

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES QUE HAN DE REGIR EN LA CONTRATACIÓN DEL SUMINISTRO DE DISEÑO, INGENIERIA, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE PLANTA PILOTO PARA TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE BIOGÁS EN EL MARCO DEL PROYECTO EUROPEO URBIOFIN DEL PROGRAMA H2020, POR LA FUNDACION GENERAL DE LA UNIVERSIDAD DE VALLADOLID.

CLÁUSULA PRIMERA.- OBJETO

Constituye el objeto del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares la contratación, a través de un Procedimiento Abierto, del diseño, ingeniería de detalle y construcción/instalación de una planta piloto para tratamiento biológico de biogás compuesta por varias unidades, **en el marco del Proyecto Europeo URBIOFIN del PROGRAMA H2020** (H2020-BBI- JTI-2016) en las instalaciones de URBASER (socio participante del proyecto), **realizado por la Fundación General de la Universidad de Valladolid.**

La planta piloto constará de tres unidades principales de proceso para el tratamiento de un caudal total de biogás de 600 m³/día aproximadamente y con una concentración de H₂S entorno a 4000 ppm:

- Torre de desulfuración biológica de biogás
- Tanque de burbujeo de biogás en cultivo biológico al que se dosificará aire.
- Fotobiorreactor de microalgas tipo High Rate Algal Pond (HRAP) acoplado a columna de contacto biogás-líquido (torre de burbujeo).

Éstas incluirán los correspondientes sistemas de tuberías, tanques, bombeo y sistemas de control.

CLÁUSULA SEGUNDA.- DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

2.1. ESPECIFICACIONES Y NECESIDADES

Descripción detallada del proceso

Integración de las diferentes unidades de proceso

La Figura 1 muestra la integración de las diferentes unidades dentro de la planta piloto: la fuente de biogás será una tubería proveniente de un gasómetro industrial ya instalada.

De la línea general de biogás se tomará una primera corriente [1] de aproximadamente 600 m³/día que se alimentará a la torre de desulfuración. Una parte del biogás desulfurado de salida de la torre [2] será burbujeada en un tanque de cultivo biológico en suspensión. La otra corriente de salida de la torre de desulfuración [3] se mezclará

con la salida del gas del tanque en suspensión [4] y se dirigirá a una antorcha (ya instalada y por tanto no incluida dentro del presente proyecto).

Una segunda corriente de biogás [5] de aproximadamente 10-12 m³/día se tomará de la misma tubería proveniente del gasómetro industrial. Esta corriente se burbujeará desde el fondo de una columna de burbujeo donde entrará en contacto con una corriente de líquido recirculado desde el fotobiorreactor HRAP. Desde ahí el biogás tratado [6] se retornará a la misma tubería hacia antorcha.

Cada unidad contará con una alimentación independiente de biogás que garantice el suministro en caso de mantenimiento o fallo en la operación de alguna de las unidades anteriores. Además, todas las unidades estarán equipadas con una tubería de bypass que conduzca el biogás directamente a la antorcha, en caso de mantenimiento o fallo en la operación.

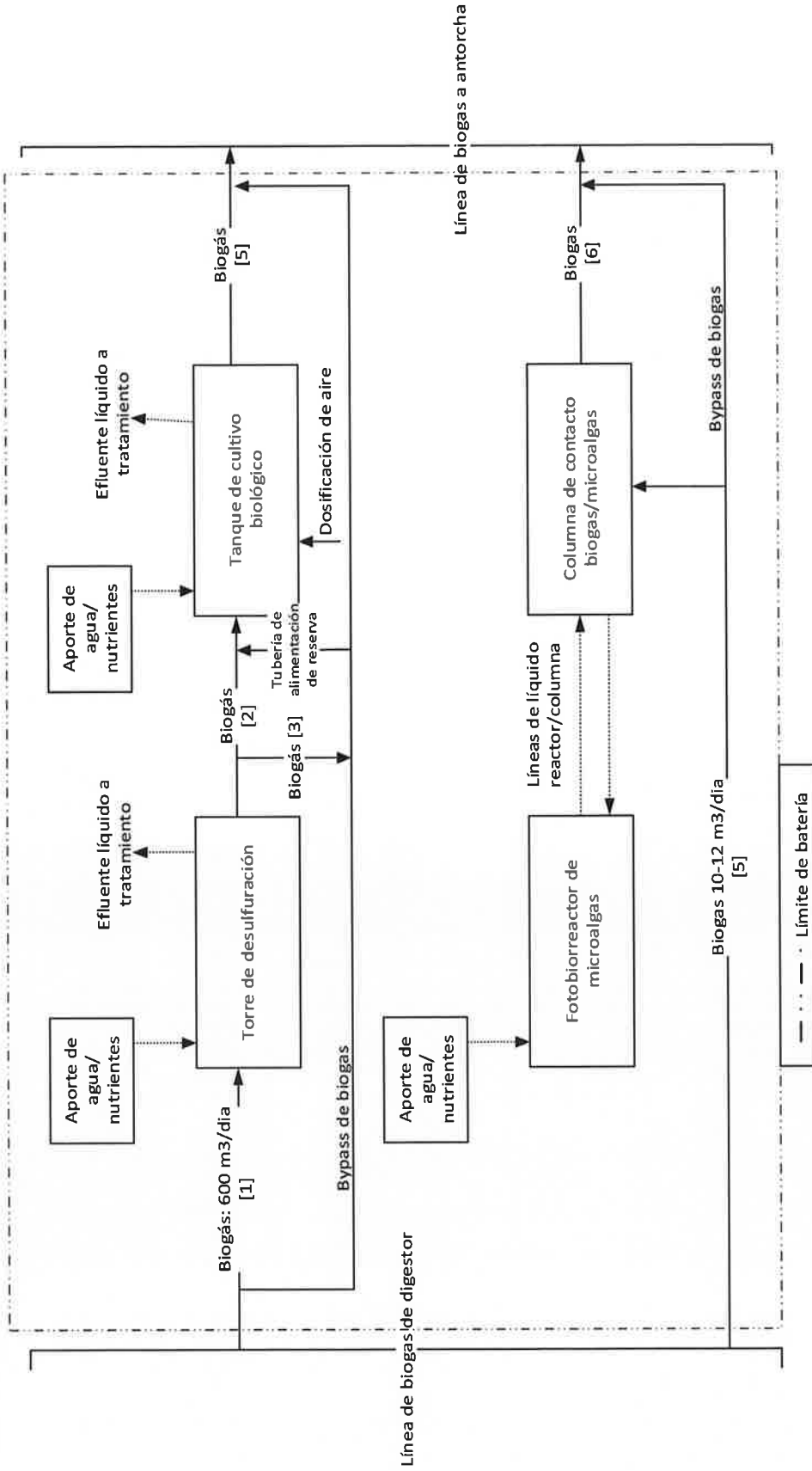


Figura 1. Diagrama de bloques. Integración de las unidades de proceso de la planta piloto.

Torre de desulfuración

Se trata de un biofiltro percolador en el que la corriente de biogás circula en sentido ascendente en contracorriente con una solución acuosa de nutrientes. En el fondo de la torre se mantendrá siempre un volumen constante de líquido. La transferencia del contaminante (H₂S) desde la corriente gaseosa al líquido tiene lugar a lo largo de un lecho fijo donde se encuentra adherida la comunidad biológica encargada de transformar el sulfuro de hidrógeno en iones sulfato. La fase líquida rica en nutrientes es bombeada en continuo desde la parte inferior de la torre hasta la parte superior de la columna, y cumple una doble función: dotar de los nutrientes necesarios a la comunidad biológica y actuar como reservorio para los compuestos oxidados de azufre. Periódicamente una fracción de la solución de nutrientes es purgada y sustituida por una mezcla de medio fresco con nitratos y agua. La corriente líquida purgada se descargará a un foso de descarga de lixiviados preexistente. El diseño de esta unidad es muy similar al de otros sistemas de desulfuración biológica, por lo que se podrán adaptar diseños previos de sistemas, por ejemplo, utilizando diámetros de torre estándar que permitan abaratar costes. La metodología de operación será sin embargo la propia desarrollada por los investigadores de la Uva. La planta operará a temperatura ambiente y presión cercana a la atmosférica.

Además de la torre principal del biofiltro percolador con lecho fijo (material plástico 80 % + carbón activo 20 %), el sistema contará como mínimo con las siguientes sub-unidades:

Soplante de biogás de alimentación (si fuera necesario cumpliendo normativa ATEX y preparada para trabajar en continuo y en exterior, grado de protección mínimo IP55 según EN 60 529. En su defecto, cubierta o instalación adecuada). El caudal de la soplante podrá ser regulado manualmente.

Tanque de almacenamiento de solución de nutrientes (entre 4 y 5 m³), con agitación mecánica. La solución se preparará en el propio tanque, por lo que se requiere un sistema de carga de reactivo sólido en polvo y otro de reactivo líquido. (Es deseable que el sistema de carga sea portátil para que pueda ser compartido con otras unidades de la planta).

Bomba de dosificación de solución de nutrientes de renovación, temporizada para alimentar en discontinuo y con posibilidad para conectarse a lazo de control. (Si es necesario cumpliendo normativa ATEX y preparada para trabajo a intemperie, grado de protección mínimo IP55 según EN 60 529. En su defecto, cubierta o instalación adecuada).

Tanque de almacenamiento de agua (entre 4 y 5 m³).

Bomba de alimentación de agua. (Si es necesario cumpliendo normativa ATEX y preparada para trabajo a intemperie, grado de protección mínimo IP55 según EN 60 529. En su defecto, cubierta o instalación adecuada).

Bomba de recirculación de líquido. (Si es necesario cumpliendo normativa ATEX y preparada para trabajo a intemperie, grado de protección mínimo IP55 según EN 60 529. En su defecto, cubierta o instalación adecuada).

También se requerirá la instalación de indicadores y sistemas de control del proceso en línea que incluirán al menos:

Indicador-regulador de flujo y de presión en la corriente de biogás de alimentación fresca.

Indicador de presión en corriente de biogás desulfurado.

Indicador de flujo en la corriente de recirculación de líquido.

Sistema de control de pH en línea en el medio recirculante por adición de NaOH concentrada (incluyendo tanque de almacenamiento de NaOH y bomba dosificadora).

Sistema de control de potencial REDOX en el medio recirculante que actúe sobre la válvula de purga y la bomba de adición de nutrientes

Sistema de control de nivel del reservorio del biorreactor que actúe sobre la bomba de alimentación de agua.

Se considerará la instalación de válvulas antirretorno en las líneas que lo requieran.

Los materiales en contacto con el biogás deberán ser resistentes a la corrosión por estar en contacto con H₂S.

Los principales parámetros de diseño de la torre se recogen en la Tabla 1.

Parámetro	Valor	Magnitud
Caudal de entrada de biogás	600	Nm ³ /d
Caudal de recirculación de líquido	60 - 320	m ³ /d
Purga y renovación de líquido	0,75	m ³ /d
Volumen del lecho	1,25	m ³
Altura del lecho	2,43	m
Altura total de la torre	4	m
Diámetro de la torre	0,81	m

Tabla 1. Parámetros de diseño de la torre de desulfuración.

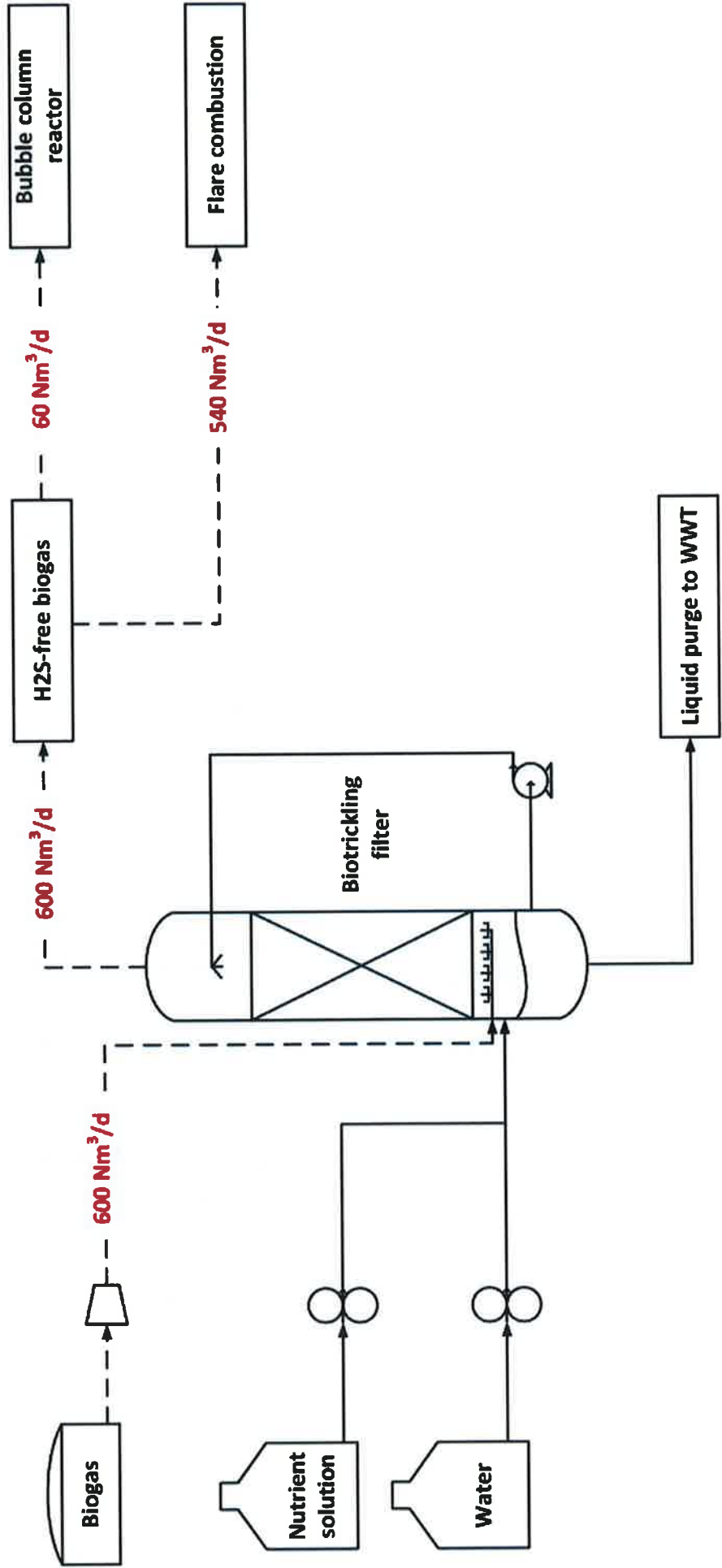


Figura 2. Diagrama de flujo y equipamiento principal de la torre de desulfuración.

Tanque de burbujeo de cultivo biológico

En esta unidad se alimenta parte del biogás desulfurado en la etapa anterior, se filtra a través de un lecho de carbón activo (para eliminar posibles restos de H₂S en el caso de mal funcionamiento de la torre de desulfuración en la unidad anterior) y se alimenta a unos difusores de burbuja fina en el fondo de un tanque de burbujeo. De la misma manera, la proporción de aire deseada se comprime y se alimenta al fondo del tanque por un circuito de difusores de burbuja fina independientes. El gas de salida recogido en la cabeza de este tanque se divide en dos corrientes: una de ellas se recircula mezclándose con la alimentación de biogás, mientras que la otra se desecha y se envía a la tubería hacia la antorcha.

La unidad contará con dos tanques de alimentación de líquidos: agua y nutrientes. Ambos serán dosificados mediante bombas al interior del tanque. Estas bombas deben permitir el control de flujo y programarse para realizar diferentes ciclos de carga y descarga. El efluente líquido se recogerá para toma de muestras o se descargará a un foso de descarga de lixiviados preexistente.

Además del tanque principal de burbujeo, equipado con difusores de burbuja fina, el sistema contará como mínimo con las siguientes sub-unidades:

- Soplante/compresor de biogás desulfurado. (Si es necesario cumpliendo normativa ATEX y preparada para trabajo a intemperie y en continuo, grado de protección mínimo IP55 según EN 60 529. En su defecto, cubierta o instalación adecuada). El caudal de la soplante será regulado manualmente
- Soplante/compresor de aire. (Si es necesario cumpliendo normativa ATEX y preparada para trabajo a intemperie y en continuo, grado de protección mínimo IP55 según EN 60 529. En su defecto, cubierta o instalación adecuada). El caudal de la soplante será regulado manualmente o controlado en función del caudal de biogás.
- Soplante/compresor de recirculación. (Si es necesario cumpliendo normativa ATEX y preparada para trabajo a intemperie, grado de protección mínimo IP55 según EN 60 529. En su defecto, cubierta o instalación adecuada). El caudal de la soplante será regulado manualmente.
- Filtro de carbón activo para la eliminación de H₂S en caso de fallo del sistema biológico de desulfuración (previo a la entrada a los difusores del tanque).
- Tanque de almacenamiento de solución de nutrientes (entre 4 y 5 m³) con agitación y sistema de carga de reactivo sólido en polvo para preparación de disoluciones. (Es deseable que el sistema de carga sea portátil para que pueda ser compartido con otras unidades de la planta).
- Tanque de almacenamiento de agua (entre 4 y 5 m³).

- Bomba de alimentación de nutrientes. (Si es necesario cumpliendo normativa ATEX y preparada para trabajo a intemperie, grado de protección mínimo IP55 según EN 60 529. En su defecto, cubierta o instalación adecuada)
- Bomba de alimentación de agua. (Si es necesario cumpliendo normativa ATEX y preparada para trabajo a intemperie, grado de protección mínimo IP55 según EN 60 529. En su defecto, cubierta o instalación adecuada)
- Válvula de control de purga de biomasa enriquecida, con opción de temporización para operar en discontinuo y con lazo de seguridad de nivel en el tanque de burbujeo. (Si es necesario cumpliendo normativa ATEX y preparada para trabajo a intemperie, grado de protección mínimo IP55 según EN 60 529. En su defecto, cubierta o instalación adecuada).

También se requerirá la instalación de indicadores y sistemas de control del proceso en línea que incluirán al menos:

- Indicador-regulador de presión y flujo en corriente de biogás de alimentación fresco.
- Indicador-regulador de presión y flujo de la corriente de aire.
- Sistema de control para flujo de aire en función del flujo de biogás fresco.
- Indicador-regulador de flujo y presión de la corriente de gas recirculado.
- Indicador de presión en corriente de mezcla biogás fresco + gas recirculado.
- Indicador de presión en cabeza de tanque.
- Sistema de control de nivel en el tanque que actúe sobre la válvula de purga.
- Se considerará la instalación de válvulas antirretorno en las líneas que lo requieran.

Los principales parámetros de diseño de la unidad de cultivo biológico se recogen en la **Tabla 2.**

Parámetro	Valor	Magnitud
Caudal de entrada de biogás	60	Nm ³ /d
Caudal de entrada de aire	240	Nm ³ /d
Caudal de gas recirculado	1440 – 2880	Nm ³ /d
Caudal de entrada de agua	0,6	Nm ³ /d
Caudal de entrada de nutrientes	0,6	m ³ /d
Volumen de líquido en tanque	6	m ³
Altura de líquido	3	m
Altura total de tanque	4	m
Diámetro de tanque	1,5	m

Tabla 2. Parámetros de diseño del tanque de burbujeo de cultivo biológico.

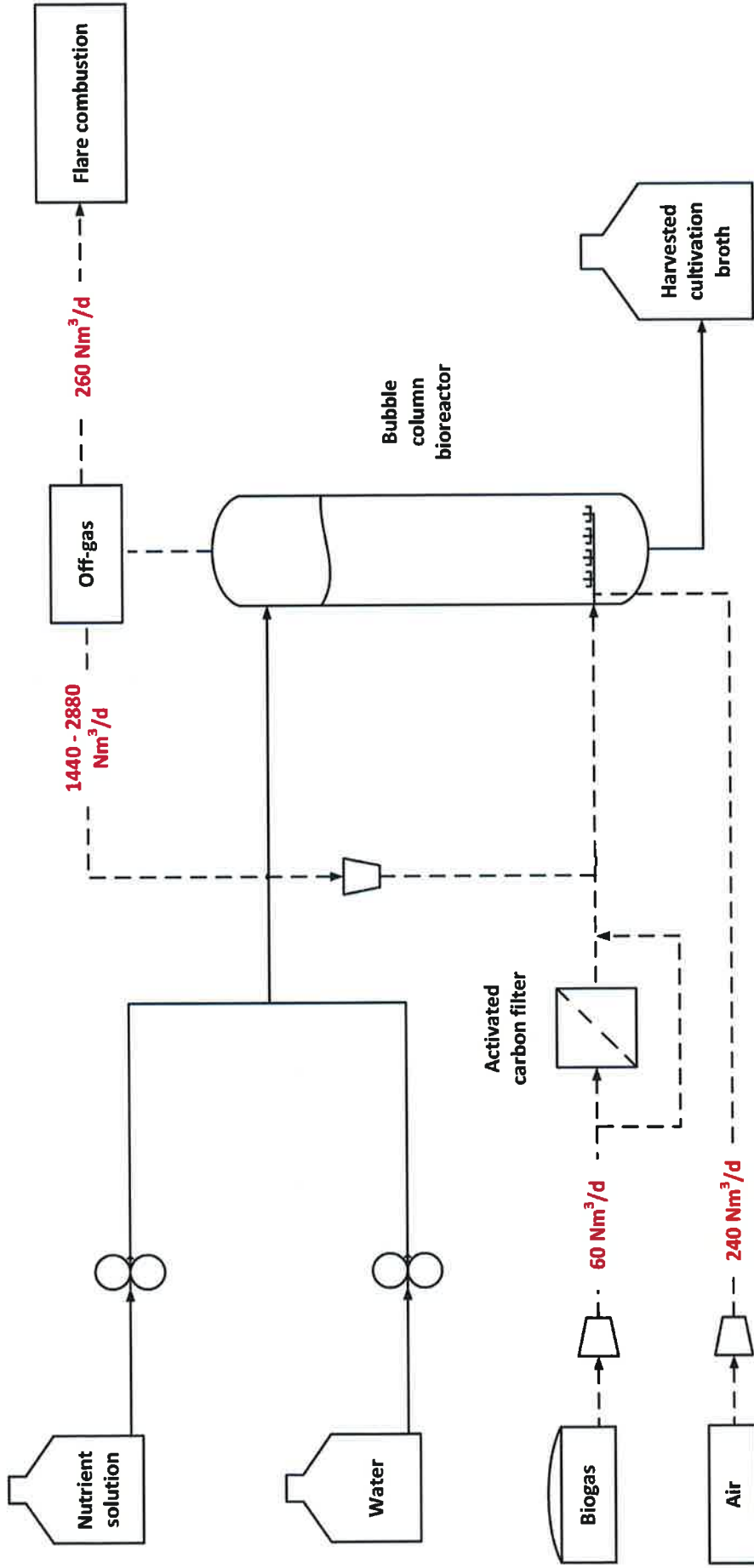


Figura 3. Diagrama de flujo y equipamiento principal del tanque de burbujeo de cultivo biológico.

Fotobiorreactor y columna de contacto

En esta unidad se lleva a cabo el upgrading de biogás a biometano. Para ello se combinan dos procesos: la transferencia de contaminantes del biogás hacia la fase líquida en la columna de contacto de burbujeo y la degradación de los mismos en un fotobiorreactor tipo High Rate Algal Pond.

El biogás se tomará directamente de la línea general, se comprimirá y se alimentará al fondo de la columna de burbujeo a través de difusores de burbuja fina. El efluente de biogás descontaminado se descargará a una tubería que lo llevará a antorcha.

El fotobiorreactor consistirá en un estanque tipo raceway (construido en hormigón y recubierto de tela asfáltica impermeable), equipado con un rotor de paletas para mantener el movimiento del cultivo en el mismo. Parte de este cultivo es bombeado en continuo al sedimentador, que mantendrá un nivel de líquido por encima del HRAP. El líquido sobrenadante del sedimentador se bombeará a la columna de contacto y después recirculará hacia el fotobiorreactor. El sedimentador dispondrá de un sistema de control de nivel por rebose, que devuelve el líquido al estanque tipo raceway. Una bomba de sólidos recirculará parte de la biomasa al fotobiorreactor. Al fotobiorreactor se alimentarán también corrientes de digestato o medio mineral y agua mediante bombeo.

Además del fotobiorreactor construido a nivel de suelo (tipo estanque) y la columna de absorción equipada con difusores de burbuja fina, el sistema contará como mínimo con las siguientes sub-unidades y accesorios:

- Instalación de una malla metálica de paso grande por encima del estanque para prevenir ensuciamiento y presencia de aves.
- Sistema de agitación de rotor con palas en el estanque.
- Soplante/compresor de biogás. (Si es necesario cumpliendo normativa ATEX y preparada para trabajo a intemperie y en continuo, grado de protección mínimo IP55 según EN 60 529. En su defecto, cubierta o instalación adecuada). El caudal de la soplante se regulará manualmente.
- Tanque de almacenamiento de lixiviados o nutrientes (entre 1 y 2 m3) con agitación y sistema de carga de reactivo sólido en polvo para preparación de disoluciones. (Es deseable que el sistema de carga sea portátil para que pueda ser compartido con otras unidades de la planta).
- Tanque de almacenamiento de agua (entre 5 y 6 m3).
- Sedimentador.
- Bomba de alimentación de lixiviado o nutrientes. (Si es necesario cumpliendo normativa ATEX y preparada para trabajo a intemperie, grado de protección mínimo IP55 según EN 60 529. En su defecto, cubierta o instalación adecuada).

- Bomba de alimentación de agua. (Si es necesario cumpliendo normativa ATEX y preparada para trabajo a intemperie, grado de protección mínimo IP55 según EN 60 529. En su defecto, cubierta o instalación adecuada).
- Bomba de trasvase desde estanque a sedimentador. (Si es necesario cumpliendo normativa ATEX y preparada para trabajo a intemperie, grado de protección mínimo IP55 según EN 60 529. En su defecto, cubierta o instalación adecuada).
- Bomba de recirculación con caudal regulable desde el sedimentador hacia la columna. (Si es necesario cumpliendo normativa ATEX y preparada para trabajo a intemperie, grado de protección mínimo IP55 según EN 60 529. En su defecto, cubierta o instalación adecuada).
- Bomba de trasvase de biomasa del fondo de sedimentador al HRAP. (Si es necesario cumpliendo normativa ATEX y preparada para trabajo a intemperie, grado de protección mínimo IP55 según EN 60 529. En su defecto, cubierta o instalación adecuada).

También se requerirá la instalación de indicadores y sistemas de control del proceso en línea que incluirán al menos:

- Indicador-regulador de flujo y presión de biogás de alimentación a la columna de absorción.
- Indicador de flujo de biogás tratado a la salida de la columna de absorción
- Indicador de presión en cabeza de columna de absorción.
- Sistema de control de dosificación de agua en función del nivel del HRAP para compensar pérdidas por evaporación y purga de biomasa.
- Sistema de rebose en sedimentador (efluente líquido) con retorno al HRAP.
- Se considerará la instalación de válvulas antirretorno en las líneas que lo requieran.

Los materiales en contacto con el biogás deberán ser adecuados para el control de la corrosión por H₂S.

Los principales parámetros de diseño de la unidad de fotobiorreactor con columna de contacto se recogen en la **Tabla 3**.

Equipo	Parámetro	Valor	Magnitud
Estanque de microalgas	Superficie	300	m ²
	Altura	0,3	m
	Volumen	90	m ³
Sedimentador	Volumen	4,5	m ³
Columna de absorción	Caudal de entrada de líquido	6 - 60	Nm ³ /d
	Caudal de entrada de biogás	12	Nm ³ /d

Volumen	0,5	m ³
Altura	4	m
Diámetro	0,4	m

Tabla 3. Parámetros de diseño del fotobiorreactor de microalgas y columna de burbujeo

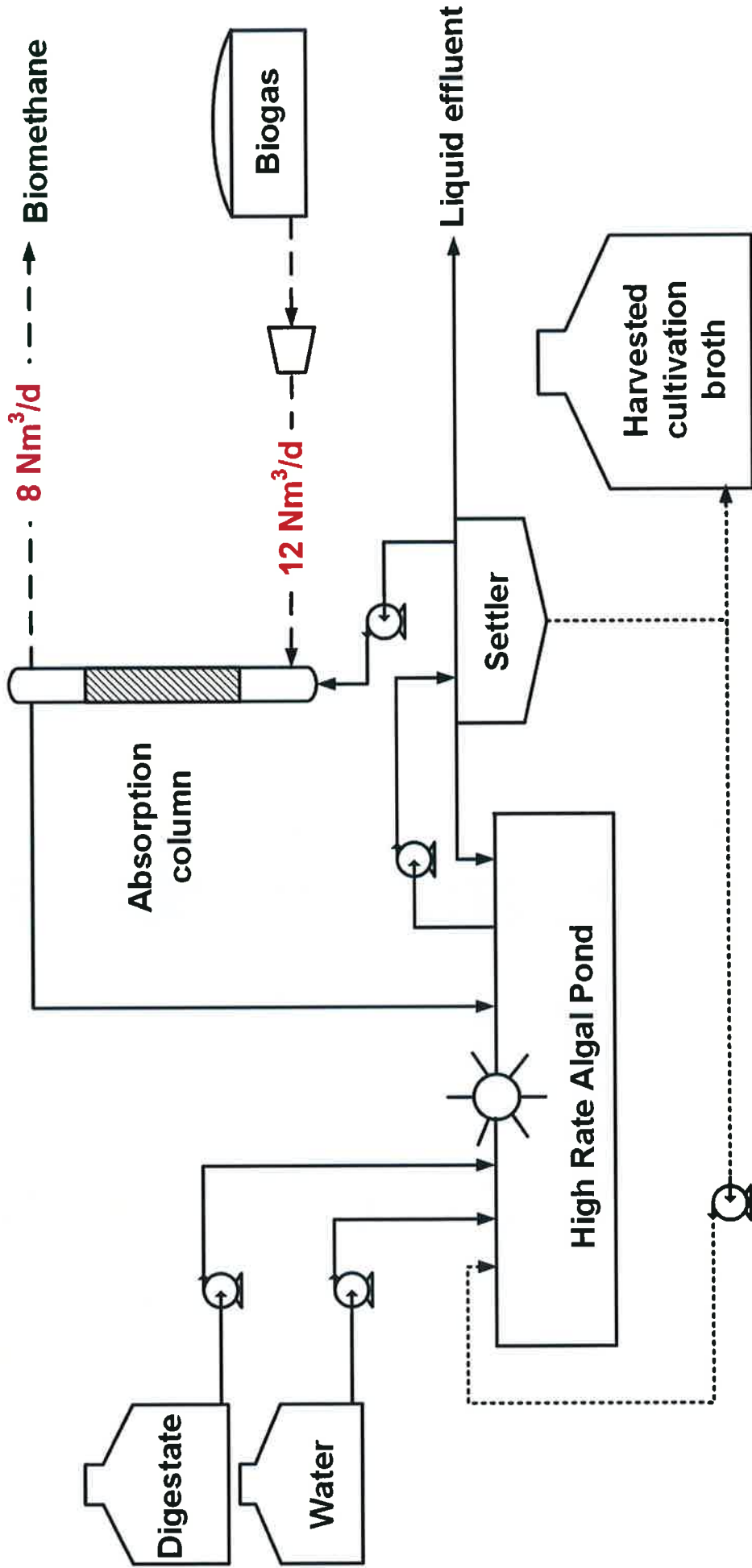


Figura 4. Diagrama de flujo del fotobiorreactor de microalgas y columna de burbujeo.

Los trabajos especificados dentro de la presente petición de oferta formarán parte del proyecto H2020-BBI-JTI-2016 URBIOFIN: Demonstration of an integrated innovative biorefinery for the transformation of Municipal Solid Waste (MSW) into new BioBased products (www.urbiofin.eu). El conocimiento y la información generados como parte del proyecto estarán sujetos a las directrices de confidencialidad marcadas por el mismo. Bajo ellas, la Universidad de Valladolid tiene la posibilidad de negociar acuerdos con la empresa seleccionada para la posible explotación o utilización de los resultados, tecnologías o conocimientos generados durante el proyecto.

Los datos básicos de diseño preliminar de las unidades de proceso serán proporcionados por los investigadores de la UVa (tiempos de residencia, volúmenes, alturas de unidades, caudales...) de acuerdo con pruebas previas a escala laboratorio y con su experiencia. Estos valores quedan abiertos a posibles modificaciones siempre previo acuerdo entre el proveedor seleccionado y el equipo de investigación a medida que avance el proceso de ingeniería de detalle siempre que estén justificados por requerimientos de viabilidad o practicabilidad del diseño, criterios económicos o requerimientos de seguridad.

2.2 DESCRIPCIÓN DE FASES DEL CONTRATO

La descripción específica de las tareas de diseño, construcción e instalación de la planta piloto a desarrollar son las siguientes:

1ª Fase:

- Revisión de la definición, diseño y cálculos básicos (en colaboración con los investigadores de la Universidad de Valladolid) de las distintas unidades de proceso.
- Ingeniería de detalle del proyecto (incluyendo diagramas PFD y P&ID).
- El diseño y cálculo de la instalación eléctrica necesaria.
- La elaboración de la documentación que fuera necesaria para la legalización de la planta (instalación eléctrica, zonas ATEX, equipos a presión, etc.).
- Licencias y permisos necesarios (en su caso).
- Selección de equipos en colaboración con los investigadores de la Universidad de Valladolid y elaboración del listado de los mismos.

2ª Fase:

- Construcción de las unidades, incluyendo tuberías y sistemas de conexión; y adquisición de todos los equipos necesarios que las compongan y de todos aquellos identificados como necesarios por motivos de seguridad o control de proceso durante la etapa de ingeniería de detalle.
- La elaboración de los manuales generales de operación, mantenimiento y seguridad.
- Instalación de las plantas en su ubicación en el Centro de Investigación Alfonso Maíllo, URBASER, Zaragoza. PTR López Soriano, C / Azufre, 120. 50720 La Cartuja Baja, Zaragoza (Spain). La zona de instalación se encuentra cimentada y hormigonada. En la zona de instalación se encontrarán disponibles tomas de agua y de electricidad.

- Asesoramiento durante el arranque de las plantas (podrá ser vía telefónica o por correo electrónico) que llevará a cabo el personal de la Universidad de Valladolid asesorada por la empresa contratada.
- Reparación o subsanación de problemas técnicos identificados durante el periodo de garantía como resultado de fallos o problemas de diseño.

**CLÁUSULA TERCERA.- CONDICIONES DEL DISEÑO / INGENIERIA Y CONSTRUCCION /
INSTALACIÓN**

La documentación técnica a presentar deberá cumplir con los requerimientos para su aceptación por parte de URBASER (como socio del proyecto y empresa responsable del centro de investigación en el que se instalará la planta piloto), en términos de seguridad laboral, normativa y nivel de detalle.

Todas las unidades de la planta piloto incorporarán las tuberías y conexiones necesarias para biogás y corrientes líquidas, desde sus puntos de toma (picajes, válvulas, tomas de agua...) hasta sus puntos de descarga. Para ello, se coordinará con los servicios de ingeniería de URBASER durante la fase de ingeniería de detalle. Todas las líneas de gas y líquido contarán con sus puntos de muestreo para gases o líquidos, que serán definidos durante la etapa de ingeniería de detalle. Asimismo, se incluirán los sistemas de control detallados.

Se valorará positivamente la inclusión de sistemas adicionales de control, automatización y seguridad en el proceso, incluyendo la posibilidad de conexión e integración con un sistema SCADA preexistente. Los criterios técnicos de valoración de ofertas se especifican en el Pliego de Condiciones Particulares, CLAUSULA DÉCIMA, punto 10.2.

Durante la etapa de instalación de la planta, el adjudicatario se coordinará con URBASER, proporcionando la documentación requerida para que se le de acceso y permisos para llevar a cabo las tareas de instalación requeridas.

Queda fuera del alcance de las ofertas presentadas:

- El arranque, puesta en marcha y operación de la planta piloto y sus diferentes unidades correrá a cargo de los investigadores de la Universidad de Valladolid.

**CLÁUSULA CUARTA.- DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A PRESENTAR POR PARTE DE LOS
LICITADORES**

Toda la documentación se presentará en formato físico y digital.

Se requiere la presentación de una memoria técnica detallada que permita valorar:

- Cumplimiento de los requerimientos del Pliego de Condiciones Técnicas Particulares e inclusión en la oferta de todas las unidades y equipos mínimos requeridos.

- Propuesta de las soluciones más adecuadas desde el punto de vista de accesibilidad y operatividad de la planta.
- Alcance de las garantías ofrecidas en equipos y materiales tras la instalación de la planta piloto.
- Incorporación de los sistemas adecuados de control, automatización y seguridad del proceso.

En todo caso, se deberá incluir la siguiente documentación relacionada con el desarrollo de las fases del proyecto.

1ª Fase

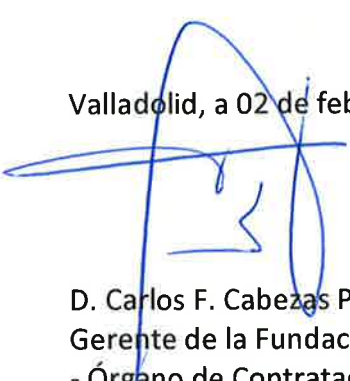
- Documentación general del proyecto que incluya: diseño, ingeniería de detalle, diagramas PFD y P&ID, planos de las unidades del proceso y planos de implantación en su localización final.
- Documentación necesaria para la legalización de la planta:
 - Proyecto de zonas ATEX y protección contra incendios.
 - Diseño y proyecto de la instalación eléctrica necesaria para la planta piloto.
 - Legalización de equipos a presión (en su caso).
 - Licencias y permisos necesarios (en su caso).
- Listado detallado de equipos seleccionados para cada una de las unidades que componen la planta piloto.

2ª Fase

Además de la construcción e instalación de la planta piloto se entregarán:

- Manuales generales de operación, mantenimiento y seguridad de la planta piloto.
- Documentación, manuales y especificaciones técnicas de todos los equipos que componen la planta.

Valladolid, a 02 de febrero de 2018



D. Carlos F. Cabezas Pascual
Gerente de la Fundación General de la Universidad de Valladolid
- Órgano de Contratación -