

# CONSTRUCCIÓ D'UNA PLANTA PILOT DE BIOGÀS



## Índex

1. Introducció.....	2
2. El biogàs.....	3
Definició.....	3
Obtenció.....	5
Aplicacions.....	9
Prospectives de futur.....	10
Avantatges i inconvenients.....	10
3. Construcció d'una planta pilot de biogàs.....	12
Objectiu.....	12
Material .....	12
Eines.....	15
Esbós de l'aparell.....	15
Funcionament.....	16
Procediment .....	18
Detall dies de construcció.....	28
Test .....	33
Dificultats i canvis .....	37
5. Plànols.....	39
5. Conclusió.....	47
6. Agraïments.....	48
7. Bibliografia / bibliografia web.....	49
Annex.....	50
DVD.....	50
Planta pilot de biogàs.....	50

# 1. Introducció



Aquest treball és un recull d'informació que tracta d'una energia renovable molt innovadora i curiosa, el biogàs.

El treball està dividit en dues parts. Primerament hi ha una part teòrica i després n'hi ha una altra de pràctica.

La primera part, la teòrica, consta d'un recull d'informació sobre el biogàs, un gas combustible

causat per la descomposició de matèria orgànica; la seva obtenció, en centrals de biogàs; les seves propietats i els seus usos.

A la segona part, la pràctica, hi ha esmentada la construcció i el funcionament d'una planta pilot de biogàs, que funciona mitjançant el purí d'una granja porcina.



*Granja porcina*

Les tres hipòtesis que em proposo són molt clares. La primera que m'he fet és afirmar que el biogàs és una energia amb futur. La segona, derivada de la primera, consisteix a afirmar que aquesta energia és menys contaminat del que tothom creu. Finalment, també considero que l'obtenció d'aquest gas és difícil i delicada, però això no vol dir que no sigui eficaç.

A part, també m'he plantejat un seguit d'objectius que pretenc resoldre al llarg de tot l'estudi. Primerament, em vull informar bé d'aquesta innovadora energia i de la seva obtenció, ja que per a mi, aquesta energia és molt desconeguda, tant sols sé que existeix.

Després, em vull aventurar una mica més i em proposo crear una central de biogàs a petites dimensions, i així observar com es produeix el procés.

En acabar el treball, mitjançant totes les dades i informacions obtingudes, voldria realitzar un petit estudi per saber si una central d'aquest tipus és realment rendible o no.

## 2. El biogàs



### Definició

El biogàs és un gas compost bàsicament per metà ( $\text{CH}_4$ ), que obtenim a través d'una digestió anaeròbica de matèria orgànica, és a dir, a través de fer fermentar sense presència d'oxigen restes orgàniques. Com que aquest gas el forma principalment metà, un gas inflamable, a través de la seva combustió se'n pot obtenir energia calorífica, i en cas que es cremi en un motor, energia mecànica.

Ara bé, el metà no és l'únic component que conté aquest gas, ja que només el trobem en unes concentracions d'entre un 54 i 70% del gas total. La resta, la componen diversos gasos, com són el diòxid de carboni ( $\text{CO}_2$ ), l'hidrogen ( $\text{H}_2$ ), etc.

Aquests són tots els productes i les seves concentracions que conté el biogàs:

PRODUCTE	PERCENTATGE
Metà, $\text{CH}_4$	54-70%
Diòxid de carboni, $\text{CO}_2$	27 - 45%
Hidrogen, $\text{H}_2$	1 - 10%
Nitrogen, $\text{N}_2$	0.5 - 3%
Àcid sulfhídric, $\text{H}_2\text{S}$	0,10%

Les característiques d'aquest gas són molt similars a les del gas natural, i això és un gran avantatge perquè si es volgués adaptar unes instal·lacions de gas natural a biogàs, no requeriria modificacions a l'habitatge o edifici on s'instal·lés.

El poder calorífic que té és molt variable. Tot depèn de la quantitat de  $\text{CO}_2$  que hi ha al gas, però el seu valor oscil·la entre unes 4000 – 6000 KCal/m<sup>3</sup> una mica inferior que el poder calorífic que té el gas natural (9300 KCal/m<sup>3</sup>)

## Construcció d'una planta pilot de biogàs

Aquest tipus d'energia, a l'hora de classificar-la, es localitza dins el grup de les energies renovables, en concret dins l'apartat de la biomassa, perquè la matèria per la qual l'obtenim és matèria orgànica, un element que pertany a la família de la biomassa.

A part, la biomassa també es divideix en 7 subgrups dels quals els productes d'un d'aquests subgrups, el de la “biomassa del sector ramader i agroalimentari”, són els que s'utilitzen per a l'elaboració del biogàs.

Aquest grup inclou tot un seguit de residus que també els podem classificar:

- 1. Deixalles Animals:** on hi trobem tots els residus que creen els animals: Fems, purins, etc.
- 2. Residus Agrícoles:** hi distingim tota la matèria orgànica d'origen vegetal que es rebutja al camp: Llavors, palles, etc.
- 3. Deixalles de Rastres:** totes aquelles deixalles que es creen als escorxadors i als ports: sang, carn, deixalles de peix, etc.
- 4. Residus Agroindustrials:** s'hi inclouen totes aquelles matèries que es rebutgen en el món de la transformació de la matèria obtinguda en el sector primari: serradures, deixalles de tabac, pellofa d'arròs, deixalles de fruites i vegetals, etc.
- 5. Residus Forestals:** tot residu que obtenim al realitzar neteges forestals o podes: Branques, fulles, escorces, etc.

Tots aquests elements es poden utilitzar per a l'elaboració de biogàs. No obstant, els residus més utilitzats són els dels 3 primers grups.

Cal dir que tots els elements esmentats anteriorment que utilitzem per a elaborar biogàs, són tots residus que es menyspreen, i sotmeten-los a aquests processos de digestió per a obtenir biogàs convertim un residu en un recurs.

## Obtenció

Per a obtenir biogàs s'ha de realitzar una digestió anaeròbica d'algun tipus de matèria orgànica esmentats a l'apartat anterior, és a dir, es fa fermentar la matèria orgànica en un recinte tancat i sense presència d'oxigen.

La gran part d'instal·lacions de biogàs utilitzen el purí obtingut en una granja, ja que és un element de fàcil manipulació.

El purí ja conté alguns bacteris anaeròbics heteròtrofs, que realitzen una descomposició parcial de la matèria orgànica alliberant metà. No obstant això, per afavorir la producció s'afegeixen més bacteris d'aquest tipus al purí. D'aquesta manera es calcula que les produccions de gas es multipliquen per 8.

Els bacteris que ja hi ha al purí són molts, i a cada digestor són diferents, tot va en funció dels substrats que hi ha al digestor i de la temperatura, és a dir, que per identificar-los tots ens faria falta un doctor especialitzat en biologia que analitzes de cada substrat quins bacteris s'hi poden trobar.

Ara bé, al principi d'una digestió el gas que s'obté no crema, ja que en estar en contacte amb l'oxigen que ha quedat estancat a l'interior de les instal·lacions es produeix una digestió aeròbica, i això provoca que el gas obtingut sigui el diòxid de carboni, un gas no inflamable.

### LES CENTRALS DE BIOGÀS.

Per obtenir biogàs a gran escala, es necessària la instal·lació d'una central de biogàs.

Aquestes centrals estan formades bàsicament per tres dipòsits i un motor de gas que acciona un generador.

No obstant això, una instal·lació d'aquest tipus s'ha d'instal·lar just al lloc d'on obtenim la matèria orgànica.

En la majoria de casos és localitzen al costat d'una granja.

Un cop cop realitzada una engreixada a la granja, es buiden les fosses i el purí s'envia cap al primer dipòsit, el digestor. A més del purí, al digestor també s'hi afegeix matèria orgànica en estat sòlid, com pot ser blat de moro picat.



*Central biogàs Os de Balaguer  
(<http://www.ecobiogas.es>)*

## Construcció d'una planta pilot de biogàs

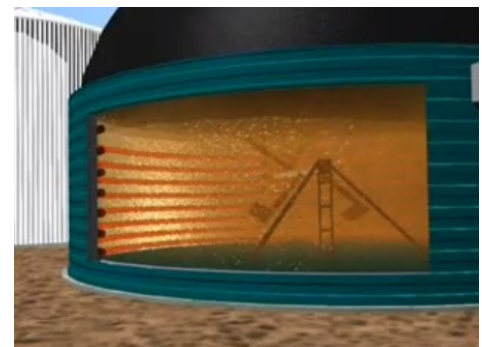
La primera vegada que s'emplena el digestor s'hi ha de tirar els bacteris esmentats al primer apartat. La segona vegada ja no caldrà afegir-ni, ja que aquests es van reproduït i a l'hora de buidar el digestor es procura sempre deixar una certa quantitat de purí al seu interior, d'aquesta manera encara hi quedaran bacteris per a la següent digestió.

El digestor acostuma a ser d'acer inoxidable o de formigó, tot va en funció de l'empresa que gestiona la planta. Al capdamunt, es tapa tot amb una lona impermeable.

Aquesta lona, es subjecta mitjançant unes bigues en forma de semicercle o de triangle que van d'un extrem a l'altre del digestor.

A les parets del digestor, s'hi instal·la un serpentí per on s'hi farà passar aigua calenta escalfada gràcies la combustió del mateix gas obtingut.

Un altre element indispensable, és el remenador. Gràcies a aquest element es barregen les partícules sòlides del substrat amb les líquides, i amb aquest moviment els bacteris alliberen més metà.



*Interior digestor*

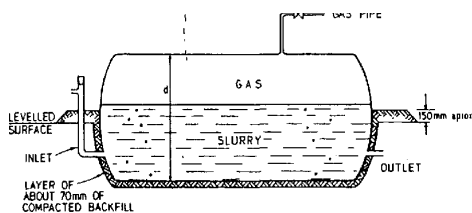
<http://www.youtube.com/watch?v=3UafRz3QeO8&feature=related>

De la part més alta del dipòsit, on no hi pugui arribar el purí, s'hi ha de localitzar la sortida de gasos, un circuit que condueix el gas produït a l'interior del digestor cap als motors de combustió de gas, però abans haurà de passar per uns filtres on s'extraurà l'aigua i els sulfats que porta el gas. Si no s'elimina l'H<sub>2</sub>S, es pot formar un àcid sulfurós, un gas altament corrosiu que pot danyar les instal·lacions.

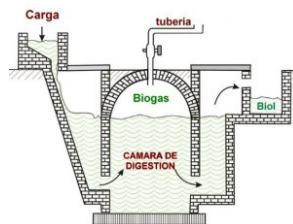
Ara bé, no tots els digestors són iguals, n'hi ha de 4 tipus diferents:

1. **Discontinus:** són aquells que no es renova la matèria orgànica que contenen fins que ja no produeixen gens de biogàs.
2. **Semi-continus:** els digestors que cada dia o cada x temps (de curta durada) es va afegint matèria orgànica i se'n va extraient, és a dir, es va renovant.
3. **De mescla completa:** tots aquells digestors subterranis que es va afegint i traient el purí sense problema, perquè quan hi insereixes matèria orgànica, per un tub de sortida ja va sortint la mateixa quantitat que insereixes per gravetat.
4. **De flux pistó:** digestor a petita escala i econòmic. Consisteix a fer un forat al terra allargat i introduir-hi una bossa de plàstic allargada, on al seu interior hi haurà la matèria orgànica.

## Construcció d'una planta pilot de biogàs



*Semi-continus* (<http://www.fao.org>)



*De mescla completa*  
(<http://energiacasera.wordpress.com>)



*De flux pistó*  
(<http://energiacasera.wordpress.com>)

Molts cops es tornen a tenir les fosses de la granja plenes però el digester no pot contenir més purí i encara se'n pot obtenir gas. Per aprofitar aquest gas que encara allibera s'envia gairebé tot el purí cap a un segon digester, que té exactament el mateix funcionament que el primer.

Quan s'ha de buidar aquest segon digester, el purí pràcticament ja no allibera gas, ja s'ha digerit tot. Llavors, s'envia cap a una bassa on s'emmagatzema fins al dia que servirà de fertilitzant als camps. Ara bé, com que el purí que s'obté té molta matèria orgànica sòlida, és aconsellable separar-la de la líquida. Si es separa, se n'obté un compost emprat com a adob, i el purí, que és la part líquida, també té la mateixa funció.

Si es vol acabar de completar el procés, aquest purí encara es pot densificar i així extreure'n el nitrogen i el sofre. No obstant això, realitzar aquest procés és molt car i a més a més el purí perd moltes propietats d'un bon adob, per això no s'acostuma a instal·lar aquest aparell.

Un cop alliberat el gas del digester i després d'haver passat per un seguit de filtres, el gas arriba a la sala on hi ha instal·lats els motors que utilitzen el biogàs com a combustible. Gràcies a aquests motors, que fan girar un generador, es pot obtenir energia elèctrica, que en funció de cada central es vendrà o es consumirà al mateix recinte. La majoria de centrals la venen, ja que l'electricitat no es pot acumular, s'ha de consumir just a l'instant que ha estat creada.



*Motors de gas*  
(<http://www.youtube.com/watch?v=3UafRz3QeO8&feature=related>)

Ara bé, aquests motors al funcionar tantes hores, s'escalfen molt, i s'ha de muntar un sistema de refrigeració.

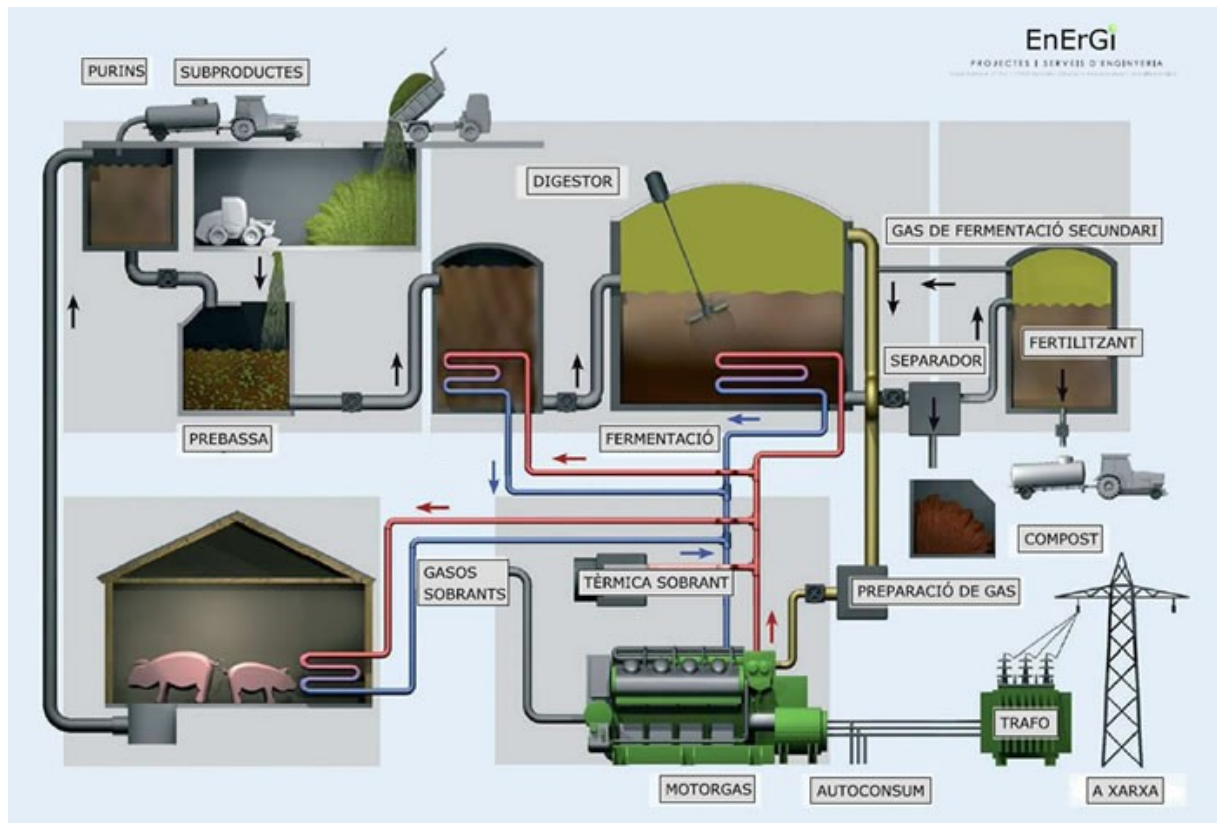


## Construcció d'una planta pilot de biogàs

Al muntar aquest sistema de refrigeració, s'acostuma a aprofitar l'energia tèrmica per a escalfar el mateix digestor.

Mitjançant un serpentí d'aigua, al refrigerar el motor s'escalfa l'aigua. Aquesta aigua calenta es transporta cap al serpentí que hi ha a l'interior del digestor, i d'aquesta manera s'escalfa el purí i l'aigua perd l'escalfor que havia adquirit al motor.

Tot i això, en molts casos encara sobra energia tèrmica, ja que el digestor no pot superar mai els 45°C de temperatura, ha d'oscil·lar entre els 30-40°C, condicions òptimes per a la vida dels bacteris. L'energia sobrant es sol aprofitar per a la calefacció d'un habitatge o de la mateixa granja.



Esquema central de biogàs (<http://energi.es/biogas.php>)

Simulació central de biogàs:

<http://www.youtube.com/watch?v=3UafRz3QeO8&feature=related>

## Aplicacions

Les aplicacions que té el biogàs són bàsicament energètiques.

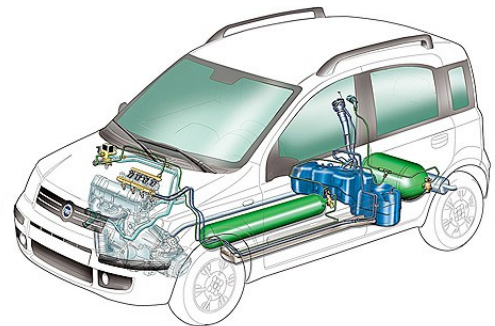
Principalment s'usa en els motors de gas per així fer girar un generador i obtenir llum, ara bé, també es pot obtenir llum mitjançant una turbina de vapor d'aigua, és a dir, es crema el biogàs per obtenir calor i així evaporar aigua. Aquest vapor d'aigua, que en evaporar-se s'ha expandit i i després s'ha comprimit i es fa passar per una turbina que la fa girar. Un cop el vapor ha passat per la turbina, es refreda fins que torna a ser aigua líquida. Aquesta aigua líquida es torna a conduir cap a la caldera on es torna a evaporar, i així consecutivament.

Ara bé, no tothom usa el biogàs com a font d'energia elèctrica, hi ha qui l'usa solament per a la producció de calor, i escalfar un habitatge, una granja, l'aigua calenta sanitària, etc.

Una altra destinació del biogàs és enviar-lo directament als conductes de gas natural, si aquests passen a prop de les instal·lacions. Aquesta és una solució econòmica i factible, però és difícil de realitzar ja que hi ha molt poques canalitzacions de gas i les principals van a pressions molt elevades.

També hi ha qui usa el gas en motors de vehicles, però no és gaire aconsellable, ja que està comprovat que oxida molt les peces dels motors. És per això que moltes vegades, quan el gas s'ha d'introduir a l'interior d'un motor, es barreja amb gas natural.

En el cas dels automòbils que funcionen amb gasolina no cal realitzar moltes modificacions al vehicle, perquè els motors de gas i de gasolina són molt similars.



*Vehicle amb motor de gas i gasolina  
(<http://perfilsena.wordpress.com/2012/05/12/tecnico-en-mantenimiento-de-motores-a-gas-y-gasolina/>)*

## Prospectives de futur

Es calcula que al 2015 les energies renovables hauran augmentat considerablement.

En concret la distribució s'ha proposat que sigui aquesta:

- |                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| •27,5% - Biocombustibles | •25,2% - Eòlica            |
| •19,1% - Hidroelèctrica  | •9,2% - Biomassa           |
| •8,3% - biogàs           | •8,0% - Residus            |
| •2,4% - Solar tèrmica    | •0,3% - Solar fotovoltaica |

Sabent que ara el biogàs és una energia encara en desenvolupament i desconeguda per a moltes persones, d'aquí a 3 anys es preveu que experimentarà un desenvolupament considerable, ja que s'aprofita un residu i es contamina menys.

## Avantatges i inconvenients

### AVANTATGES:

- És una energia renovable.
- Es gestionen individualment o col·lectivament residus orgànics reduint el grau de contaminació i, per tant, reduint les emissions de gasos causants de l'efecte hivernacle.
- Produeix un substrat final més estable i no tant contaminant, que es pot aplicar al sòl, sobretot després d'una etapa de maduració.
- Es milloren les condicions higièniques gràcies a la reducció de patògens, ous de cucs, mosques, etc.
- Evita les males olors que alliberen les basses sense tapar.

## **INCONVENIENTS**

- La construcció i el manteniment d'unes instal·lacions d'aquest tipus aporten a uns costos elevats, però amortitzables.
- Les instal·lacions requereixen una despesa energètica molt elevada (calefacció, remenador, etc.) en relació al temps que dura una digestió.
- El procés de digestió és un procés delicat, la presència de compostos tòxics o inhibidors pot perjudicar als bacteris (amoníac, antibiòtics, desinfectants, metalls pesants, sulfurs, etc.).
- S'ha de tenir cura del material que s'usa perquè el purí oxida molt.
- Els motors de gas tenen una durada més curta que els motors de combustibles fòssils.

### 3. Construcció d'una planta pilot de biogàs



#### Objectiu

Després d'informar-me de les propietats del biogàs i la producció d'aquest en els apartats anteriors, m'he proposat crear una planta de biogàs a petites dimensions i que digereixi purí porcí, ja que dispo d'una granja d'engreix porcina.

Els objectius que vull assolir amb aquesta planta són varis, però principalment vull aplicar a nivell pràctic tota la teoria esmentada en aquest treball. Després, vull cercar quins són els factors que intervenen en l'increment de la producció de gas (temperatura, quantitat de matèria orgànica, moviment, etc.)

Finalment, analitzant les quantitats de biogàs obtingudes, vull arribar a la conclusió si una planta d'aquest tipus és factible o no.

#### Material






A l'hora de triar tots els materials que utilitzaria, he hagut de tenir en compte que el purí té uns efectes molt corrosius amb l'acer. És per això que quasi tot el material emprat és plàstic, un material que no s'oxida amb el purí.

MATERIAL	QUANTITAT	PREU UNITARI	PREU	FOTO
Bidó 220 litres	2 unitats	3,5	7	
Bidó 200 litres	1 unitat	3	3	
Bidó 50 litres negre	1 unitat	-	0	
Tub PVC 20mm	5 metres	0,32	4,1	
Tub PVC 25mm	1 metre	-	0	
Tub PVC 32mm	0,75 metres	-	0	
Tub PVC 92mm	0,70 metres	-	0	

## Construcció d'una planta pilot de biogàs

Tub PVC 20mm flexible	2,5 metres	1,04	2,8	
Colze PVC 20mm	11 unitats	0,51	5,61	
Te PVC 20m	2 unitats	0,53	1,06	
Vàlvula esfera femella encolar 20mm	3 unitats	6,14	18,42	
Vàlvula esfera femella encolar 32mm	1 unitat	11,02	11,02	
Maniguet passa-murs 32mm	1 unitat	5,06	5,06	
Mànega flexible silicona 20mm	2 metres	1,5	3	
Mànega per a reg amb goteig		-	0	
Bomba d'aigua	1 unitat	-	0	
Aïllant	3 metres	6	18	
Tub acer quadrat 20mm	0,45 metres	-	0	

## Construcció d'una planta pilot de biogàs

Passamà de 5x20mm	0,33 metres	-	0	
Brida metàl·lica	1 unitat	-	0	
Abraçadora 20 mm	5 unitats	0,21	1,05	
Abraçadora 25mm	3 unitats	0,25	0,75	
Tacs del 6	8 unitats	-	0	
Cola PVC	1 tub	-	0	
Silicona	1 tub	2,5	2,5	
Barres silicona calenta	3 barres	-	0	
<b>TOTAL</b>			<b>83,37 €</b>	

(Els materials que el seu cost és 0, és perquè ja disposava d'ells. No obstant això, molts materials com la silicona, alguns trossos de tubs, la mànega, etc. El seu ús no ha estat exclusivament per a la construcció de l'aparell. A part, tots aquests materials són presents en les instal·lacions de la granja de casa meua, és a dir que si l'aparell queda mai en desús, es poden tornar a utilitzar gairebé tots els elements)

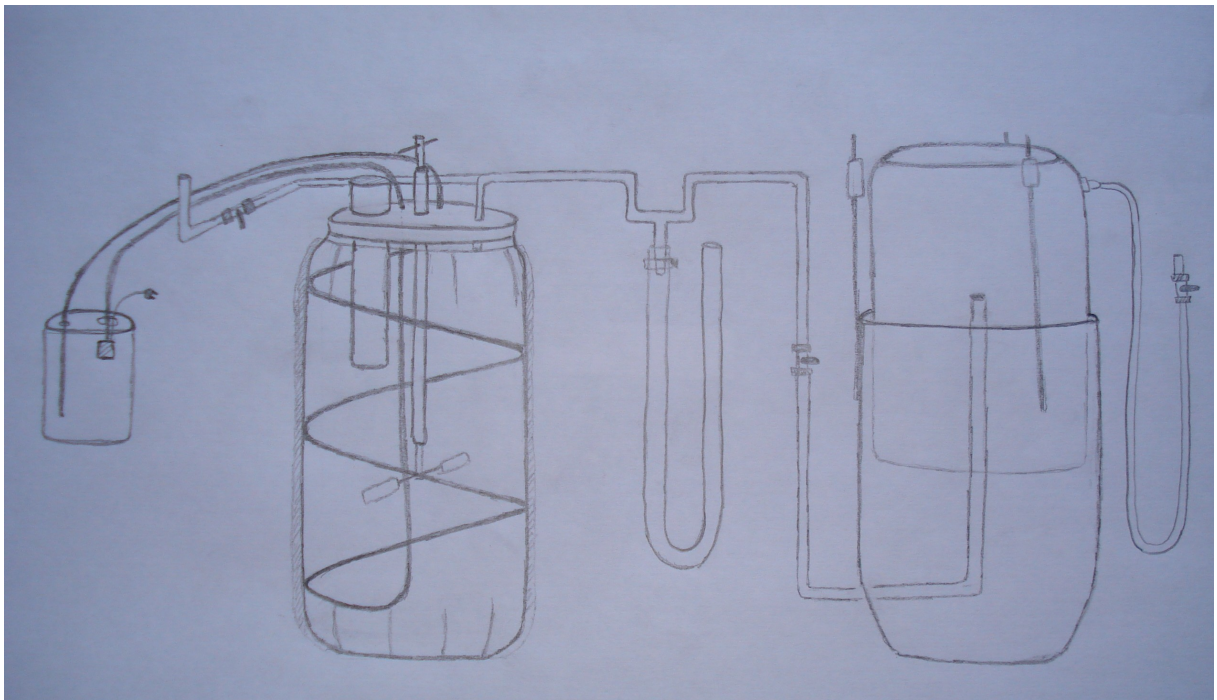
## Construcció d'una planta pilot de biogàs

### Eines

Totes les eines que es necessiten per realitzar aquest digestor són eines de fàcil abast, ja que gran part del material és plàstic, un material molt fàcil de treballar

- Serra
- Caladora
- Trepant
- Corones (92, 32, 20mm)
- Llima
- Paper de vidre
- Disc
- Torn
- Tornavís estrella i pla
- Cúter
- Tisores
- Pistola de silicona
- Pistola de silicona calenta
- Màquina de soldar

### Esbós de l'aparell



*Esbós*



## Funcionament

Aquest aparell està inspirat en un altre de similar que vaig trobar per Internet que havia fet un tal Salvi Ramon.

El funcionament d'aquesta planta és de fàcil comprensió, però hi ha elements que m'han fet rumiar una estona per aconseguir un bon funcionament.



*Aparell Salvi Ramon*

<http://www.youtube.com/watch?v=cWZYzb00yW0&feature=related>

L'aparell està compost per dues zones, la del digestor, on es fa fermentar el purí, i la de l'acumulador, on s'emmagatzema el gas.

El digestor, que només s'ha d'emplenar el 85-90%, s'hi produeix la digestió anaeròbica del purí. Gràcies al remenador i al sistema de calefacció que hi ha instal·lats es pot incrementar considerablement les quantitats de biogàs produïdes.

El sistema de calefacció és molt senzill, només consisteix a bombar l'aigua calenta d'un bidó negre que està exposat al Sol cap al serpentí de l'interior del digestor. .



*Digestor*

A més a més es pot anar afegint matèria orgànica a l'interior del digestor, una altra manera d'incrementar notablement el metà emès.

En cas que no es vagi afegint matèria orgànica, comptant que el purí ha estat uns 4 mesos dins de les fosses de la granja (la durada d'una engreixada), les quantitats de biogàs obtingudes en aquest digestor, comencen a minvar als 3 mesos de l'inici del procés.

És per això que al capdavall hi ha localitzada una aixeta de buidat.

Cal tenir en compte també que les tres primeres setmanes de producció, s'allibera molt CO<sub>2</sub> un gas no combustible, però passades les tres setmanes, quan les proporcions aproximadament són d'un 40% de diòxid de carboni i un 60% de metà, el gas obtingut ja comença a ser combustible.

## Construcció d'una planta pilot de biogàs

El gas que s'obté, mitjançant el circuit que uneix el digestor amb l'acumulador, el transportem cap a aquest, però abans passa per una trampa d'aigua, on gràcies a les corbes que fa el circuit el gas perd tota la humitat que pot tenir, i cau en forma de petites gotes d'aigua per una mànega transparent col·locada en forma d'U.

A la part inferior d'aquesta U sempre hi ha d'haver una determinada quantitat d'aigua. D'aquesta manera la mateixa aigua farà de tap natural i el gas no podrà sortir. Això sí, s'ha de posar l'aigua necessària, perquè aquesta mànega també actua com a vàlvula de seguretat, ja que quan el gas comença a comprimir-se la mateixa pressió fa força al purí que hi ha al digestor, i com que el purí no és compressible, la pressió fa que el purí pugi per l'alimentador, fins que arriba al punt que pot sobreixir.

Per evitar això, s'ha d'inserir la quantitat exacta d'aigua a la mànega transparent, de tal manera que quan hi hagi més pressió de la que volem, el gas s'alliberi bombollejant per la mànega.

També en aquest tram de circuit, el gas està canalitzat cap a un cremador, on es pot comprovar la seva combustió

Finalment, quan el gas ha passat per tots aquests elements, arriba a l'acumulador, un altre aparell amb un funcionament curiós.

El gas fa pujar un bidó que es troba cap per avall a l'interior d'un altre bidó ple d'aigua. D'aquesta manera la mateixa pressió del gas fa pujar aquest bidó que es troba cap per avall, fins que arriba a un tope que està subjectat a la paret. Quan arriba a aquest tope, el que succeeix és que la pressió va augmentant fins que la vàlvula de seguretat allibera el gas bombollejant.

A la part superior del bidó que es troba cap per avall hi ha una sortida per alliberar tot el gas del seu interior, i aquest ja és útil per a la combustió



*Trampa d'aigua i vàlvula de seguretat*



*Acumulador*

## Procediment

Per realitzar aquest aparell, primer cal cercar tres bidons, els objectes principals, dels quals un ha de ser més petit de diàmetre que els altres dos, ja que ha de poder introduir-se a l'interior d'un d'ells.

Indispensablement, un dels bidons ha de tenir la seva corresponent tapa, perquè el digestor ha de ser completament hermètic i per això s'hi ha de posar una tapa que hi vagi a mida.

Seguidament, si els bidons són de segona mà com en el meu cas, cal netejar-los bé, ja que porten resines i residus adherits a les parets i aquests podrien portar problemes de cara al desenvolupament dels bacteris que hi ha al purí.



*Bidons aparell*

No obstant això, abans de començar a realitzar l'aparell, cal adequar la zona on es vol localitzar els dos bidons, ja que al localitzar-los en una antiga cort de porcs, el terra tenia un cert pendent i el vaig haver d'anivellar amb arena i un tros de tauler a sobre.



*Anivellament terreny*

Un cop realitzades les tasques prèvies a la creació de l'aparell, ja es pot començar a construir-lo.

Si l'experiència que es té en les instal·lacions de gas o aigua és baixa com en el meu cas, és recomanable començar a realitzar tasques de baixa dificultat, per exemple tallar els tubs de PVC a les mides que hi ha esmentades al plànol 1 i al plànol 5.

Un cop tallats els tubs, ja es pot començar a fer les primeres unions. Jo vaig començar a unir la trampa d'aigua (consultar plànol 5).



*Trampa d'aigua*

## Construcció d'una planta pilot de biogàs

Per realitzar una unió, primer s'ha de netejar la part del colze i del tub que estaran en contacte mitjançant dissolvent per a PVC. Tot seguit s'unta de cola per a PVC la punta del tub i la del colze i llavors s'uneixen sense fer girar les peces.

Després de tenir la trampa d'aigua realitzada, mitjançant 4 corones diferents, una de 92mm, una altra de 32 i una de 20, es perfora la tapa del digestor.

Pel forat gran (92mm) hi haurà el tub alimentador, pel de 32mm, situat al mig, hi haurà el remenador i pel forat de 20mm s'hi localitzarà la sortida de gasos. A part, a la part posterior de la tapa, mitjançant la broca de 16mm s'hi ha de realitzar dos forats més, pel sistema de calefacció.



*Tapa digestor*

Finalment es poleixen els perímetres dels forats mitjançant paper de vidre, per evitar que quedi rugós.

Al capdavant del digestor és imprescindible localitzar-hi una aixeta per poder buidar el purí que conté quan les quantitats de metà que produeixi ja minvin molt.

Per instal·lar-hi aquesta aixeta, primer s'ha de fer un forat amb la corona de 32mm a la part inferior del bidó digestor. Un cop fet el forat, es poleix una mica el perímetre i primerament s'instal·la el maniguet passa murs que hi ha esmentat a la llista de material.

Per instal·lar aquest maniguet primer s'ha de desmuntar de l'extrem oposat a on hi va el tub. Un cop el tens dividit en dues peces (una en forma de cargol i l'altra en forma de femella) en situes una per cada costat de forat i mitjançant una clau les colles.

És important no descuidar-se de situar les juntes de goma entre la paret del bidó i el maniguet, ja que sinó hi podria haver pèrdues de purí.



*Part exterior maniguet*



*Part interior maniguet*



*Aixeta adjunta al maniguet*

## Construcció d'una planta pilot de biogàs

Un cop instal·lat el maniguet, ja es pot instal·lar la aixeta de 32mm també esmentada a la llista de materials.

Per aconseguir unir aquests dos elements, s'encola un extrem de l'aixeta a un tub de PVC de 32mm (d'uns 20 cm. de longitud) i l'altre extrem del tub es colla al maniguet. Per collar-li només cal afluixar la femella, introduir-hi el tub i tornar-la a collar.

Després d'haver instal·lat l'aixeta de buidat, es pot continuar la construcció amb el serpentí que hi ha d'haver a l'interior del digestor per al sistema de calefacció.

Per construir aquest serpentí, es necessita la mànega de reg per goteig. Es deixa aproximadament un parell de metres a l'exterior del digestor, i a partir d'aquests dos metres, es comença a fer el serpentí, començant a la part superior i anant baixant.

Mitjançant silicona calenta, es va enganxant el tub a les parets del digestor en forma d'espiral. La separació entre volta i volta aproximadament és d'uns 10-16 centímetres. Tot i això, els 40 centímetres superiors del digestor no cal fer-hi passar el serpentí, ja que no hi haurà purí i a més a més l'escalfor ja tendeix a elevar-se.

Un cop s'ha arribat al capdavant amb el serpentí, es fa pujar el tub que sobra en línia recta. És important que l'inici i el final del serpentí estiguin ben collats, ja que si s'arrenca pot causar problemes a l'hora de remenar.

Per no perdre la escalfor que es transmetrà al purí, cal aïllar bé el digestor. Per aïllar-lo, es pot emprar una tela aïllant com la que es mostra a la llista de materials. Si s'agafa l'econòmica com he fet jo, és aconsellable comprar-ne el doble i fer-hi dues voltes.

A l'hora de posar l'aïllant al digestor, és important que quedi ben just, i que no quedi solt. És per això que a les puntes on va disminuint el diàmetre del bidó hi ha aquests blecs, perquè quedi ben just.

Per enganxar l'aïllant amb cinta adhesiva ampla n'hi ha prou.



*Serpentí digestor*



*Aïllament digestor*

## Construcció d'una planta pilot de biogàs

Al final, amb els retalls sobrants, es tallen 4 cercles, 2 per aïllar el cul del digestor i dos més per a la tapa quan ja hi hagi tots els tubs adjunts.

Per acabar la tapa del digestor, només queda unir els components a la seva tapa. Primer es talla un tub de 92mm a 70 centímetres de llargada. Aquest tub serà l'alimentador i s'ha de situar al forat gran de la tapa.

En el meu cas, al capdavant d'aquest tub, collada amb una brida de plàstic, hi vaig col·locar una reixa metàl·lica, per així poder-hi posar un marcador del nivell de purí, però un cop en marxa l'aparell, aquesta reixa només m'ha portat pegues, ja que a l'hora d'emplenar el digestor s'embossava en quedar retingudes les partícules sòlides.

Així doncs, jo no aconsello posar-hi aquesta reixa, sinó unir el tub directament a la tapa.

Cal tenir en compte que aquest tub s'ha de poder submergir al purí per aconseguir així un aïllant natural i evitar que hi hagin pèrdues de gas.

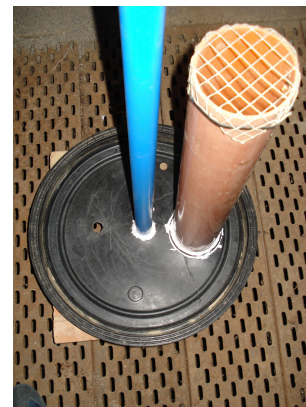
Per unir el tub a la tapa s'usa silicona. Primer es posa el tub al forat, que surti aproximadament uns 15 centímetres per la part superior de la tapa. A la ranura que queda entre el tub i el forat s'hi situa una junta de goma i després, amb silicona es sella tot el contorn dels dos costats de tapa.

És important tenir els components ben nets i secs abans d'untar-hi la silicona.

Un cop instal·lat el tub alimentador, es posa seguint el mateix mètode el tub exterior del remenador (el de 32mm).

Per acabar el digestor, només cal construir el remenador.

Aquest element aporta una mica més de dificultat, ja que s'ha de transmetre un moviment manual de l'exterior del digestor a l'interior sense que hi hagin pèrdues de gas. És per aquest motiu que s'ha de construir la carcassa esmentada en el paràgraf anterior, per evitar que es perdin gasos. (Consultar plànol 1)



*Tubs adjunts a la tapa*



*Aïllament tubs*



*Remenador*

## Construcció d'una planta pilot de biogàs

La construcció del remenador requereix el tub de 25mm, perquè ha de poder passar per l'interior de la carcassa que ja hi ha instal·lada a la tapa.

A cada extrem d'aquest tub, que ha de tenir un metre de llargada, s'hi fa un forat de 12mm. de diàmetre. Es tallen un parell de barres de fibra (12mm de diàmetre) d'uns 32cm. de longitud, i es fan passar pels forats ja realitzats als extrems del tub. És important construir el remenador a dins de la carcassa, ja que si es construeix a fora, després no es podrà introduir a ella.

Als extrems de la barra de fibra que hi ha al capdavant, mitjançant plàstic que sobrarà de la construcció de l'acumulador, es construeixen unes pales com les que hi ha especificades al plànol 1. Aquestes pales, que tenen forma de triangle escapçat, s'uneixen a la barra mitjançant dues brides de plàstic. Aquestes brides es fan passar per uns forats de 5mm que prèviament s'han d'haver fet. Per evitar que les pales girin sobre la barra, es posa silicona a la part posterior de la pala, just on toca amb la barra.



*Pales remenador*

Cal tenir en compte que la part estreta de la pala és la que ha d'anar més a prop de l'eix de gir, i la part ampla la que ha d'anar més lluny. A part, també s'ha de procurar instal·lar una pala al rebès de l'altra, ja que en girar, les dues pales sempre treballaran oposadament.

Una altra cosa que és aconsellable, és inclinar les pales una mica, d'aquesta manera no només faran girar el purí sinó que a més a més el mouran amunt o avall, en funció del sentit de gir.

Per evitar que el remenador un cop instal·lat caigui fins a la barra que fa de maneta, es fa un forat petit al tub del remenador, a l'alçada que es vol i just on comença la carcassa. A aquest forat s'hi insereix un ferro travesser que faci de tope i eviti que caigui.

Un cop realitzats tots aquests passos, ja es pot donar el digestor per acabat, i així dedicar-se plenament a la construcció de l'altre aparell, l'acumulador.



*Maneta remenador*

## Construcció d'una planta pilot de biogàs

La construcció de l'acumulador no és difícil, però té un funcionament curiós.

El primer pas que s'ha de dur a terme per a construir-lo és tallar el bidó que té un diàmetre més gran el just perquè l'altre bidó, el del diàmetre petit, pugui introduir-se cap per avall al seu interior.

El bidó que he utilitzat jo l'he hagut de tallar a una alçada de 72,5cm (consultar plànol 3).

Un cop tallat i polit, el plàstic que es rebutja del capdamunt, és el que s'ha d'utilitzar per a la construcció de les pales del remenador.

Després, al capdavant del bidó tallat, s'hi fa un forat amb la corona de 20mm. Per aquest forat hi haurà de passar el tub de PVC de 20mm que introduirà el gas cap a l'interior de l'acumulador. Aquest tub, un cop a dins de l'acumulador, haurà de pujar fins a una alçada superior a la del bidó blau, el que s'ha tallat, ja que aquest va ple d'aigua, i al tub en cap moment hi pot entrar l'aigua.

Un cop realitzades totes aquestes tasques al bidó gran, s'han de tallar tres trossos de barres de fibra per posar-les al voltant del bidó com a alces. D'aquesta manera el bidó mòbil que hi haurà situat cap per avall dins del bidó gran pujarà recte.

A aquestes alces s'hi ha d'instal·lar uns gruixos a la meitat del recorregut, perquè si van fixades al bidó que té un diàmetre gran no tocaran al bidó mòbil que té un diàmetre més petit.

Per construir aquests gruixos només cal tornejat trossos de fusta de pollancre (perquè és molt tova i fàcil de treballar) fins que tinguin un diàmetre de 33mm.

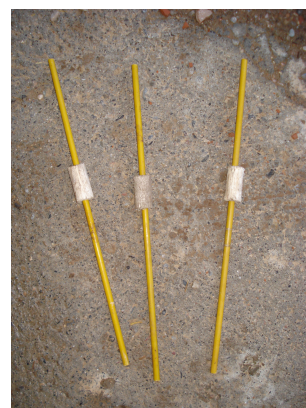
A l'hora d'instal·lar les alces al bidó jo vaig utilitzar cinta adhesiva de la gruixuda, amb un parell de voltes n'hi ha prou.



*Bidó inferior acumulador*



*Entrada gas a l'acumulador*



*Alces acumulador*



## Construcció d'una planta pilot de biogàs

Ja per acabar l'acumulador, només fa falta muntar el tub de buidat de gasos. A causa del moviment del bidó, aquest tub ha de ser flexible. S'instal·la al capdavant del bidó gris, el que va cap per avall, i així la sortida de gasos quedarà a la part més alta de l'acumulador. (Consultar plànol 3)

Per instal·lar aquest tub, es necessita un altre maniguet, però aquest pot ser més senzill, amb una unió d'una mànega de reg n'hi ha prou, l'única cosa és que s'hi ha de posar unes gomes entre la paret del bidó i la de l'empalme, però aquestes gomes es poden fer perfectament amb una cambra d'aire d'una roda.

És important pensar a segellar bé el tub que introdueix els gasos a l'interior de l'acumulador, ja que sinó l'aigua que conté el bidó blau aniria gotejant a fora i això a la llarga provocaria la pèrdua de tot el gas que conté l'acumulador.

Com que el bidó gris a mesura que s'hi vagi introduint gas anirà alçant-se, s'ha d'instal·lar un tope a uns 43 centímetres del bidó blau. Aquest tope és d'acer i va collat a la paret (consultar plànol 4).

Gràcies a aquest tope s'evita que per més gas que entri a l'acumulador, el bidó gris es mantingui sempre a l'interior del blau. L'única cosa que passarà és que quan arribi al tope, en comptes d'alçar-se, el que farà és anar comprimint el gas, i això provocarà que el nivell de l'aigua que hi ha continguda al bidó blau augmenti, i per tant que sobreixi. És per aquest motiu que s'ha d'instal·lar la vàlvula de seguretat, per evitar que es perdi molta aigua.

Finalment es posa el bidó gris a l'interior del blau cap per avall i el blau s'emplena d'aigua, se ni posa tanta com ni càpiga, i així ja es pot donar l'acumulador per acabat.

Quan ja hi ha el digester i l'acumulador fets, cal continuar l'aparell realitzant el circuit del gas.



*Unió tub PVC flexible*



*Aïllament tubs*



*Tope acumulador*

## Construcció d'una planta pilot de biogàs

S'agafa tots els tubs que ja s'han tallat a les mides que mostra el plànol 5, i es van encolant als colzes i tes tal i com mostra el plànol.

Quan ja hi ha tot el circuit muntat i encolat, s'instal·len les tres aixetes que hi ha d'haver al circuit. Aquestes aixetes són de fàcil muntatge, ja que només s'ha d'encolar una peça a l'extrem del tub, i després rosca-la a l'aixeta.



*Circuit gas*

Les aixetes van distribuïdes de la següent manera: una ha d'anar al final del tub de PVC flexible, per quan es vulgui buidar l'acumulador. L'altra ha d'anar entre el digester i l'acumulador, per quan es vulgui buidar el digester, d'aquesta manera no s'alliberarà el gas de l'acumulador. Finalment l'última aixeta va a l'extrem esquer del circuit, on hi va instal·lat el cremador.



*Circuit gas*

Per deixar enllestit el circuit només queda instal·lar la vàlvula de seguretat. Per instal·lar-la, es necessita la mànega transparent que, mitjançant una brida, s'uneix a la te que hi ha a la trampa d'aigua. Aquesta mànega es fa baixar fins arribar a arran de terra, i llavors es torna a fer pujar. Perquè conservi aquesta forma s'utilitzen les tres abraçadores de 25mm que hi han esmentades a la llista de materials. D'aquesta manera, es pot enganxar la mànega a la paret.

Quan ja està instal·lada, s'hi tira un toll d'aigua que després es modificarà en funció de la pressió que es vol a l'interior del digester. Com més pressió es vol més aigua hi ha d'haver i al revés, com menys aigua, menys pressió.

No obstant amb uns 5-6 centímetres d'alçada d'aigua n'hi ha prou.

Ara bé, quan hi ha molta pressió i el gas empeny l'aigua molt fort, arriba al punt que l'aigua de la mànega comença a bombollear. Llavors l'aire surt de cop i esquitxa. És per aquest motiu que la mànega fa 1 metre d'alçada, per evitar que es perdi aigua al bombollear.



*Vàlvula de seguretat*

## Construcció d'una planta pilot de biogàs

Un altre element que es necessita al circuit és un cremador, per saber quan el gas ja està amb les condicions òptimes per ser cremat. Aquest component va instal·lat a la part esquerra del circuit i ha de ser d'acer, ja que a l'haver-hi combustió el plàstic es fondria.

Perquè es produeixi una bona combustió, el cremador s'ha de dividir en dues parts: una carcassa i un sortidor de gas. La carcassa ha de tenir 4 forats de 3mm de diàmetre oposats entre ells, per així barrejar el gas amb l'oxigen i crear una bona combustió.

El sortidor de gas consta d'un tub molt més petit de diàmetre que la carcassa, de les quals la punta ha de ser encara més estreta.

Per aconseguir fer un sortidor ben estret de la punta, s'ha de posar un filferro a dins del forat i llavors picar la punta amb un martell, de tal manera que el forat es tancarà tot menys on hi ha el filferro. Es treu aquest filferro i el sortidor ja està fet. La llargada que ha de tenir ha de ser exactament la llargada que hi ha del capdavall de la carcassa fins on hi ha els forats.

Per enganxar el sortidor a la carcassa, primer s'ha de tapar el capdavall de la carcassa amb un tap d'acer i soldar-lo. Després es forada aquest tap a la mida del tub del sortidor i per acabar es solden els dos components amb un soldador d'estany, ja que en el meu cas el sortidor és de coure, un material que s'ha de soldar amb estany.

Finalment, per no fracassar, s'ha de comprovar que el cremador funciona correctament.



*Peces cremador*



*Cremador*



*Prova cremador*

Quan ja hi ha tot el circuit muntat, ja es pot tapar el digestor. Es fan passar els dos tubs del serpenti pels dos forats que hi ha a part a la tapa, també es fa passar el tub de sortida de gasos i llavors es tapa bé el digestor.

## Construcció d'una planta pilot de biogàs

Es segella amb silicona tot volt de la tapa i tot volt dels tubs de sortida de gasos i de la calefacció. És important que aquests tubs quedin ben segellats, ja que de la part interior no es podran segellar.

Ara sí, per donar per acabat tot l'aparell només queda construir el sistema de calefacció.

El sistema és molt senzill i té un rendiment mot baix, però suficient per a la funció que ha de fer. Consisteix a fer passar aigua calenta que s'ha escalfat prèviament a un bidó de 50 litres negre que hi ha exposat al Sol pel serpentí que hi ha a l'interior del digestor.

Per construir aquest circuit tancat només s'ha d'agafar un extrem de la mànega que va cap a l'interior del digestor, i submergir-lo al bidó de 50 litres, fins que arribi al capdavall. L'altre extrem de la mànega s'hi colla una bomba d'aigua de pessebre a la punta i es submergeix el mínim al bidó de 50 litres.

És important que la bomba d'aigua quedi el màxim alçada, ja que l'aigua calenta es situa sempre a dalt.

Ara sí, ja es pot donar l'aparell per construït, només queda emplenar-lo de purí i observar què es produeix al llarg de les següents setmanes.



*Aïllament components de la tapa*



*Sistema de calefacció*



*Inserció purí*

## Construcció d'una planta pilot de biogàs



*Planta pilot*

### Detall dies de construcció

24/02/12		Temporització
Recerca de tres bidons de segona mà. Neteja de tots tres amb aigua a pressió.		2h.
<b>Eines emprades:</b> Serra, “karcher”, rasqueta i raspall de filferro.	<b>Material emprat:</b> ---	

25/02/12		Temporització
Neteja i endreça de l'espai on realitzaré l'aparell. Buidat i rentat de les fosses encara plenes.		3h.
<b>Eines emprades:</b> Carretó, escombra i pala.	<b>Material emprat:</b> ---	

## Construcció d'una planta pilot de biogàs

<b>26/02/12</b>		<b>Temporització</b>
Eliminació de la resina que hi havia dins del bidó de segona mà que utilitzaré per emmagatzemar el gas. Mesura del material necessari per a la construcció.		3h.
<b>Eines emprades:</b> Trepan, rasqueta i raspall de filferro.	<b>Material emprat:</b> ---	

<b>02/03/12</b>		<b>Temporització</b>
Construcció de la trampa d'aigua i d'un tram de circuit. Perforació de la tapa del digestor per l'entrada de purí, l'entrada del remenador i la sortida de gasos.		2h. 30min.
<b>Eines emprades:</b> Serra i llima.	<b>Material emprat:</b> Cola PVC i paper de vidre.	

<b>03/03/12</b>		<b>Temporització</b>
Construcció de la carcassa del cremador.		30min.
<b>Eines emprades:</b> Torn.	<b>Material emprat:</b> Paper de vidre, llana de vidre.	

<b>04/03/12</b>		<b>Temporització</b>
Anivellament del terra on hi va el digestor i l'acumulador. Inici de la construcció de l'acumulador de gas. Neteja del bidó que va ple d'aigua de l'acumulador. Disseny d'un nivell que et permet saber la quantitat de purí que hi ha a dins del digestor.		5h.
<b>Eines emprades:</b> Carretó, pala, paleta, nivell, caladora, trepan, serra, llima i compressor.	<b>Material emprat:</b> Paper de vidre i sabó.	

## Construcció d'una planta pilot de biogàs

<b>08/03/12</b>		<b>Temporització</b>
Perforació de de la sortida de gasos, de l'entrada del remenador i de l'entrada de purí. Construcció circuit acumulador.		2h. 30min.
<b>Eines emprades:</b> Corones i serra.	<b>Material emprat:</b> Paper de vidre i cola PVC	

<b>09/03/12</b>		<b>Temporització</b>
Disseny i construcció dels suports de l'acumulador. Inserció de les aixetes al circuit. Disseny cremador.		2h. 30min.
<b>Eines emprades:</b> Serra.	<b>Material emprat:</b> Cola PVC i cinta adhesiva.	

<b>10/03/12</b>		<b>Temporització</b>
Construcció del cremador. Construcció dels guixos que es situaran als extrems dels suports de l'acumulador.		2h. 30min.
<b>Eines emprades:</b> Serra, torn, llimes, trepan i martell	<b>Material emprat:</b> Cola PVC, metall sintètic i fusta de pollancre	

<b>16/03/12</b>		<b>Temporització</b>
Construcció de tot el circuit del gas, sense encolar alguns trams.		1h
<b>Eines emprades:</b> Serra.	<b>Material emprat:</b> Paper de vidre i cola PVC.	

## Construcció d'una planta pilot de biogàs

17/03/12		Temporització
Construcció de la sortida del bidó mitjançant un empalme.		30min.
<b>Eines emprades:</b> Llima, claus planes i cúter.	<b>Material emprat:</b> Paper de vidre, cambra d'aire roda i tefló.	

21/03/12		Temporització
Instal·lació de l'aixeta per a buidar el digestor.		45 min
<b>Eines emprades:</b> Trepan, corones, llima i claus planes.	<b>Material emprat:</b> Paper de vidre.	

31/03/12		Temporització
Construcció de la vàlvula de seguretat, mitjançant la columna d'aigua.		1h
<b>Eines emprades:</b> Trepan i tornavís.	<b>Material emprat:</b> Visos i grapes.	

02/04/12		Temporització
Inici de l'aïllament del digestor mitjançant una malla aïllant.		1h.
<b>Eines emprades:</b> Tisores.	<b>Material emprat:</b> Cinta adhesiva.	

03/04/12		Temporització
Acabat de l'aïllament del digestor. Disseny del sistema de calefacció per mantenir el purí a una temperatura òptima per a l'elaboració del biogàs (35-45°C). Construcció del serpenti a l'interior del digestor per així esclafar el purí.		2h. 30min.
<b>Eines emprades:</b> Tisores, cúter i trepan.	<b>Material emprat:</b> Silicona calenta i cinta adhesiva.	



## Construcció d'una planta pilot de biogàs



<b>18/04/12</b>		<b>Temporització</b>
Unió dels últims trams del circuit. Aïllament de les juntes amb l'entrada de purí, l'entrada del remenador i l'entrada de gas a l'acumulador.		1h. 30min.
<b>Eines emprades:</b> Serra i pistola de silicona.	<b>Material emprat:</b> Paper de vidre, silicona i cola PVC.	
<b>21/04/12</b>		<b>Temporització</b>
Fi del digester, rejuntant amb silicona tots els components que es troben a la tapa del digester.		1h.
<b>Eines emprades:</b> Pistola de silicona.	<b>Material emprat:</b> Silicona.	
<b>28/04/12</b>		<b>Temporització</b>
Construcció del tope de l'acumulador.		1h. 30min
<b>Eines emprades:</b> Disc, màquina de soldar i pinzell.	<b>Material emprat:</b> Pintura i passamans d'acer.	
<b>20/05/12</b>		<b>Temporització</b>
Instal·lació del sistema de calefacció.		1h.
<b>Eines emprades:</b> Tornavis, cúter.	<b>Material emprat:</b> Bomba d'aigua, bidó 50L. negre.	
<b>TOTAL HORES CONSTRUCCIÓ</b>		<b>35h. 15min.</b>
<b>TOTAL HORES REDACCIÓ I DISSENY (Aprox.)</b>		<b>50h.</b>

## Test




Setmanes després d'haver emplenat el digestor, ja es pot començar a obtenir els primers resultats.

Cal dir que les primeres setmanes les vaig dedicar a tapar porus, ja que a la tapa del digestor hi havia un seguit de fuites.

No obstant un cop tapats tots els forats, els resultats han estat els següents:

<b>PURÍ PORCÍ</b>	
<p><b>Primer dia (24/08/2012)</b></p> 	<p>0 hores de digestió</p> <p>+ matèria orgànica</p> <p>Dia ennuvolat i ventós</p> <p>Temperatura moderada</p> <p>3-4 remenades</p>
<p><b>Segon dia (25/08/2012)</b></p> 	<p>24 hores de digestió</p> <p>Dia assolellat amb alguns núvols dispersos</p> <p>Temperatura alta</p> <p>3-4 remenades</p>

Construcció d'una planta pilot de biogàs

<p><b>Tercer dia (26/08/2012)</b></p> 	<p>48 hores de digestió</p> <p>Dia assolellat</p> <p>Temperatura alta</p> <p>1-2 remenades</p>
<p><b>Quart dia (27/08/2012)</b></p> 	<p>72 hores de digestió</p> <p>Dia assolellat</p> <p>Temperatura alta</p> <p>1-2 remenades</p>
<p><b>Cinquè dia (28/08/2012)</b></p> 	<p>92 hores de digestió</p> <p>Dia assolellat</p> <p>Temperatura alta</p> <p>2-3 remenades</p>

## Construcció d'una planta pilot de biogàs

Com es pot veure, les quantitats de biogàs que alliberen encara no 200 litres de purí són molt grans, però també es pot observar que hi ha molts factors que incrementen les quantitats de biogàs.

Al llarg de tota aquesta observació, he arribat a la conclusió que el factor que fa incrementar més la quantitat de biogàs alliberada és la inserció de matèria orgànica a l'interior del digestor. No obstant també hi ha dos factors que afecten per igual i afavoreixen a la producció de biogàs.

L'un és el moviment i l'altre la temperatura.

Quan es fa anar el remenador, i es tanca l'aixeta que separa l'acumulador i el digestor, es pot observar que al cap de fer 100 voltes amb el remenador, a l'interior del digestor ja hi ha pressió, això vol dir que ha produït gas.

L'altre factor, la temperatura, es pot observar gràcies a la comparació del gas produït un dia que el Sol és molt radiant i un dia que està molt ennuvolat, i realment allibera més gas en dies calorosos.

Fent un estudi aproximat, ja que com he demostrat hi han molts factors que modifiquen les quantitats de metà, arribo als resultats següents:

<b>Per cada m<sup>3</sup> de purí durant 3-4 mesos</b>	
5 m <sup>3</sup> gas	Digerint-lo 3 mesos després de ser creat i amb condicions favorables (temperatura i moviment)
2 m <sup>3</sup> gas	Digerint-lo 4 mesos després de ser creat sense tenir cura d'ell
20m <sup>3</sup> gas	Digerint-lo just quan és creat i amb les condicions favorables

Per saber el poder calorífic que té el biogàs que tinc a l'interior de l'acumulador, he de realitzar tot un experiment.

Com que no puc saber el poder calorífic en condicions normals del biogàs que tinc ja que cada tipus de biogàs té un valor diferent, no puc aplicar la següent fórmula:

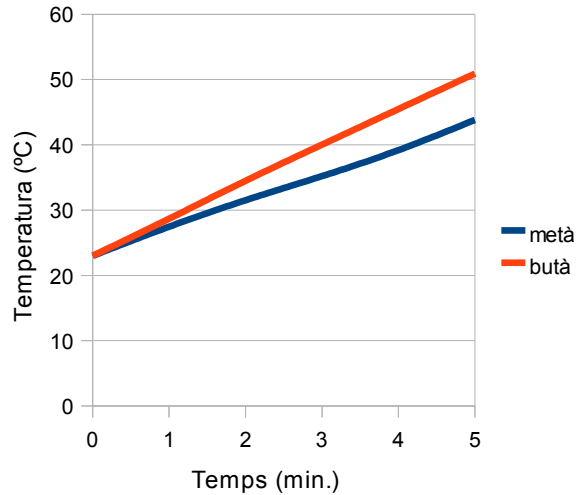
$$Pc = Pc_{CN} \frac{P}{101300} \frac{273}{273+T}$$

A causa d'això, realitzaré el següent experiment:

## Construcció d'una planta pilot de biogàs

Calculo l'increment de temperatura que experimenta una certa quantitat d'aigua (250mL.) en cinc minut escalfant-la primer amb butà i després amb biogàs.

Temps (min.)	Temperatura (°C)	
	metà	butà
0	23	23
1	27,46	28,68
2	31,51	34,49
3	35,2	40,02
4	39,19	45,48
5	43,81	50,91
$\Delta T$	<b>20,81</b>	<b>27,91</b>



Després d'obtenir totes les mostres, aplicant les següents fórmules i sabent el poder calorífic del butà (45497,69Kj/Kg) puc arribar a deduir el poder calorífic del gas metà.:

$$Q = m_{aigua} C_e \Delta T = m_{gas} Q + pèrdues$$

$$biogàs : 0,250 \text{ Kg} * 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} 20,81 \text{ }^\circ\text{C} = m_{biogàs} Q_{biogàs} + pèrdues$$

$$21,75 \text{ kJ} = m_{biogàs} Q_{biogàs} + pèrdues$$

$$m_{biogàs} Q_{biogàs} + pèrdues - 21,75 \text{ kJ} = 0$$

$$butà : 0,250 \text{ kg} * 4,18 \frac{\text{Kj}}{\text{kg}^\circ\text{C}} 27,91 \text{ }^\circ\text{C} = m_{butà} * 45497,69 \text{ kJ/kg} + pèrdues$$

$$29,17 \text{ kJ} = m_{butà} * 45497,69 \text{ kJ/kg} + pèrdues$$

$$m_{butà} * 45497,69 \text{ kJ/kg} + pèrdues - 29,17 \text{ kJ} = 0$$

$$m_{biogàs} Q_{biogàs} + pèrdues - 21,75 \text{ kJ} = m_{butà} * 45497,69 \text{ kJ/kg} + pèrdues - 29,17 \text{ kJ}$$

$$m_{biogàs} Q_{biogàs} - 21,75 \text{ kJ} = m_{butà} * 45497,69 \text{ kJ/kg} - 29,17 \text{ kJ}$$

$$m_{biogàs} Q_{biogàs} - m_{butà} * 45497,69 \text{ kJ/kg} = -29,17 \text{ Kj} + 21,75 \text{ kJ}$$

$$29,17 \text{ kJ} \frac{1 \text{ kg}}{45497,69 \text{ kJ}} = 0,000641 \text{ kg gas butà}$$

$$m_{biogàs} = m_{butà}$$

$$0,000641 \text{ kg} * Q_{biogàs} - 0,000641 \text{ kg} * 45497,69 \text{ kJ/kg} = -7,42 \text{ kj}$$

$$0,000641 \text{ kg} * Q_{biogàs} = -7,42 \text{ kJ} + 0,000641 \text{ kg} * 45497,69 \text{ kJ/kg}$$

$$0,000641 \text{ kg} * Q_{biogàs} = 21,75$$

$$Q_{biogàs} = \frac{21,75}{0,000641} = 33931,35 \text{ kJ/kg}$$

## Construcció d'una planta pilot de biogàs

Com es pot veure als càlculs i a la gràfica, el poder calorífic del biogàs que he creat és més baix que el poder calorífic que té el gas butà.

Mitjançant els càlculs, he pogut arribar a la conclusió que el poder calorífic que té el biogàs obtingut és de 33931kJ/kg.

Ara bé, al principi de tot del treball he dit que el poder calorífic del biogàs oscil·la entre 16720 i 25080kJ/kg i a mi m'ha donat un valor més gran. Això vol dir que a l'hora de realitzar l'experiment he realitzat algun tipus d'error, que dedueixo que és culpa de l'obertura de les aixetes, és a dir, probablement cremava més quantitat de biogàs que de butà.

## Dificultats i canvis

Un procés que va ser molt difícil, va ser el procés de combustió.

Ja m'havia informat que les tres primeres setmanes el gas que es produïa a l'interior del digestor no era bo, ja que alliberava molt  $\text{CO}_2$ , un gas no combustible. Ara bé, a la cinquena setmana, el gas que tenia a l'interior de l'acumulador encara no volia cremar.

Primer em pensava que era la pressió, que al no haver-hi pressió, el gas no volia sortir i per això no cremava. Vaig posar un pes a sobre de l'acumulador per pressionar el gas, però el gas no cremava.

Una altra hipòtesi que tenia de la seva mala combustió era el cremador, que no barrejava bé el gas amb l'aire.

Vaig augmentar els forats de la carcassa del cremador i la vaig escurçar una mica, però tampoc. Després vam provar de posar cotó-fluix a l'interior del tub que condueix el gas, perquè així sortís el gas més dispers i no tant concentrat.

Al ficar aquest cotó, el gas va voler començar a cremar.

Més tard vaig descobrir que si escalfava molt la carcassa del cremador, aconseguia mantenir una flama durant 20 segons.

En front a aquest gran èxit, vaig col·locar un filferro en forma de molla al capdamunt de la carcassa del cremador, i abans d'encendre'l, posava aquesta molla al roig.



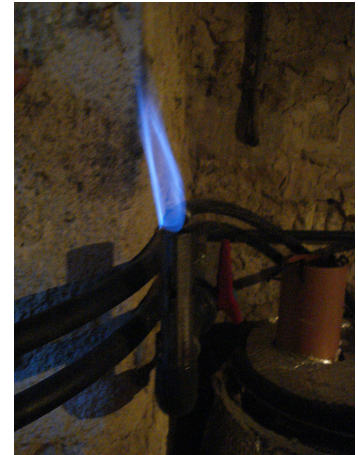
*Cremador inicial*

## Construcció d'una planta pilot de biogàs

D'aquesta manera vaig aconseguir tenir una flama durant 40 segons, ja que la mateixa flama del gas escalfava la molla. Després de pensar una mica més vaig canviar la molla de filferro per una de coure, un material més bon conductor de la calor. Va ser un altre èxit, la flama va aguantar 1 minut i 30 segons.

Però encara no estava satisfet, i ja no podia fer més proves perquè ja havia gastat tot el gas, així que vaig esperar quatre dies per tornar a tenir l'acumulador ple.

Passats aquests quatre dies, només en espurnejar l'encenedor al cremador, ja es va encendre una flama blava i maca i al cap d'uns 3 minuts, la vaig haver d'apagar jo mateix tancant l'aixeta.



*Cremador final*

Així doncs, vaig arribar a la conclusió que el gas que tenia a l'acumulador no era pur, ja que durant la digestió que va emplenar l'acumulador hi havia hagut algunes fuites, cosa que va provocar que entrés oxigen a l'interior del digestor, provocant una digestió aeròbica i, per tant, la concentració de CO<sub>2</sub> era molt gran.

La conclusió que en vaig treure és que és molt important assegurar-se de segellar bé tots els tubs de la tapa del digestor per evitar l'entrada d'oxigen al digestor.

Al llarg de la construcció també he anat canviant el disseny de determinats elements. Per exemple, la vàlvula de seguretat, en comptes de fer-la amb una mànega que baixés i després tornés a pujar, la volia fer fent baixar un tub que al capdavall es submergís a l'aigua que té continguda una garrafa, però si ho feia d'aquesta manera i per desgràcia algun dia se'm tombés la garrafa, perdria tot el gas.

Al projecte inicial, també hi havia programada una aixeta al capdamunt de la paret del digestor, just a on vull el nivell de purí, d'aquesta manera a l'hora d'emplenar el digestor, es sap quan està ple perquè el purí surt per aquesta aixeta.

## Construcció d'una planta pilot de biogàs

Jo, per motius econòmics, mitjançant un dau de poliestirè expandit i un filferro vaig dissenyar un nivell que va a l'interior del tub alimentador. D'aquesta manera sé que quan el filferro comença a sortir a l'exterior del tub alimentador, ja no hi ha d'anar més purí.

Finalment, si ara hagués de construir una altra planta pilot com la que ja he fet, l'única cosa que canviaria és l'aïllament dels tubs que travessen la tapa. Amb la silicona, a causa de la mica de pressió que hi havia a dins del digestor, cada dos per tres tenia alguna fuga.

Fos a fer ara, en comptes d'utilitzar silicona utilitzaria "sicaflex" un derivat de la silicona que és molt més adhesiu.

Tot i això, per fer-ho realment bé s'hauria d'instal·lar un maniguet per a cada tub, però el treball també m'interessava que fos econòmic i si hagués fet això el preu hauria augmentat molt.

*\* Totes les fotografies que es poden veure als apartats anteriors són d'elaboració pròpia, realitzades al llarg de la construcció.*

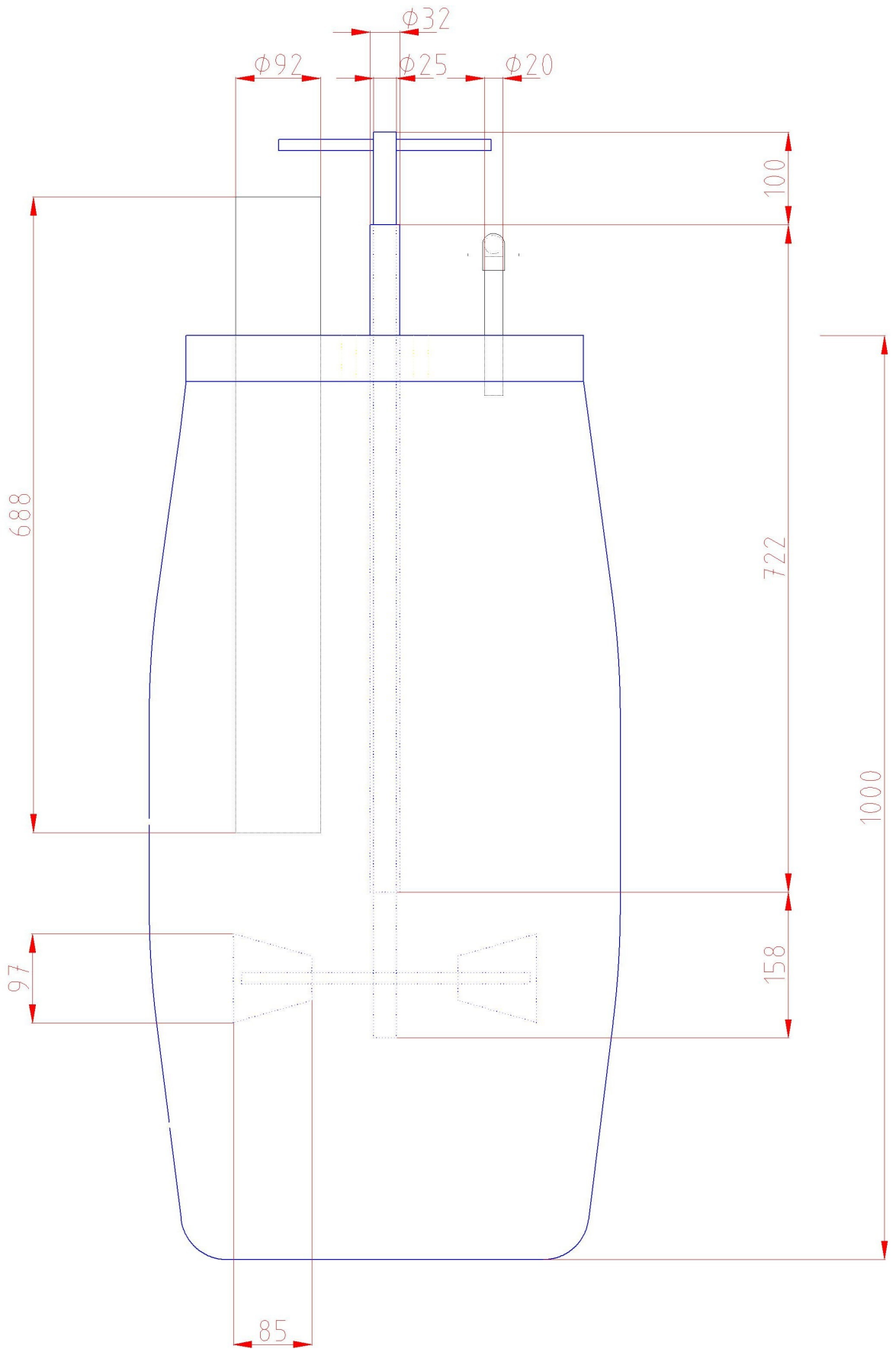


*Nivell purí*

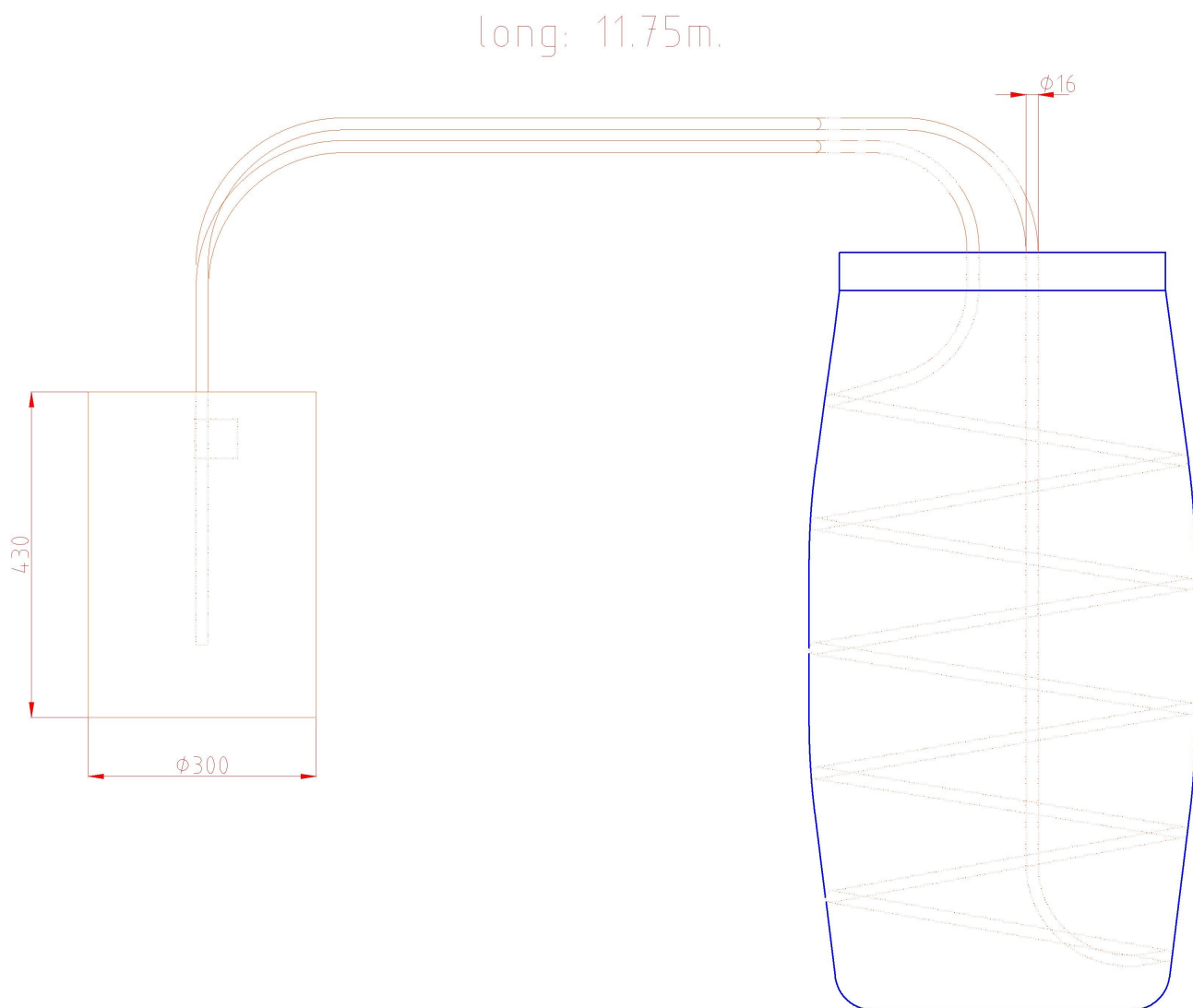
## 5. Plànols



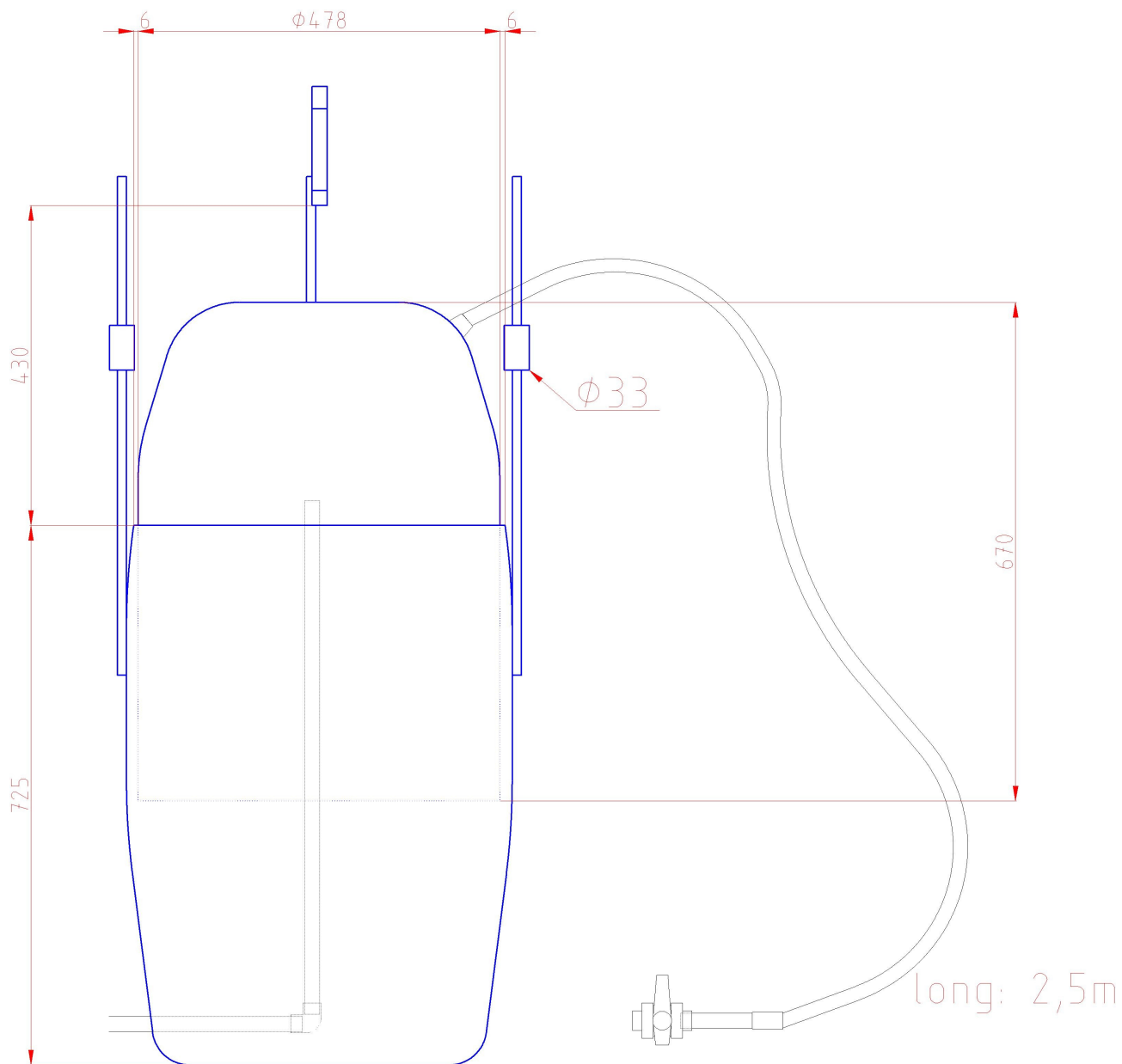




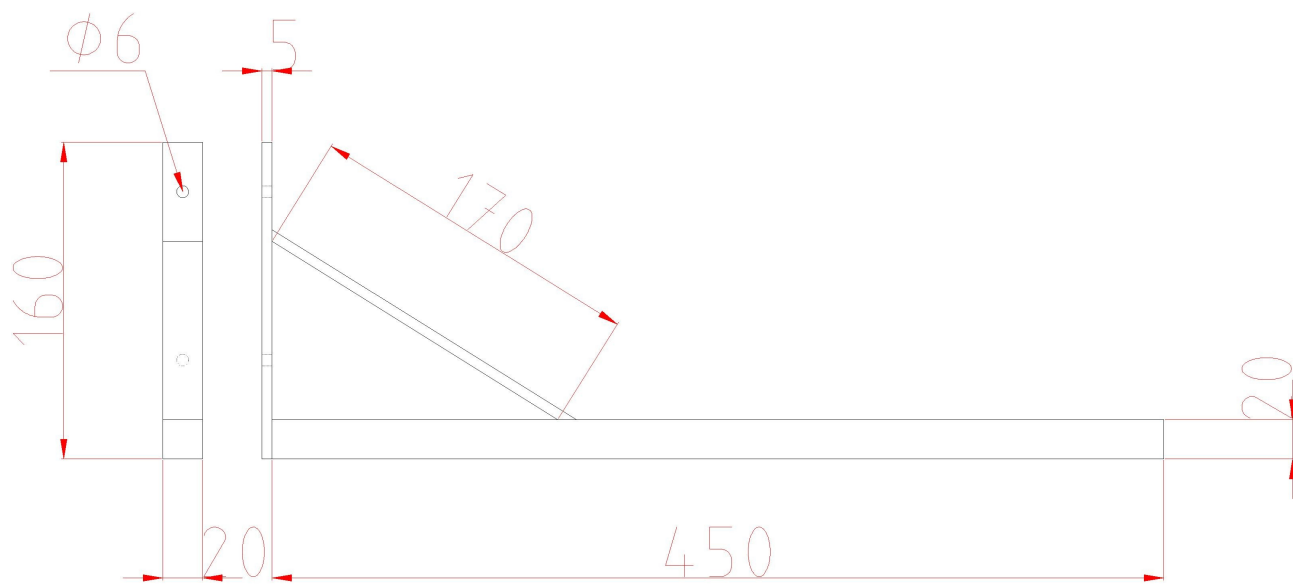
DIGESTOR	PLANTA PILOT DE BIOGAS
Planol 1	2n. Batxillerat
Treball de recerca	Curs 2012-2013



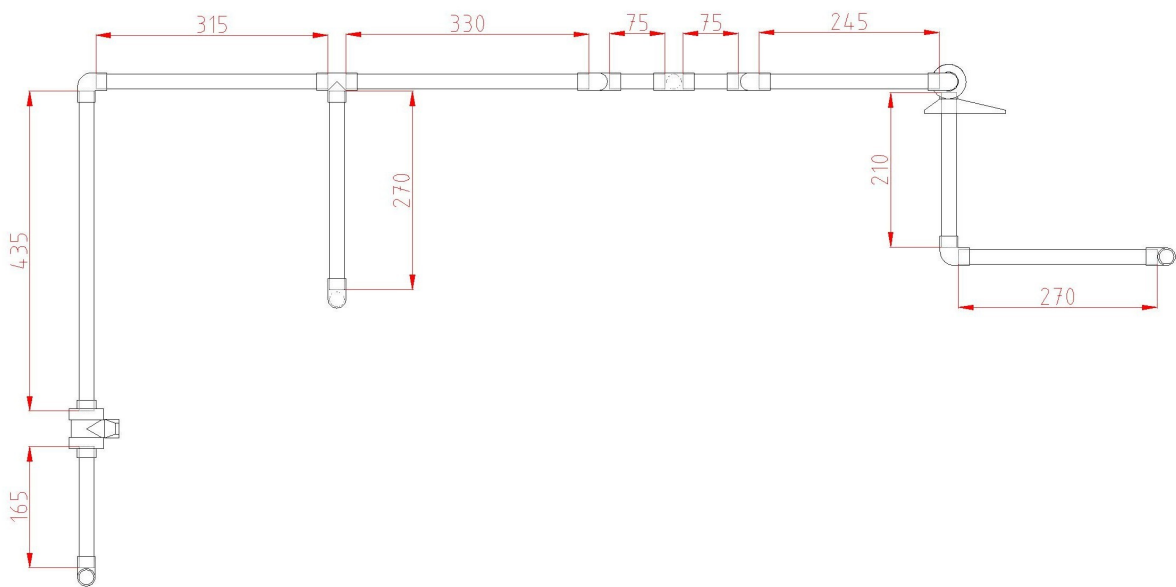
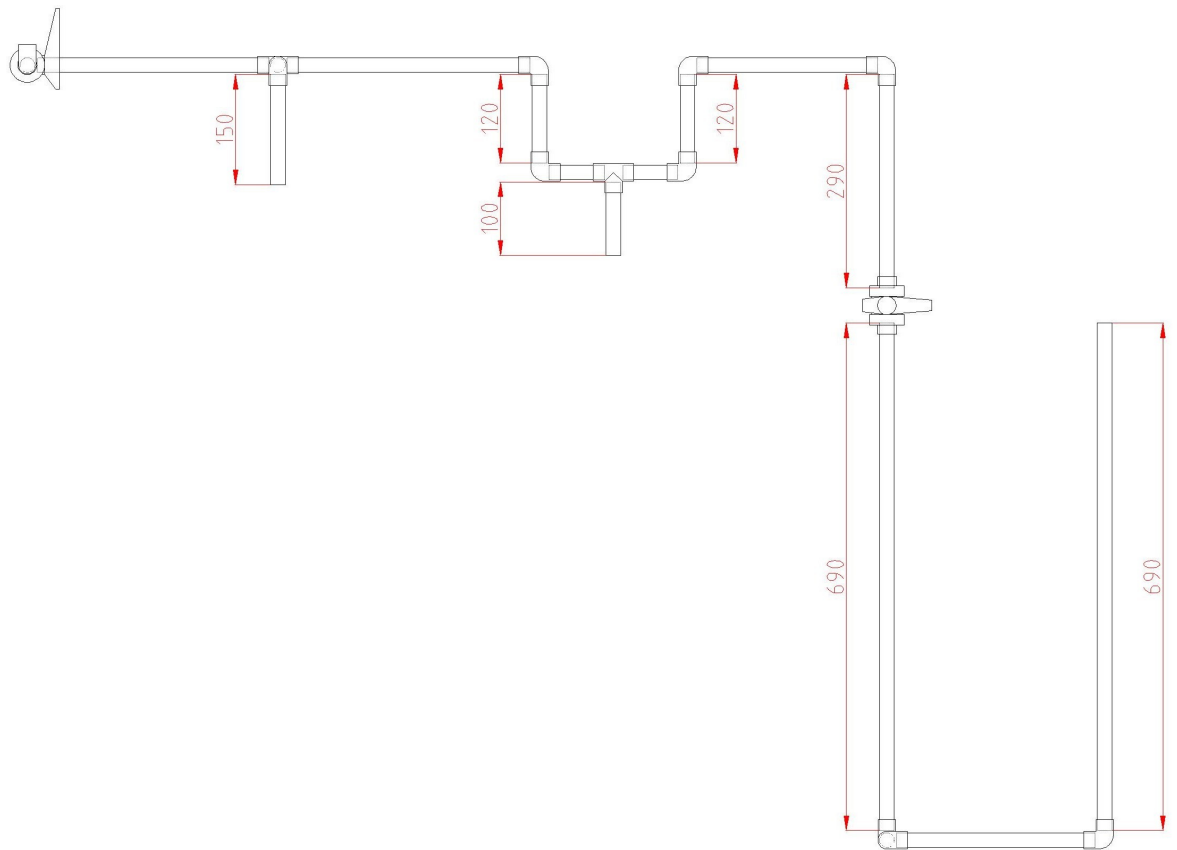
CALEFACCIO	PLANTA PILOT DE BIOGAS
Planol 2	2n. Batxillerat
Treball de recerca	Curs 2012-2013



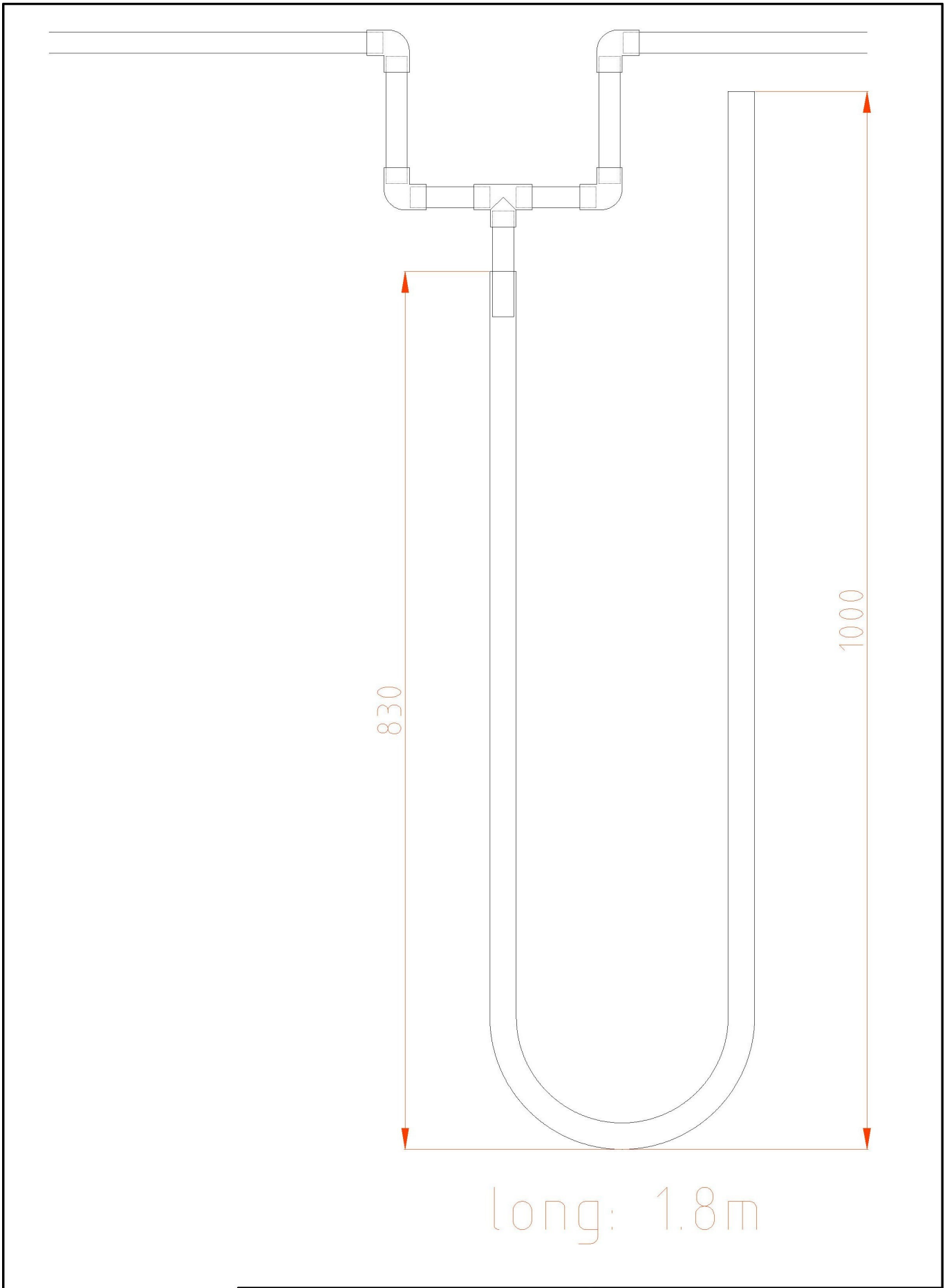
ACUMULADOR	PLANTA PILOT DE BIOGAS
Planol 3	2n. Batxillerat
Treball de recerca	Curs 2012-2013



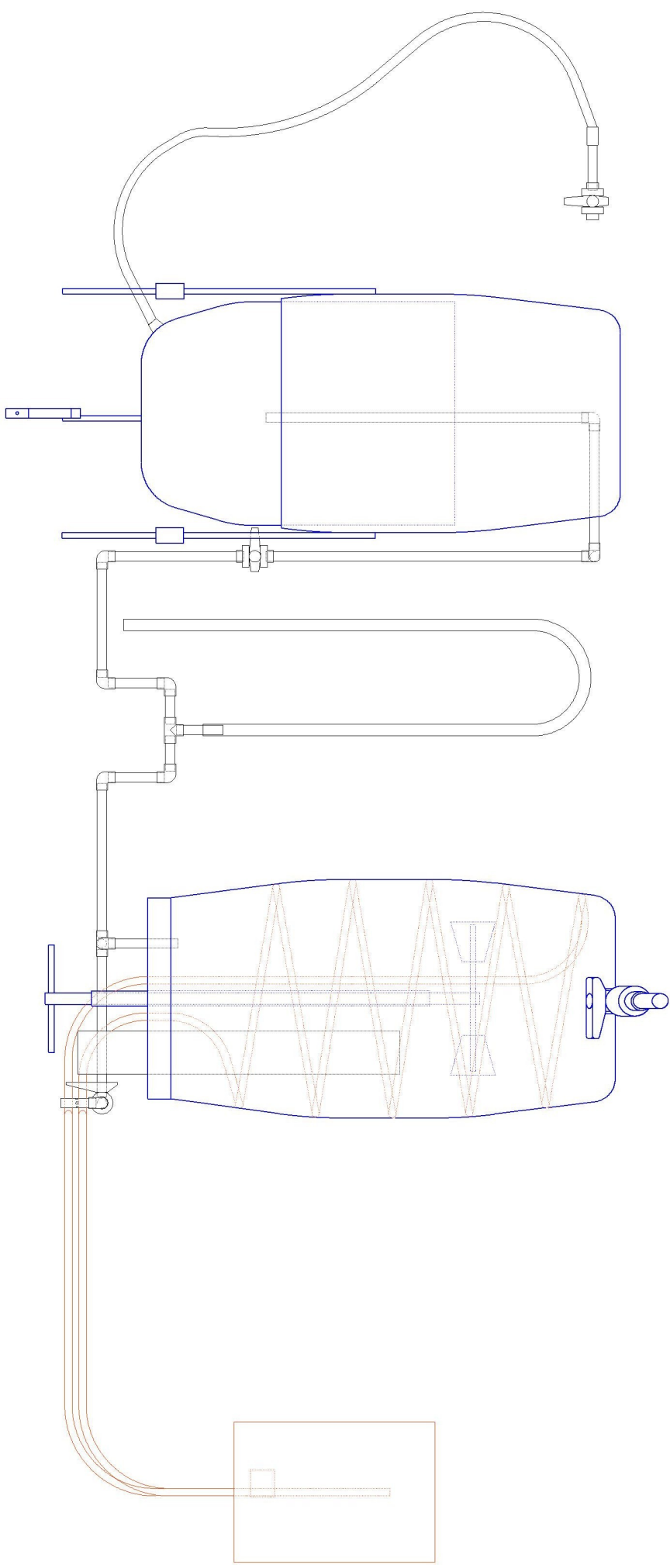
TOPE ACUMULADOR	PLANTA PILOT DE BIOGAS
Planol 4	2n. Batxillerat
Treball de recerca	Curs 2012-2013



CIRCUIT TUB PVC 20mm	PLANTA PILOT DE BIOGAS
Planol 5	2n. Batxillerat
Treball de recerca	Curs 2012-2013



VALVULA DE SEGURETAT	PLANTA PILOT DE BIOGAS
Planol 6	2n. Batxillerat
Treball de recerca	Curs 2012-2013



PLANTA PILOT	PLANTA PILOT DE BIOGAS
Planol 7	2n. Batxillerat
Treball de recerca	Curs 2012-2013

## 5. Conclusió



Un cop realitzada la construcció d'aquesta planta i el treball, considero que les tres hipòtesis que m'havia plantejat en iniciar aquest treball són verdaderes.

La primera hipòtesi, la que afirmava que el biogàs és una energia amb futur, és totalment verdadera, ja que com he pogut demostrar a l'apartat de “prospectives de futur”, als pròxims anys aquesta energia ocuparà la cinquena posició de la taula de les energies renovables.

La segona hipòtesi, on també afirmava que aquesta energia és molt menys contaminant del que tothom es pensa, també és verdadera, perquè al sotmetre el purí a una digestió anaeròbica el metà que allibera el purí no és alliberat a l'atmosfera, sinó que queda retingut en diferents recintes o calderins. És veritat que després aquest metà és cremat i allibera  $\text{CO}_2$ , però està comprovat que contamina més el metà que allibera una certa quantitat de purí que no pas el  $\text{CO}_2$  que allibera la combustió del metà que allibera la mateixa quantitat de purí.

Finalment, com havia esmentat a l'última hipòtesis, el procés de digestió és un procés delicat, ja que s'ha de tenir la temperatura adequada, hi ha molts factors que poden perjudicar la vida dels bacteris com són els antibiòtics, tots els recintes han de ser totalment hermètics, etc. Però com deia, encara que el procés és delicat, no deixa de ser eficaç.

La conclusió que en puc treure d'elaborar aquest treball és que el biogàs és una energia renovable que, malgrat la seva contaminació, afavoreix a un món més ecològic.

Una altra característica d'aquesta energia és que converteix un residu en una font d'energia, i això és un factor molt positiu, ja que convertim un element menyspreat per tothom en un element molt apreciat com és l'energia.

Personalment elaborar aquesta planta pilot m'ha aportat moltes coses positives.

Per començar he après a treballar i tractar molt més amb plàstics, un material que fins ara havia tractat poc.

Després, quan la planta ja estava en marxa i se'm plantejaven els primers problemes com el del cremador, resoldre aquests problemes era el repte que em proposava sempre, i com tots els reptes que em plantejo, no he parat de treballar-hi fins que he aconseguit resoldre'ls tots.



## Construcció d'una planta pilot de biogàs

El motiu pel qual vaig triar fer el treball d'aquest tema és perquè des de ben petit que m'ha agradat fer diferents invents, i com més complicats millor.

Però últimament els invents que feia cada cop estaven més relacionat amb el tema electricitat, un tema que a mi m'agrada tractar. Ara bé el tema mecànica també m'agrada molt tocar-lo, i aquest projecte no m'ha sigut gens pesat perquè trobo que combina els dos elements: l'energia i la mecànica.

En resum, gràcies a aquest treball he pogut informar-me molt més d'aquesta energia, i m'ha convençut tant que alguna vegada m'he arribat a plantejar enginyar el mateix aparell però a gran escala.

## 6. Agraïments



Agraeixo a totes les persones que m'han ajudat a elaborar aquest treball, però en especial a les següents persones:

Ramón San

Joan Colell

Aránzazu Gómez

Joan Castella

Joaquim Clotet

Josep Barcons

Josep Colell

## 7. Bibliografia / bibliografia web



- VIOLANT, Albert; VIOLANT, Sílvia; DÍAZ, María Luisa; LLORT Antoni; BADIELLA, Francesc; SERRANO, Asunción; i altres (1997) *Alfa Natura, Tecnología*. Barcelona: 1a impressió. Nauta
  
- *Gran Enciclopèdia Catalana* (1973). Barcelona: Enciclopèdia Catalana, vol. 5
  
- *Gran Enciclopèdia Catalana* (1973). Barcelona: Enciclopèdia Catalana, vol. 11
  
- *Gran Enciclopèdia Catalana* (1973). Barcelona: Enciclopèdia Catalana, vol. 18
  
- YOUTUBE (2010): <http://www.youtube.com/watch?v=cWZYzb00yW0&feature=related>  
[consulta: 13.10.2011]
  
- ECOBIOGÀS (2012): <http://www.ecobiogas.es/archivos/ca/projectes.php> [consulta: 12.12.2011]
  
- ECOBIOGAS (2012): [http://www.ecobiogas.es/archivos/ca/biogas\\_biogasienergia.php](http://www.ecobiogas.es/archivos/ca/biogas_biogasienergia.php)  
[consulta: 2.1.2012]
  
- PLANTHOGAR (2012): <http://www.planthogar.net/encyclopedia/jump.asp?doc=00000293.htm> [consulta: 4.1.2012]
  
- ENERGÍA CASERA (2010): <http://energiacasera.wordpress.com/2010/04/28/deposito-flotante-de-biogas/> [4.1.2012]

## Construcció d'una planta pilot de biogàs

- ESPACIO DE CÉSAR (2007): <http://anajesusa.wordpress.com/2007/06/22/biodigestor-casero/> [consulta: 23.2.2012]
- TARINGA (2010): <http://www.taringa.net/posts/ecologia/5576238/Biodigestor-casero-de-bidon.html> [consulta 23.2.2012]
- ENERGÍA CASERA (2010): (<http://energiacasera.wordpress.com/2009/09/17/clasificacion-de-biodigestores/>) [consulta: 15.3.2012]
- EL BIOGAS (2012): <http://www.elbiogas.com/> [consulta: 28.9.2012]
- FAO (2012): <http://www.fao.org> [consulta: 28.9.2012]
- SENA (2012): <http://perfilesena.wordpress.com/2012/05/12/tecnico-en-mantenimiento-de-motores-a-gas-y-gasolina/> [consulta: 29.9.2012]
- ENERGI (2012): <http://energi.es/biogas.php> [consulta: 29.9.2012]
- YOUTUBE (2008): <http://www.youtube.com/watch?v=3UafRz3QeO8&feature=related> [consulta: 10.10.2012]

# ANNEX CONSTRUCCIÓ D'UNA PLANTA PILOT DE BIOGÀS



## ***Índex***

Activitats inicials.....	2
Digestor.....	4
Acumulador.....	6
Trams circuit.....	8
Aparell sencer.....	9

## Annex construcció d'una planta pilot de biogàs

### **Activitats inicials**



Cerca de 3 bidons de plàstic de 200-250L.  
1- digestor (amb tapa)  
2-3- acumulador de gas (un bidó que pugui entrar a dins de l'altre cap per avall)



Distribució de tots els elements que componen l'aparell.



Neteja dels bidons (si aquests no són nous)



Compra de tubs, colzes, tes i altres materials necessaris per a la construcció.

## Annex construcció d'una planta pilot de biogàs



Anivellament del terreny (si hi ha algun desnivell)

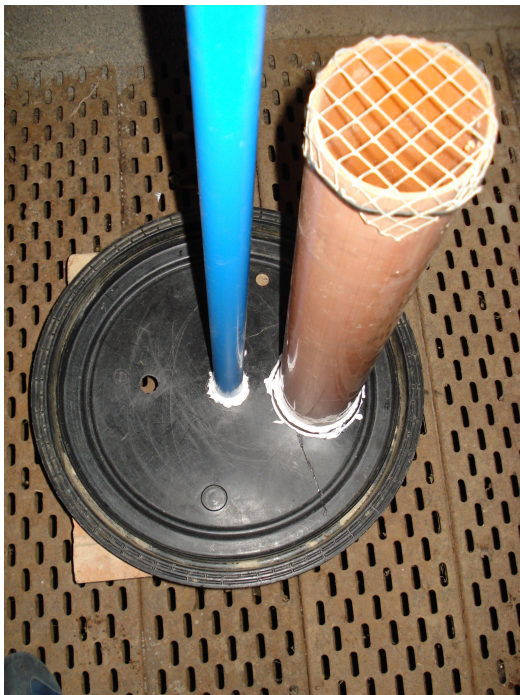
## **Digestor**



Aixeta buidat purí del digestor



Perforació de la tapa del digestor. (Enartada de purí (forat gran), sortida gas (forat petit) (remenador (forat central) i tubs calefacció (forats a part)).



Tubs adjunts a la tapa del digestor



Remenador per incrementar la quantitat de biogàs.



## Annex construcció d'una planta pilot de biogàs



Sistema calefacció, un bidó negre exposat a la radiació del Sol. L'aigua calenta és bombada cap al serpentí que hi ha a l'interior del digestor.



Serpentí interior del digestor



Aïllament del digestor



Aïllament de tots els components de la tapa

## **Acumulador**



Introducció d'un bidó a dins de l'altre. Cal tallar el bidó de sota perquè el de sobre pugui entrar amb el mínim fregament. El bidó blau, situat a la part inferior, contindrà aigua perquè el bidó superior (bidó gris) pugui pujar amb facilitat i eviti que el gas s'escapi.



Circuit d'inserció del gas a l'acumulador.



Alces acumulador per fer pujar recte el bidó gris.



Sortida de gas

## Annex construcció d'una planta pilot de biogàs



Tope acumulador

Annex construcció d'una planta pilot de biogàs

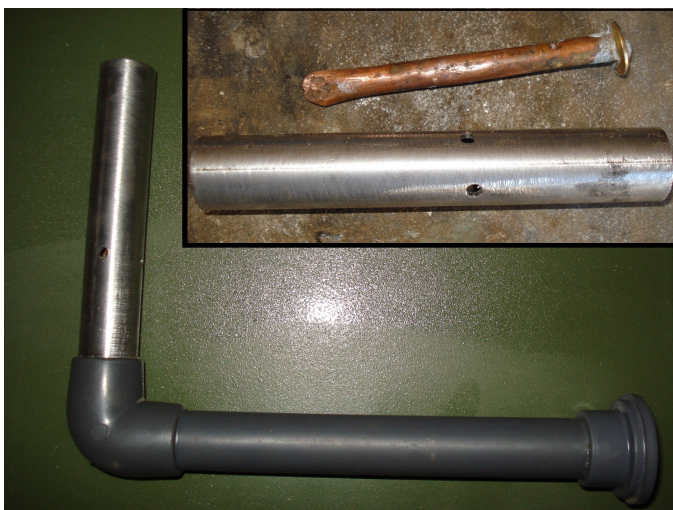
### **Trams circuit**



Trampa d'aigua, per eliminar tot tipus d'humitat que hi hagi al gas.



Vàlvula de seguretat, adjuntada a la trampa d'aigua. (Mitjançant una certa quantitat d'aigua a l'interior de la mànega, s'aconsegueix regular la pressió del gas)



Cremador (amb una carcassa per mesclar l'oxigen amb el gas, i un cremador intern per on surt el gas)

Annex construcció d'una planta pilot de biogàs

### ***Aparell sencer***

