía solar o green methanol, para rebajar la huella de carbono del proceso.
- Tratamiento anaeróbico de residuos orgánicos para la obtención de biogás.
- Probar el uso de tecnologías de filtración innovadoras. Filtros basados en nanofibras o tratamientos con carbón activo pueden contribuir a mejorar el resultado del producto final.