



ECONOMÍA CIRCULAR EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

Buenas prácticas
en el uso de materiales
reciclados en obra civil
en el País Vasco

© **Ihobe S.A.**, Enero 2019

Edita: Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental
Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda
Gobierno Vasco

C/Alameda de Urquijo, 36 - 6º Planta
48011 Bilbao
info@ihobe.eus
www.ingurumena.eus
www.ihobe.eus

Maquetación: La Trastienda Creativa

INTRODUCCIÓN

La Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno y su Sociedad Pública Ihobe tienen una larga trayectoria en la promoción del uso de materiales reciclados de calidad para lograr una economía ecoeficiente y con reducido impacto ambiental.

En el ámbito de la construcción y de la edificación sostenible, gracias a la colaboración público privada, se han ido generando un amplio abanico de instrumentos para apoyar a este sector en la mejora ambiental. Destacan especialmente:

- Investigaciones prenormativas
- Participación en proyectos europeos de investigación
- Proyectos de demostración tecnológica
- Disposiciones legislativas
- Normas técnicas de uso
- Criterios y manuales de compra pública verde
- Manuales y guías de apoyo para el cumplimiento de legislación
- Guías técnicas de uso de materiales
- Guías de buenas prácticas en obra
- Asistencias técnicas a agentes relacionados.

A pesar de los esfuerzos y de los logros conseguidos, la incorporación de materiales reciclados en obra sigue siendo insuficiente. Los residuos generados en la CAPV que son susceptibles de ser convertidos en materiales a través de upcycling son relevantes. En 2016 se generaron más de 1.200.000 Ton de Residuos de Construcción y Demolición y más de 800.000 toneladas de escorias de acería.

En este documento se presenta una recopilación de trabajos en los se ha utilizado como materias prima este tipo residuos, haciendo real el concepto de economía circular.



Ubicación en mapa



“Durante los años en que llevamos construyendo el parque Kutxa Ekogunea y desarrollando proyectos hemos comprobado que adoptar e impulsar alternativas sostenibles es en muchos casos el camino más arduo, pero que sí existen alternativas factibles. Además, a lo largo de este camino hemos podido colaborar con diferentes aliados y organizaciones que comparten los mismos objetivos, muchos de ellos incluso nos han ayudado a crear y seguir desarrollando el parque”

Andrew Paul Rickard,
coordinador de proyectos
de Ekogunea

“El medio ambiente dará a la ciudadanía el impulso necesario hacia la sensibilización y sobre todo hacia la acción”

Amaia Otazo,
responsable consumo
Sostenible de Ekogunea

KUTXA EKO GUNEA -

PARQUE DE LA SOSTENIBILIDAD DE KUTXA FUNDAZIOA

El acondicionamiento de las instalaciones de Ekogunea ha logrado reutilizar más de 15.000 toneladas de árido reciclado.

Datos técnicos:

Promotor: Obra Social de Kutxa

Proyectista: LKS INGENIERIA

Constructor: URBYCOLAN

Localidad: Donostia - San Sebastián

Fecha inicio obra: 2012

Fecha finalización obra: abierta fase 2

Contacto Clave: Andrew Paul Rickard

Tipología:

Urbanización / **obra civil**
Edificación: Rehabilitación
Obra Nueva

Breve descripción del proyecto:

Kutxa Ekogunea es una Fundación cuya misión es extender la cultura ecológica en nuestro entorno, facilitando a las personas dar el paso de la concienciación ambiental a la acción. Para lograrlo en el parque Ekogunea educamos, mostramos modelos e impulsamos procesos para la acción y el cambio, promovemos proyectos en los pueblos mediante alianzas y facilitamos el acceso a líneas de financiación verde.

Gracias al trabajo de todos cada vez más gente elegimos llevar un modo de vida más ecológico y responsable, pues resulta gratificante tomar parte en tareas cotidianas que ayudan a mejorar nuestra calidad de vida y hacer que nuestro territorio sea un lugar más próspero, vibrante y sostenible.

Uno de los pilares estratégicos de Kutxa Ekogunea es el relativo a la energía y el cambio climático y, dentro del mismo, la eficiencia energética de los edificios y sus instalaciones, así como el aprovechamiento de recursos energéticos renovables. En esta línea de actuación, las obras de la remodelación de las instalaciones de Zabalegi se plantearon en consonancia con los objetivos de la Fundación, minimizado el impacto sobre el entorno y aplicando las estrategias más eficientes en el empleo de recursos (materiales, energía, agua).

Las obras se han ejecutado utilizando un 65% de productos y materiales abastecidos por **proveedores locales**, el 98% del **hierro es de origen reciclado** y el 100% de la **madera esta certificada con el sello FSC**. Para evitar la erosión e impactos potenciales de aguas pluviales, el parque está dotado con varios ejemplos de **drenaje sostenible**, por ejemplo, el uso de **cunetas verdes** para ralentizar el flujo e infiltrar las aguas de escorrentía y el uso de **asfalto permeable** en la zona del parking que filtra y depura el agua en lugar de verterlo directamente al cauce.

En lo que se refiere a utilización de áridos reciclados el 50% de los áridos incorporados a obra son de origen reciclado, y más de 10% de los costes de materiales de urbanización se ha realizado con **productos recuperados**.



Descripción utilización áridos reciclados:

DESCRIPCIÓN DE LA UTILIZACIÓN DEL ÁRIDO RECICLADO / RESULTADOS OBTENIDOS:

Los trabajos necesarios para el acondicionamiento de las instalaciones del parque se han desarrollado en dos fases.

La primera fase, desarrollada entre 2013 y 2014 tuvo por objeto el acondicionamiento de la zona de huertas, BARATZE PARKEA, así como la conexión del aparcamiento, situada en el nivel inferior de la parcela, con los edificios existentes en la zona alta a través de una red de caminos peatonales.

También se acondicionó con criterios de construcción sostenible la regata Zabalaga.

En la ejecución de carreteras, explanadas y terraplenes de esta fase se utilizó árido reciclado como material granular. En total se utilizaron 3.753,14m³ de árido mixto reciclado, de un total de 7.120,74 m³, lo que supone un 52,71% del total de la obra. En peso equivalen a 7.200Tn de árido.

En la segunda fase, acometida en 2015 se pretende dotar de un nuevo acceso rodado que desde el parking inferior permita el acceso rodado a la zona superior de edificios. En esta segunda fase está previsto aumentar el uso de árido reciclados, que serán utilizados para la ejecución de los rellenos y firmes de la carretera. Esta fase está actualmente en ejecución, pero los datos de proyecto prevén una utilización de 2.396m³ de árido en la ejecución del nuevo vial rodado y 376,55m³ en la ejecución de rellenos de zanjas. En total se emplean 2.773,4m³ de árido reciclado - que equivalen a 5.300Tn - y suponen un 78,06% de los áridos a incorporar a obra.

USOS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS:

Aplicaciones no ligadas

- **Material granular en la ejecución de carreteras, explanadas, terraplenes o afines**
- **Material granular en rellenos localizados bajo superficie sellada**
- Material granular en proyectos de urbanización bajo superficie sellada
- Zahorra en capas estructurales de firmes en carreteras
- Otros

Aplicaciones ligadas

- Material granular para la ejecución de suelocemento en las capas estructurales de carreteras
- Material granular para la ejecución de gravacemento en las capas estructurales de carreteras
- Como material granular en la fabricación de morteros, ladrillos puzolánicos y cemento
- **Como material granular en la fabricación de hormigón estructural y no estructural**

Descripción utilización áridos reciclados:

BENEFICIOS ALCANZADOS:

Ambientales: El uso de áridos reciclados recuperados de obras del entorno incluye la conservación de materias primas, el desvío de residuos a vertedero, un menor impacto considerable sobre ecosistemas naturales, contaminación atmosférica, consumo de energía y agua.

Económicos: El aprovechamiento de áridos recuperados en las dos fases de desarrollo del parque demuestra claramente los ahorros económicos. Además, esta iniciativa sirve como modelo demostrativo de productos y procesos aplicables a obras de carreteras y obras urbanísticas, que fue desde el principio el objetivo del promotor Kutxa Ekogunea y el equipo técnico de Urbycolan.

Beneficios económicos de la 1º fase de obra:

RECICLADO: $3.753,14 \text{ m}^3 \times 10,14 \text{ €/m}^3 = 38.056,84 \text{ €}$

NO RECICLADO: $3.367,6 \text{ m}^3 \times 16,85 \text{ €/m}^3 = 56.744,06 \text{ €}$

El costo medio del árido de reciclado en 1ª Fase = $10,14 \text{ €/m}^3$

El costo medio del árido no reciclado en 1ª Fase = $16,85 \text{ €/m}^3$

Beneficios económicos de la 2º fase de obra:

RECICLADO: $2.396,85 \text{ m}^3 \times 20,92 \text{ €/m}^3 + 376,55 \text{ m}^3 \times 22,31 \text{ €/m}^3 = 58.542,93 \text{ €}$

NO RECICLADO: $779,28 \text{ m}^3 \times 37,20 \text{ €/m}^3 = 28.989,22 \text{ €}$

El costo medio del árido de reciclado en 2ª Fase = $(20,92 + 22,31)/2 = 21,62 \text{ €/m}^3$

El costo medio del árido no reciclado en 2ª Fase = $37,20 \text{ €/m}^3$

CARÁCTER INNOVADOR:

La aplicación de árido mixto de origen reciclado para la fabricación de hormigón.

Áridos utilizados:

Árido reciclado mixto

Origen:

Áridos y Hormigones del Norte

Cantidad AR utilizado (Tn):

5.300 Tn

% sobre el total de áridos utilizados:

87%

BENEFICIOS AMBIENTALES

Reducción emisiones de CO₂:

64,86 Tn CO₂eq.

Reducción energía embebida:

740,55 GJ

BENEFICIOS ECONÓMICOS

Coste unidad de obra:

Coste económico de la 1º fase de obra: 94.800,9 €

Coste económico de la 2º fase de obra: 87.532,15 €

% sobre PEM obra:

Ahorros alcanzados unidad de obra:

El empleo de áridos reciclados implicaba un ahorro de:

1º Fase: 6,71 €/m³ (25.183,56 €)

2º Fase: 15,58 €/m³ (44.627,54 €)

% sobre PEM obra:



Vista general de los trabajos de explanación.



Trabajos de explanación y creación de bases y sub-bases en zona de acceso a huertos





Relleno con árido reciclado en la zona del vial



Rellenos en zanjas y zona de vial



Relleno pista para transporte



Relleno en zanja filtrante



Detalle de acopio de árido mixto



RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE LA CANTERA DE LAMINORIA

Al menos el 50% de la superficie recuperada ha utilizado tecnosuelos consistentes en tierras valorizadas en planta de tratamiento de RCD, enriquecidos con lodos de EDAR.
Arraia-Maeztu, Araba

Ubicación en mapa



Al menos el 50% de la superficie recuperada ha utilizado tecnosuelos consistentes en tierras valorizadas en planta de tratamiento de RCDs enriquecidos con lodos de EDAR

“Desde 2007 se han utilizado en Laminoria 160.000 Tn de material procedente de RCD de nuestra planta de Gardelegi”

**Pedro Soto,
gerente UTE
RCD Gardelegui**

Datos técnicos:

Promotor: EUSEBIO ECHAVE S.A.
-ECHASA- GRUPO SAINSA

Localidad: ARRAIA-MAEZTU

Fecha inicio obra: 2008

Contacto Clave: BERNARDO CATON

Tipología:

Urbanización / **obra civil**
Edificación: Rehabilitación
Obra Nueva

Breve descripción del proyecto:

EUSEBIO ECHAVE, S.A. inicia su actividad empresarial a finales de los años 50, con el objeto de explotar la arena silíceo con destino a la fabricación de vidrio y a moldes de fundición, que afloraba en el Paraje de Laminoria, en el municipio alavés de Arraia-Maeztu. Inicialmente el todo-uno silíceo era transportado en el ferrocarril vasco navarro hasta las instalaciones de beneficio ubicadas en el Polígono Industrial de Gamarra, en Vitoria, donde se lavaba y se secaba el producto previamente a su expedición. En la actualidad la de Laminoria es la mayor de las minas de extracción de áridos a cielo abierto existentes en Euskadi, con una afectación a fin de proyecto inicial más su prórroga, cercana a las 300 hectáreas y ha sumado a la oferta inicial de arena silíceo otros productos como son el árido de caliza blanca para hormigón blanco y calizas pardas para construcción.

En cumplimiento de la normativa sectorial, Real Decreto 2994/1982, desarrollado por el Gobierno Vasco por el Decreto 115/2000, y hoy por R.D. 975/2009, el GRUPO SAINSA lleva más de una veinte años restaurando las zonas en las que cesa la actividad extractiva. Este proceso de restauración comprende cuatro fases sucesivas y requiere de una gran cantidad de material para la restauración de los suelos. En la primera fase se restauran las formas y perfiles reproduciendo unas geometrías asimilables a las existentes antes del inicio de la actividad económica, incluyendo la restauración de los cauces en la zona alterada, para posteriormente reponer los suelos e introducir, finalmente las nuevas especies, primero las herbáceas y leñosas de semillas hidrosembrables o sembrables mecánicamente, un año después, las especies leñosas que requieran plantación.

Como alternativa a las escasas tierras disponibles en la explotación, se han utilizado tecnosuelos. Los tecnosuelos son suelos técnicos basados en la combinación controlada de tierras valorizadas en planta de RCD y lodos de EDAR.

Descripción utilización áridos reciclados:

EXPERIENCIA PILOTO

A la vista del resultado del tecnosuelo descrito, se realizó una experiencia I+D, cofinanciada por IHOBE a través del proyecto AGROBENTO con el Grupo SAINSA (ECHASA), NEIKER y ECOFOND, con vistas a mejorar la valorización de otro residuo, arenas de fundición en verde, de las que se puede obtener bentonitas recicladas por proceso industrial de ECOFOND, con alta capacidad de intercambio catiónico.

Se prepararon 9 parcelas de 400 m² cada una, en las que se probaron 3 tipos de tecnosuelos diferentes, cada uno con tres repeticiones. La proporción exacta de la mezcla del tecnosuelo en cada uno de los tres tipos la estableció NEIKER, responsable científico del desarrollo y supervisión del proyecto. Se sembraron 3 especies herbáceas y se dispuso un sistema de control para medir los resultados. Por una parte se instaló a 90 cm de profundidad un sistema de control de lixiviados que controlara posibles vertidos originados en la zona. Por otra parte se realizaron periódicamente análisis foliares de las herbáceas para descartar posibles anomalías, por ejemplo la presencia de metales pesados. (Bosque como Control) Los controles fueron satisfactorios, y desde el punto de vista ambiental la experiencia también fue exitosa. Al final de la experiencia había 21 especies herbáceas, 18 llegadas espontáneamente.

RECUPERACION AMBIENTAL DE LA EXPLANADA EXTERIOR

Hoy día constituye una unidad diferenciable dentro de las zonas alteradas por la explotación minera y, en ella, se comenzó en 2008 la utilización del primitivo tecnosuelo, a base de tierras procedentes de la planta de valorización de RCDs de Gardelegi y lodos EDAR de la planta de Crispijana, bajo la normativa de aplicación de lodos EDAR en la agricultura, entonces única vigente: Real Decreto 1310/1990 que regulaba el uso de los lodos de depuración en el sector agrario.

Aproximadamente, la mitad de la escombrera exterior, hoy día totalmente restaurada, ha recibido el tecnosuelo inicial, sin bentonitas. Sobre este tecnosuelo, y tras introducir los drenajes necesarios –a través de fajinas de salicáceas – se procedió a la plantación de las especies seleccionadas. Habitualmente se realiza una plantación en hilera de tres especies, dos facilitadoras (principalmente pino, serval o abedul) y una asociada al habitat que se pretende crear. En este segundo caso se ha utilizado roble, arce y haya. La hilera facilitará en el futuro la extracción de las coníferas con el menor daño a las frondosas.

USOS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS:

Aplicaciones no ligadas

- Material granular en la ejecución de carreteras, explanadas, terraplenes o afines
- Material granular en rellenos localizados bajo superficie sellada
- Material granular en proyectos de urbanización bajo superficie sellada
- Zahorra en capas estructurales de firmes en carreteras

Aplicaciones ligadas

- Material granular para la ejecución de suelocemento en las capas estructurales de carreteras
- Material granular para la ejecución de gravacemento en las capas estructurales de carreteras
- Como material granular en la fabricación de morteros, ladrillos puzolánicos y cemento
- Como material granular en la fabricación de hormigón estructural y no estructural

Descripción utilización áridos reciclados:

BENEFICIOS ALCANZADOS:

Ambientales:

Tras siete años desde las primeras experiencias reales con restauración basada en suelos técnicos pueden observarse laderas con unos altos porcentajes de éxito en las plantaciones. El tecnosuelo se ha comportado bien y no se han manifestado problemas adicionales a los habituales en este tipo de plantaciones: faltas por daños de fauna, falta de asoleo, o competencia de especies ajenas al habitat etc. Para paliar los problemas relacionados con la fauna se han colocado protectores en cada unidad plantada. Para mejorar la prevalencia de las especies asociadas se han combinado varias especies facilitadoras que provean de sombra y protección a los robles, hayas, arces y quejigo.

La recuperación de la flora ha posibilitado el regreso de la fauna al enclave de Laminoria, aumentando su biodiversidad. Se ha recuperado la presencia de mamíferos como el zorro, corzo y jabalí. Aves acuáticas como el cormorán, la garza, el azulón o el porrón habitan en las lagunas de seguridad de la cantera. Y es posible avistar una pareja de águila culebrera que anida en un valle contiguo.

CARÁCTER INNOVADOR

La solución adoptada, con la invención de un suelo técnico que reproduzca condiciones adecuadas para permitir la plantación de especies herbáceas, arbustivas y leñosas a partir de dos residuos valorizados como son las tierras procedentes de la valorización de RCD y los lodos de EDAR es innovadora y pionera en nuestro entorno.

Origen:

Planta de Gardelegui

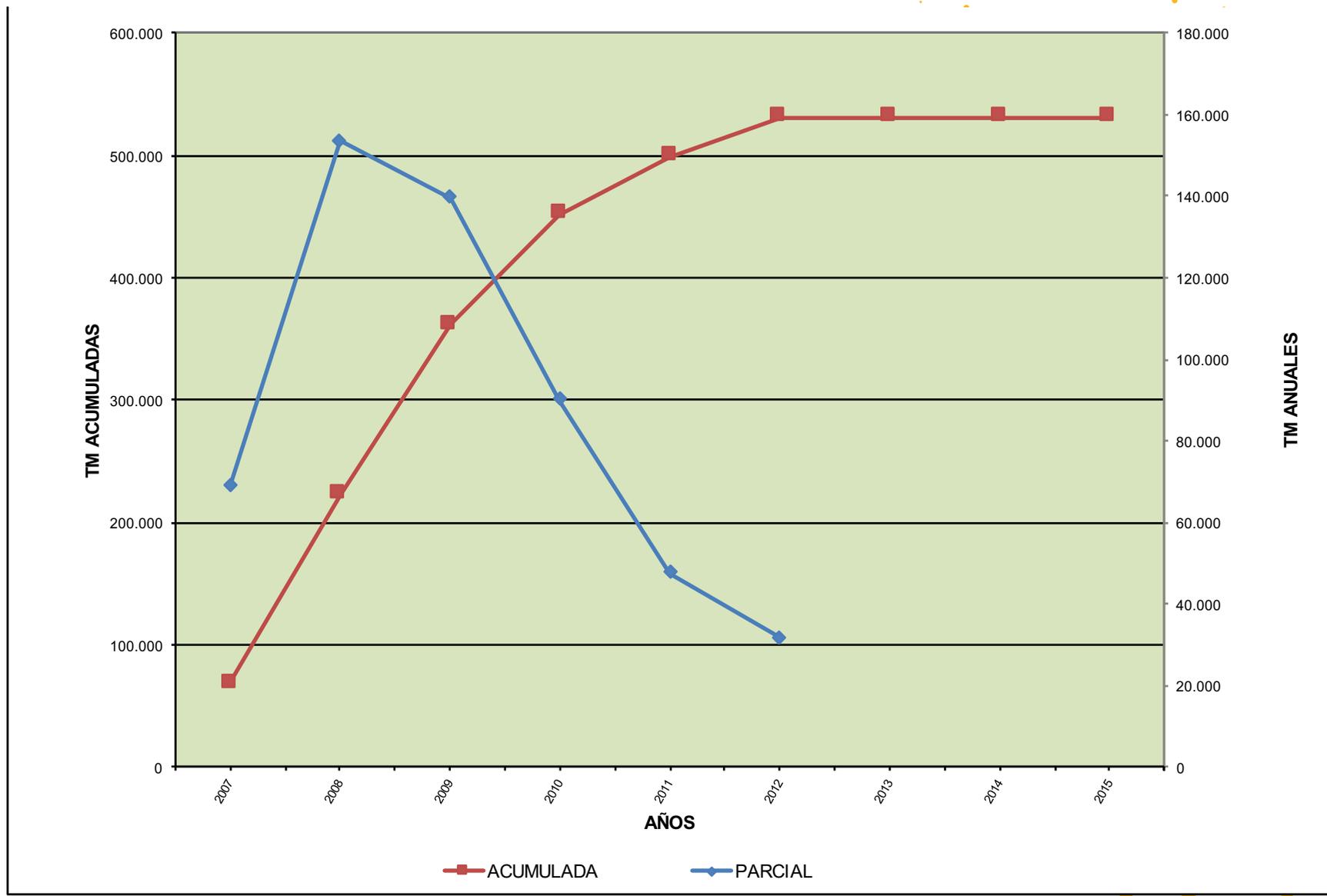
Cantidad AR utilizado (Tn):

160.000 Tn desde el año 2007

50% sobre la superficie total restaurada



TIERRAS VALORIZADAS DE RCD's, ENTREGADAS PARA RESTAURACIÓN DE CANTERA





Experiencia piloto en 9 parcelas



Imagen actual en una de las parcelas piloto



Plantaciones en hilera sobre tecnosuelo



Plantaciones en hilera sobre tecnosuelo

6



Plantaciones en hilera sobre tecnosuelos



Una de las lagunas de seguridad



Aspecto del tecnosuelo junto a protector



Aspecto del tecnosuelo junto a protector



CONSTRUCCIÓN EJE PLENTZIA – MUNGGIA FASE 2

Mejorar la circulación y la seguridad del vial de una forma más sostenible

Ubicación en mapa



“Es una buena práctica que abarata los costes económicos y ambientales, al reducir la disposición de los residuos en vertedero”

Jose Luis Ruiz Ojeda,
subdirector General de
Obras Públicas. Diputación
Foral de Bizkaia

Datos técnicos:

Promotor: Departamento de Obras Públicas de la Diputación Foral de Bizkaia

Proyectista: TYPESA

Constructor: INBISA

Localidad: Maruri-Bizkaia

PEM: 3.545.299,24

Fecha inicio obra: Marzo de 2013

Fecha finalización obra:
Agosto de 2014

Contacto Clave: Jose Luis Ruiz Ojeda

Tipología:

Urbanización / obra civil

Edificación: Rehabilitación
Obra Nueva

Breve descripción del proyecto:

El proyecto ha consistido en la ejecución de las obras necesarias para la construcción del tramo del eje Plentzia-Mungia que discurre por la carretera BI-2120 entre los barrios de Andraka en Lemoiz y Billela en Mungia, atravesando el municipio de Maruri. El proyecto ha incluido la mejora de la carretera BI-3111 entre los barrios de Igartua en el municipio de Gatika y Asteinza en Maruri.

En la obras de la Fase 2 se ha actuado sobre un tramo de 1.140 metros, que está en su totalidad en el término municipal de Maruri, de manera que esta actuación ha permitido mejorar las comunicaciones entre los barrios de esta localidad. Por otra parte se ha pretendido integrar el elevado tráfico ciclista que soportan ambas carreteras aumentando la seguridad para los ciclistas.

El objetivo del proyecto era responder a la necesidad de conseguir una mayor seguridad vial en dicho tramo de carretera reduciendo el impacto ambiental generado. Para ello se ha utilizado zahorra artificial reciclada de RCD en las aceras de Maruri. Las actuaciones realizadas han sido las siguientes:

- Arcenes ciclables de 2,00 m de anchura entre Andraka y Asteinza y de 1,75 m de anchura en el resto de la actuación.
- En las rotondas, que son los puntos más conflictivos para el tráfico ciclista, se dispone de vías para bicicletas segregadas del tráfico motorizado con circulación unidireccional.

Aprovechando la actuación, se ha mejorado la conexión peatonal entre los distintos barrios y municipios, mediante la creación de aceras paralelas a los viales. En las zonas de carácter residencial se ha ejecutado una carretera con dos calzadas independientes de dos carriles más arcén en cada sentido y separadas por una mediana, en la que el carril exterior hace las veces de vía de servicio para facilitar la entrada y salida de las fincas colindantes.



Descripción utilización áridos reciclados:

DESCRIPCIÓN DE LA UTILIZACIÓN DEL ÁRIDO RECICLADO:

La planta que suministró la zahorra reciclada fue Volbas, gestor autorizado por Gobierno Vasco para valorizar RCD. La cantidad total de árido utilizado en el proyecto (39.414,61 m³) se distribuyó de la siguiente manera:

- Base granular de zahorra artificial: 1.686,417 m³
- Relleno terraplén con material procedente de obra: 12.114,5 m³
- Pedraplén: 8.124,01 m³
- Material seleccionado cantera: 7.855,42 m³
- Suelo estabilizado in situ: 1.855,378 m³
- Suelo cemento: 4.370,169 m³
- Relleno localizado trasdós obras de fabrica: 380,516 m³
- Relleno filtrante trasdós muros Hormigón Armado: 193,25 m³
- Relleno trasdós obras de fabrica con arena : 41,69 m³
- **Zahorra reciclada en base de acera: 2.793,26 m³**

Lo que supone un uso de áridos reciclados del 7,09% en la obra.

RESULTADOS OBTENIDOS:

En este proyecto se puede afirmar que el uso de zahorra reciclada como base de aceras ha sido una experiencia satisfactoria y ha cumplido con las especificidades técnicas requeridas para este tipo de uso, con lo que su utilización se trasladará a próximos proyectos.

USOS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS:

Aplicaciones no ligadas

- **Material granular en la ejecución de carreteras, explanadas, terraplenes o afines**
- Material granular en rellenos localizados bajo superficie sellada
- Material granular en proyectos de urbanización bajo superficie sellada
- Zahorra en capas estructurales de firmes en carreteras
- Otros

Aplicaciones ligadas

- Material granular para la ejecución de suelocemento en las capas estructurales de carreteras
- Material granular para la ejecución de gravacemento en las capas estructurales de carreteras
- Como material granular en la fabricación de morteros, ladrillos puzolánicos y cemento
- Como material granular en la fabricación de hormigón estructural y no estructural

Descripción utilización áridos reciclados:

BENEFICIOS ALCANZADOS:

Ambientales:

Con la reutilización de elementos ya existentes, se evita un importante consumo de materiales de construcción y conlleva una menor ocupación de suelo en vertederos. Además supone una menor necesidad de transporte tanto para la gestión de residuos como de obtención de materias primas.

Económicos:

La zahorra artificial reciclada es un producto competitivo en cuanto a calidad y características técnicas para el uso destinado. En la ejecución de este proyecto se ha estimado un ahorro de 27.904,67€ derivado del uso de zahorra reciclada, es decir, un 0.79% sobre PEM.

Áridos utilizados:

Zahorra reciclada

Origen:

Planta de VOLBAS

Cantidad AR utilizado (m³):

2.793,26

% sobre el total de áridos utilizados:

7,09%

BENEFICIOS AMBIENTALES

Reducción emisiones de CO₂:

50,46 Tn CO₂eq.

Reducción energía embebida:

524,58 GJ

BENEFICIOS ECONÓMICOS

Coste unidad de obra:

34.943,68 €

% sobre PEM obra:

0,99%

Ahorros alcanzados unidad de obra:

27.904,67 €

% sobre PEM obra:

0,79 %



Zahorra procedente de Volbas

5



Vista de la zavorra reciclada

10/2013



Disposición de la zavorra en la ejecución de las aceras

2013



Ejecución de las aceras

10/2013



Ubicación en mapa



“El sector es cada vez más consciente de la necesidad de reutilizar los materiales. Los contratistas sí que han estado siempre muy concienciados con el valor de los RCD”

Jose Luis Ruiz Ojeda,
subdirector General de
Obras Públicas. Diputación
Foral de Bizkaia

**Utilización de materiales procedentes de RCD en
diferentes soluciones constructivas**

Desdoblamiento de Enekuri, tramo Fatima-Ibarrekolanda

Vial de la subida a Enekuri - Bilbao

Datos técnicos:

Promotor: Departamento de Obras Públicas de la Diputación Foral de Bizkaia

Constructor:
Urazca Construcciones, S.A

Localidad: Bilbao

PEM: 8.268.532,00

Fecha inicio obra: Noviembre de 2007

Fecha finalización obra:
Noviembre 2008

Contacto Clave: Jose Luis Ruiz Ojeda

Tipología:
Urbanización / obra civil
Edificación: Rehabilitación
Obra Nueva

Breve descripción del proyecto:

El objeto del Proyecto ha sido la construcción del desdoblamiento de la carretera BI-604, en el Tramo Fátima-Ibarrekolanda, comprendida dentro del Área Metropolitana.

El ramal se engloba dentro del Eje que une el Corredor del Txorierri con la Variante Baja de Deusto, y su desdoblamiento ha permitido que uno de los principales accesos a Bilbao por el Norte (Enekuri) se realice a través de una vía de Alta Capacidad en su totalidad, es decir 2 carriles por sentido.

La construcción de la doble calzada ha permitido circular en unas condiciones de comodidad y seguridad superiores a las anteriores y aportar fluidez al fuerte incremento de tráfico que ha sufrido el vial. La ejecución de las obras, junto al nuevo carril, ha llevado aparejada la continuidad del vial peatonal que desaparecía a la altura del Colegio Madre de Dios, y que se ha completado hasta alcanzar el Alto de Enekuri.

Las actuaciones se han desarrollado en una longitud de 700 metros, en las que ha ganado terreno para lograr encajar un carril más en el sentido de bajada y conseguir así que los tráfico de ambas direcciones cuenten con calzadas separadas. La plataforma existente se aprovechó y se amplió con un importante desmonte en la margen izquierda (sentido Enekuri-Ibarrekolanda).

El vial peatonal proyectado discurre por la margen derecha del actual y cuenta con 5 metros de anchura. Su construcción ha requerido la ejecución de un muro de unos 500 metros de longitud, con alturas que oscilarán entre los 3 y los 12 metros.

Con la intención de reducir el impacto ambiental de la intervención, se ha utilizado árido reciclado en el relleno de muros verdes, trasdós de muros, en explanada mejorada (firme), en accesos, paseo, relleno zanjas, etc. Otras medidas sostenibles aplicadas en este proyecto han sido la inclusión de una amplia superficie de protección acústica mediante pantallas anti-ruido y otras zonas de revegetación para minimizar el impacto visual sobre el entorno.



Descripción utilización áridos reciclados:

DESCRIPCIÓN DE LA UTILIZACIÓN DEL ÁRIDO RECICLADO:

En la presente obra se han utilizado un total de 12.300 tn de material reciclado de RCD's provenientes de la planta de Volbas, S. A. El material utilizado tiene una densidad aproximada de 2 tn/m³, por lo que en unidades de volumen corresponderían con unos 6.000 m³ aproximadamente. Este volumen se reparte de la siguiente manera:

- 2.300 m³ en relleno de muros verdes
- 600 m³ en trasdós de muros
- 2.400 m³ en explanada mejorada (firme)
- Resto en accesos, paseo, relleno zanjás, etc.

RESULTADOS OBTENIDOS:

Del uso de material reciclado de RCD's en este proyecto puede establecerse que la capacidad de soporte del árido reciclado es, al menos, análoga a la de un material granular procedente de cantera, cumpliendo con todas las especificidades técnicas requeridas.

USOS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS:

Aplicaciones no ligadas

- **Material granular en la ejecución de carreteras, explanadas, terraplenes o afines**
- Material granular en rellenos localizados bajo superficie sellada
- Material granular en proyectos de urbanización bajo superficie sellada
- Zahorra en capas estructurales de firmes en carreteras
- Otros

Aplicaciones ligadas

- Material granular para la ejecución de suelocemento en las capas estructurales de carreteras
- Material granular para la ejecución de gravacemento en las capas estructurales de carreteras
- Como material granular en la fabricación de morteros, ladrillos puzolánicos y cemento
- Como material granular en la fabricación de hormigón estructural y no estructural

Descripción utilización áridos reciclados:

BENEFICIOS ALCANZADOS:

Ambientales:

En la ejecución del proyecto se ha pretendido incorporar el uso de materiales procedentes de RCD de manera ambiciosa, con la intención de reducir el impacto ambiental, demostrando que este tipo de material es apto para los usos destinados y resultando una alternativa viable desde el punto de vista económico.

Áridos utilizados:

Árido reciclado

Origen:

Planta de VOLBAS

Cantidad AR utilizado (Tn):

12.300 Tn

BENEFICIOS AMBIENTALES

Reducción emisiones de CO₂:

126,43 Tn CO₂eq.

Reducción energía embebida:

1.834,12 GJ



Explanada mejorada



Explanada mejorada



Explanada mejorada



Explanada mejorada

5



Explanada mejorada



Explanada mejorada



Muro Verde



Ubicación en mapa



“Los trabajos de incorporación de material reciclado efectuados en el corredor del Txorierrri son básicos para las mejoras de la normativa al respecto y avalan con resultados tangibles la oportunidad que representa la colaboración entre las administraciones competentes junto con el sector privado”

Joseba González Artaza,
jefe del Servicio de Residuos no peligrosos.
Viceconsejería de Medio Ambiente
Eusko Jaurlaritza-
Gobierno Vasco

EXPLANADA MEJORADA EJECUTADA CON ÁRIDO RECICLADO EN EL CORREDOR DEL TXORIERRI

Ampliación de la calzada izquierda sentido Santander, enlace de Galbarriatu - Enlace de acceso.

Datos técnicos:

Promotor: Diputación Foral de Bizkaia

Constructor:
UTE Galbarriatu (PAVISA y SACYR)

Localidad: Sondika

Fecha inicio obra: 2010

Fecha finalización obra: 2011

Contacto Clave:
Aitor Sáez de Cortazar (Ihobe)

Tipología:
Urbanización / obra civil
Edificación: Rehabilitación
Obra Nueva

Breve descripción del proyecto:

En el marco del proyecto “Investigación prenormativa orientada a la utilización de áridos reciclados en secciones de carretera”, promovido por IHOBÉ, en colaboración con el Departamento de Vivienda, Obra Pública y Transportes del Gobierno Vasco y Departamentos de Obra Pública de las Diputaciones Forales de Araba, Bizkaia y Gipuzkoa, se propuso la construcción de secciones de carretera con áridos reciclados procedentes del reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), al objeto de complementar el conocimiento generado a escala de laboratorio. Todo lo anterior, orientado al propósito final de establecer las directrices de uso del árido reciclado en la ejecución de secciones de carreteras en la Comunidad Autónoma del País Vasco.

El tramo construido se encuadró dentro del “Proyecto complementario de aumento de capacidad de la carretera BI-631, Bilbao (A-8)-Bermeo; tramo: Enlace de Galbarriatu-Enlace de acceso Este Aeropuerto. Conexión Txorierrri”, promovido por la Diputación Foral de Bizkaia. El ramal, en concreto, se situó en la zona de ampliación de la calzada izquierda (sentido Santander) del corredor del Txorierrri, que se corresponde con el carril de tráfico lento. La categoría de tráfico de proyecto resultó ser T00.

El árido reciclado se dispuso en explanada mejorada, entre los PKs 1+745 y 1+830, en las proximidades de la salida 16 “Larrondo SONDIKA” de la calzada izquierda (dirección Santander) del Corredor del Txorierrri. En los tramos adyacentes al ejecutado con árido reciclado, la explanada se construyó con material seleccionado de la cantera El Ribero. Estas zonas se utilizaron como patrón de referencia para valorar el comportamiento del material testado. Cabe destacar que el material fijado en el proyecto para esta disposición respondía a un suelo seleccionado de Tipo 3, según la “Norma para el Dimensionamiento de Firmes de la Red de Carreteras del País Vasco”.



Descripción utilización áridos reciclados:

DESCRIPCIÓN DE LA UTILIZACIÓN DEL ÁRIDO RECICLADO:

El producto utilizado en el tramo de prueba es un árido reciclado mixto procedente de la planta de valorización de Volbas (Enekuri, Bizkaia). El tramo discurre a lo largo de una zona en terraplén, donde el talud se ha verticalizado con la ejecución de un muro de sostenimiento de escollera hormigonada. El árido reciclado se dispone en un espesor de 35 centímetros como explanada mejorada, disponiendo sobre ella 35 centímetros de gravacemento en base y otras tres capas de mezclas bituminosas conformando el pavimento.

El árido reciclado en el tramo experimental presenta un contenido medio de partículas cerámicas en torno al 9%, aproximadamente un 51% de partículas procedentes de hormigones o materiales base cemento, un 35% de áridos no ligados o piedra natural, así como un 5% de partículas procedentes de mezclas bituminosas. La presencia de vidrio resulta despreciable. El contenido en materiales impropios se sitúa entre 0,1 y 0,2% del peso del material. Dentro de los impropios, el contenido medio de yeso granular es del 0,12%. Por último, las partículas flotantes resultan ser inferiores a los 2 cm³ por kg de material.

RESULTADOS OBTENIDOS:

Los resultados muestran que el árido reciclado presenta un buen comportamiento a compactación, alcanzándose densidades en torno a la óptima con un número de pasadas habitual. Asimismo se muestra que la densidad del árido reciclado es inferior a la del árido de cantera, debido a su propia naturaleza y, la humedad óptima de compactación es superior a la humedad de compactación del árido de cantera, debido a la absorción asociada a los componentes del árido reciclado.

Así mismo se demostró que el árido reciclado presenta una alta capacidad de soporte, asimilable a la del árido de cantera que sustituye en esta explanada del Txorierrí.

La respuesta mecánica de la explanada de árido reciclado se controló con deflectómetro de impacto. Los resultados muestran que la explanada construida con árido reciclado es semejante a la respuesta de la explanada construida con árido de cantera, tanto en las solicitaciones sobre explanada como sobre gravacemento. El módulo del árido reciclado es del mismo orden que el módulo del árido de cantera.

USOS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS:

Aplicaciones no ligadas

- **Material granular en la ejecución de carreteras, explanadas, terraplenes o afines**
- Material granular en rellenos localizados bajo superficie sellada
- Material granular en proyectos de urbanización bajo superficie sellada
- Zahorra en capas estructurales de firmes en carreteras
- Otros

Aplicaciones ligadas

- Material granular para la ejecución de suelocemento en las capas estructurales de carreteras
- Material granular para la ejecución de gravacemento en las capas estructurales de carreteras
- Como material granular en la fabricación de morteros, ladrillos puzolánicos y cemento
- Como material granular en la fabricación de hormigón estructural y no estructural

Descripción utilización áridos reciclados:

BENEFICIOS ALCANZADOS:

Ambientales:

El estudio de lixiviación en columna de materiales de áridos reciclados granulares procedentes de las plantas de tratamiento de RCDs del País Vasco no presenta parámetros críticos en aplicaciones aisladas, siempre y cuando se controle el contenido en sulfatos del material de partida.

Económicos:

No se han definido dado que el objeto del presente proyecto de innovación es establecer las directrices de uso del árido reciclado en la ejecución de secciones de carreteras en la Comunidad Autónoma del País Vasco.

CARÁCTER INNOVADOR:

Es un proyecto de demostración prenормativo, cuyos resultados sirvieron para la redacción de la Orden de 12 de Enero de 2015 que regula los usos de los áridos procedentes de la valorización de RCD en Euskadi y del Anejo 5 de la Norma para el Dimensionamiento de Firmes de Carretera del País Vasco lo que tiene carácter innovador.

Áridos utilizados:

Árido reciclado mixto

Origen:

VOLBAS SA

Cantidad AR utilizado (Tn):

600 Tn

BENEFICIOS AMBIENTALES

Reducción emisiones de CO₂:

5,05 Tn CO₂eq.

Reducción energía embebida:

69,83 GJ



Muestreo de árido reciclado

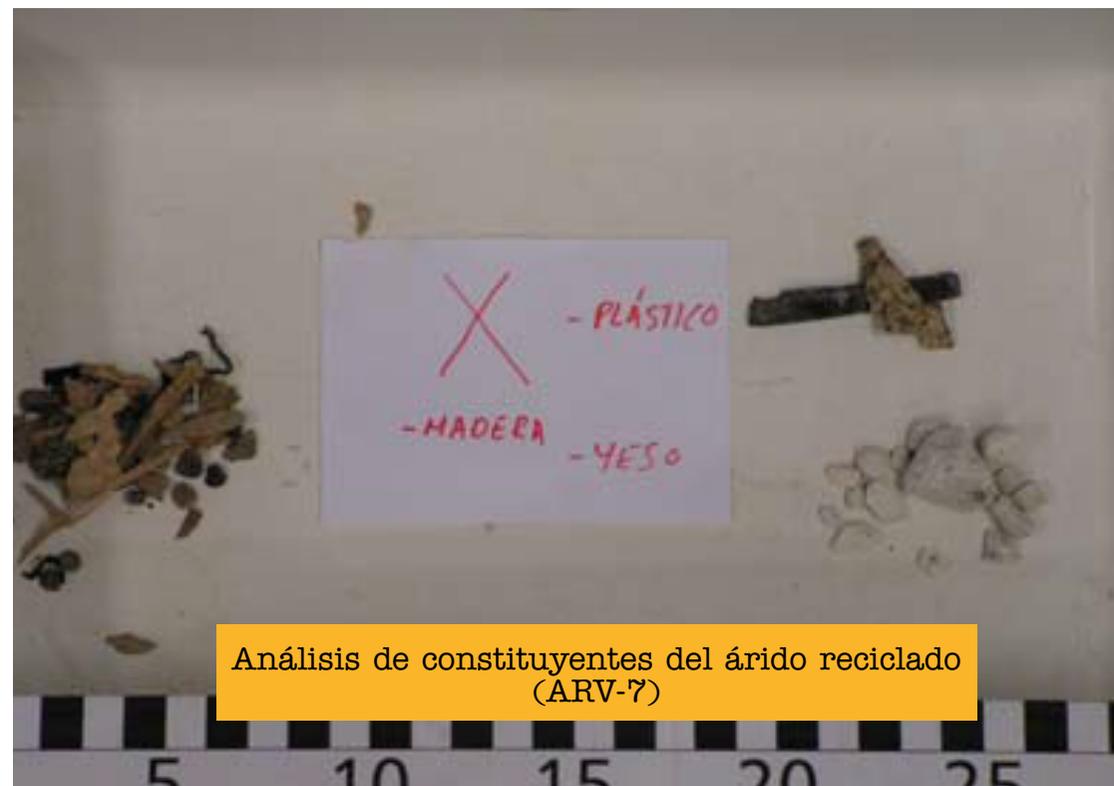


4

Muestreo de árido reciclado



Análisis de constituyentes del árido reciclado (ARV-7)



Análisis de constituyentes del árido reciclado (ARV-7)



Extendido del árido



Extendido del árido



Humectación y compactación del árido reciclado mixto



Humectación y compactación del árido reciclado mixto



Ubicación en mapa



Proyecto de investigación
prenormativa sobre
la utilización de árido
reciclado.

**Proyecto de I+D+i Investigación prenormativa sobre la
utilización de árido reciclado en Orkonera (Ortuella)**

Datos técnicos:

Promotor: lhobe

Constructor: BTB

Localidad: Ortuella

Fecha: Abril 2010

Tipología:

Urbanización / obra civil

Edificación: Rehabilitación
Obra Nueva

Breve descripción del proyecto:

Esta actuación se enmarca dentro del proyecto de “Investigación prenormativa sobre la utilización de áridos reciclados de RCD en aplicaciones no ligadas de firmes de carreteras”.

La actuación consistió en el desarrollo de un banco de pruebas, situado en el barrio de la Orkonera perteneciente al término municipal de Ortuella (Bizkaia). Este es un tramo de pruebas de reducida escala diseñado específicamente para para comprobar, a escala real, algunas características del árido reciclado mixto compuesto por residuo de tipología pétreo y hormigón y que contiene también residuo cerámico, relacionadas con su puesta en obra, su comportamiento mecánico y realizar un estudio controlado de la lixiviación del material.

Para ello se ejecutó un banco de pruebas utilizando dos tongadas de árido reciclado mixto y se compactó con compactador liso vibratorio de 12 toneladas. En el mismo se ha recurrido a métodos nucleares no destructivos (Ensayo no destructivo mediante Isotopos Radioactivos según la norma ASTM D 3017) para el control de la evolución de la densidad con la compactación, así como para determinar la humedad en cada momento. Adicionalmente, se ha recurrido al método de la arena (UNE 103 503) para determinar, complementariamente, la densidad del material compactado. Los resultados muestran que el árido reciclado presenta un buen comportamiento a compactación, alcanzándose densidades en torno a la óptima con un número de pasadas habitual.



Descripción utilización áridos reciclados:

DESCRIPCIÓN DE LA UTILIZACIÓN DEL ÁRIDO RECICLADO:

Tramo de 25 metros de longitud y una anchura mínima de 4,5 metros. El árido reciclado (muestra ARB-I) se dispuso en dos capas de 25 centímetros de espesor sobre una losa de hormigón, que se construyó con el objetivo de generar una superficie que actuase como base impermeable y con una cierta pendiente transversal, que condujese hacia un borde lateral el agua que se infiltrase a través de los 50 centímetros de árido reciclado. Este lixiviado se conducía a través de una cuneta longitudinal al tramo para ser recogido finalmente en un depósito, cuyo contenido se analizó periódicamente. Para evitar que el lixiviado procedente de la infiltración a través del árido reciclado se diluyera en la cuneta mezclándose con aguas de otras procedencias (el agua de lluvia que directamente cayese sobre la cuneta o la que por escorrentía sobre la superficie del tramo fuese a llegar a la cuneta), la cuneta se rellenó con una grava drenante, hasta una altura igual al espesor alcanzado por las dos tongadas de material reciclado, y se recubrió con hormigón. De este modo, se aisló el lixiviado para su estudio.

RESULTADOS OBTENIDOS:

En esta primera experiencia piloto en la aplicación de RCDs se obtuvieron resultados prometedores:

- El árido reciclado presenta un buen comportamiento a compactación, alcanzándose densidades en torno a la óptima con un número de pasadas habitual.
- Infiltración: Muy baja (5% aprox.) Menores tasas de lixiviación.

Se prevé además que las condiciones de las aplicaciones reales serán más favorables que en este tramo piloto, por la incorporación de sellados

USOS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS:

Aplicaciones no ligadas

- Material granular en la ejecución de carreteras, explanadas, terraplenes o afines
- Material granular en rellenos localizados bajo superficie sellada
- Material granular en proyectos de urbanización bajo superficie sellada
- **Zahorra en capas estructurales de firmes en carreteras**
- Otros

Aplicaciones ligadas

- Material granular para la ejecución de suelocemento en las capas estructurales de carreteras
- Material granular para la ejecución de gravacemento en las capas estructurales de carreteras
- Como material granular en la fabricación de morteros, ladrillos puzolánicos y cemento
- Como material granular en la fabricación de hormigón estructural y no estructural

Descripción utilización áridos reciclados:

BENEFICIOS ALCANZADOS:

Ambientales:

Esta actuación fue uno de los proyectos de investigación que sirvieron de apoyo para la redacción de la Orden de 12 de Enero de 2015 por la que se regula el uso de áridos reciclados procedentes de RCD en Euskadi. Esta disposición, sujeta a progreso técnico regula los usos admisibles, las condiciones de uso, así como los criterios y frecuencias de control de producción de áridos reciclados.

Usos de los áridos reciclados :

Losa de hormigón en pendiente

Áridos utilizados:

árido reciclado mixto

Origen: BTB

Cantidad AR utilizado (Tn): 12 Tn

% sobre el total de áridos utilizados:

100%

BENEFICIOS AMBIENTALES

Reducción emisiones de CO₂:
0,09 Tn CO₂eq.

Reducción energía embebida:
1,21 GJ



Ejecución del tramo de pruebas

5



Acopio de todo el material



Caracterización del árido reciclado en laboratorio



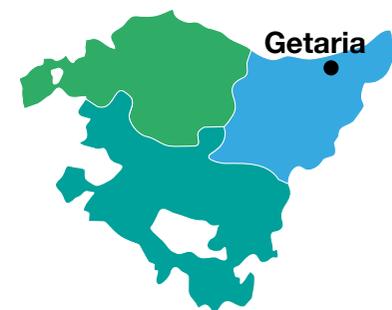
Extendido y compactación del árido



Ensayos



Ubicación en mapa



“La utilización de hormigón reciclado permitió controlar los costes de la inversión, reduciendo los plazos de amortización y rentabilizando la inversión de la nueva infraestructura”

Alex Balda
Gerente de Áridos y
Hormigones reciclados
de Norte

NEGOCIO DE PRODUCCIÓN DE TOMATES

El caserío Alicante, en Getaria, es la base de una actividad económica basada en la producción de tomate en invernadero calefactado. Una reciente intervención ha sustituido el sistema de calefacción de gasoil preexistente por uno nuevo de biomasa. Todo el hormigón del almacén de astilla se ha realizado con árido reciclado mixto.

Datos técnicos:

Promotor: Caserío ALICANTE

Constructor: ÁRIDOS Y HORMIGONES
RECICLADOS DE NORTE (AHN)

Localidad: GETARIA

Fecha inicio obra: 2012

Fecha finalización obra: 2012

Contacto Clave:
Alex Balda

Tipología:
Urbanización / obra civil
Edificación: Rehabilitación
Obra Nueva

Breve descripción del proyecto:

El caserío Alicante, en Getaria, es la base de una actividad económica basada en la producción de tomate en invernadero calefactado.

La instalación de calefacción estaba basada en la combustión de gasoil y sometida a la fluctuación de precios de este combustible, por lo que los propietarios decidieron su sustitución por una caldera de biomasa basada en astilla.

Esta decisión motivó la construcción de un depósito de astillas de 150m². La estructura y el primer tramo de los muros exteriores del depósito son de hormigón armado con una dosificación de árido reciclado del 100%. Esta solución también se ha utilizado en la urbanización exterior del depósito.



Descripción utilización áridos reciclados:

DESCRIPCIÓN DE LA UTILIZACIÓN DEL ÁRIDO RECICLADO:

Se ha utilizado árido reciclado mixto en aplicaciones no ligadas y ligadas:

Aplicaciones no ligadas

- Como material de constitución de la sub-base bajo la solera

Aplicaciones ligadas

- Como material granular en la fabricación de hormigones de:
 - solera
 - estructura
 - muros exteriores, hasta una altura de 1,5 metros. A partir de esa altura se utiliza bloque de hormigón como elemento de cerramiento.

USOS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS:

Aplicaciones no ligadas

- **Material granular en la ejecución de carreteras, explanadas, terraplenes o afines**
- Material granular en rellenos localizados bajo superficie sellada
- Material granular en proyectos de urbanización bajo superficie sellada
- Zahorra en capas estructurales de firmes en carreteras
- Otros

Aplicaciones ligadas

- Material granular para la ejecución de suelocemento en las capas estructurales de carreteras
- Material granular para la ejecución de gravacemento en las capas estructurales de carreteras
- Como material granular en la fabricación de morteros, ladrillos puzolánicos y cemento
- **Como material granular en la fabricación de hormigón estructural y no estructural**

Descripción utilización áridos reciclados:

BENEFICIOS ALCANZADOS:

Económicos:

La utilización de hormigón reciclado permitió controlar los costes de la inversión, reduciendo los plazos de amortización y rentabilizando la inversión de la nueva infraestructura

CARÁCTER INNOVADOR:

Se trata de la primera aplicación de árido reciclado en dosificaciones al 100% en hormigones estructurales utilizados en edificación.

Áridos utilizados:

Árido mixto

Origen:

Planta AHN

% sobre el total de áridos utilizados:

100%



Urbanización exterior del depósito

5



Detalle del muro de hormigón reciclado (interior)



Vista interior del silo



Detalle del muro de hormigón reciclado



Vista de la solera de hormigón reciclado



Vista del muro de hormigón pintado



Detalle de la solera



RED DE BIDEGORRIS EN DURANGO

Utilización de áridos reciclados y otros materiales reciclados en la red de Bidegorris de Durango

Ubicación en mapa



“Viendo los buenos resultados de la primera fase se incorporó como requisito en los pliegos de las tres fases siguientes”

Aitor Larrucea Abad
(Técnico de planificación ambiental-Ayuntamiento de Durango)

“Entre los años 2010 y 2015 se han construido en Durango más de 6km de bidegorris. En todos ellos el pliego de contratación puntuaba aspectos medioambientales. Poco a poco se fue introduciendo el uso de materiales reciclados, cada vez con mayor ambición”

Iñigo Andres Eizaguirre
(Ingeniero Técnico de Obras Públicas-Ayuntamiento de Durango)

Datos técnicos:

Promotor: Ayuntamiento de Durango

Constructor: Construcciones Lasuen

Localidad: Durango

Fecha inicio obra: 2009

Fecha finalización obra: 2016

Contacto Clave: Aitor Larrucea

Tipología:

Urbanización / obra civil

Edificación: Rehabilitación
Obra Nueva

Breve descripción del proyecto:

El proyecto tiene como objetivo mejorar la movilidad de los ciudadanos, impulsando una movilidad sostenible, creando para ello una red de “bidegorri” urbano.

Para dar respuesta a la progresiva demanda de uso de la bicicleta como método de transporte sostenible, Durango comenzó a planificar una red de infraestructuras ciclistas, que partiendo desde ámbitos exteriores, conectaba con la malla nuclear central, permitiendo el acceso en bicicleta hasta los puntos de máxima atracción y demanda de movilidad.

Gracias a los grupos de trabajo de Agenda 21 y la participación de la ciudadanía junto con los técnicos municipales, se gestó un anteproyecto de los carriles urbanos que se consideraron que debían existir en Durango, cuyo objetivo sería impulsar el uso de la bicicleta, unir diferentes centros educativos, deportivos e instalaciones públicas mediante una malla de carriles bici.

Los diferentes bidegorris urbanos que se han ido ejecutando en Durango, han contado desde el inicio (año 2009) con un pliego de contratación en el que se puntuaban aspectos medioambientales que pudiesen aportar las empresas constructoras. Durante el año 2015, se ha realizado la sexta fase, tras una serie consecutiva a razón de una fase por año, desde 2009.

En esta última fase se ha planteado el trazado que unirá las piscinas de Tabira, la escuela de Idiomas y otros centros de educación con el casco histórico del municipio, integrando todo ello a su vez en la malla de red ciclable de Durango.

Descripción utilización áridos reciclados:

DESCRIPCIÓN DE LA UTILIZACIÓN DEL ÁRIDO RECICLADO:

La primera fase de la red ciclable se adjudicó en el año 2009 y aproximadamente se ejecutaron 1.200 km de carril bici urbano empleando arena reciclada como envolvente de tuberías.

En posteriores fases, años 2010-2015, se construyeron más de 6 km de bidegorris siguiendo el criterio de emplear materiales reciclados. De forma gradual se fueron introduciendo en los presupuestos de los proyectos el uso de materiales reciclados para la ejecución y relleno de zanjas, así como envolventes de servicios, etc.

Sumando las cuantías de arena reciclada empleada durante todas las fases, se ha llegado a utilizar una cantidad aproximada de 3.600 tn. En cuanto a otro tipo de áridos reciclados empleados para relleno de zanjas (todo-uno y grava gruesa proveniente del machaqueo de hormigón en masa), la cantidad utilizada ha sido de 4.500 tn aproximadamente.

RESULTADOS OBTENIDOS:

Los resultados obtenidos han sido satisfactorios. A partir de estas primeras actuaciones el Ayuntamiento de Durango ha elevado la cantidad de árido reciclado en cada nueva obra, manteniéndolo como criterio en sus pliegos de contratación.

A nivel de compra pública se demuestra que las ofertas basadas en la adecuada gestión de los RCD y la reintroducción de materiales reciclados son las más competitivas desde todos los puntos de vista:

- Técnico
- Económico
- Medioambiental

Esta dinámica constituye una prueba fehaciente de la rentabilidad de la apuesta por la economía circular, también en el campo de los RCD.

USOS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS:

Aplicaciones no ligadas

- **Material granular en la ejecución de carreteras, explanadas, terraplenes o afines**
- Material granular en rellenos localizados bajo superficie sellada
- Material granular en proyectos de urbanización bajo superficie sellada
- Zahorra en capas estructurales de firmes en carreteras
- Otros

Aplicaciones ligadas

- Material granular para la ejecución de suelocemento en las capas estructurales de carreteras
- Material granular para la ejecución de gravacemento en las capas estructurales de carreteras
- Como material granular en la fabricación de morteros, ladrillos puzolánicos y cemento
- Como material granular en la fabricación de hormigón estructural y no estructural

Descripción utilización áridos reciclados:

BENEFICIOS ALCANZADOS:

Ambientales:

Se destacan las oportunidades de mejora ambiental que según el Ayuntamiento de Durango se presentan para el municipio, entre las que se incluyen la protección de los recursos naturales y de la salud de los habitantes del municipio y la formación e información adquirida durante el proceso de ejecución.

Económicos:

El empleo de árido reciclado no ha supuesto para el Ayuntamiento de Durango diferencia económica, pues se han mantenido los costes de adjudicación.

CARÁCTER INNOVADOR

La aplicación de áridos reciclados en la 1º fase de ejecución de la red de Bidegorris fue la primera experiencia del Ayuntamiento en el uso de este tipo de material. Viendo los buenos resultados de la primera fase se incorporó como requisito en los pliegos de las fases siguientes.

Durango se constituye como una de las primeras realidades en Euskadi de economía circular referida a residuos de construcción. Por un lado a través de normativa municipal y de criterios de compra pública en progresión la administración actúa como ente tractor y por otro lado el mercado ha respondido ofertando materiales reciclados de calidad que llegan hoy en día a la provisión incluso de hormigón impreso. Esa oferta se basa en una cuidada separación de las distintas corrientes de RCD en origen que posibilitan una eficiente valorización a costes competitivos.

Áridos utilizados:

Árido reciclado mixto

Origen:

Planta de tratamiento Sistrimin, Abadiño

Cantidad AR utilizado (Tn):

8.100 Tn

% sobre el total de áridos utilizados

BENEFICIOS AMBIENTALES

Reducción emisiones de CO₂:

104,67 Tn CO₂eq.

Reducción energía embebida:

1.583,89 GJ

4



Fase de terminación de las obras



Fase de terminación de las obras



Fase de terminación de las obras



Arena reciclada



Ubicación en mapa



“Generalmente la mayor valoración ambiental coincide con la mejor oferta técnica y oferta económica más ventajosa”

Aitor Larrucea Abad
(Técnico de planificación ambiental-Ayuntamiento de Durango)

Prolongación del vial Hegoalde-Fase 2

Utilización de áridos reciclados en el vial de enlace entre la carretera BI-632 dirección Abadiño y la carretera BI-623 dirección Vitoria-Gasteiz.

Datos técnicos:

Promotor: Ayuntamiento de Durango

Proyectista: Ingeniería Izarvi

Constructor:
Construcciones Lasuen S.A

Localidad: Durango

PEM: 1.251.873€

Fecha inicio obra: Septiembre 2013

Fecha finalización obra:
Septiembre 2014

Tipología:
Urbanización / obra civil
Edificación: Rehabilitación
Obra Nueva

Breve descripción del proyecto:

El proyecto consiste en la ejecución de la segunda fase de prolongación del Vial Sur en el municipio de Durango. Se trata de conectar por el sur del municipio la carretera BI-632 que va a Abadiño enlazando frente a Sabeco con la carretera que va a Vitoria BI-623, con el objetivo de continuar la vialidad municipal con el anillo exterior en la zona sur del municipio. Esta fase 2 se integra dentro de un ambicioso proyecto que se aprobó en 2010 y que culminará en el 2016.

La urbanización de este nuevo tramo incluye como mobiliario urbano bancos y una fuente en las "zonas de estancia". La previsión es que este vial haga las funciones de variante cuando esté totalmente acabado.

En el proyecto se han empleado criterios ambientales con un peso del 10% respecto de la puntuación total para la valoración de las diferentes propuestas de los contratistas.

En la obra se han empleado áridos reciclados para la ejecución de la sub-base y la base del firme, sustituyendo a la zahorra artificial. La constructora LASUEN dispone de su propia planta en Abadiño (Sistrimin) con la que suministra material procedente de RCD a sus obras. El total del material empleado en esta partida ha sido de 5.500 Tn aproximadamente. También se ha utilizado árido reciclado en el relleno de zanjas de servicios que ha sustituido al material procedente de cantera. En este caso la cantidad empleada ha sido aproximadamente de 2.300 Tn.

Así mismo se ha realizado un cambio en la ejecución de la unidad de hormigón impreso. Existe una zona de "estancia" en el que el hormigón empleado ha sido un hormigón impreso elaborado con árido reciclado. Esta superficie dispone de una extensión de 220 m² donde se han vertido 44 m³ de HM-20, con un espesor de 20 cm.

Descripción utilización áridos reciclados:

DESCRIPCIÓN DE LA UTILIZACIÓN DEL ÁRIDO RECICLADO:

- Se han empleado áridos reciclados para la ejecución de la sub-base y la base del firme, sustituyendo a la zahorra artificial.
- Se ha utilizado árido reciclado en el relleno de zanjas de servicios que se ha sustituido por material procedente de cantera.
- Se ha realizado un cambio en la partida del hormigón impreso empleando un hormigón impreso elaborado con árido reciclado.

RESULTADOS OBTENIDOS:

Los resultados obtenidos han sido satisfactorios. En el caso del hormigón impreso con árido reciclado, la tabla de granulometría, arena y cemento obliga a utilizar más cemento en la mezcla con áridos reciclados, por lo que requería una complejidad no tratada hasta el momento. Por ello se decidió abordar sólo una parte de la actuación, en un área de descanso de 200 m². Finalmente los resultados han sido satisfactorios y la obra no ha tenido ningún tipo de problema derivado de la utilización de este tipo de árido.

USOS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS:

Aplicaciones no ligadas

- Material granular en la ejecución de carreteras, explanadas, terraplenes o afines
- Material granular en rellenos localizados bajo superficie sellada
- **Material granular en proyectos de urbanización bajo superficie sellada**
- **Zahorra en capas estructurales de firmes en carreteras**
- Otros

Aplicaciones ligadas

- Material granular para la ejecución de suelocemento en las capas estructurales de carreteras
- Material granular para la ejecución de gravacemento en las capas estructurales de carreteras
- Como material granular en la fabricación de morteros, ladrillos puzolánicos y cemento
- **Como material granular en la fabricación de hormigón estructural y no estructural**

Descripción utilización áridos reciclados:

BENEFICIOS ALCANZADOS:

Ambientales:

El Ayuntamiento de Durango destaca las oportunidades de mejora ambiental que se presentan para el municipio, entre las que se incluyen la protección de los recursos naturales y de la salud de los habitantes del municipio y la formación e información adquirida durante el proceso de ejecución.

Económicos:

El empleo de árido reciclado no ha supuesto para el Ayuntamiento de Durango ningún tipo de ahorro ni sobrecoste, dado que el precio de adjudicación no varía.

Origen:

Planta de tratamiento Sistrimin,
Abadiño

Cantidad AR utilizado (Tn):

7.800 Tn

BENEFICIOS AMBIENTALES

Reducción emisiones de CO₂:

100,79 Tn CO₂eq.

Reducción energía embebida:

1.525,22 GJ

4



zona de estancia con hormigón impreso



CONSTRUCCIÓN DE PISTAS MULTIDEPORTE EN ZABALGANA

Utilización de árido reciclado como base para el aglomerado asfáltico

Ubicación en mapa



**CONSTRUCCIÓN DE
PISTAS MULTIDEPORTE
EN ZABALGANA,
VITORIA-GASTEIZ**

Datos técnicos:

Promotor: Ayto de Vitoria-Gasteiz

Proyectista: Eduardo Rojo Fraile, jefe de Servicio de Espacio Público y Medio Natural

Constructor: Campezo

Localidad: Vitoria-Gasteiz

PEM: PEM: 157.689€

Fecha inicio obra: enero 2015

Fecha finalización obra: junio 2015

Contacto Clave: Eduardo Rojo

Tipología:

Urbanización / obra civil

Breve descripción del proyecto:

El proyecto se engarza con el paseo de Párganos, que tiene su origen en la plaza porticada del barrio, y se sitúa junto al río Zarauna, al otro lado del paseo del mismo nombre.

La actuación se vuelca al accidente geográfico principal, el río Zarauna. La parcela se naturaliza y embosca siguiendo los criterios de Infraestructura Verde que se están desarrollando para toda la ciudad. Un seto recorta en la futura zona boscosa un gran vacío que se asoma al río dando lugar a una campa encespedada de juego libre y a unas pistas multideporte enmoquetadas. Entre ambas zonas y en el punto más alto, una zona de estancia sombreada por crataegus sirve para contemplar el paisaje local y de tribuna para las pistas de juego. Estas ocupan la última terraza junto al río. El terreno inclinado hacia el río sirve de graderío y de barrera a los balones.

Movimiento de tierras

Se reutiliza en la propia parcela todo el material sobrante de la explanación necesaria para ejecutar las pistas, creando por un lado un talud junto a las mismas que les sirve de protección y por otro, unos volúmenes en la zona naturalizada. De esta forma prácticamente no se trasladan suelos a vertedero.

Instalaciones

Se instala una red de bocas de riego a lo largo de toda la parcela para facilitar los riegos de las plantaciones durante los primeros años así como el mantenimiento de los posteriores. Las pistas tienen un drenaje perimetral mediante canaletas prefabricadas que desaguan al río.

Pistas deportivas

El paquete de firme estará formado por una capa de 40 cm de roca procedente de la excavación bajo una capa de zahorras recicladas de 15 cm de espesor y sobre ella, una capa de aglomerado G-20 de 6 cm, sobre la que se coloca hierba artificial de pelo corto.



Descripción utilización áridos reciclados:

DESCRIPCIÓN DE LA UTILIZACIÓN DEL ÁRIDO RECICLADO:

Se utilizó como base para el aglomerado asfáltico en una capa de 15 cm de espesor de árido reciclado.

La cantidad total de árido reciclada utilizada en obra es de 245 m³.

RESULTADOS OBTENIDOS:

Se consiguió una superficie muy regular y perfectamente compactada para colocar sobre ella la capa de aglomerado.

La pista debía tener una pendiente suficiente para conseguir evacuar las aguas superficiales y que también resultara cómoda para el juego. Se eligió un 1% que resulta bastante complicado de ejecutar de forma homogénea en una superficie tan grande. El resultado ha sido totalmente satisfactorio.

USOS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS:

Aplicaciones no ligadas

- Material granular en la ejecución de carreteras, explanadas, terraplenes o afines
- Material granular en rellenos localizados bajo superficie sellada
- **Material granular en proyectos de urbanización bajo superficie sellada**
- Zahorra en capas estructurales de firmes en carreteras
- Otros

Aplicaciones ligadas

- Material granular para la ejecución de suelocemento en las capas estructurales de carreteras
- Material granular para la ejecución de gravacemento en las capas estructurales de carreteras
- Como material granular en la fabricación de morteros, ladrillos puzolánicos y cemento
- Como material granular en la fabricación de hormigón estructural y no estructural

Descripción utilización áridos reciclados:

BENEFICIOS ALCANZADOS:

Ambientales:

La ejecución de este proyecto aspira a mejorar la calidad de vida y el bienestar de sus ciudadanos sin olvidar en la ejecución de la obra criterios de sostenibilidad. En esta obra se ha evitado la ocupación de los vertederos gracias a la reutilización de las tierras en la misma parcela y al uso de árido reciclado como base para el aglomerado asfáltico.

Económicos:

Se han utilizado 245 m³ de zahorra reciclada
Si se compara con una zahorra de cantera supondría un ahorro aproximado de 5.000 € en ejecución material

Áridos utilizados:

Árido 0-32

Origen:

Planta de Gardelegui

Cantidad AR utilizado (Tn):

245 Tn

% sobre el total de áridos utilizados:

100%

BENEFICIOS AMBIENTALES

Reducción emisiones de CO₂:

2,15 Tn CO₂eq.

Reducción energía embebida:

30,02 Mj

BENEFICIOS ECONÓMICOS

Coste unidad de obra:

2.362€

% sobre PEM obra:

1%

Ahorros alcanzados unidad de obra:

5.000€



Imagen general del material granular empleado en obra en aplicación no ligada.

5



Imagen general del material granular empleado en obra en aplicación no ligada



PISTA DE SKATE EN EL BARRIO DE JUDIMENDI / SANTA LUCIA

Capas de material granular reciclado (RCD) en la nueva pista de Skate

Ubicación en mapa



“El cuerpo interno de las rampas se ejecutó mediante muros de bloque de hormigón, que sirvieron de apoyo para las sucesivas capas de material granular reciclado (RCD) que se vertieron y compactaron sobre y contra ellos hasta alcanzar la cota y geometría deseada. Todo el material granular empleado es reciclado”

Eduardo Rojo Fraile (Jefe de Servicio de Espacio Público y Medio Natural del Ayuntamiento de Vitoria)

Datos técnicos:

Promotor: Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz
Servicio de Espacio Público y Medio Natural

Proyectista: Daniel Yabar

Constructor: Opacua S.A.

Localidad: Vitoria-Gasteiz

PEM: 208.346,33 €

Fecha inicio obra:
24 de Marzo de 2015

Fecha finalización obra:
31 Julio de 2015

Tipología:
Urbanización / obra civil
Edificación: Rehabilitación
Obra Nueva

Breve descripción del proyecto:

La pista se ha ejecutado sobre los terrenos ocupados por la antigua pista de Skate de Judimendi/Santa Lucía a la que se le ha añadido, a fin de darle una mayor amplitud, las superficies ocupadas por unas canchas de baloncesto contiguas, resultando una superficie total de 1.350 m². La parcela disponía de una cancha de baloncesto y una pequeña rampa.

El proyecto contempla la construcción de unas instalaciones deportivas para el uso de "Skateboard", "Roller" y "BMX". En líneas generales el proyecto consiste en un tratamiento topográfico de la rasante para crear los diferentes niveles y rampas para la práctica de deportes urbanos, incorporando tres tipos de skatepark dentro de la parcela: bowl, pool y circuito de calle.

Se trata de una pista ejecutada in situ, de hormigón armado, coloreado y gunitado en rampas y sin colorear ni gunitar en superficies horizontales.

El cuerpo interno de las rampas se ejecutó mediante muros y estructuras armadas de bloque de hormigón, las cuales trabajan como apoyo para las sucesivas capas de material granular reciclado (RCD) que se vertieron y compactaron sobre y contra ellos hasta alcanzar la cota y geometría deseada. Una vez alcanzada la cota y forma deseada se procedió al vertido/gunitado de la capa de acabado, 15 cm de hormigón armado, posterior pulido y barnizado de las superficies resultantes.

Una vez ejecutados todos los hormigones se procederá a la ejecución de los obstáculos sobre cota +0,00 (hubba, Banks, bordillo, planter, barriers, etc). Posteriormente se ejecutarán las barandillas de skate realizadas con acero estructural y el vallado perimetral de la parcela.

Descripción utilización áridos reciclados:

DESCRIPCIÓN DE LA UTILIZACIÓN DEL ÁRIDO RECICLADO:

Se ha empleado RCD como material granular de relleno en un uso no ligado.

RESULTADOS OBTENIDOS:

La pista se encuentra concluida a fecha de hoy con una amplia aceptación social por parte de los aficionados a estos deportes.



USOS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS:

Aplicaciones no ligadas

- Material granular en la ejecución de carreteras, explanadas, terraplenes o afines
- **Material granular en rellenos localizados bajo superficie sellada**
- Material granular en proyectos de urbanización bajo superficie sellada
- Zahorra en capas estructurales de firmes en carreteras
- Otros

Aplicaciones ligadas

- Material granular para la ejecución de suelocemento en las capas estructurales de carreteras
- Material granular para la ejecución de gravacemento en las capas estructurales de carreteras
- Como material granular en la fabricación de morteros, ladrillos puzolánicos y cemento
- Como material granular en la fabricación de hormigón estructural y no estructural

Descripción utilización áridos reciclados:

BENEFICIOS ALCANZADOS:

Ambientales:

Desde el punto de vista ambiental el uso de áridos reciclados provenientes de RCD contribuye a la ejecución de actuaciones más sostenible en la ejecución de las obras dado que permite el cierre de su ciclo de forma ideal.

Económicos:

En la ejecución de la obra se han empleado 762,00 m³ de material granular RCD. La diferencia de coste entre el material reciclado y el de cantera es de 9,55€/tn, lo que ha supuesto un ahorro de 18.192,75 € en P.E.M., siendo el ahorro en porcentaje sobre P.E.M. de un 8,73%.

CARÁCTER INNOVADOR:

Este caso supone para el ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz la primera vez que se utiliza árido reciclado de construcción para la ejecución de este tipo de trabajos en la ciudad.

Áridos utilizados:

RCD 0-32

Origen:

Gardelegi

Cantidad AR utilizado (Tn):

762,00 m³

% sobre el total de áridos utilizados:

100

BENEFICIOS AMBIENTALES

Reducción emisiones de CO₂:

12,80 Tn CO₂eq.

Reducción energía embebida:

134,31 Mj

BENEFICIOS ECONÓMICOS

Ahorros alcanzados unidad de obra:

18.192,75€

% sobre PEM obra:

8,73 %



Vista de la zona durante los trabajos de obra





Ubicación en mapa



**“Áridos Siderúrgicos,
una alternativa viable y
sostenible”**

“Ahora se abre un nuevo camino para explorar otras mejoras en cuanto a la tecnología de ejecución, variación de dosificaciones y componentes, estudio de otros ambientes agresivos, fenómenos de durabilidad acelerada, etc.”

**Idoia ARRIBAS GARCÍA
(Área de MATERIALES-
Tecnalia)**

KUBIK-NUEVOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

A PARTIR DE ÁRIDOS DE ORIGEN SIDERÚRGICO

Hormigón elaborado a partir de áridos siderúrgicos HEA en la losa de cimentación y muros de sótano del edificio Kubik

Datos técnicos:

Promotor: Tecnalia

Proyectista: Tecnalia

Localidad: Zamudio

Fecha inicio obra: 2008

Fecha finalización obra: 2009

Contacto Clave:
Idoia ARRIBAS GARCÍA

Tipología:
Urbanización / obra civil
Edificación: Rehabilitación
Obra Nueva

Breve descripción del proyecto:

El objetivo de esta actuación dentro del Edificio KUBIK (edificio experimental ubicado en el Parque Tecnológico de Bizkaia) ha sido la validación, tecnológica e industrial, del uso de árido siderúrgico procedente de escoria negra HEA en hormigón armado estructural.

El proyecto ha consistido en la aplicación del árido siderúrgico en la fabricación de hormigones armados de uso y responsabilidad estructural en obra real en muros de sótano y losa de cimentación, diseñando un hormigón de árido siderúrgico con unas cuotas de sustitución del árido natural superiores al 75% en volumen. En el proyecto se han abordado elementos esbeltos con notables problemáticas de compactación, que incluso en los propios hormigones tradicionales (muros de sótano), ya son comunes. Toda esta actividad ha requerido de la ejecución, sin interrupción, del vertido de más de 140 m³ (losa de cimentación), en una única jornada de obra. A continuación se expone el ajuste de dosificación del hormigón utilizado:

Producto	Dosificación HA-30/F/20/IIa+Qa (% en peso)	
	Losa cimentación	Muros sótano
Cemento II/B-M(V-L-S) 42,5R*	14%	14%
Árido fino	34%	30%
Árido grueso	40%	44%
Relación a/c	0,46+/-0,02	0,46+/-0,02
Aditivos	1+/-1,4spc	1+/-1,4spc

La losa ejecutada con esta dosificación es capaz de resistir una carga de 3.000 toneladas por metro cuadrado de superficie. Tras el exhaustivo control de calidad y seguimiento de propiedades del hormigón siderúrgico realizado mediante diferentes pruebas (Evolución de resistencia, Módulo de elasticidad, Durabilidad) se puede concluir que la ejecución realizada en losa y muro de sótano se demuestra viable tanto en los aspectos técnicos, económicos como de prestaciones del hormigón.



Descripción utilización áridos reciclados:

DESCRIPCIÓN DE LA UTILIZACIÓN DEL ÁRIDO RECICLADO:

Los áridos siderúrgicos empleados proceden de la empresa Corrugados Azpeitia (Grupo Alfonso Gallardo) y son valorizados y almacenados por la empresa HORMOR en las instalaciones de Arroa Bea de Zestoa.

El cemento empleado procede de FYM de Rezola (planta Arrigorriaga-Vizcaya) es el MP-CEM II/B-M(V-LS) 42,5R, con un contenido de cemento de 375 kg/m³. A continuación se presenta una caracterización del árido siderúrgico:

CARACTERÍSTICA	NORMA	ÁRIDO SIDERÚRGICO (4-12 mm)	EHE 08
Contenido finos (%)	UNE EN 933-1	0,3	<1,5
Índice de lajas (%)	UNE EN 933-3	2	<35
Absorción (%)	UNE EN 1097-6	2	<5
Densidad S.S.S (g/cm ³)	UNE EN 1097-7	3,06	
Resistencia a la fragmentación (%)	UNE EN 1097-2	23	<40
Expansión (%)	UNE EN1744-1	0	
Sulfatos solubles en ácido (%SO ₃)	UNE EN1744-1	<0,1	<0,8
Cloruros solubles en agua (%Cl)	UNE EN1744-1	<0,0007	<0,05

RESULTADOS OBTENIDOS:

Tras 5 años de uso del edificio KUBIK no se ha evidenciado ningún signo de deterioro en la estructura de hormigón tanto de la losa de cimentación como de los muros de sótano. Esta aplicación demuestra que el árido siderúrgico puede constituir un árido de óptimas garantías y adecuado a los requisitos más exigentes, propios de un hormigón armado comercial con un propósito y responsabilidad estructurales.

USOS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS:

Aplicaciones no ligadas

- Material granular en la ejecución de carreteras, explanadas, terraplenes o afines
- Material granular en rellenos localizados bajo superficie sellada
- Material granular en proyectos de urbanización bajo superficie sellada
- Zahorra en capas estructurales de firmes en carreteras
- Otros

Aplicaciones ligadas

- Material granular para la ejecución de suelocemento en las capas estructurales de carreteras
- Material granular para la ejecución de gravacemento en las capas estructurales de carreteras
- Como material granular en la fabricación de morteros, ladrillos puzolánicos y cemento
- **Como material granular en la fabricación de hormigón estructural y no estructural**

Descripción utilización áridos reciclados:

BENEFICIOS ALCANZADOS:

Ambientales:

Los áridos artificiales cubren dos aspectos muy importantes: **disminución de la extracción de áridos naturales, y utilización de fracciones residuales de los procesos industriales** que de otra manera irían a parar a vertederos. Además de ello conllevan:

- Reducción de las energía y emisiones necesarias para las labores extractivas de las canteras de árido.
- Reducción de las energía y emisiones necesarias para el machaqueo, clasificación y limpieza del árido natural sustituido por el árido siderúrgico.
- Reducción de las energía y emisiones necesarias para parte del transporte de ese árido natural a las plantas de hormigonado.

Económicos:

Desde un punto de vista económico, los áridos siderúrgicos suponen un incremento, en torno a un 20%, en el transporte debido a su mayor densidad, aproximadamente un 10-15%, en comparación con los áridos naturales, lo que supone un mayor coste. Este hecho puede ser compensado con el uso de aditivos aireantes por ejemplo.

CARÁCTER INNOVADOR:

La innovación no radica sólo en este hormigón de última generación, elaborado a partir de árido siderúrgico (Has), sino también en su forma de colocación, en el volumen practicado y en la ejecución de elementos estructurales:

- Se ha diseñado y ejecutado un hormigón armado con sustitución superior al 75% del árido natural por árido siderúrgico.
- La puesta en obra se ha realizado sin interrupción mediante bombeo de 140 m³ de hormigón.
- Se han ejecutado elementos constructivos esbeltos con importantes problemas de compactación incluso en el caso de un hormigón tradicional (muros de sótano).

Áridos utilizados:

Árido siderúrgico procedente de escoria negra HEA

Origen:

HORMOR SL

% sobre el total de áridos utilizados:

75%

BENEFICIOS AMBIENTALES

Reducción emisiones de CO₂:

No declarada

Reducción energía embebida:

No declarada



Aspecto de la losa de cimentación y muros de sótano
construidos mediante bombeo de hormigón siderúrgico



Hormigonado y vibrado del HAS en la losa de cimentación



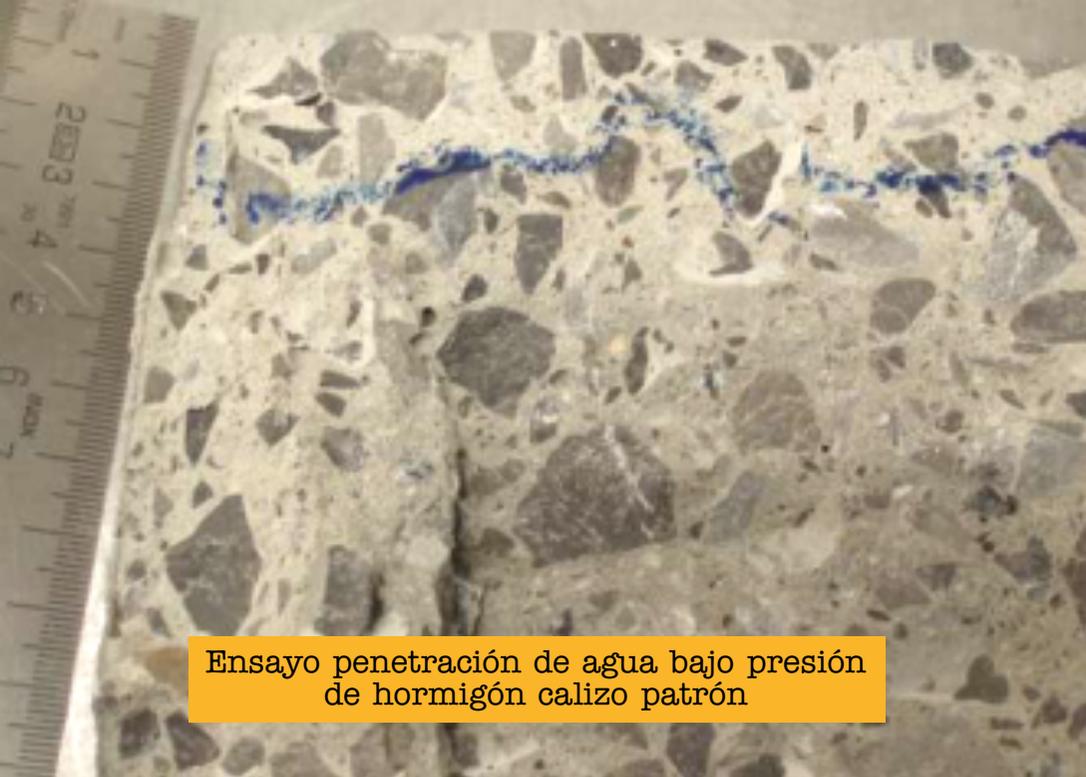
Ejecución de muro de sótano Sur



Ejecución de muro de sótano Norte



Toma de probetas durante ejecución de losa



Ensayo penetración de agua bajo presión de hormigón calizo patrón



6

Ensayo penetración de agua bajo presión de hormigón siderúrgico



Pista de acceso al emisario submarino de MOMPAS

La pista de acceso al emisario submarino reutiliza los materiales procedentes de la demolición del firme anterior en el hormigón del nuevo firme, llegando hasta el 50% de árido reciclado en un tramo. Donostia-San Sebastián.

Ubicación en mapa



“En este proyecto piloto se validaron las soluciones ligadas con áridos reciclados en distintas proporciones, llegando a suponer el 50% del árido en un tramo experimental. Los resultados han sido estupendos”

Alex Balda,
Gerente de Áridos y Hormigones reciclados de Norte

“Dada la implicación de AGASA en relación al medioambiente se creyó oportuno analizar el potencial de reutilización de los materiales existentes en la ejecución de los diferentes tajos de la obra. Por ello se decidió machacar los elementos procedentes de la pista de hormigón para reutilizarlos en el nuevo hormigón”

Maider Arregi Intxausti;
Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos.
Directora del proyecto

Datos técnicos:

Promotor: Aguas del Añarbe S.A

Proyectista: Maider Arregi Intxausti;
Ingeniera de Caminos,
Canales y Puertos

Obra contratada a:
Tximistarri, S.L

Localidad: DONOSTIA-SAN SEBASTIÁN

PEM: 178.111,24 €

Fecha inicio obra: 2012

Fecha finalización obra: 2013

Contacto Clave:
Michel Corcuera / Alex Balda

Tipología:
Urbanización / obra civil
Edificación: Rehabilitación
Obra Nueva

Breve descripción del proyecto:

El emisario submarino de Mompás fue construido en el año 2001 constituyendo la salida principal de la EDAR de Loiola. En la ladera norte de Uliá, justo sobre el acantilado, existe un edificio de control al cual llegan tanto los vertidos de la EDAR como los alivios de aguas pluviales de Sagües. Ese edificio marca el inicio del emisario submarino y para su acceso existe una pista de 1.300 metros de longitud.

Desde su construcción inicial en 2001 esta pista tuvo problemas de asentamientos diferenciales con múltiples fisuras, asentamientos y elevaciones del pavimento. Para solucionar esos problemas en 2012 se abordó una obra de reconstrucción demoliendo parte de la pista y volviéndola a construir.

Dada la implicación de Aguas del Añarbe S.A. en relación al medioambiente se creyó oportuno analizar el potencial de reutilización de los materiales existentes en la ejecución de los diferentes tajos de la obra.

Por ello se decidió machacar los elementos procedentes de la pista de hormigón para reutilizarlos en aplicaciones ligadas -como áridos del nuevo hormigón- y no ligadas -en la base de la nueva losa de hormigón-.

Se definieron varios tramos experimentales con dosificaciones de áridos reciclados de un 20% y 50% en la composición del hormigón.

Descripción utilización áridos reciclados:

DESCRIPCIÓN DE LA UTILIZACIÓN DEL ÁRIDO RECICLADO:

El árido reciclado utilizado en esta obra ha sido originado in situ en el propio emplazamiento a partir de los residuos generados por la demolición de la solera de hormigón en masa preexistente.

El proceso requirió varias etapas. En un primer momento el material procedente de la demolición se trasladó a la explanada existente junto al edificio de control del emisario donde fue acopiado hasta su traslado a la planta de Áridos y Hormigones Reciclados del Norte donde fue machacado hasta conseguir una granulometría continua de tamaño máximo 2,5 cm y mínimo de 1 cm.

Posteriormente este material volvió a ser trasladado hasta la localización definitiva para ser utilizado en tres usos:

1. Base de la losa a ejecutar; sobre la sub-base se dispuso una base filtrante de 20 cm de espesor de este material procedente del machaqueo. Se dispuso tanto sobre rellenos existentes como sobre la roca excavada, sirviendo para uniformizar el apoyo de la losa superior y disminuir los asientos diferenciales.
2. Ejecución de zanjas drenantes; mezclado con zahorras y protegidos mediante un geotextil.
3. Como árido en la composición del hormigón de la capa de rodadura. Se dividió la zona a hormigonar en varios tramos con diferentes dosificaciones que permitieran comparar los resultados. Los tramos tenían un porcentaje de árido reciclado del 20% y el 50%.

RESULTADOS OBTENIDOS:

Todos los ensayos realizados a las probetas tomadas en obra fueron satisfactorios con resultados de una resistencia media de 36,0-37,3 Mpa a 7 días y 38,3-43 Mpa a 28 días para el caso de dosificaciones de árido reciclado del 20%. Para el caso de dosificaciones del 50% de árido reciclado la resistencia media 28,3 Mpa a 7 días y 31 Mpa a 28 días .

A día de hoy los tramos continúan en perfecto estado sin que hayan vuelto a producirse asientos diferenciales ni fisuras en el firme.

USOS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS:

Aplicaciones no ligadas

- **Material granular en la ejecución de carreteras, explanadas, terraplenes o afines**
- Material granular en rellenos localizados bajo superficie sellada
- Material granular en proyectos de urbanización bajo superficie sellada
- Zahorra en capas estructurales de firmes en carreteras
- Otros

Aplicaciones ligadas

- Material granular para la ejecución de suelocemento en las capas estructurales de carreteras
- Material granular para la ejecución de gravacemento en las capas estructurales de carreteras
- Como material granular en la fabricación de morteros, ladrillos puzolánicos y cemento
- **Como material granular en la fabricación de hormigón estructural y no estructural**

Descripción utilización áridos reciclados:

BENEFICIOS ALCANZADOS:

Ambientales:

Durante la obra se generaron aproximadamente 1.650 Tn de residuos de construcción y demolición, principalmente residuos de demolición de hormigón, (670 Tn) Tierras y piedras (730 Tn) y Escorias tratadas que habían sido utilizadas en la estabilización de los terrenos. (250 Tn)
La reutilización de las 670 toneladas de residuos de demolición de hormigón ha permitido reducir en un 40,5% los RCD originados en obra.

Económicos:

La reutilización en obra del material procedente de la demolición de la pista de hormigón ha permitido reducir los costes de la gestión de los RCD, así como evitar la compra de material nuevo procedente de cantera para ser utilizado en los rellenos, la sub-base y el propio hormigón.

El hormigón reciclado fue suministrado por Áridos y Hormigones Reciclados del Norte, siendo la utilización del árido reciclado obtenido a partir de las demoliciones de los tramos con patologías un aspecto clave para rentabilizar el proyecto, con una topografía y condiciones de suministro iniciales muy desfavorables.

CARÁCTER INNOVADOR

Este proyecto tiene un fuerte componente innovador, sobre todo en la aplicación ligada de los áridos reciclados. Es por este carácter innovador por el que se divide la obra en diferentes tramos experimentales con distintas dosificaciones de árido reciclado

- a) 80% árido de cantera-20%; con árido reciclado de la propia obra.
- b) 50% árido de cantera-50% áridos reciclados

Áridos utilizados:

Árido reciclado in situ, procedente de hormigón

Origen:

Generado in situ

Cantidad AR utilizado (Tn):

670,80 Tn

BENEFICIOS AMBIENTALES

Reducción emisiones de CO₂:

5,03 Tn CO₂eq.

Reducción energía embebida:

67,26 Mj

4

20% árido reciclado

50% árido reciclado



Ubicación en mapa



“Ayuntamiento de Bilbao”

Actuaciones del Ayuntamiento de Bilbao con baldosas hidráulicas de materiales reciclados múltiples

Pavimentos aplicados en diversas zonas de Bilbao por iniciativa de su Ayuntamiento aúnan árido siderúrgico, material procedente de la valorización de RCD, cenizas provenientes de lodos de depuradora y geosilex, conformando una formulación con una porcentajes entre el 60% y el 90% de material reciclado. Ecopavimentos Eguskiza es el proveedor innovador que ha hecho posible esta apuesta.

Datos técnicos:

Promotor: Ayuntamiento de Bilbao

Proyectista:

- Enrique Elkoroberezibar y Sergio Saiz, LKS Ingeniería (Puente Frank Gehry)
- Richard Rogers (Garellano)
- Marta Gonzalez Cavia (Zorroazurre) San Mamés

Constructor:

- UTE-Canal de Deusto (Puente Frank Gehry)
- Exbasa, (Urbanización de Garellano)
- Inbisa Construcción, Altuna y Uria, Acciona y Murias Urbanización San Mamés

Localidad: Bilbao

Fecha inicio obra:

- Puente Frank Gehry (2014)
- Urbanización Garellano (2014)
- Aledaños San Mamés (2013)

Fecha finalización obra:

- Puente Frank Gehry (2015)
- Urbanización Garellano (2015)
- Aledaños San Mamés (2014)

Contacto Clave: Javier Orduna Mendiola

Tipología:

Urbanización / obra civil

Breve descripción del proyecto:

El Ayuntamiento de Bilbao ha venido integrado en los últimos tiempos materiales avanzados basados en el reciclado en sus urbanizaciones, consolidando una importante apuesta por la sostenibilidad en esta tipología de obras.

Las aplicaciones se dan cita en los proyectos urbanísticos y edificatorios más emblemáticos de la ciudad en estos últimos años.

Los formatos de aplicación de esas formulaciones basadas en el reciclado son variados, incluyendo como no podía ser menos la denominada “baldosa tipo Bilbao”, que en estas últimas versiones sostenibles aúnan tradición y modernidad.

Dentro de esta tendencia cabe destacar las actuaciones llevadas a cabo en:

- Urbanización y aledaños del Puente Frank Gehry en Zorroazurre con una superficie de aplicación de 1.500 m². La base en este caso se conforma también por RCD mixto en aplicación no ligada.
- Urbanización del entorno del Barrio de San Mamés con 3.500 m² de superficie.
- Pavimentación del nuevo complejo inmobiliario de Garellano que suma 22.000 m².

Cabe señalar que esta tipología de materiales serán aplicados por ejemplo en la remodelación de las riberas del Canal de Deusto, con más de 300.000 m² de superficie y en la renovación de Sabino Arana, con 15.000 m² que configurarán el enlace entre esa arteria y la cubrición de la red FEVE en Rekalde, fruto de la remodelación de las entradas a Bilbao por esa zona.



Descripción utilización áridos reciclados:

DESCRIPCIÓN DE LA UTILIZACIÓN DEL ÁRIDO RECICLADO:

Las elementos hidráulicos prefabricados utilizados reúnen en su composición hasta cuatro materiales reciclados simultáneamente:

- Arido siderúrgico procedente de escoria valorizada de horno alto, cuyo origen es el gestor autorizado Transportes Bombín.
- RCD de hormigón valorizado procedente de restos de baldosa resultantes de la propia fabricación y de reurbanizaciones.
- GeosilexR, fijador de CO₂, procedente de la valorización de residuos procedentes de la fabricación de acetileno, desde la empresa Trenzamet.
- Cenizas originadas en la incineración de lodos de depuradora de la Estación de Galindo y que permiten sustituir parte del cemento.

Las formulaciones pueden llegar a un porcentaje de reciclado entre el 60% y el 90% con una huella de carbono resultante muy baja, basada en el poco requerimiento de áridos naturales y de cemento, y en el origen local de los materiales sustitutivos empleados. Las cifras se redondean gracias a la propiedad de fijación de CO₂ a razón de 3 kg por m² instalado en su ciclo de vida.

El resultado son materiales con incluso mejores propiedades de resistencia respecto a los tradicionales. La perfecta maduración de las escorias asegura la nula expansividad del árido siderúrgico resultante. Todo ello con la completa seguridad en el capítulo medioambiental al certificarse una nula afección por fenómenos de lixiviación y una completa reciclabilidad al final de su ciclo de vida tal y como atestiguan los datos de lixiviación respectivos.

Ecopavimentos Eguskiza ha realizado una reseñable labor de desarrollo de esta gama de productos, teniendo para ello el apoyo por ejemplo de la Convocatoria de Proyectos Demostración de Ihohe.

USOS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS:

Aplicaciones no ligadas

- Material granular en la ejecución de carreteras, explanadas, terraplenes o afines
- Material granular en rellenos localizados bajo superficie sellada
- Material granular en proyectos de urbanización bajo superficie sellada
- Zahorra en capas estructurales de firmes en carreteras

Aplicaciones ligadas

- Material granular para la ejecución de suelocemento en las capas estructurales de carreteras
- Material granular para la ejecución de gravacemento en las capas estructurales de carreteras
- Como material granular en la fabricación de morteros, ladrillos puzolánicos y cemento
- Como material granular en la fabricación de hormigón estructural y no estructural
- **Como material para la confección de prefabricados y baldosas hidráulicas**

Descripción utilización áridos reciclados:

BENEFICIOS ALCANZADOS:

Ambientales:

Cada metro cuadrado instalado supone el ahorro de:

- kg de cemento
- kg de áridos naturales
- 2,8 kg de CO₂ fijado, el equivalente al contenido de CO₂ en 5.000 m³ de aire
- la reintroducción en el ciclo productivo de XX kg de diversas corrientes residuales valorizadas
- el análisis de ciclo de vida ha mejorado radicalmente ya que la adopción de los materiales reciclados, situados en radios de acción locales muy reducidos han contribuido a minimizar drásticamente las necesidades de transporte.

Económicos:

- La apuesta por estos productos ha contribuido de forma significativa a la supervivencia de la empresa suministradora, incluso en coyuntura de mercado desfavorable

CARÁCTER INNOVADOR:

Primer pavimento que reúne las cuatro corrientes de valorización ya citadas
 Primera utilización de árido siderúrgico en una aplicación con las elevadas exigencias técnicas de las baldosas prefabricadas hidráulicas.
 Esta realización, en franca consolidación en el mercado, supone una prueba adicional a la idoneidad del árido siderúrgico como conformante de grandes prestaciones en el apartado de aplicaciones ligadas con cemento.

Áridos utilizados:

Árido reciclado de RCD, geosílex, cenizas de depuradora EDAR y árido siderúrgico

Origen:

Ecopavimentos Eguskiza, Trenzamental, EDAR Galindo, Transportes Bombín

% sobre el total de áridos utilizados:
60-90%

BENEFICIOS AMBIENTALES

Reducción emisiones de CO₂:
2,8 kg CO₂eq./m²



Elementos diversos de urbanización
con los materiales descritos
Garellano

5

Baldosas “Bilbao” con reciclados



Accesos a Zorrozaurre con materiales alternativos



Escaleras en Garellano



