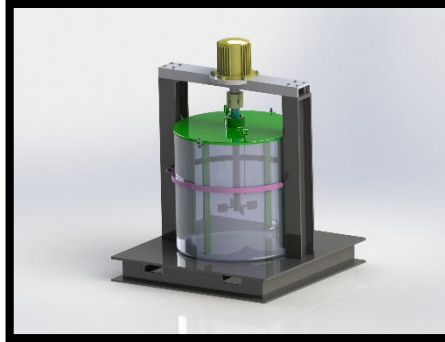


# **DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO**



## **AUTORES:**

**ALEJANDRO JOSE PATRON NOCHES  
ALFONSO ANDRES RODRIGUEZ BERMEJO**

**ASESOR DISCIPLINAR:  
ING. HENRY SANTAMARIA**

**COASESORA DISCIPLINAR:  
DRA. DIANA OSSA**

**ASESOR METODOLOGICO:  
ING. RICARDO MENDOZA QUIROGA**



**FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA  
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL CARIBE**

**BARRANQUILLA, ABRIL DE 2014**

# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## INTRODUCCIÓN

El etanol es un combustible que puede producirse a partir de un gran número de substratos vegetales. El bioetanol tiene las mismas características y composición química que el etanol ya que se trata del mismo compuesto. La diferencia radica en su proceso de producción y la metodología de diseño.



Este etanol, conocido como bioetanol, está sujeto a una fuerte polémica: para unos se perfila como un recurso energético potencialmente sostenible que puede ofrecer ventajas medioambientales y económicas a largo plazo en contraposición a los combustibles fósiles, mientras que para otros es el responsable de grandes deforestaciones y del aumento del precio de los alimentos. Una de las alternativas planteadas para la solución de dicha problemática, es la producción de bioetanol de segunda generación, en la cual la materia prima utilizada proviene de diversos residuos agrícolas.



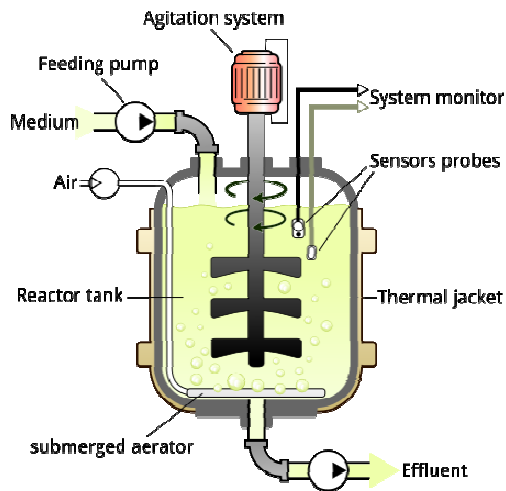
ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## INTRODUCCIÓN

El diseño en bioingeniería no es solo la aplicación de conceptos básicos y teóricos que conlleven a lograr un prototipo; para la realización integral de un modelo, se requiere de la adaptación creativa y de la utilización del ingenio propio para lograr el objetivo de relacionar el ambiente biológico de un cultivo vivo con el ambiente artificial de un dispositivo controlado, dando como resultado el denominado bioreactor o reactor biológico.



Un bioreactor es por tanto un dispositivo biotecnológico que debe proveer internamente un ambiente controlado que garantice y maximice la producción y el crecimiento de un cultivo vivo; esa es la parte biológica. Externamente el bioreactor es la frontera que protege ese cultivo del ambiente externo: contaminado y no contaminado. El bioreactor debe por tanto suministrar los controles necesarios para que la operación se lleve a cabo con economía, alto rendimiento (productividad) y en el menor tiempo posible; esa es la parte tecnológica.



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## INTRODUCCIÓN

La fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (en adelante, FORSU) –que contiene papel, vegetales, alimentos y madera, y sus derivados compostados, se catalogan por su composición como material lignocelulósico. La FORSU posee polisacáridos de origen celulósico y hemicelulósico, y una considerable proporción de ligninas. Este material de desecho, generalmente finaliza acumulándose en vertederos. Las plantas gestoras de residuos sólidos urbanos, RSUs, llevan tiempo buscando una salida a este residuo para evitar su almacenamiento, que alcanza volúmenes de miles de toneladas.



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ

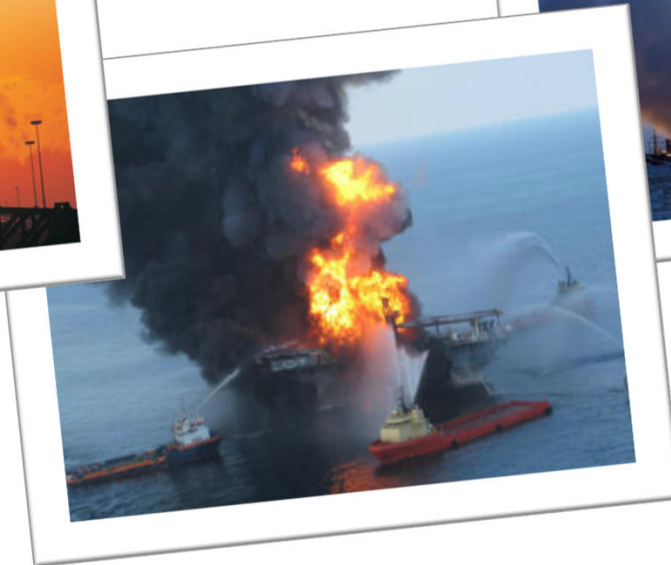




# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad el mejoramiento tecnológico ha permitido gozar de comodidades y privilegios que antes eran inimaginables, viajes espaciales, edificios inteligentes, medios de transportes más rápidos y cómodos, plantas industriales más grandes, etc. Pero para que esta tecnología funcione requiere de una fuente energética. En los últimos años las fuentes no renovables o combustibles fósiles han liderado en cuanto a la demanda energética, sin embargo en vista de que la producción de estos combustibles fósiles está disminuyendo y que contribuye fuertemente al calentamiento global, la tendencia mundial es a la producción de energías renovables.



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### ¿Cómo se podría disminuir el impacto al medio ambiente?

En el mundo uno de los grandes problemas es el de las basuras, pero surgen otros interrogantes:

- ¿Cuales serian los procesos óptimos para procesar la basura orgánica?
- ¿Que tan óptimo es el bioetanol extraído a partir de desechos orgánicos?
- ¿Qué beneficios sociales puede traer el tratamiento de la basura para hacer bioetanol?



El siguiente proyecto tiene como fin el diseño de un reactor en el que se produzca etanol a partir de materia orgánica.

- ¿Cómo se mejora la eficiencia del proceso al mejorar las condiciones del bioreactor?
- ¿Qué factores principales inciden en el diseño de un bioreactor?



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



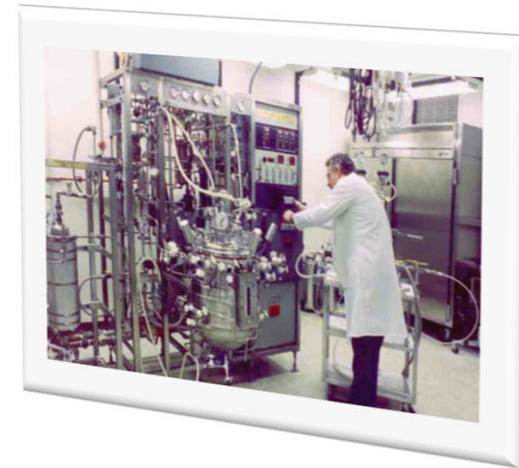
# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## JUSTIFICACIÓN



El medio ambiente en la actualidad tiene una gran importancia, los proyectos que tienen en cuenta el impacto al ecosistema van en aumento, siendo este un proyecto que plantea la base (diseño idóneo de bioreactor para la producción de bioetanol) para disminuir el impacto de las basuras en la ciudad y a la vez obtener un combustible alternativo y más amigable con el medio ambiente hace que sea interesante su investigación y viabilidad.

El diseño de los bioreactores es una tarea de ingeniería que requiere muchos conocimientos técnicos específicos del proceso a realizar. Los microorganismos o células son capaces de realizar su función deseada con gran eficiencia bajo condiciones óptimas. Las condiciones ambientales de un bioreactor tales como flujo de gases (por ejemplo, oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono, etc.), temperatura, pH y velocidad de agitación o circulación, deben ser cuidadosamente monitoreadas y controladas.



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## JUSTIFICACIÓN

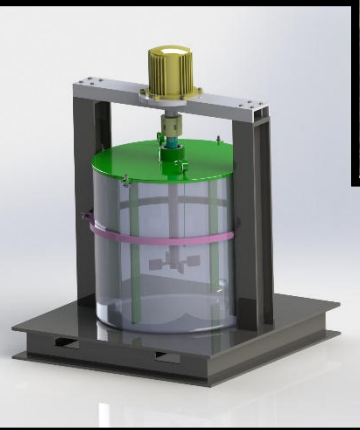
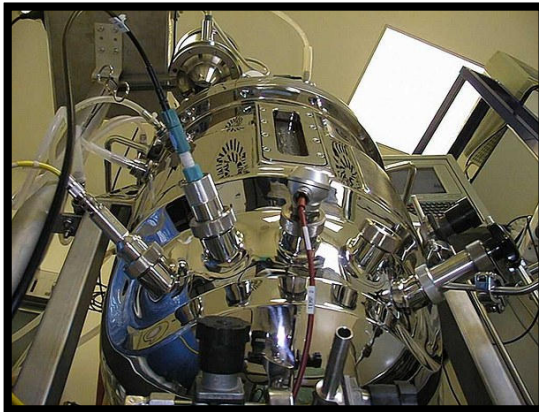


Figure 1. Setup of bioreactor

Figure 2. Bioreactor with some biogas



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ





# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## OBJETIVOS

### Objetivo general:

- Diseñar un reactor anaeróbico, de capacidad de 10 litros, para la producción de bioetanol a partir de desechos orgánicos, con el fin de contribuir en la futura eficiencia del proceso.

### Objetivos específicos:

- Seleccionar los parámetros necesarios para el diseño óptimo del reactor, tales como materiales, aspas, sellado hermético, forma geométrica entre otros.
- Diseñar un sistema de agitación apropiado para el reactor bioquímico que ayude en la eficiencia del proceso.
- Realizar planos detallados del reactor bioquímico, con los respectivos cálculos mecánicos mediante software CAD.



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## ANTECEDENTES



El desarrollo de la producción de bioetanol vino impulsada por la llamada primera crisis del petróleo desde mediados de los años setenta del siglo pasado. El primer país que asumió el reto fue Brasil produciendo el biocombustible a partir de caña de azúcar, y posteriormente se le unió Estados Unidos, fabricándolo a partir del maíz.

A partir de mediados de los 80, a esta motivación se le unieron las políticas de mejoras medioambientales, principalmente en lo relativo a emisiones gaseosas. El creciente interés que han generado en los últimos años los problemas derivados del cambio climático, producido por las emisiones de gases de "efecto invernadero", ha hecho que se busquen combustibles más respetuosos con el medio ambiente.



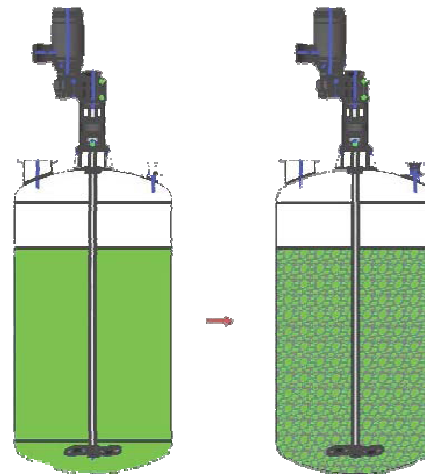
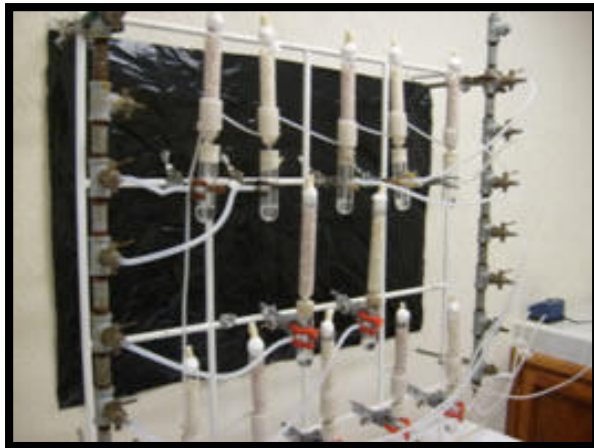
ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## ANTECEDENTES

En años recientes ha existido un gran interés en los procesos de fermentación en medio sólido por los altos rendimientos que se han obtenido en la producción de metabolitos de alto valor agregado de interés industrial, por lo que se han llevado a cabo investigaciones en el diseño de bioreactores en busca de que sean aplicados a nivel industrial.



La característica esencial de la fermentación sólida es el crecimiento del microorganismo sobre un sustrato insoluble sin una fase libre, variando el nivel de humedad del 30 a 80%



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

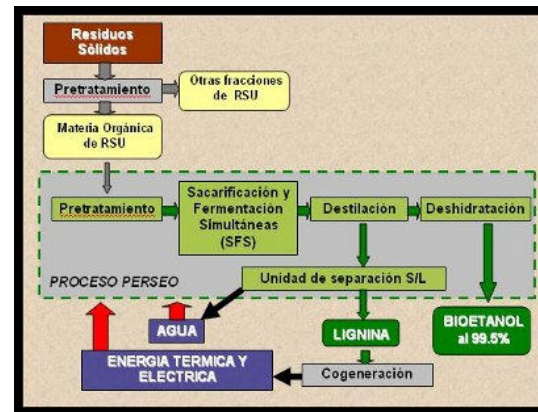
## ANTECEDENTES

En el año 2003 en Valencia nace el PROYECTO PERSEO, que consiste en generar bioetanol a partir de residuos orgánicos de la basura; a las empresas les pareció atractivo que la materia prima es de coste cero debido a que supone la retirada de un material de elevado impacto medio ambiental.

perseo  
bioethanol



La planta de demostración PERSEO tiene una capacidad de procesado en fermentación de hasta 70 tm/d de fracción orgánica de residuos sólidos urbanos (correspondiente a unas 140 toneladas de residuos sólidos urbanos), tratándose de una de las mayores plantas pilotos experimentales a nivel mundial<sup>10</sup>. La planta tiene la función de validar y demostrar el proceso de producción de bioetanol y su rentabilidad a escala semi-industrial, impulsando el desarrollo de un proceso de obtención de bioetanol tanto técnica, como económicamente viable y competitivo.



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



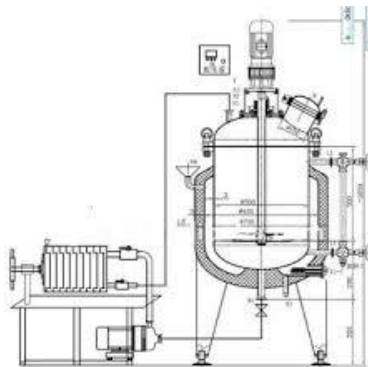


# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## MARCO TEORICO

La Ingeniería de la Reacción Química o Ciencia de los Reactores, de acuerdo a la definición en el Congreso de Amsterdam de 1957, tiene por objeto el Diseño y control de reactores químicos para producciones industriales. Ello comprende el análisis de reactores, tanto el diseño como la operación de los mismos.

“un reactor es cualquier porción del espacio donde la materia circula, se intercambia y se transforma”, más específicamente se puede considerar al reactor como una unidad donde tiene lugar las reacciones con un objetivo principal de producción industrial.



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## MARCO TEORICO

### Principios de diseño de un bioreactor:

Su diseño debe ser tal que asegure homogeneidad entre los componentes del sistema y condiciones óptimas para el crecimiento microbiano y la obtención del producto deseado. Es importante tomar en cuenta los problemas de transferencia de calor y oxígeno o gases sobre la cama de sustrato.

- El tanque debe diseñarse para que funcione asépticamente durante numerosos días, para evitar la aparición de contaminantes en las operaciones de bioprocesos de larga duración.
- Debe permitir una mayor área de contacto entre las fases biótica y abiótica del sistema, es decir, se debe proporcionar un sistema adecuado de aireación o de anaerobiosis y agitación para cubrir las necesidades metabólicas de los microorganismos.
- El crecimiento microbiano es generalmente exotérmico, por lo cual el bioreactor debe facilitar la transferencia de calor del medio hacia las células y viceversa, a medida que se produce el crecimiento celular, además de mantener estable la temperatura deseada.
- El diseño debe ser tal que permita mantener el cultivo puro; una vez que todo el sistema ha sido esterilizado y posteriormente inoculado con el microorganismo deseado.



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## MARCO TEORICO

BIORREACTOR	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<i>Escala laboratorio</i>		
Columna	Económico, fácil montaje, monitoreo y control humedad, temperatura, biomasa y CO <sub>2</sub> . Conexión en forma continua de varias columnas.	Canales preferenciales de O <sub>2</sub> , dificultad en la toma de muestra y problemas en la eliminación de calor.
Columna Estéril	Control de humedad y temperatura. Sistema de esterilización previo inoculación y toma de muestra.	Formación de gradientes de concentración de O <sub>2</sub> y nutrientes.
Tambor horizontal	Mayor aireación y mezclado del sustrato. Existen varios diseños con modificaciones que mejoran la remoción del calor.	Daño de estructura micelial. Dificultad en el control de temperatura y humedad. Poco volumen utilizado en el tambor
Zymotis	Mejor transferencia de calor	Problemas de asepsia en el proceso. Mayor compactación de la cama de sustrato
Growtek	Facilidad en la toma de muestra. Mayor contacto entre el medio de cultivo y el soporte sólido. Menor acumulación de calor en la cama de sustrato.	No cuenta con un sistema de aireación. Solo se pueden manejar una sola carga de 400 mL de medio líquido por fermentación.
Proceso continuo	Menor tiempo de residencia. Mejor mezclado y crecimiento fúngico. Mayor asepsia.	Transferencia no homogénea de calor. Aglomeración de células por rompimiento micelial
Columna-Charola	Económico. Alta transferencia de O <sub>2</sub> y aireación. Mayor transferencia de nutrientes. Fácil remoción de temperaturas elevadas.	Primer Prototipo. Optimizar la cantidad y tamaño de charolas en el volumen del cilindro.
<i>Escala piloto y/o industrial</i>		
Biocon	Automatizado en el control de las variables de estudio del crecimiento microbiano. Altos niveles de asepsia. Equipo compacto.	Dificultad en la toma de muestra. Rápida generación de calor exotérmico por crecimiento microbiano.
Lecho fluidizado	Operación de forma continua. Menor aglomeración del sustrato. Incremento en la transferencia de O <sub>2</sub> y humedad. Variedad de configuraciones de soportes.	Formación de altos esfuerzos cortantes que pueden afectar al microorganismos y rendimiento del producto



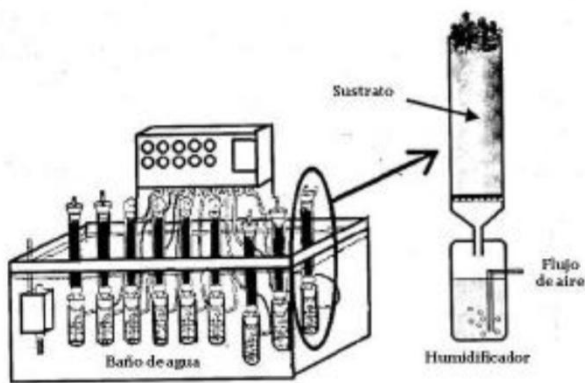
ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



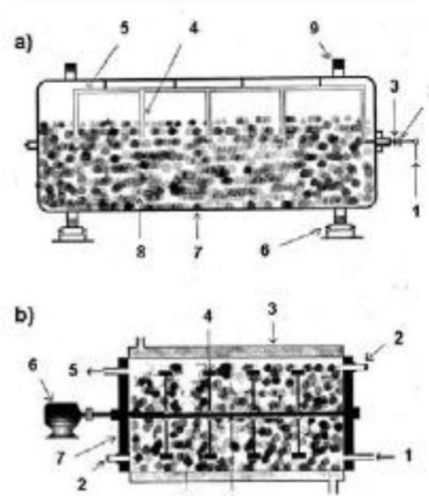
# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## MARCO TEORICO

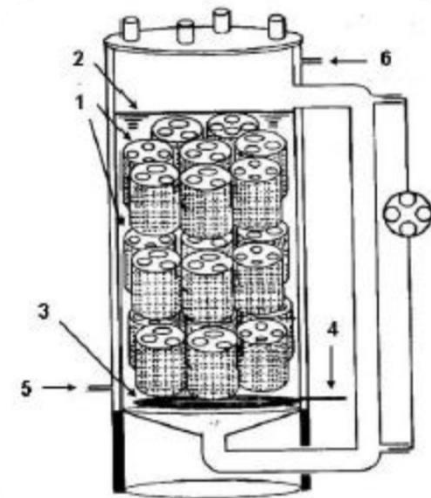
### Tipos de bioreactor



Bioreactor en columna



Bioreactor de tambor horizontal



Bioreactor de lecho fluidizado



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ





# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## MARCO CONCEPTUAL

Para implementar un reactor en un proceso hay que:

1. Diseñarlo.
2. Hacerlo construir.
3. Mantenerlo en operación

En el diseño del reactor es necesario:

- Seleccionar el tipo
- Dimensionar
- Realizar el diseño o ingeniería de detalle



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## MARCO CONCEPTUAL

La selección del tipo de reactor tiene por objeto maximizar el rendimiento material, es decir, dependiendo de las condiciones en las que se realice el proceso se obtiene un alto o bajo porcentaje de eficiencia. Para ello hay que considerar:

- a) Las características de la reacción
- b) Aspectos técnicos (agresividad del medio donde se realizara el proceso, naturaleza de los materiales, fácil manipulación, fácil montaje, mantenimiento simple, duradero, resistente).
- c) Económicos (materiales disponibles en el mercado, producción, costes de la energía, construcción).



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## DISEÑO METODOLOGICO

<b>Fase 1</b>	Revisión bibliográfica	Antecedentes de reactores construidos
		Teoría del diseño del bioreactor
		Selección del método de diseño
<b>Fase 2</b>	Diseño del bioreactor	Lluvia de ideas
		Selección de ideas viables
		Clasificación de la ideas
		Selección de la idea
		Diseño del bioreactor
		Análisis de ingeniería
		Cálculos
		Selección de materiales y motor
<b>Fase 3</b>	Desarrollo de planos CAD del bioreactor	Modelamiento
		Desarrollo de planos



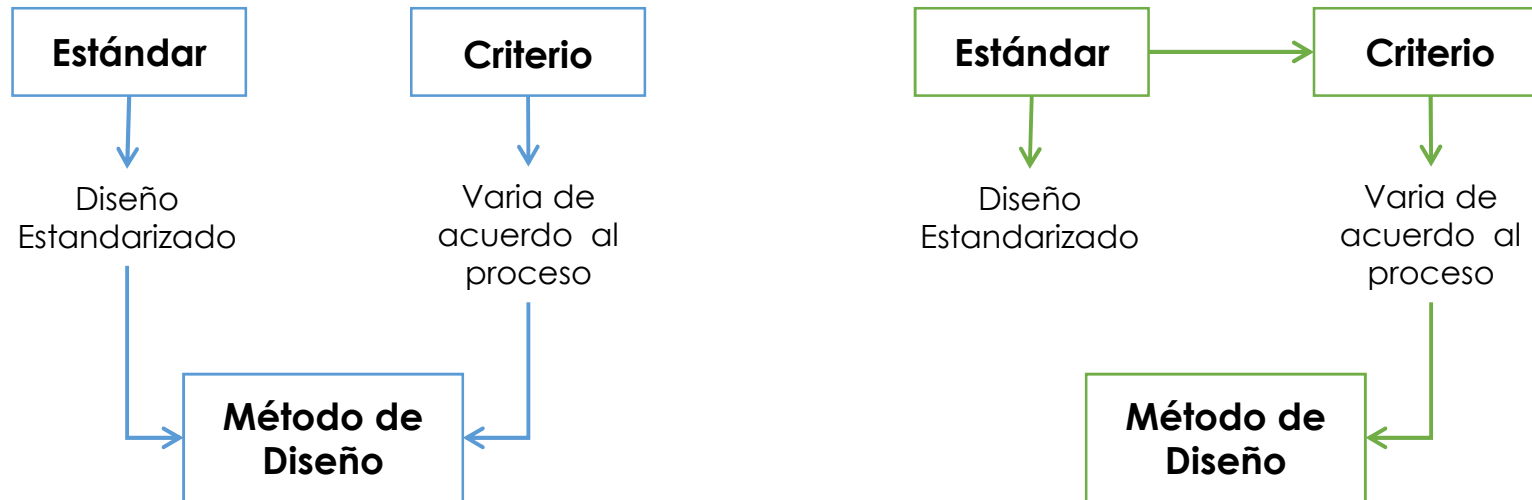
ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## DISEÑO METODOLOGICO

*FASE 1 – Revisión Bibliográfica.*



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ





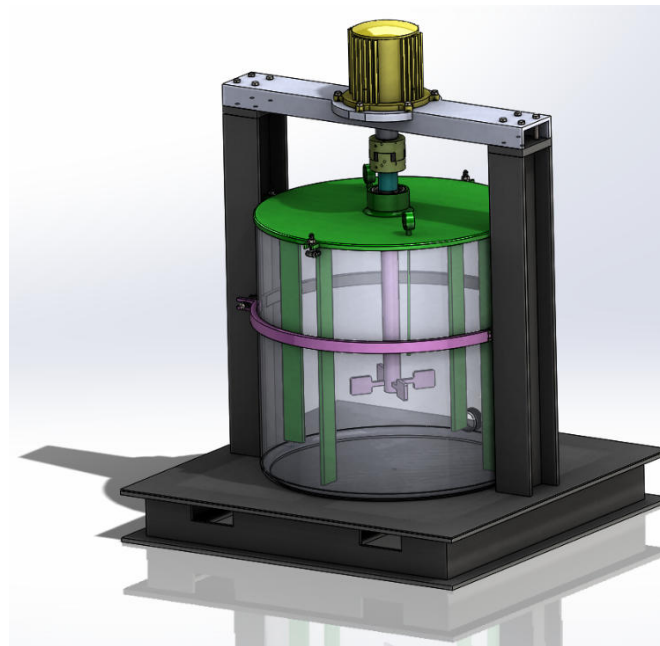
# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## DISEÑO METODOLOGICO

### FASE 2 – Diseño de Bioreactor.

#### NECESIDADES

FUNCIONALIDAD	Garantizar un espacio anaerobico.
	Se puedan obtener muestras durante el proceso
	Se puede monitorear presion y temperatura
	Debe tener un elemento agitador
	Grantizar la homogeneidad de los procesos en la biomasa utilizada.
	Resistencia a soluciones acidas.
MANTENIMIENTO	Capacidad volumetrica para 10 litros.
	Desensamble yensable rapido
	Construcion con elementos comerciales.
ESTETICA	Resistente a lavado con agua.
	Dimensiones moderadas (para laboratorio).
	Acabados finos.
	Facil manipulacion.
	Garantiza un funcionamiento seguro.



#### DESCRIPCION

Es un Reactor cilíndrico posicionado de manera vertical con un rodete de flujo radial, se utiliza un agitador de turbina de discos con palas instalado centralmente, posee placas deflectoras, se utiliza un motoreductor para realizar el mezclado, tiene manómetro y termómetro; tiene una base para evitar la vibraciones y pose un alojamiento para evacuación del sustrato.



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

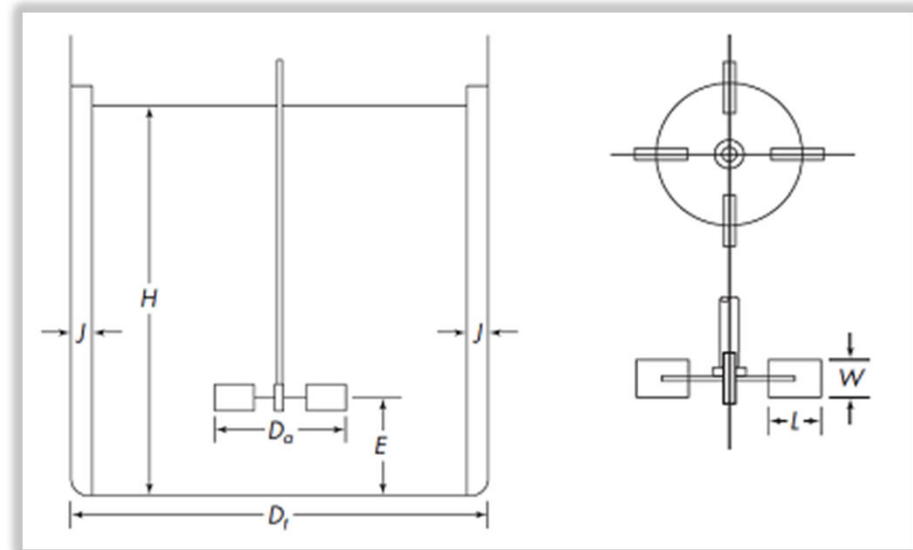
## DISEÑO METODOLÓGICO

FASE 2 – Diseño de Bioreactor.

## CÁLCULO DIMENSIONAL

Las proporciones estándar de un bioreactor son:

$$\frac{D_a}{D_t} = \frac{1}{3} \quad \frac{H}{D_t} = 1 \quad \frac{j}{D_t} = \frac{1}{12}$$
$$\frac{E}{D_t} = \frac{1}{3} \quad \frac{W}{D_a} = \frac{1}{5} \quad \frac{L}{D_a} = \frac{1}{4}$$



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

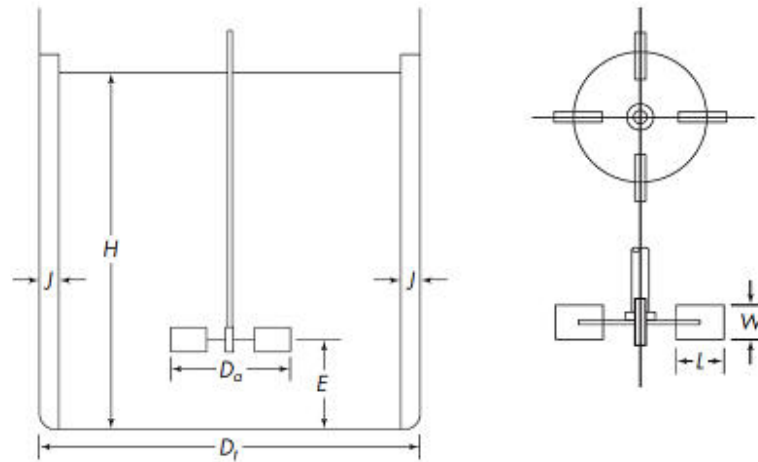
## DISEÑO METODOLOGICO

FASE 2 – Diseño de Bioreactor.

## CALCULO DIMENSIONAL

Diámetros	Alturas	Espesores
$D_t = 609,52 \text{ mm}$	$E = 1/3 D_t = 203,17 \text{ mm}$	$J = 1/12 D_t = 50,79 \text{ mm}$
$D_a = 1/3 D_t = 203,17 \text{ mm}$	$H = 601,59 \text{ mm}$	$W = 1/5 D_a = 40,63 \text{ mm}$
		$L = 1/4 D_a = 50,79 \text{ mm}$

- $D_a = 300 \text{ mm}$
- $L = 100 \text{ mm}$



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## DISEÑO METODOLÓGICO

### FASE 2 – Diseño de Bioreactor.

#### CÁLCULO DE POTENCIA

$D_a = 310\text{mm}$  (12 ft)

$N = 120\text{ rpm}$  (2 r/s)

$\mu = 25\text{ cP} = 0.24\text{ P}$  (0.016 lb/ft\*s) - viscosidad del vino.

$\rho = 1040\text{ Kg / m}^3$  (64.92 lb/ft<sup>3</sup>) - densidad del vino.

$g = 9.8\text{ m/s}^2$  (32.17 ft/s<sup>2</sup>).

*Ecuación de Reynolds*

$$N_{Re} = \frac{D_a^2 n \rho}{\mu}$$

Variables
$D_a$ = diámetro que forman las aspas.
$N$ = revoluciones por minuto (rpm) o revoluciones por segundo (rps).
$\mu$ = viscosidad de la biomasa.
$\rho$ = densidad de la biomasa.
$g$ = gravedad.



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ





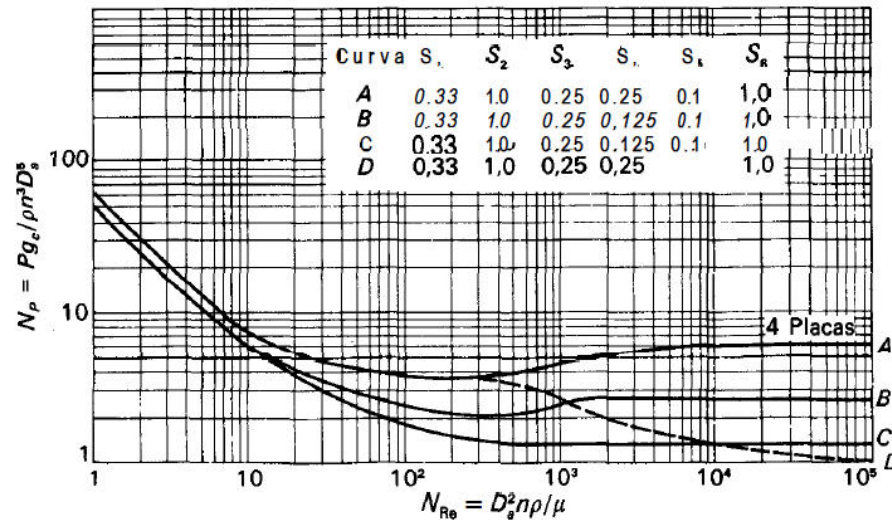
# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## DISEÑO METODOLOGICO

FASE 2 – Diseño de Bioreactor.

## CALCULO DE POTENCIA

Grafica de Numero de Reynolds vs número de potencia



Variables
Da = diámetro que forman las aspas.
N = revoluciones por minuto (rpm) o revoluciones por segundo (rps).
μ = viscosidad de la biomasa.
ρ = densidad de la biomasa.
g = gravedad.



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## DISEÑO METODOLOGICO

FASE 2 – Diseño de Bioreactor.

## CALCULO DE POTENCIA

$$N_{Re} = 8115 \quad N_p = 5$$

-Reemplazando en la ecuación se tiene que

$$P = \frac{(5)(2 \text{ r/s})^3(1\text{ft})^5(64.92 \text{ lb/ft}^3)}{32.17 \text{ ft/s}^2}$$

-Realizando las operaciones y resolviendo la ecuación se obtiene como resultado:

$$P = 80.7 \text{ ft} * \text{lb/s} = 109,4 \text{ W}$$

$$P = 0.14 \text{ Hp}$$

Ecuación de Potencia

$$P = \frac{N_p n^3 D_a^5 \rho}{g}$$



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## DISEÑO METODOLOGICO

*FASE 2 – Diseño de Bioreactor.*

## SELECCIÓN DE MOTOR

Para la selección del motor eléctrico se tiene en cuenta las siguientes consideraciones:

- Que el motor pueda generar la potencia requerida por el sistema.
- Que se pueda variar las RPM antes y durante el proceso.
- Que sea un equipo comercial debido a que si ocurre una avería en alguno de sus componentes, estos se puedan conseguir con facilidad.
- Que sus dimensiones sean moderadas.
- Que sea económicamente viable.



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## DISEÑO METODOLOGICO

*FASE 2 – Diseño de Bioreactor.*

## SELECCIÓN DE MOTOR

*Servomotor HF-SE102BJW1-S100 de Mitsubishi*

- controlar su velocidad de funcionamiento y posición dentro de un rango de operación.
- Utiliza corriente alterna.
- Su geometría y dimensiones brindan un fácil acoplamiento.



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ





# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## DISEÑO METODOLOGICO

*FASE 2 – Diseño de Bioreactor.*

## MATERIALES DE FABRICACION

Acero Inoxidable 316L

- Ausenticos
- Low carbon.
- Excelente resistencia a la corrosión.
- Excelente factor de higiene – limpieza.
- Fácil de maquinabilidad.
- Excelente soldabilidad.
- No se endurecen por tratamiento térmico.
- Se pueden utilizar tanto a temperaturas criogénicas como a elevadas temperaturas.



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

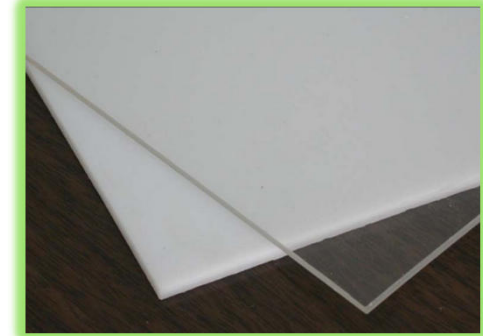
## DISEÑO METODOLOGICO

*FASE 2 – Diseño de Bioreactor.*

## MATERIALES DE FABRICACION

Acrílico de 20 mm

- Apariencia: claridad y transparencia.
- Resistencia a la intemperie: no se afecta por el sol, lluvia, frío o calor extremo.
- Resistencia química: resistencia al ataque de gran variedad de productos químicos, tales como el thinner, benceno, alcohol etílico, cetonas entre otras.
- Propiedades eléctricas: es excelente aislante
- Ligereza y transmisión de luz: las láminas de acrílico cristal tiene un 92% de transmisión de luz lo que nos permite mayor nitidez.
- Resistencia a esfuerzos mecánicos: no se destorma, ni se astilla al romperse lo que permite que sea más seguro y menos riesgoso.
- Material plástico: debido a esta propiedad es fácil de formar, puede ser cortado, perforado y maquinado.
- Ambiental: puede reciclarse en su totalidad (100%) lo que ayuda al cuidado del planeta.



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## DISEÑO METODOLOGICO

*FASE 2 – Diseño de Bioreactor.*

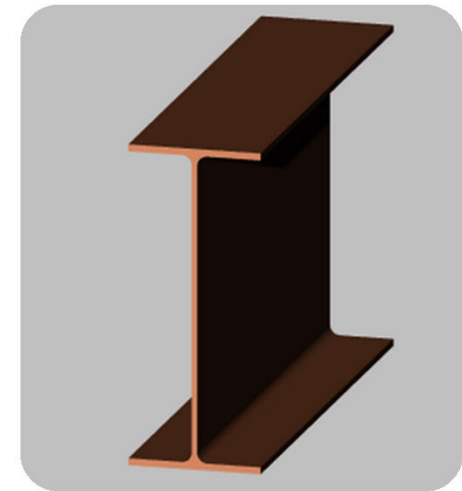
## MATERIALES DE FABRICACION

ACERO ESTRUCTURAL ASTM A/6

- Perfil H americanos de ala ancha.

ACERO GALVANIZADO

- Lamina galvanizada.



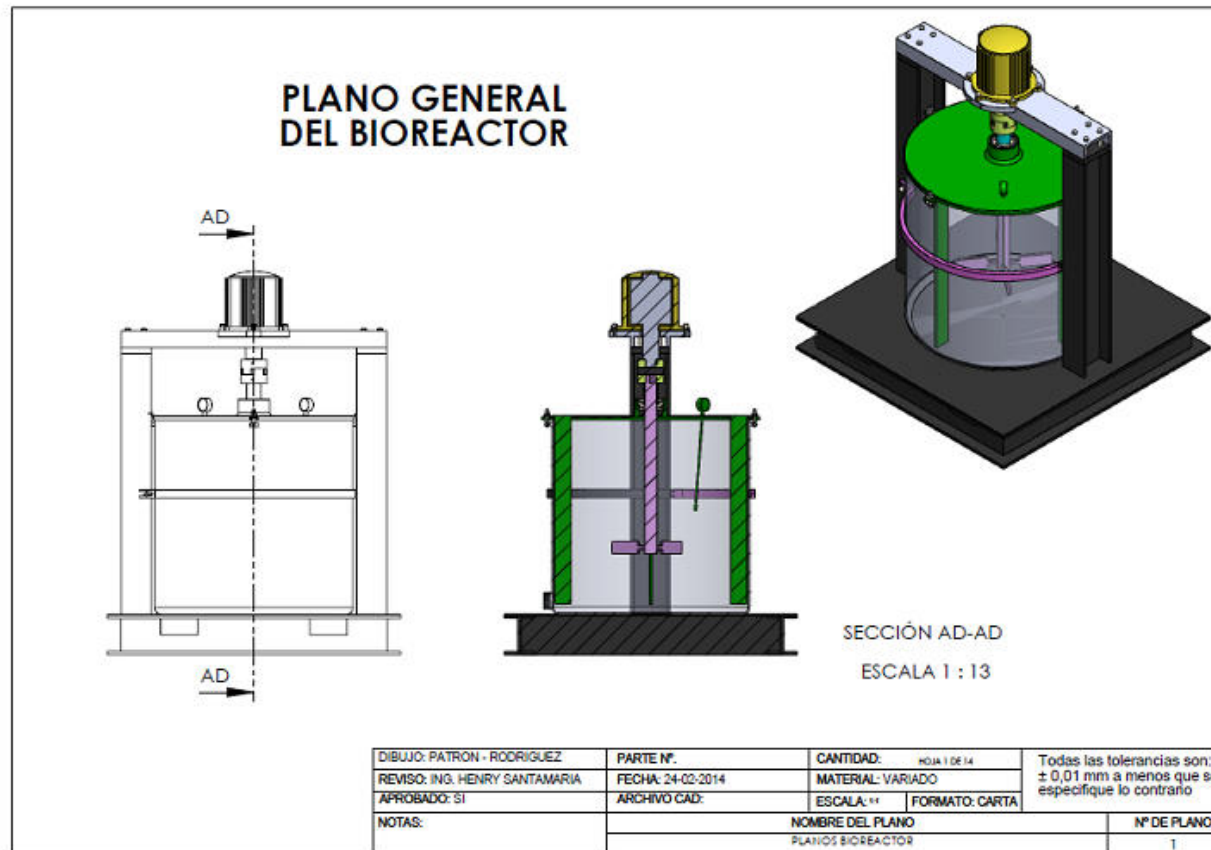
ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## DISEÑO METODOLOGICO

### FASE 3 – Diseño de Planos



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ

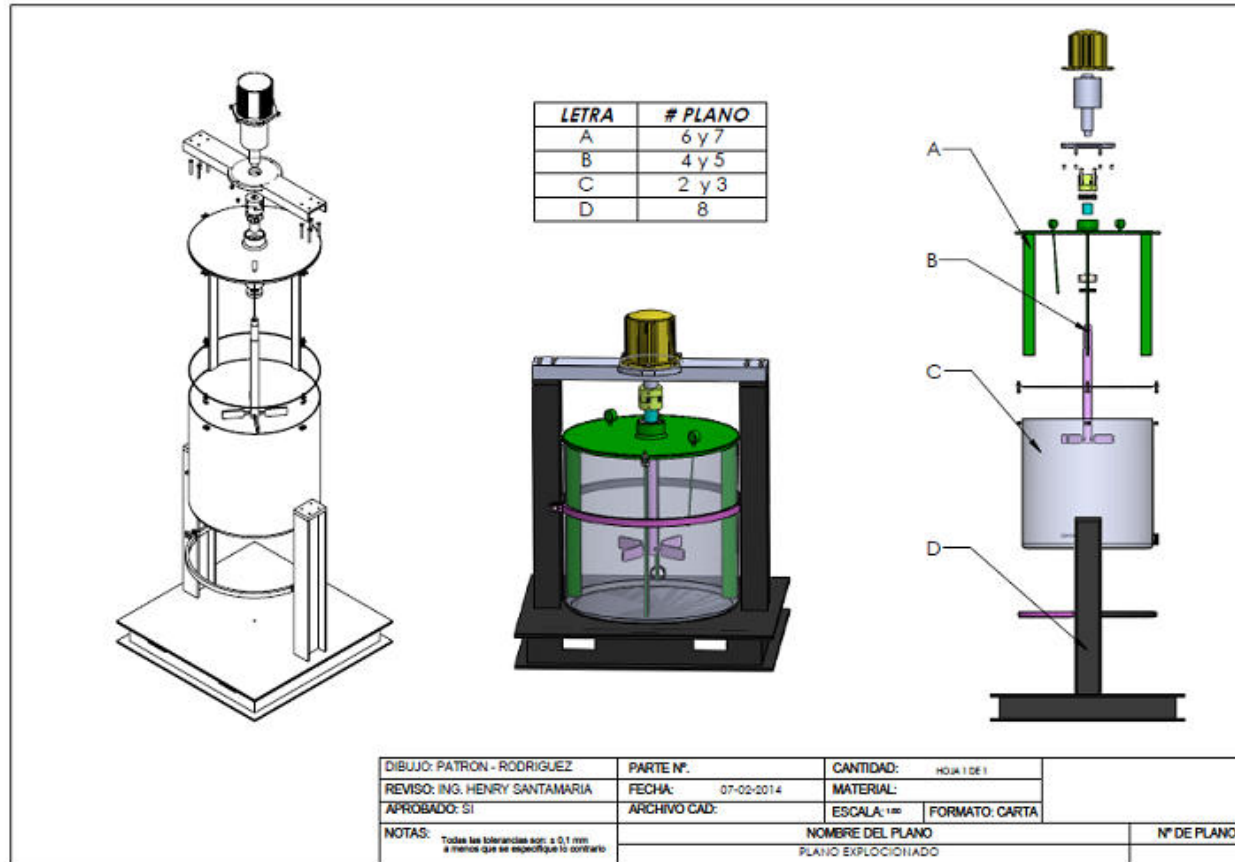




# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## DISEÑO METODOLOGICO

### FASE 3 – Diseño de Planos CAD.



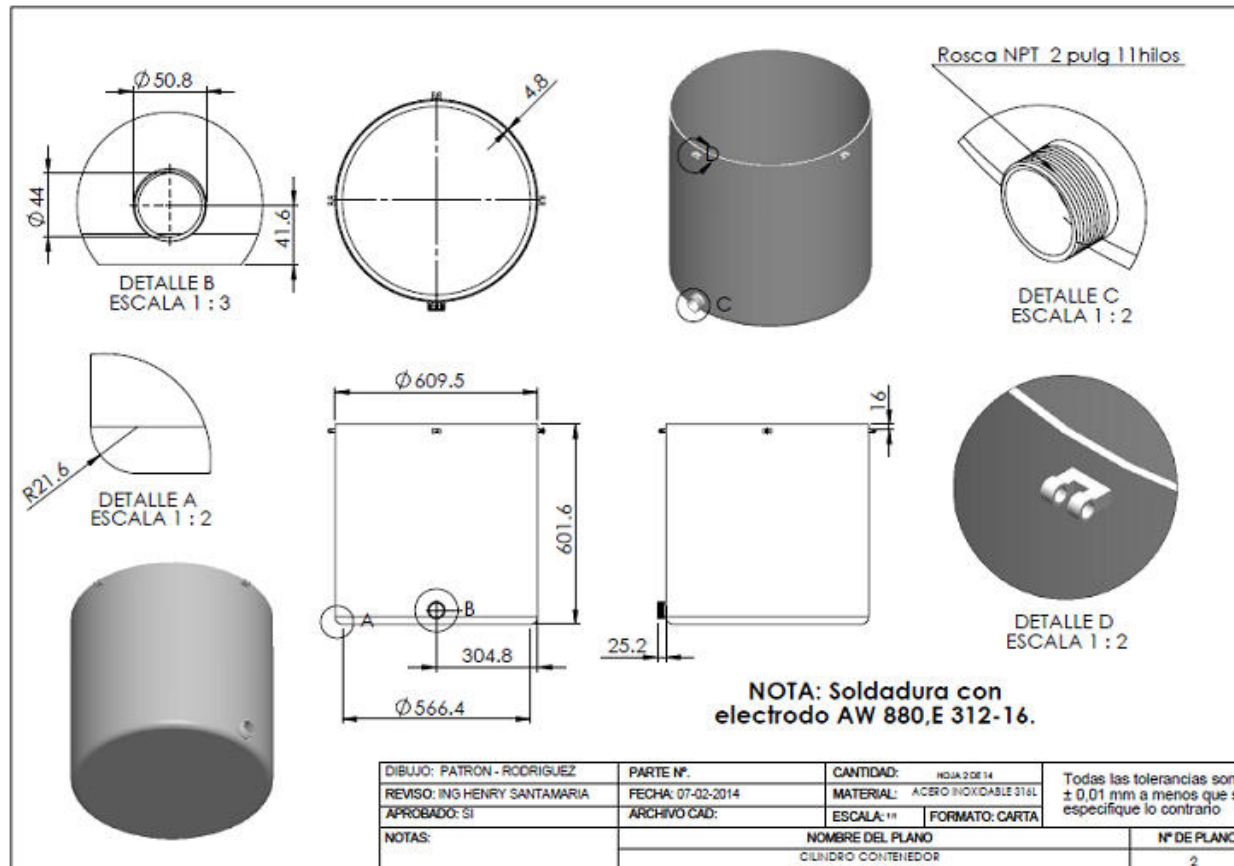
ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## DISEÑO METODOLOGICO

### FASE 3 – Diseño de Planos CAD.



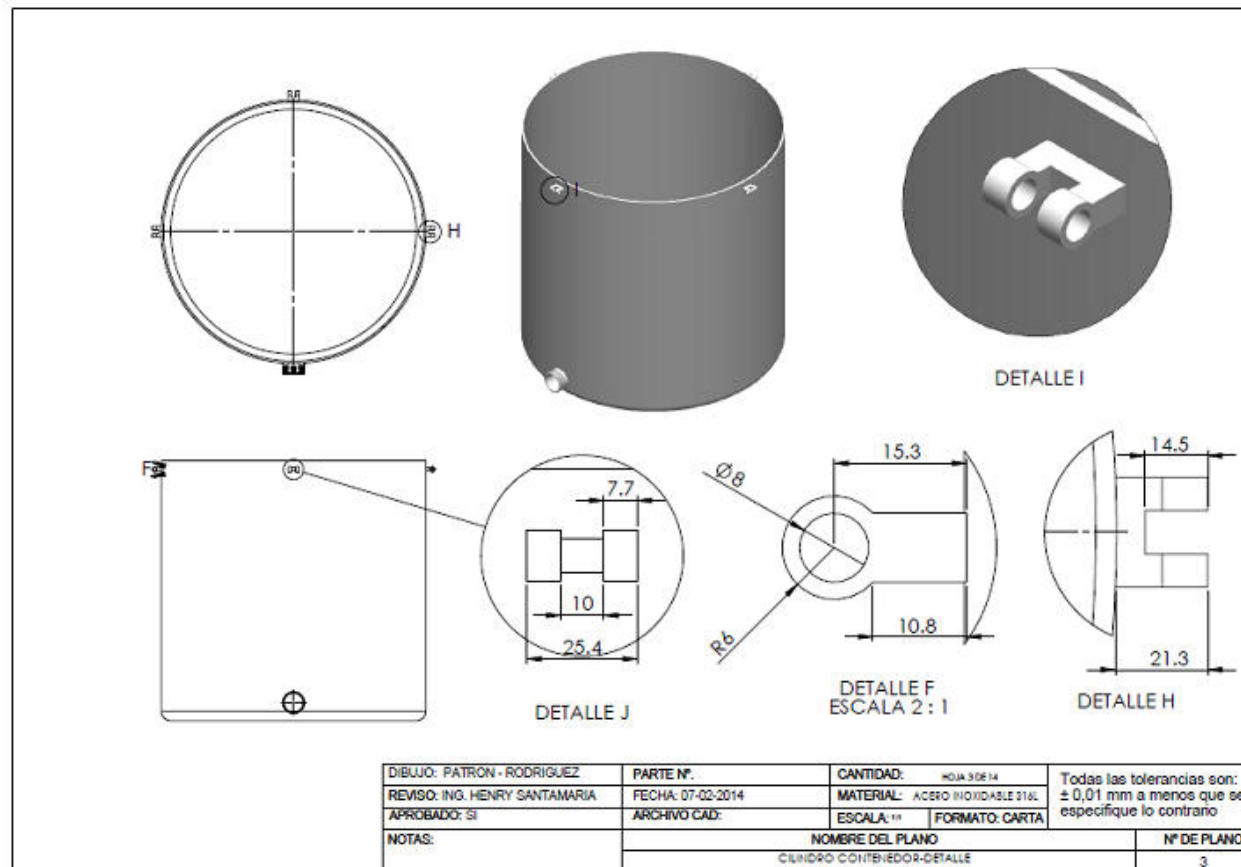
ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## DISEÑO METODOLOGICO

### FASE 3 – Diseño de Planos CAD.



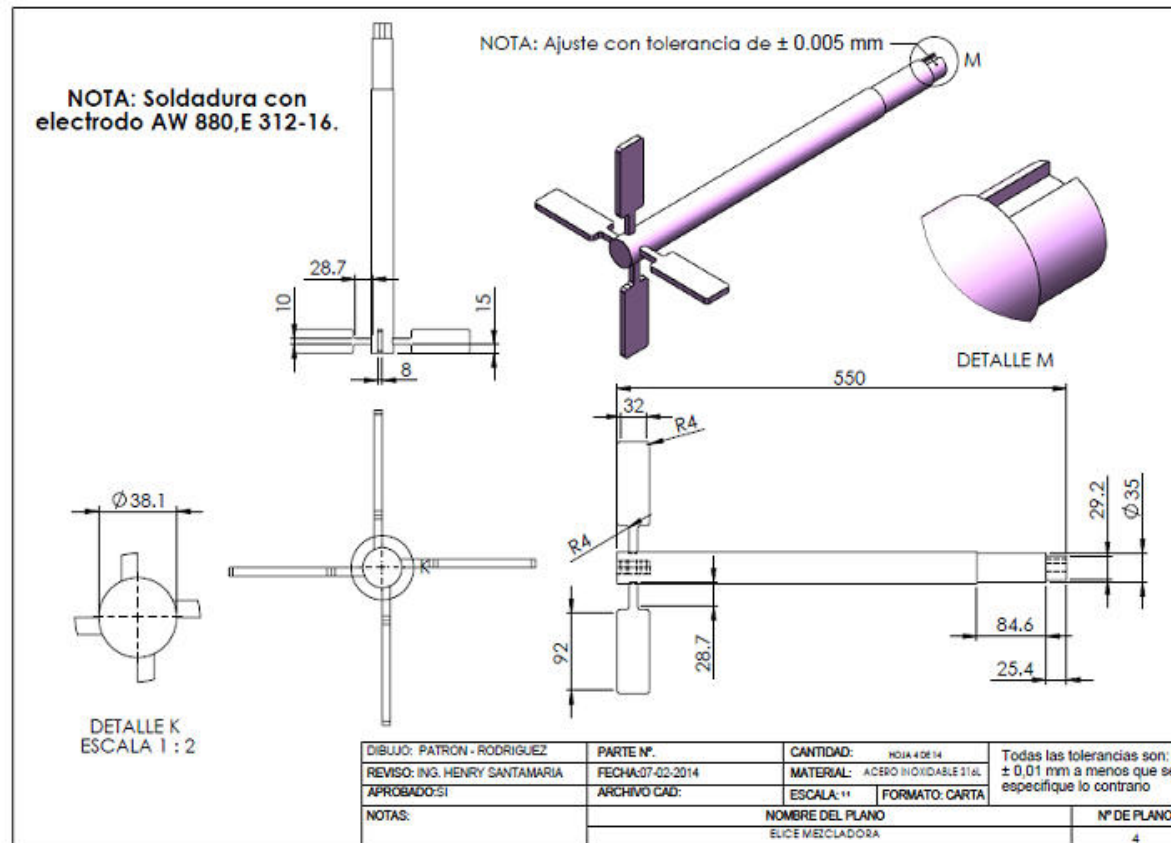
ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## DISEÑO METODOLOGICO

### FASE 3 – Diseño de Planos CAD.



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ

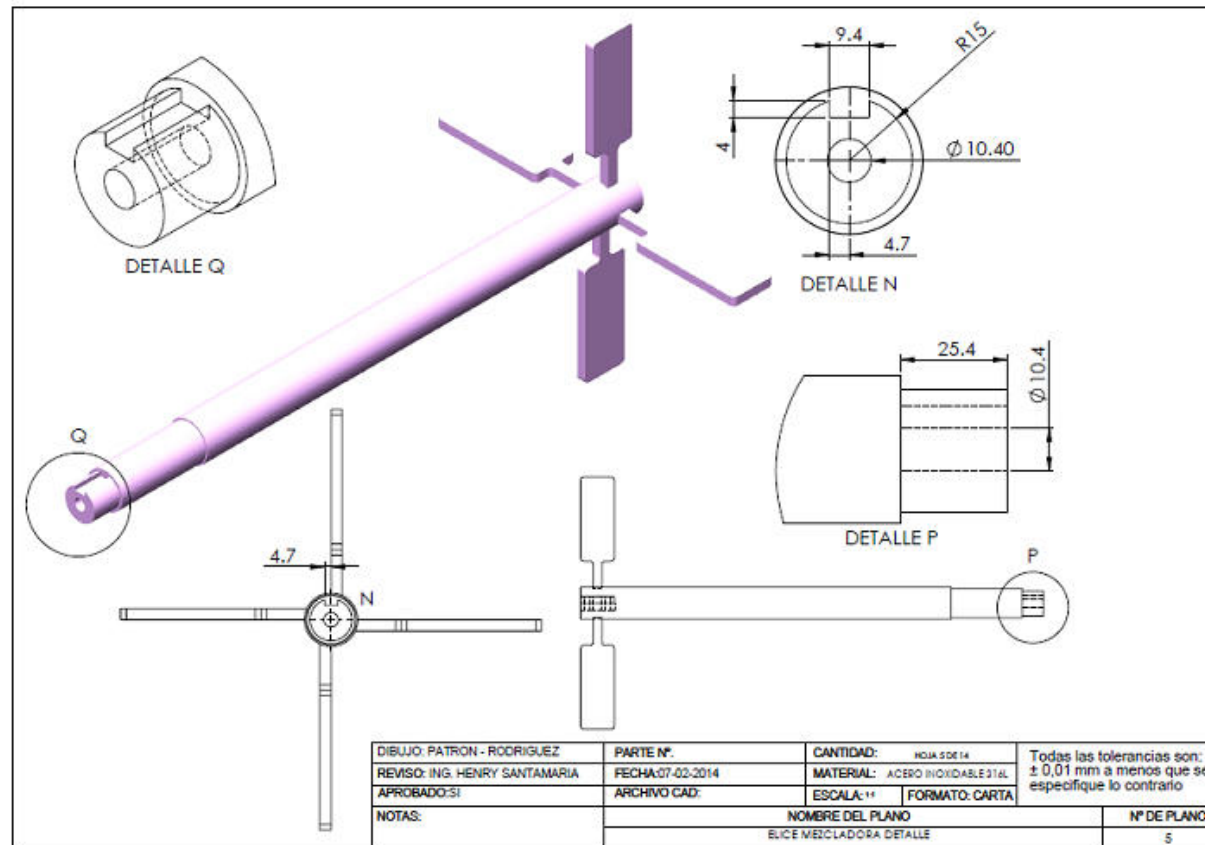




# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## DISEÑO METODOLOGICO

### FASE 3 – Diseño de Planos CAD.



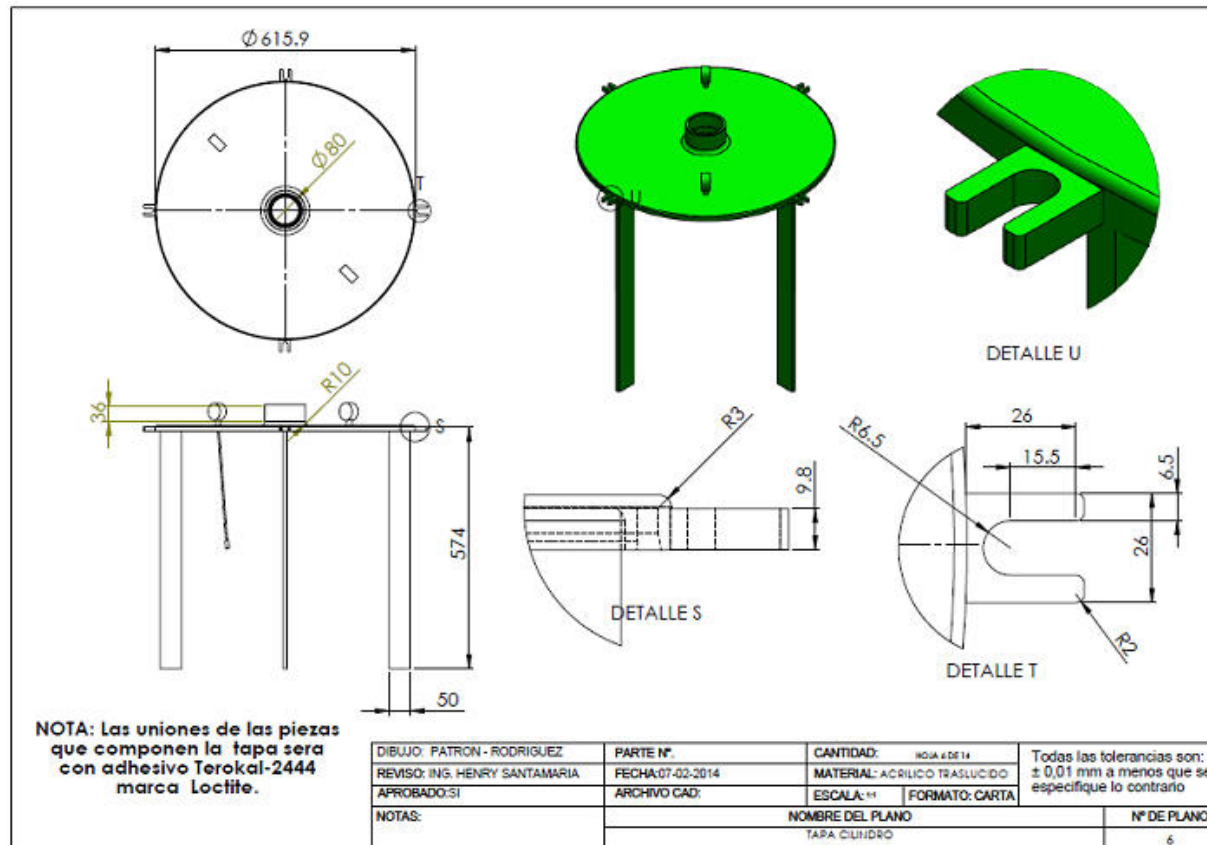
ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## DISEÑO METODOLOGICO

### FASE 3 – Diseño de Planos CAD.



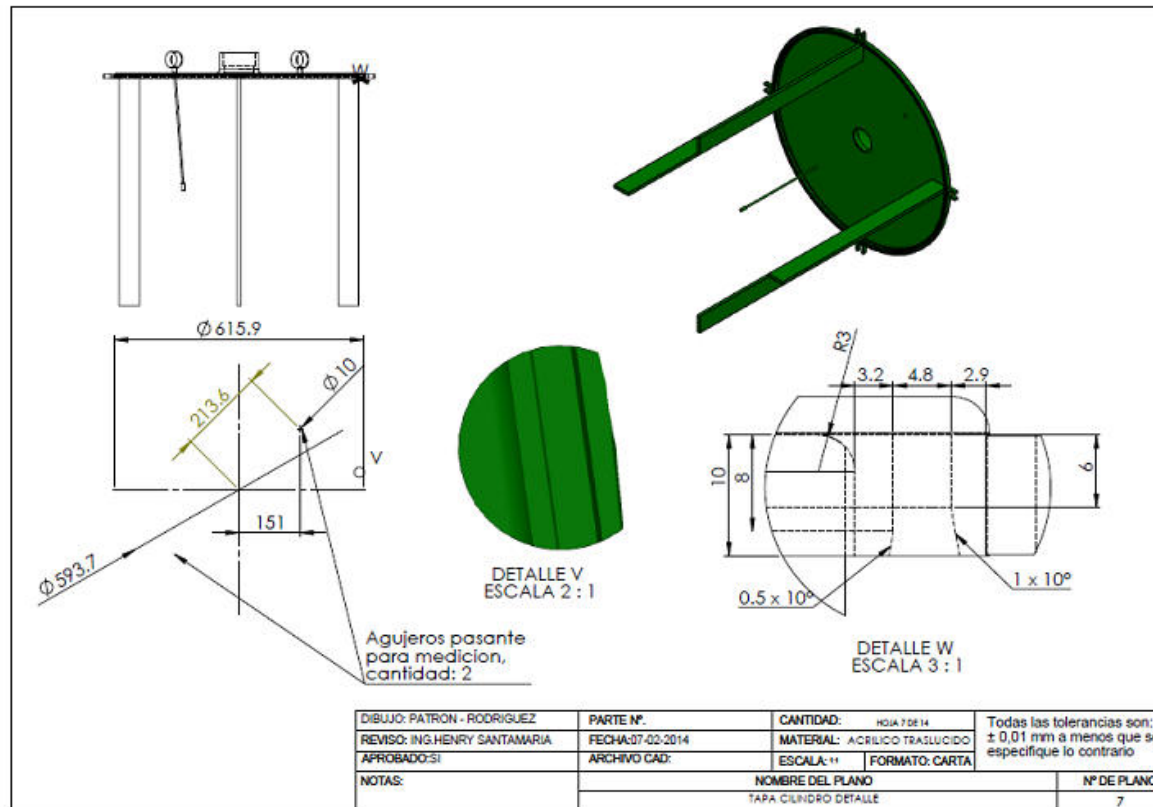
ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## DISEÑO METODOLOGICO

### FASE 3 – Diseño de Planos CAD.



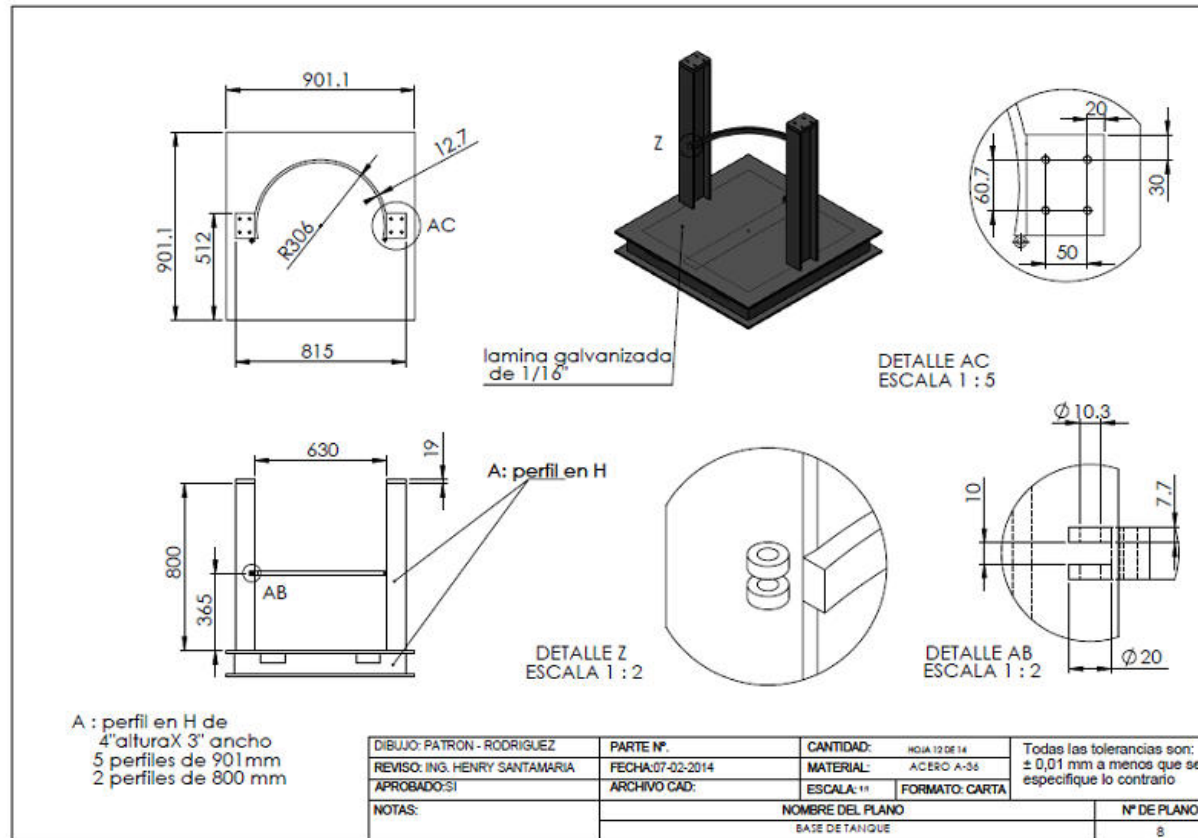
ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## DISEÑO METODOLOGICO

### FASE 3 – Diseño de Planos CAD.



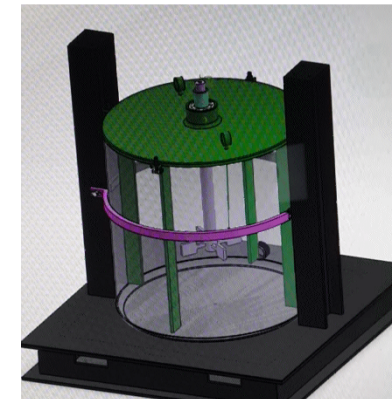
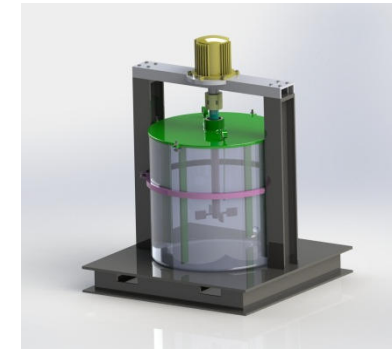
ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## PRESUPUESTO

COSTO FABRICACION		
MATERIALES	ACERO INOX	\$ 1.800.000,00
	ACRILICO	\$ 1.300.000,00
	LAMINA GALVANIZADA	\$ 200.000,00
	ACERO ESTRUCTURAL ASTM A/6	\$ 700.000,00
	PERFIL EN H	\$ 1.000.000,00
LABOR MAQUINADO	TAPA	\$ 800.000,00
	EJE MEZCLADOR	\$ 1.200.000,00
	TANQUE CONTENEDOR	\$ 900.000,00
	BASE	\$ 800.000,00
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 8.700.000,00</b>



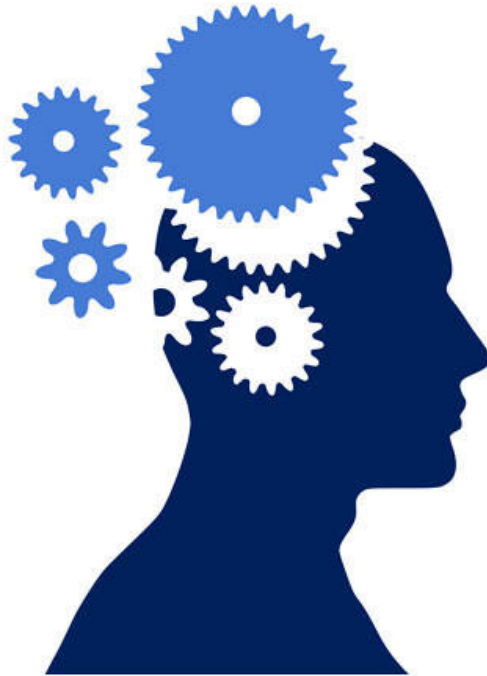
ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ





# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## Conclusiones



- Las necesidades reales del proceso que se va a realizar, que las características del diseño se apeguen a la realidad del trabajo requerido y especificaciones técnicas de funcionalidad, mantenimiento y montaje.
- Como se mencionó a lo largo de este proyecto uno de los problemas más frecuentes para que un diseño cumpla con los objetivos es que este diseño sea el más adecuado y que la selección de las características principales sea optima tales como materiales, sistema interno, funcionamiento y estética.
- Este proceso de selección se realizó bajo unos criterios de funcionalidad, mantenimiento y estética y así se aseguró que la alternativa escogida fuera la correcta ya que cumple con criterios primordiales para este proyecto como lo son la simplicidad en su construcción ya que se aseguró que su realización fuera con materiales totalmente comerciales y de fácil acceso, se logró una baja potencia del motor facilitando la selección del mismo y por último se diseñó un dispositivo totalmente desmontable.



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## Conclusiones

- La potencia requerida o necesaria para el sistema de agitación es de 109 Watts o 0.14 Hp.
- Las revoluciones por minuto necesarias para mantener la homogeneidad de la materia debe ser de 120 rpm o 2 r/s
- Las medidas que se ajustan al diseño son de:

**Dt** = 609,52 mm

**Da** =  $1/3$  Dt = 203,17 mm

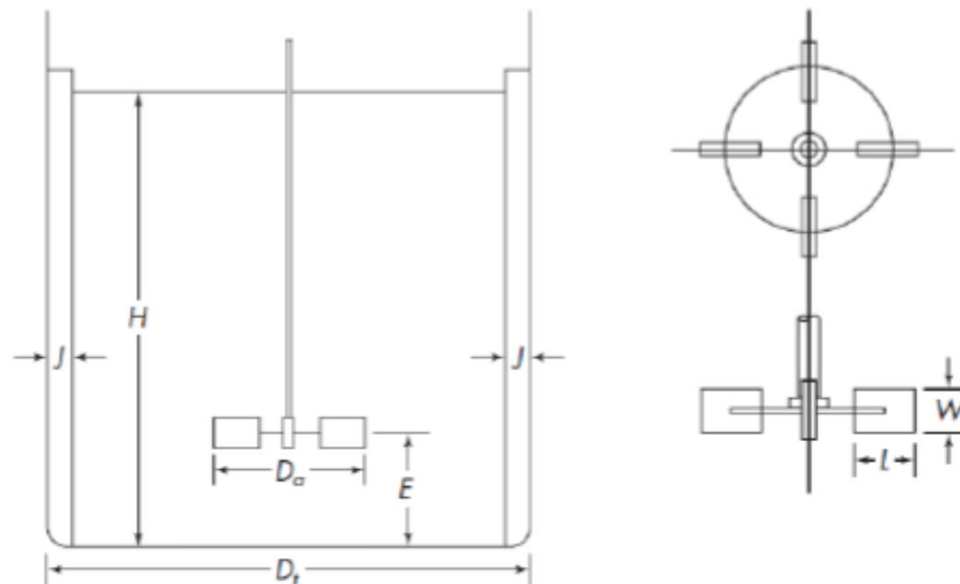
**E** =  $1/3$  Dt = 203,17 mm

**H** = 601,59 mm

**J** =  $1/12$  Dt = 50,79 mm

**W** =  $1/5$  Da = 40,63 mm

**L** =  $1/4$  Da = 50,79 mm



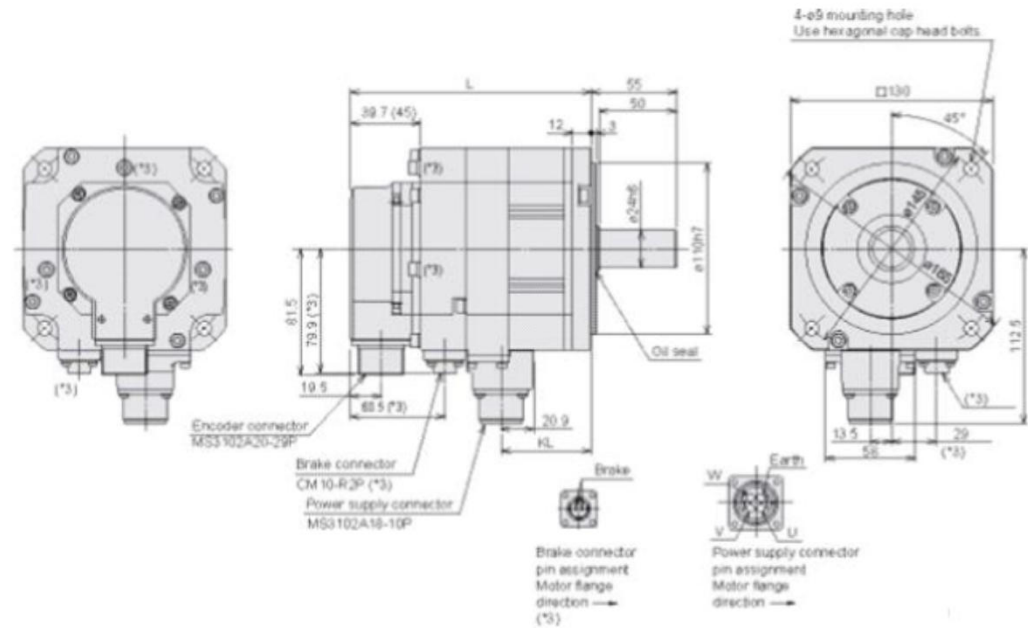
ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## Conclusiones

- El motor seleccionado es el servomotor HF-SE102BJW1-S100 de Mitsubishi, debido a que es un motor al cual se le puede controlar su velocidad de funcionamiento y posición, con esto podemos garantizar el control de la posición, dirección y velocidad de mezclado en el bioreactor.

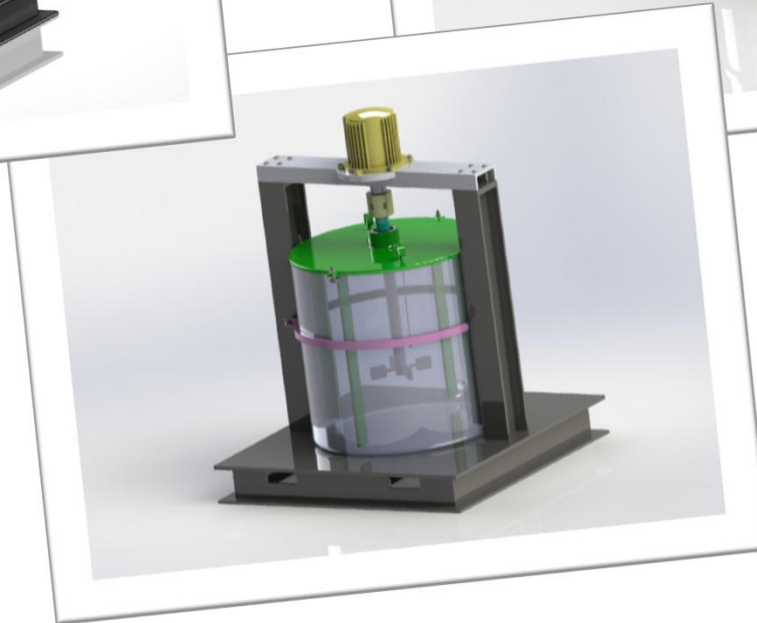
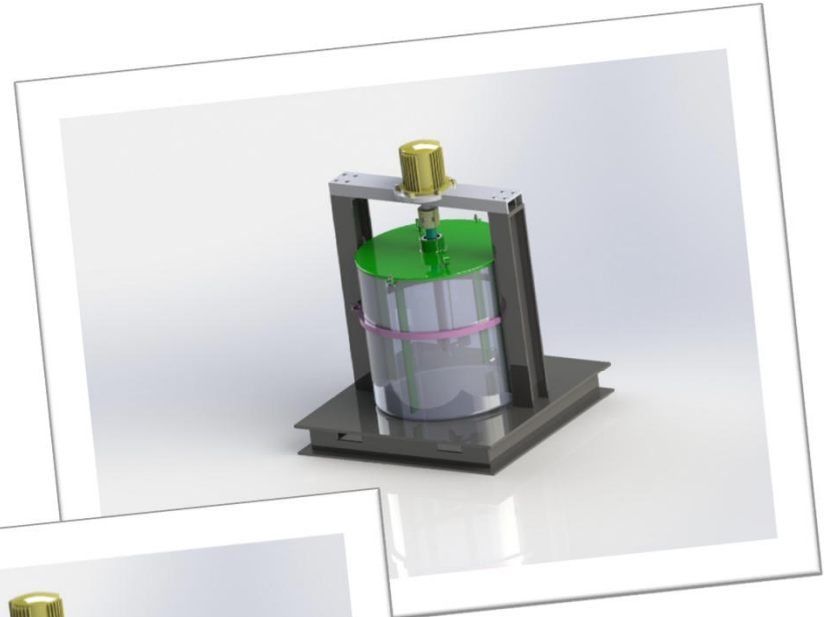
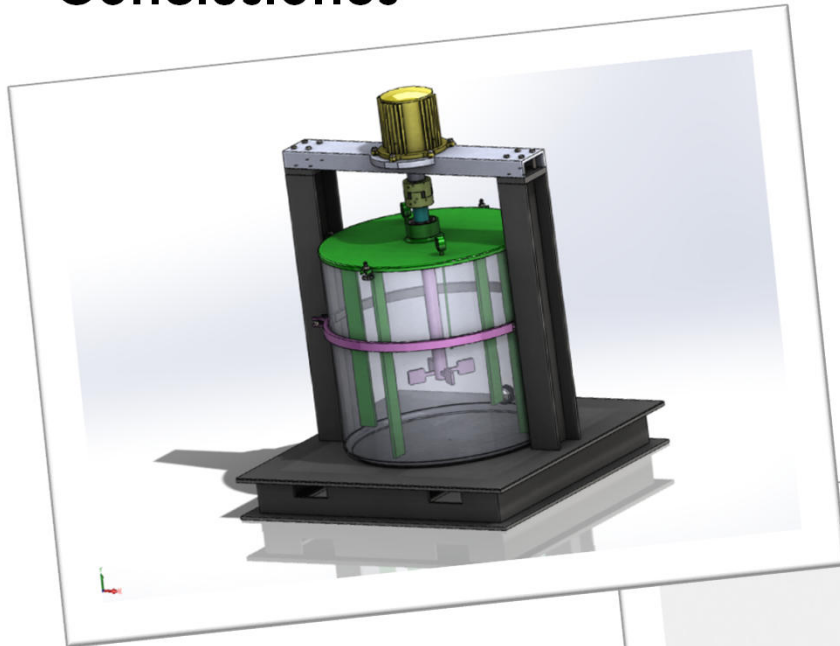


ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



# DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO

## Conclusiones



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ



**DISEÑO DE UN BIOREACTOR PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A  
PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS A ESCALA DE LABORATORIO**

**GRACIAS**



ALEJANDRO PATRON  
ALFONSO RODRIGUEZ

