



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA.



# **ESTUDIO TÉCNICO Y FINANCIERO DE LA PRODUCCIÓN DE FOSFATO DIAMÓNICO EN MÉXICO.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTAN:

Dávila Flores Elizabeth Amarilis

Ledesma Gómez Mario Alberto

Asesor: Echavarieta Albiter Cresenciano

Ciudad de México 2018



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.





# **PRODUCCIÓN DE FOSFATO DIAMÓNICO**





## DEDICATORIA

---

Dedicamos la tesis a todas las personas que no creen en nuestro país, porque si podemos salir adelante, a todos aquellos que luchan día a día por tener la oportunidad de triunfar , nunca se rindan si lo quieres lo puedes lograr, a todos los estudiantes que se quieren superar , si se puede todo en la vida, especialmente dedicamos esta tesis a nuestro querido México queremos que la economía del país crezca y siga adelante el mercado de los fertilizantes, a los agricultores y todas las personas que se dedican al cultivo.

## AGRADECIMIENTO

---

En este presente tengo que agradecer a todas las personas que formaron parte de mi desarrollo profesional, a todos aquellos que me transmitieron sus conocimientos e hicieron de mí una mejor persona, a todos los que me apoyaron cuando los necesite sin importar nada a cambio, son muchas personas a las que quisiera agradecer el gran cariño y apoyo que me brindaron para llegar a este lugar en donde nunca imagine que llegaría.

Agradezco a Dios porque tú me diste la oportunidad de vivir, de crecer y de llegar hasta aquí por todos los triunfos, las caídas, lo bueno que he pasado en toda mi vida.

A mis padres por darme la oportunidad y confianza de salir al mundo en busca de mis metas y mis objetivos de vida. Por darme apoyo incondicional en todo momento, por tanto tiempo sin verlos y seguir en contacto sin pasar un día sin motivarme. Darme los mejores consejos para salir adelante, no tengo las palabras para agradecer de tenerlos a mi lado y hacerme sentir orgullosa de que sean mis padres. Los amo.

A las personas que se fueron y formaron parte de mi vida ustedes que me dejaron un aprendizaje y me hicieron fuerte, gracias abuelas Gregoria y Lucia por darme a los mejores padres del mundo. A mis abuelos Francisco y Marino por tanto cariño.

A mi novio Mario Alberto por darme fortaleza durante los cuatro años y medio de la carrera, alentarme a seguir adelante ante cualquier circunstancia, una persona que admiro y siempre le agradeceré por la compañía y por tanto amor.

A mi hermana por el apoyo y todos los momentos que vivimos desde la niñez, por cuidar de mis padres cuando yo no podía verlos tan seguido, te quiero mucho.

A mi familia que siempre estuvo al pendiente de mí, de mis pasos y de mi vida universitaria especialmente a mis tía M. Félix por apoyarme durante mi carrera por preocuparte por mí y todo los buenos deseos ante mi vida profesional, gracias te quiero mucho.

A todos mis amigos que conocí y que me apoyaron a no sentirme sola durante mi estancia como estudiante en la ciudad, muchas gracias por todo el apoyo y todos los conocimientos transmitidos.

Muchas gracias a la familia Ledesma Gómez por todo el apoyo incondicional que me brindaron sin conocerme y especialmente a la Sra. Maribel por tratarme de la mejor manera y apoyarme, gracias no tengo como agradecerle tanto.

Gracias a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza por el alto rendimiento académico , a todos los profesores que forman parte de la institución, especialmente a la profesora Dominga, Eloísa, Marina, los profesores Gallegos, Cuauhtémoc por transmitirme los mejores conocimientos y especialmente la profesora Ana Lilia por permitirme realizar el servicio social tolerando mis horarios de trabajo y tantos consejos.

Con mucho cariño le agradezco a mi asesor Cresenciano, por todo el apoyo la confianza que me transmite, todos los conocimientos que me brindó, las pláticas que jamás olvidare, la manera tan peculiar de ser para darnos motivación en la vida profesional muchas gracias por tanto.

Gracias a la empresa CEMEX por permitirme crecer profesionalmente, especialmente a la investigadora Lizeth Espinosa por creer en mí, darme la oportunidad de formar parte

de I+D, por impulsarme a mostrar mi carácter a sentirme segura de mí, y por todo el aprendizaje que me transmite día a día. Gracias a todos los que forman parte del CTCC por todos sus consejos y el apoyo que me brindaron durante mi estancia en la empresa, de igual manera a Karla Serrano por escucharme, por darme la oportunidad de hacerle saber mis conocimientos adquiridos no tengo como agradecer tanto aprendizaje y apoyo.

Muchas son las personas que formaron parte durante mi desarrollo profesional a todos ustedes gracias por todo.

**Con mucho cariño Elizabeth Amarilis Dávila Flores.**

Agradezco mucho a todas las personas que han estado conmigo y me han brindado su apoyo en los momentos más complejos en especial a:

Mi madre Maribel Aida Gómez Gómez, que nos sacó adelante a mis hermanos y a mí a pesar de todas las dificultades que vivimos, gracias por todas las mañanas a salir a trabajar para darnos lo necesario para seguir con nuestros estudios, gracias por enseñarme a nunca rendirme sin importar lo duro que sea el camino, por enseñarme que si uno tiene un sueño debe de luchar hasta conseguirlo y nunca buscar excusas.

A mi padre Genaro Ledesma Fonseca, que se nos adelantó en el camino dejándonos muy pequeños, pero a pesar de eso siempre seguiré sus consejos y espero que donde quiera que se encuentre este orgulloso de mi.

A mis hermanos Carlos Daniel y Jesica Cristina, por todo el apoyo que me han brindado y por siempre estar unidos ante cualquier dificultad.

A mi novia Elizabeth Amarilis Dávila Flores, a ti en especial te debo todo lo que soy ahora las palabras que escribiré aquí no alcanzarían para darte las gracias por lo que significas en mi vida. Te agradezco por no dejarme caer cuando ya no tenía fuerzas, para seguir en este camino, gracias por cada regaño, sé que lo hacías para que fuera el mejor, por cada palabra de apoyo que me dabas cuando más lo requería, por estar conmigo en los peores momentos, por apoyarme en cada proyecto, gracias porque



nunca me dejaste caminar solo, por compartir los triunfos y las derrotas, gracias en verdad por siempre preocuparte por mi amor, espero que te encuentres orgullosa de mi, así como, yo lo estoy de ti, sin duda eres lo mejor que pudo pasar gracias por todo el amor.

A dos grandes amigos Ernesto Bribiesca y Alejandro Castillo, no tengo palabras para agradecer la amistad que me brindaron en tan poco tiempo, gracias por todos los consejos que me dieron, gracias por motivarme a seguir adelante, por sus palabras de motivación cuando más lo necesitaba, sin darse cuenta influyeron mucho en mi vida ayudándome a formar mi carácter y crecer día con día, les estaré eternamente agradecido por confiar en mí y darme la oportunidad de trabajar al lado de dos grandes personas que nunca dejaron de enseñarme, gracias porque de esa manera pude seguir con mis estudios y por hacer de mí una mejor persona.

A Martha Beatriz Flores y Juan Enrique Dávila Gracias por todo su apoyo son como unos padres para mí gracias por abrirme las puertas de su casa, dejarme ser parte de su familia y por tratarme con a un hijo, tienen toda mi admiración, espero hoy se sientan orgullosos de mí.

A mi asesor de tesis Cresenciano Echavarrieta, por todo el apoyo y la motivación que nos brindó durante el desarrollo del proyecto, por toda la confianza que me brindo y sus enseñanzas que me dejo al tomar clases con usted.

A la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza por la oportunidad que me brindó de crecer y terminar mi carrera profesional, a todo su personal que permite que todo esto sea posible.

Gracias a todas la personas que dejaron una enseñanza en mí, a todos los profesores que me hicieron crecer y que me dieron la mejor educación universitaria.

**Con mucho cariño Mario Alberto Ledesma Gómez.**

<b>ÍNDICE</b>	<b>PÁGINA</b>
DEDICATORIA.....	5
AGRADECIMIENTO.....	5
INTRODUCCIÓN .....	1
JUSTIFICACIÓN .....	2
OBJETIVOS .....	3
<b>CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
1.1 FERTILIZANTES.....	5
1.1.2 ANTECEDENTES HISTORICOS.....	7
1.1.3 TIPOS DE FERTILIZANTES.....	8
1.1.3.1 FERTILIZANTES INORGÁNICOS.....	8
1.1.3.2 FERTILIZANTES ORGÁNICOS.....	9
1.2 INDUSTRIA DE LOS FERTILIZANTES EN MÉXICO .....	9
1.3 SUELOS.....	12
1.3.1 ¿QUÉ ES EL SUELO? .....	12
1.3.2 TIPOS DE SUELO.....	14
1.3.3 RECOMENDACIONES DE FERTILIZANTES PARA CULTIVOS.....	21
1.4 PROBLEMÁTICA MUNDIAL.....	22
<b>CAPITULO 2. ESTUDIO DE MERCADO .....</b>	<b>24</b>
2.1 MERCADO DEL FOSFATO DIAMÓNICO .....	25
2.2 DEMANDA .....	26
2.2.1 ANÁLISIS DE LA DEMANDA .....	26
2.2.2 DEMANDA POTENCIAL .....	26
2.2.3 DEMANDA DE FERTILIZANTES FOSFATADOS.....	27
2.3 OFERTA.....	29
2.3.1 ANÁLISIS DE LA OFERTA.....	30

2.3.2 OFERTA DE FOSFATO DIAMÓNICO .....	32
2.3.3 SUSTITUTOS DE DAP .....	35
2.3.4 IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN DE FERTILIZANTES FOSFATADOS .....	37
2.4 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.....	37
2.4.1 ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO TERMINADO .....	38
2.4.2 ESTRATEGIA DE MERCADO .....	39
2.4.3 MEZCLA DE MARKETING .....	40
2.5 ESTRATEGIA DE LANZAMIENTO Y PRESENTACIÓN.....	46
2.5.1 CANALES DE DISTRIBUCIÓN.....	46
2.5.2 LOGÍSTICA Y DISTRIBUCIÓN.....	47
<b>CAPITULO 3. ESTUDIO TÉCNICO .....</b>	<b>48</b>
3.1 MACROLOCALIZACIÓN .....	50
3.1.1 ANÁLISIS DE MACROLOCALIZACIÓN .....	51
3.1.2 FACTORES PONDERADOS PARA MACROLOCALIZACIÓN .....	56
3.2 MICROLOCALIZACIÓN DE LA PLANTA.....	57
3.3 INFORMACIÓN SOBRE EL PRODUCTO .....	58
3.4 ANÁLISIS DEL PROCESO.....	61
3.5 PROCESO SELECCIONADO: PRODUCCIÓN DE FOSFATO DIAMÓNICO EN UN REACTOR TUBULAR DE ALTA PRESIÓN CON GRANULADOR.....	64
3.5.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO .....	65
3.5.2 DESCRIPCIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS.....	67
<b>CAPITULO 4. ESTUDIOS DE INGENIERÍA.....</b>	<b>68</b>
4.1 INGENIERÍA CONCEPTUAL.....	69
4.2 INGENIERÍA BASICA DEL PROCESO.....	71
4.2.1 BASES DE DISEÑO .....	71
4.2.2 DESCRIPCION DE LA PLANTA.....	74
4.2.3 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO.....	75

4.2.4 LISTA DE EQUIPOS EN LA PLANTA DE DAP .....	78
4.3 BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA (CORRIENTES PRINCIPALES) .....	79
4.4 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO.....	80
4.5 DIAGRAMA DE PLANO DE LOCALIZACION GENERAL.....	81
<b>CAPITULO 5. ESTUDIO FINANCIERO .....</b>	<b>82</b>
5.1 PREMISAS DE CÁLCULO .....	83
5.2 ANÁLISIS DE COSTOS .....	84
5.2.1 COSTOS DE PRODUCCIÓN .....	84
5.2.2 COSTOS DE ADMINISTRACIÓN.....	87
5.2.3 COSTOS DE SERVICIOS AUXILIARES .....	87
5.2.4 COSTOS DE VENTA.....	87
5.2.5 COSTOS DE MANO DE OBRA.....	88
5.3 INVERSIÓN TOTAL INICIAL.....	89
5.3.1 ACTIVOS FIJOS.....	90
5.3.2 ACTIVOS DIFERIDOS .....	92
5.3.3 CAPITAL DE TRABAJO .....	92
5.4 ESTIMACIÓN DE INGRESO .....	94
5.5 ESTIMACION DE EGRESOS.....	96
5.5.1 COSTOS FIJOS .....	96
5.5.2 COSTOS VARIABLES.....	97
5.5.3 GASTOS DE OPERACIÓN .....	98
5.6 ESTADOS FINANCIEROS PROFORMA.....	99
5.6.1 RESULTADOS PROFORMA.....	99
5.6.2 FLUJO DE EFECTIVO .....	102
5.6.3 ÍNDICES.....	105
5.7 VALOR PRESENTE NETO (VPN).....	106

5.7.2 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) .....	108
5.8 ANÁLISIS DE RIESGO.....	109
5.8.1 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD .....	109
CONCLUSIÓN .....	113
ANEXO A. BALANCE DE MATERIA .....	115
ANEXO B.CRITERIOS DE DISEÑO Y MEMORIA DE CÁLCULO .....	123
ANEXO C. HOJAS DE DATOS DE EQUIPOS .....	142
ANEXO D. CÁTALOGO DE EQUIPOS DE UTILIZADOS EN EL PROCESO .....	147
BIBLIOGRAFIA .....	150

## INTRODUCCIÓN

---

La aplicación al suelo de sustancias orgánicas para proporcionar los nutrientes necesarios a las plantas se remota desde los inicios de la agricultura. En los años 50 se creía que las plantas absorbían nutrientes orgánicos, hasta que algunos investigadores comprobaron que estas se alimentaban de agua y algunas sustancias inorgánicas (principalmente Nitrógeno, Fosforo y Potasio). Desde entonces se comenzó desarrollar productos químicos llamados “fertilizantes”. La demanda y el requerimiento de estos insumos marginaron la utilidad de los recursos orgánicos, integrando estas sustancias químicas (fertilizantes) solubles y asimilables para las raíces de las plantas, siendo fáciles de aplicar, además de tener efectos visibles y rápidos.

Los fertilizantes tienen gran importancia en la producción agrícola e impactan significativamente en las inversiones que hacen los agricultores para aumentar la producción del sector agroalimentario en general.

En México, la aplicación de fertilizantes en los cultivos se encuentra lejos de ser una práctica generalizada. La geografía nacional divide a la actividad agrícola en dos polos opuestos: la comercial, ubicada en el norte del país, generadora de recursos económicos y precursora de las exportaciones agroalimentarias, y la de autoconsumo, que permite la subsistencia de los pequeños productores, localizados en su mayoría en el sur del territorio mexicano.<sup>1</sup>

Las primeras plantas que producen fertilizantes sintéticos datan desde los años 50 a mitad del siglo XX. En esos años México adoptó el modelo de sustitución de importaciones y se abocó a promover la industrialización como motor del desarrollo del país.<sup>1</sup> La producción de fertilizantes sólidos en México creció de 1, 032,000 toneladas en 1968 a 3, 615,000 toneladas en 1982, aumentando casi un 200% en toneladas...<sup>2</sup>

El incremento en la producción, no ha sido suficiente para satisfacer la demanda en el mercado nacional, por lo que ha sido necesario importar grandes volúmenes de estos productos químicos.

En la segunda mitad de la década de los ochenta y principios de los noventa, la industria estatal de fertilizantes pasa a manos de la iniciativa privada. Las nuevas condiciones del mercado mundial y la falta de una idea clara para el desarrollo de esta industria traen como consecuencia una disminución paulatina de la producción de fertilizantes y una importación mayor de los mismos.<sup>3</sup>

En este proyecto se abordará la información necesaria para adentrarse al tema de los fertilizantes, sus diferentes tipos, propiedades químicas, físicas y toxicológicas. Además de enfocarse en el fosfato diamónico, el cual es uno de los más utilizados en el mundo.<sup>1</sup>

Como parte del proyecto se hace un estudio del mercado de los fertilizantes, tomando en cuenta la producción, exportación, importación, y los principales países que producen fosfato diamónico (DAP).

Se analizarán algunos procesos para la producción del DAP seleccionando el más conveniente para producir este producto e introducirlo al mercado mexicano. Proponiendo un plan de negocios donde se enfocarán diferentes aspectos como la necesidad que se tiene del producto y que beneficios tendría el poner en marcha este proyecto en la industria química de México.

## JUSTIFICACIÓN

---

De acuerdo a la investigación y análisis técnico, se encontró que la producción de fertilizantes como el fosfato diamónico y monoamónico es nula en nuestro país, es un problema que se da desde la desaparición de fertilizantes mexicanos (FERTIMEX) en el año 1992.

Es importante reactivar la producción de este fertilizante ya que tiene un alto contenido de nutrientes, el DAP es de gran ayuda en la reducción de los costos de manipuleo, transporte y aplicación; se produce en muchos lugares del mundo y es un producto fertilizante ampliamente comercializado.<sup>2</sup>

Por otra parte en México se cuenta con la materia prima necesaria para la producción de este producto, por lo que sería ventajoso aprovecharlo.

Por esta razón en la presente tesis se propone implementar una industria química, capaz de producir DAP obteniendo como resultado el resurgimiento de la industria de los fertilizantes fosfatados en México.

## OBJETIVOS

---

### OBJETIVO GENERAL

---

Realizar un estudio para la implementación y puesta en marcha de una planta de producción de fosfato diamónico (DAP), desarrollando ingeniería básica y conceptual, estudio de mercado, marketing y análisis financiero.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

---

1. Investigar y analizar distintos procesos de producción del fertilizante fosfato diamónico, seleccionando el que ofrezca mayores ventajas para desarrollar el proyecto.
2. Realizar un estudio de mercado y financiero para la implementación de una planta de producción de fosfato diamónico, determinando los índices y/o parámetros (Valor presente neto, tasa interna de retorno y tiempo de recuperación de capital), con el fin de ofrecer una visión general para los inversionistas.
3. Desarrollar la ingeniería básica y conceptual para el proceso de producción del fosfato diamónico, aplicando los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de ingeniería química.



## CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO

---

### ESTUDIO TÉCNICO Y FINANCIERO DE LA PRODUCCIÓN DE FOSFATO DIAMÓNICO EN MÉXICO.

EN ESTE CAPÍTULO SE ABORDARÁ QUE ES UN FERTILIZANTE PARA  
DAR A CONOCER LA IMPORTANCIA DEL FOSFATO DIAMÓNICO.



**DÁVILA FLORES ELIZABETH AMARILIS**

**LEDESMA GÓMEZ MARIO ALBERTO**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FES-ZARAGOZA.**

CIUDAD DE MÉXICO 2018

## 1.1 FERTILIZANTES

Los fertilizantes son sustancias que contienen elementos o compuestos químicos nutritivos para los vegetales, en forma tal que pueden ser absorbidos por las plantas. Se utilizan para aumentar la producción, reponer y evitar deficiencias de nutrientes.<sup>1</sup>

La cantidad generalmente aceptada de elementos esenciales que se requieren es de 17, como se muestra en la figura 1.1. Para que un elemento sea considerado esencial, se deben cumplir las siguientes 3 reglas:

- Regla 1. Un elemento es esencial si la deficiencia del elemento impide que la planta complete su ciclo vital.
- Regla 2. Para que un elemento sea esencial, este no se puede reemplazar por otro elemento con propiedades similares.
- Regla 3. El elemento debe participar directamente en el metabolismo de la planta.

Las tres reglas anteriores pueden resumirse diciendo que: Un elemento es esencial si la planta lo requiere para su desarrollo normal y poder completar así su ciclo vital.<sup>2</sup>

Tres de los 17 elementos esenciales son carbono, hidrogeno y oxígeno que son absorbidos principalmente del aire y el agua. Las raíces de las plantas absorben los otros 14, normalmente del suelo.<sup>4</sup> Los fertilizantes más comunes que se utilizan en la agricultura suelen proporcionar tres elementos nutritivos a las plantas:

- Nitrógeno(N)
- Fosforo (P), expresado en forma de ( $P_2O_5$ )
- Potasio (K), expresado en forma de ( $K_2O$ )

Estos nutrientes cumplen con los siguientes objetivos:

Proporcionar nutrientes al suelo para producir cosechas remunerativas, mejoran la fertilidad del suelo aumentando la cantidad de nutrientes en el ciclo comprendido entre el desarrollo y término del ciclo vegetativo.<sup>3</sup>

Figura 1.1 Tabla periódica de los elementos indicando los nutrimentos esenciales para las plantas.<sup>3</sup>

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL FOSFATO DIAMÓNICO:

Formula:  $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$

Peso molecular: 141.9 g/mol

Composición: Nitrógeno Total (N) 18.0, fósforo asimilable ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) 46.0 %

Números de identificación: Número CAS: 1314-56-3, Número ONU: 1807.

El fosfato diamónico (DAP) es el fertilizante fosfatado más utilizado en el mundo. Está hecho de dos componentes comunes de la industria de los fertilizantes y es popular debido a su contenido de nutrientes relativamente alto y sus excelentes propiedades físicas.<sup>4</sup>

El DAP es una excelente fuente de fósforo (P) y nitrógeno (N) para la nutrición de las plantas. Es altamente soluble y por lo tanto se disuelve rápidamente en el suelo para liberar fosfato y amonio disponible para las plantas. Una característica notable del DAP es el pH alcalino que se desarrolla alrededor de los gránulos en disolución.

El DAP tiene excelentes propiedades de manejo y almacenamiento. El grado estándar del DAP es 18-46-0 y productos fertilizantes con menor contenido de nutrientes no pueden ser etiquetados como DAP.<sup>5</sup>

### 1.1.2 ANTECEDENTES HISTORICOS

Los primeros agricultores se dieron cuenta que algunas sustancias aumentaban los rendimientos de productividad en los campos donde se practicaba esta actividad. La mayoría de las acciones que se realizaban para el cuidado del suelo fueron descubiertas por ensayo error y los resultados fueron impredecibles en el cultivo de plantas que produjeran alimentos. La agricultura y el uso de fertilizantes parecen haber comenzado a través de desarrollos independientes en Mesopotamia (ahora Irak), en las cuencas de los ríos Tigris y Éufrates, en el valle del Nilo, en el oriente y posiblemente en otras partes del mundo.<sup>6</sup> En la época greco-romana el arte de la agricultura y el uso de fertilizantes estaban siendo documentados por Platón (438-348 a. C), Aristóteles (384-322 a. C) y otros estudiosos de la época. Estas observaciones griegas y (más tarde) romanas dominaron las prácticas agrícolas hasta el siglo XVIII.<sup>6</sup>

La producción de fosfato diamónico pasó de 10.6 millones de toneladas a 15.5 millones de toneladas, del 31% al 48% de la producción mundial de fertilizantes en los últimos 50 años.<sup>6</sup> La producción del resto de fertilizantes (nitrogenados y potásicos) disminuyó y la utilización de fosfato en los compuestos aumentó esta tendencia, que es la fuerza impulsora detrás del aumento de la producción de fosfatos de amonio en general y de DAP en particular, ya que es el producto preferido para el uso en mezcla y también como abono de lecho de siembra en muchos países en desarrollo como; Arabia, Egipto y Australia.

Debido a que el DAP es ahora el producto dominante en el comercio mundial de fertilizantes con un 38% de todos los productos comercializados, los avances técnicos en el campo del ácido fosfórico y la fabricación de fosfato de amonio han dado lugar a plantas de gran capacidad mundial, que producen una gama de productos a precios muy competitivos.<sup>6</sup>

El primer fertilizante fosfatado fueron los huesos molidos y se utilizó ampliamente en Europa durante la primera parte del siglo XIX. Se utilizaba ácido sulfúrico diluido con el fin de generar una suspensión, que se distribuía en barriles de madera donde se

añadían sales de potasio, sulfato de amonio y nitrato de sodio, dando lugar a la producción de los primeros fertilizantes químicos.

Muchas de las primeras fábricas eran primitivas, la roca molida y el ácido sulfúrico se mezclaban en teteras por medio de paletas, sin embargo en 1862 Lawes estaba utilizando un mezclador continuo con una capacidad de 100 toneladas por día (TPD). Algunas plantas modernas producen 1,000 toneladas o más por día.<sup>7</sup>

Las primeras fuentes de roca fosfórica eran pequeños depósitos en Inglaterra, Irlanda, España, Francia, Alemania y los Estados Unidos (Carolina del sur). Los suministros actuales proceden principalmente de otras zonas de los Estados Unidos, Rusia, Marruecos y con productos más pequeños procedentes de Egipto, Túnez, Argelia, Sudáfrica, Brasil, Togo, Senegal e Islas del Pacífico. Se han encontrado nuevos depósitos, que parecen ser muy grandes y capaces de producir un buen grado de roca. Por nombrar algunos depósitos tenemos Australia, Perú, Arabia, Venezuela, Colombia, Irán e India.<sup>7</sup>

### 1.1.3 TIPOS DE FERTILIZANTES

---

Podemos diferenciar dos tipos de fertilizantes: inorgánicos y orgánicos.

#### 1.1.3.1 FERTILIZANTES INORGÁNICOS

---

Son nutrientes elaborados por el hombre que por lo general tienen un origen mineral, animal, vegetal o sintético. Los fertilizantes inorgánicos se clasifican en función del tipo y forma de nutrientes que contienen:

- Nitrogenados: El nitrógeno atmosférico es la fuente primaria de todo el nitrógeno que utilizan las plantas. La fijación química del nitrógeno atmosférico para formar amoniaco es la fuente principal de la mayoría de los fertilizantes nitrogenados.<sup>3</sup> Dentro de los fertilizantes nitrogenados se encuentran: Amoniaco anhídrido (82-0-0), agua amoniacal (20-0-0), nitrato de amonio (34-0-0), sulfato de amonio y urea (46-0-0).

- Fosfatados: Los depósitos de fosfato mineral son la fuente básica de todos los materiales fosfatados. El mineral fosfatado que predomina en la mayoría de los depósitos es la francolita.
- Potásicos: El potasio existe en todo el planeta tanto en forma soluble como insoluble. Existen principalmente en forma de cloruros y sulfatos. El sulfato y el nitrato de potasio se utilizan normalmente en las situaciones en que el ion cloruro daña las plantas o puede aumentar el cloruro en el suelo.
- Compuestos: Los fertilizantes compuestos o mezclados contienen dos o tres nutrientes principales: nitrógeno, fósforo y potasio; la mayoría de ellos son elaborados por la mezcla de los fertilizantes simples. Algunos compuestos se obtienen por procesos químicos más complejos en los cuales la roca fosfórica es primeramente tratada por un ácido, en seguida se adiciona amoníaco y finalmente las sales de potasio. Tales procesos producen complejos fertilizantes que a menudo son más baratos por unidad de elemento nutritivo que los compuestos ordinariamente manufacturados al mezclar simplemente sulfato de amonio, superfosfato y muriato de potasa.<sup>3</sup>

### **1.1.3.2 FERTILIZANTES ORGÁNICOS**

---

Algunos desperdicios de rastros y de industrias agrícolas, que contienen nitrógeno y fósforo, en ocasiones son vendidos como fertilizantes. El potasio en estas sustancias no está en concentración orgánica y por ello hay que agregarlo como sal inorgánica. El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.<sup>3</sup>

## **1.2 INDUSTRIA DE LOS FERTILIZANTES EN MÉXICO**

---

La industria de los fertilizantes en México, nació con la constitución de la empresa llamada Guanos y Fertilizantes de México S.A., en 1943. Posteriormente la industria privada incursiona en este ramo al formar tres empresas de fertilizantes entre los años de 1956 a 1963. La más importante de estas tres empresas, fertilizantes del Istmo,

S.A., se formó con la participación de un grupo de miembros del sector privado mexicano, un grupo de inversionistas cubanos y el gobierno mexicano a través de PEMEX. Entre 1965 y 1967 estas empresas pasaron a ser propiedad de Guanos y Fertilizantes de México S.A. y a partir de entonces la producción, importación y exportación de los fertilizantes estuvo a cargo del Gobierno Federal.<sup>7</sup>

En los años setenta, Petróleos Mexicanos desarrolló la producción de amoníaco en plantas con capacidad de exportación que se ubicaron principalmente lejos de los centros de consumo notablemente en Cosoleacaque, Veracruz, el primer centro productor en América Latina, pero cerca de la disponibilidad del gas obtenido de los desarrollos de los campos petroleros del sureste.

En 1977 Guanos y Fertilizantes de México cambia su nombre a Fertilizantes Mexicanos S.A (FERTIMEX) integrada por once unidades industriales (Bajío, Camargo, Coatzacoalcos, Guadalajara (1947-1968), Lázaro Cárdenas (1981), Minatitlán, Monclova (1959), Pajaritos fosfatados, pajaritos nitrogenados, Querétaro y Torreón (1969) dedicadas a la producción de fertilizantes para el agro mexicano.

La producción récord de amoníaco en el país fue de 2,702 miles de toneladas anuales en 1991, 22% por encima de la capacidad nominal (2,220 miles de toneladas anuales) correspondiente a 7 plantas (1 en Camargo, 5 en Cosoleacaque y 1 en Salamanca), además de 184.5 miles de toneladas de capacidad nominal en 7 terminales de almacenamiento (2 en Tamaulipas, 2 en Sinaloa, 1 en Sonora, 1 en Veracruz y 1 en Oaxaca).<sup>8</sup>

Durante 1987 Fertilizantes Mexicanos S.A. mantuvo el nivel de producción más alta en su historia, al obtener un volumen de 5.3 millones de toneladas.<sup>8</sup>

A partir de la privatización de FERTIMEX S.A. en el año 1992, la producción nacional de fertilizantes se concentró en productos nitrogenados que incluían principalmente la urea, sulfato de amonio y nitrato de amonio; productos fosfatados que incluyen el superfosfato de calcio simple, superfosfato de calcio triple y fosfato diamónico.

La capacidad instalada de urea pasó de 1,753 miles de toneladas al año a sólo 300 mil toneladas después de la privatización.<sup>9</sup>

En 1995 el fertilizante nitrogenado de mayor producción fue la urea representando el 35% del total de la producción. Con el cierre parcial de las plantas productoras de fertilizantes de urea y nitrato de amonio en el año de 1997, la producción de estos productos en el 2000 disminuyó un 46% con respecto a 1995. Con ello se desarrolló un mercado de fertilizantes interno de bajo contenido de nitrógeno, que era lo que se pretendía evitar antes de la privatización.

A partir de la privatización de la industria de los fertilizantes, las ventas en el mercado nacional disminuyeron considerablemente en un 16% de 1990 a 1995.<sup>10</sup> Por otro lado, las importaciones de urea así como las de sulfato de amonio se incrementaron considerablemente, principalmente la urea, representando el 90% del consumo nacional contra el 36% que representa el nitrato de amonio.

La fabricación de fertilizantes en México disminuyó significativamente a partir de 1997, cuando comenzó el cierre de plantas productoras y se redujeron las operaciones de la industria mexicana de estos insumos agrícolas en un 64.3 %.<sup>10</sup> Así se llegó a niveles mínimos en la producción de fertilizantes, con un promedio de 739,495 toneladas entre 2002 y 2006.<sup>10</sup> Sin embargo a partir de 2007 se reporta una tendencia creciente en la fabricación de fertilizantes, alcanzando 2.0 millones de toneladas en 2010.

Del volumen producido durante el 2010, el 45.6 %, correspondió a fertilizantes nitrogenados (sulfato de amonio y otros), el 44.6 % a fosfatados (fosfato diamónico y otros) y el 9.8 % a otros fertilizantes (ácido fosfórico, sulfúrico y nítrico).<sup>9</sup>

El 30 de mayo del 2013 el titular de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Enrique Martínez y Martínez, anuncio que PEMEX volvería a surtir fosfatos desde su planta de Pajaritos en Veracruz, para reactivar la producción de fertilizantes. En ese momento la industria de los fertilizantes generaba al año 1,700 millones de dólares y el 87% de la demanda se cubría con compras del exterior.<sup>10</sup>



La idea de impulsar decididamente la elaboración de fertilizantes en México fue el resultado de los cambios que estaba imprimiendo en PEMEX su director, Emilio Lozoya Austin, quien estaba dispuesto a convertir a la paraestatal en motor de la economía, reduciendo las importaciones y al mismo tiempo ampliando la disponibilidad de petrolíferos.

Con esto se preveía que a partir del 2015, México produciría 80% de sus requerimientos de amoníaco y urea, fertilizantes indispensables para el campo, lo que disminuiría drásticamente las importaciones, aseguró el secretario de la SAGARPA, quien explicó que habría inversión alemana y mexicana para echar a andar la planta de fertilizantes en Coatzacoalcos, Veracruz, misma que operaría PEMEX.<sup>11</sup>

Datos de la secretaría de economía refirieron que México tendría una producción de fertilizantes de alrededor de 400 mil toneladas de amoníaco, que constituirían el insumo para producir alrededor de 1 millón de toneladas de urea, lo que podría representar un ahorro en divisas de 400 millones de dólares anuales.<sup>7</sup>

---

### 1.3 SUELOS

---

La mejor respuesta sobre el uso de fertilizantes es obtenida si el suelo tiene un alto nivel de fertilidad. Los factores fundamentales que determinan la fertilidad del suelo son la materia orgánica, textura, estructura, profundidad, el contenidos de nutrientes, capacidad de almacenamiento (adsorción), reacción del suelo y la ausencia de elementos tóxicos.

---

#### 1.3.1 ¿QUÉ ES EL SUELO?

---

El suelo es la capa superficial de la tierra, que ha sido transformada por la descomposición a través de la acción meteorológica, la acción de la vegetación y del ser humano. El material original que conforma un suelo es la roca subyacente (depósitos de los ríos) y de los mares (suelos aluvionales), el viento (suelos eólicos) y suelos de cenizas volcánicas.

El suelo da soporte a las plantas en forma de una capa permeable generando un depósito para los nutrientes y el agua, que serán adsorbidos por las raíces. Dependiendo de su composición, los suelos difieren en su capacidad para proveer los diferentes nutrientes.

La mejor respuesta al uso de fertilizantes se obtiene si el suelo tiene un nivel elevado de fertilidad. Los principales factores determinantes de la fertilidad del suelo son: la materia orgánica (incluyendo la biomasa microbiana), la textura, la estructura, la profundidad, el contenido de los nutrientes, la capacidad de almacenamiento (capacidad de adsorción), la reacción del suelo y la ausencia de elementos tóxicos (por ejemplo: aluminio libre). Para saber si un suelo es rico o no en nutrientes se hacen análisis de la tierra en un laboratorio especializado.<sup>12</sup>

La estructura del suelo se refiere a la agregación de las partículas del suelo más finas en fragmentos o unidades más grandes. Una mezcla de suelo bien estructurado contiene en volumen aproximadamente 50 por ciento de material sólido y 25 por ciento de aire y agua respectivamente.

Porque es importante conocer los tipos de suelos

1. Los suelos gruesos (o arenosos) no retienen bien el agua y los nutrientes. Se deben tener cuidados especiales cuando se aplican los fertilizantes para evitar la lixiviación de nutrientes (nitrógeno y potasio). Los suelos arcillosos, por otra parte, pueden acumular humedad y nutrientes, pero pueden tener drenaje y aireación inadecuados. Se puede mejorar la estructura de los suelos suministrándoles enmiendas cálcicas y materia orgánica.
2. En las zonas templadas, donde el clima es fresco y húmedo y la descomposición de los residuos de las plantas es baja, los suelos pueden llegar a ser muy ricos en materia orgánica (mayor al cinco por ciento).
3. En las regiones subtropicales caracterizadas por un clima cálido, árido, los suelos son normalmente pobres en contenido de materia orgánica (algunas veces menor al 0,1 por ciento), pero a menudo son de una estructura excelente debido a la abundancia de calcio.

4. Muchos suelos en los trópicos, en dónde la materia orgánica rápidamente desaparece del suelo bajo la influencia del clima y de la actividad microbiológica, deben su estructura estable a los óxidos de hierro y de aluminio.

### 1.3.2 TIPOS DE SUELO

Existen diferentes tipos de suelo y conocer sus características es importante para aprovecharlos de la mejor manera; por ejemplo, para ubicar los suelos útiles en la agricultura y, dependiendo de sus características, identificar cuál es la mejor manera de enriquecerlos con fertilizantes y qué cantidad de agua de riego necesitan para la producción de cultivos, por ejemplo es muy diferente regar un suelo arenoso que uno arcilloso que tiende a inundarse.<sup>13</sup>

El suelo está compuesto de partículas minerales de tamaños diferentes, procedentes de la alteración del material parental, y de materia orgánica (por ejemplo residuos de plantas y de animales), así como de cantidades variables de agua y de aire.

Las partículas sólidas son clasificadas por tamaño en: piedra y grava (de más de 2 mm de diámetro), arena (de 2,0 a 0,02 mm), limo (de 0,02 a 0,002 mm) y arcilla (menos de 0,002 mm). La textura del suelo se refiere a las proporciones relativas de arena, limo y arcilla contenidas en el suelo.<sup>13</sup>

En México existe una gran diversidad, representada por 25 grupos de suelo. Únicamente seis de ellos ocupan un conjunto de aproximadamente 81.7 % del territorio los cuales son los siguientes:

- Leptosoles, suelo somero y pedregoso que contiene roca continua o muy cerca de la superficie, se encuentran en todos los tipos de climas (secos, húmedos, templados) y son comunes en zonas montañosas y planicies calizas superficiales. En México cubren 54.3 millones de hectáreas y son particularmente comunes en las Sierras Madre oriental y del sur, las penínsulas de Yucatán y Baja California, y una vasta región del desierto Chihuahuense. En México son comunes en la Sierra Madre Occidental y la del Sur, en la península

particularmente tienen una capa superficial en materia orgánica, pero también pueden presentar problemas de manejo agrícola por la escasa retención del suelo y la alta cantidad de afloramientos rocosos.

- Regosoles

Son suelos muy jóvenes que se desarrollan sobre material no consolidado, de color claro y pobres en materia orgánica. Se encuentran en todos los climas, con excepción de zonas de permafrost, y en todas las elevaciones, son comunes en regiones áridas, semiáridas y zonas montañosas.

Tienen escasa vocación agrícola en zonas áridas, aunque su uso depende de su profundidad, pedregosidad y fertilidad, En México se encuentran en grandes extensiones en la Sierra Madre Occidental y del Sur y en la Península de Baja California.

- Feozems

Se forman sobre material no consolidado. Se encuentran en climas templados y húmedos con vegetación natural de pastos altos o bosques. Son de color oscuro y ricos en materia orgánica, por lo que son muy utilizados en la agricultura temporal, las sequías periódicas y la erosión eólica e hídrica son sus limitantes. Se utilizan para la producción de granos como soya, maíz, cebada y hortalizas. En México se distribuyen en secciones del Eje Neovolcánico, la Sierra Madre Occidental, Península de Yucatán, Guanajuato y Querétaro principalmente.

- Calcisoles

Suelos propios de zonas áridas y semiáridas, asociados a materiales parentales ricos en bases como depósitos aluviales, coluviales y eólicos. Se desarrollan matorrales xerófilos con arbustos y pastos efímeros. Tiene un alto potencial agrícola cuando se cuenta con infraestructura de riego, fertilización y drenaje que evite la salinización y encostramientos superficial originado por el arrastre de las sales y altos índices de evaporación. En México se encuentran en el

Desierto de Chihuahua, Aguascalientes, Baja California Norte y sur, Coahuila, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas.

- Luvisoles

Suelos que se encuentran sobre una gran variedad de materiales no consolidados, como las terrazas aluviales, depósitos glaciales, eólicos y coluviales. Son comunes en climas templados y fríos o cálidos húmedos con estacionalidad de lluvia y sequía. Son comunes en bosques de coníferas y selvas caducifolias del sur del país. Es uno de los suelos más fértiles, por lo que es de uso agrícola es muy elevado y cubre, por lo general la producción de granos pequeños forrajes y caña de azúcar. Se encuentran en la Sierra Madre Occidental, Guerrero, Oaxaca, Campeche y la Península de Yucatán.

- Vertisoles

Son suelos de climas semiáridos a subhúmedos y de tipo mediterráneo, con tiempos de sequía y lluvias. La vegetación natural que se desarrolla en ellos incluye sabana, pastizales y matorrales. Se pueden encontrar en lechos lacustres, en riberas de los ríos o en sitios con inundaciones periódicas. Tiene alto contenido de arcillas que se expanden por humedad y se contraen por la sequía lo que ocasiona grietas. Aunque son muy fértiles, son difíciles de trabajar debido a su dureza y a que son muy pegajosos en tiempos de lluvia. En México, sus colores comunes son negro o gris en las zonas centro y oriente del país, color rojo en el norte. Su uso agrícola particularmente es de riego. Ocupan gran parte en los distritos de riego en Sinaloa, Sonora, Guanajuato, Jalisco, Tamaulipas y Veracruz. Se utilizan para la producción de caña, cereales, hortalizas y algodón.<sup>14</sup>

En la figura 1.3.2 a se presenta los diferentes tipos de suelo y las regiones en las que se encuentran en el territorio mexicano. En la tabla 1.3.2 b se presentan sus características y el contenido de nutrientes.

Tabla 1.3.2 a tipos de suelo<sup>15</sup>

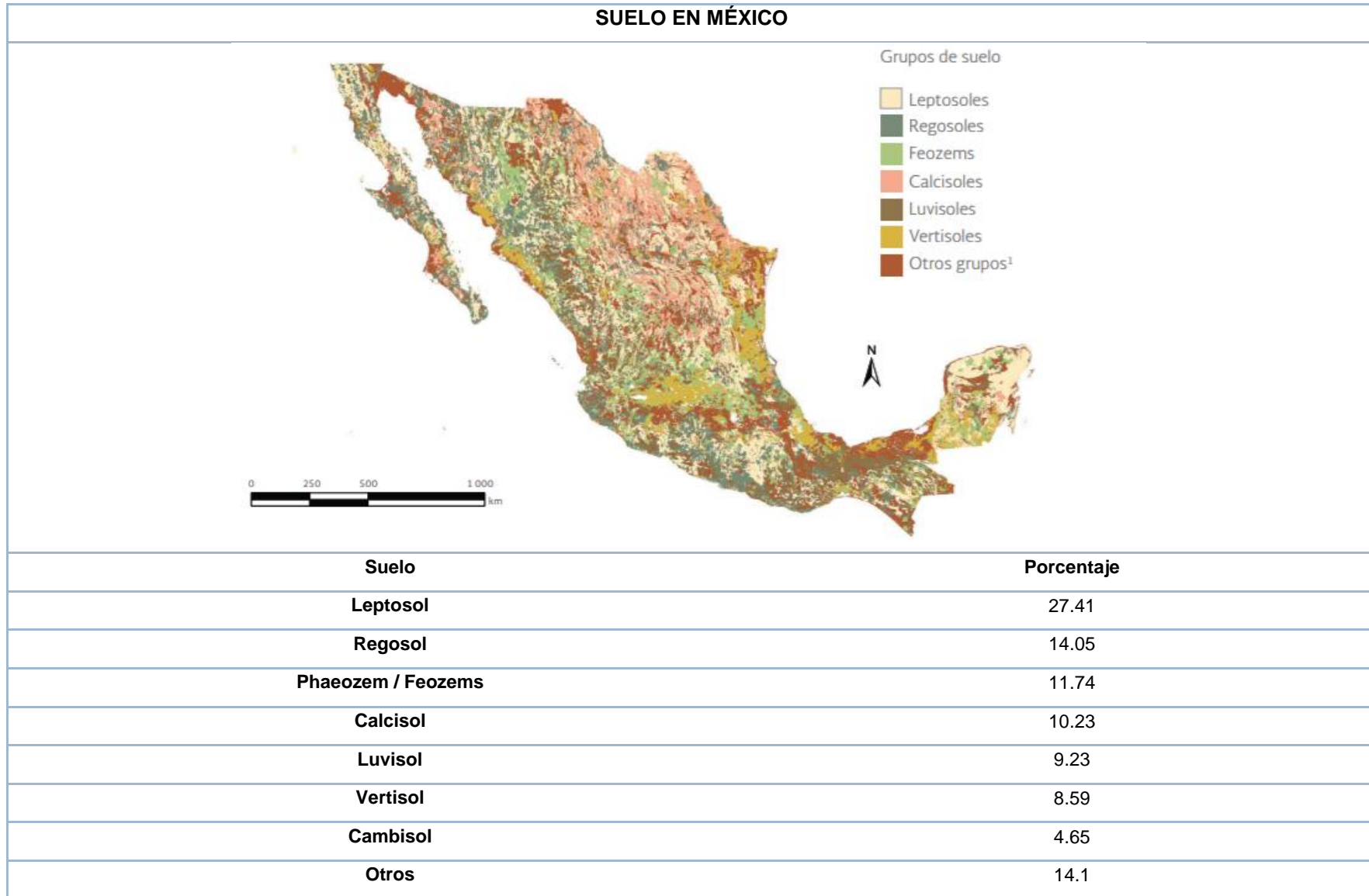




Tabla 1.3.2b tipos de suelo y sus características<sup>15</sup>

TIPO DE SUELO	IMAGEN	CARACTERÍSTICAS	CONTENIDO DE NUTRIENTES
LEPTOSOL		<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiene poco espesor Escasa retención de agua de nutrientes, acrecentada por la textura gruesa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gleico. pH ácido, alcalino en la base del suelo en el caso de Ciénegas, la presencia de carbonato impide la aparición de material sulfídico.</li> <li>Réndnicos, gran pedregosidad, estructura migajosa, con un buen desarrollo para el crecimiento vegetal, pH básico y cercano a 8, capacidad de intercambio catiónico alto debido al tipo de arcilla, y elevado contenido de materia orgánica y saturación completa. Tiene altos contenidos de carbonato, que hace de él la causa de la limitación de espesor. Contiene abundante caliza activa, provocando falta de absorción de nutrientes, produciendo carencias de hierro y magnesio y sobre todo de fósforo, por precipitación del fosfato <math>Kad</math> por la presencia del calcio como catión de enlace de los complejos arcillo húmicos que son predominantes. Tiene buena permeabilidad, excelente aireación y escasa retención de agua, pH neutro o ligeramente ácido o alcalino, no presenta caliza activa. Contienen nitrógeno y fósforo, el contenido en potasio es bajo y su absorción es limitada por un exceso de calcio y magnesio.</li> <li>Úmbrico, Sus características son parecidas a los mólicos, pH ligeramente ácido contienen nitrógeno y fósforo, son suelos ricos en potasio aunque bajos en calcio y magnesio.</li> </ul>
REGOSOL		<ul style="list-style-type: none"> <li>Permeables (granulometría con dominancia de arenas) otros no gran abundancia de limos o arcillas, unos son pobres en nutrientes mientras que otros los acumulan en abundancia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La textura del suelo se encuentra en las clases franco limoso a franco arenoso, predominando las fracciones limo y arena fina a muy fina, lo que indica el origen mayormente eólico del material de partida tanto como la influencia de la actividad fluvial, que se debe a su ubicación en el paisaje.</li> <li>La reacción del suelo (pH) está regido por el sistema buffer del carbonato de calcio, que no es lixiviado del suelo bajo estas condiciones climáticas. Partiendo de un material loésico con un 2% de carbonatos y un <math>pH &gt; 7</math>, se observa una escasa descarbonatación del primer horizonte, lo que corresponde a una leve disminución del pH (aproximadamente 6,5) en el mismo.</li> <li>Una oferta grande de los macronutrientes Ca, Mg, K por la presencia de carbonatos y una alta saturación del complejo adsorbente con estos elementos</li> <li>Reservas altas de N y P en forma orgánica, cuya disponibilidad depende de la movilización por la actividad microbiana</li> </ul>



PHAEOZEMS



- Son suelos con igual o mayor fertilidad que los vertisoles, ricos en materia orgánica, textura media, buen drenaje y ventilación, en general son poco profundos, casi siempre pedregosos y muy inestables, restringiendo por ello su uso en la agricultura permanente, pudiéndose utilizar en el cultivo de pastos, aunque se recomienda mantenerlos con vegetación permanente.
- Son suelos caracterizados por poseer un horizonte superficial A, oscuro por su elevado contenido en materia orgánica. Esta le confiere una elevada estabilidad estructural, porosidad y fertilidad (horizonte móllico). Posee una extraordinaria actividad biológica, lo que se manifiesta en una buena integración de la materia orgánica con la mineral. Suelen desarrollarse sobre materiales de reacción básica, blandos, como los tills y los coluviones, en condiciones relativamente estables. Son frecuentes los phaeozems háplicos en el Pirineo, bajo pastos, ya que los densos sistemas radiculares de las especies pratenses facilitan la incorporación de la materia orgánica. En estas zonas húmedas es habitual la eliminación de los carbonatos del perfil salvo que el móllico se disponga sobre roca caliza donde puede calificarse de calcárico e incluso de réndzico.

CALCISOL



- Los suelos calcáreos sufren con frecuencia de la deficiencia de micronutrientes, especialmente el zinc y el hierro. La deficiencia de zinc es más pronunciada en los cultivos, especialmente intensivos y de alto rendimiento, de maíz. El sulfato de zinc es una fuente efectiva y la forma más popular de su uso. Se aplica al voleo e incorporada al suelo... Las aplicaciones asperjadas al follaje se usan para los árboles frutales.
- La mayoría de los calcisoles suelen tener una textura media o fina, así como buenas propiedades de retención de humedad. El reblandecimiento y endurecimiento continuos pueden impedir la infiltración de la lluvias y/o del riego, particularmente donde la superficie de los suelos es limosa. El deslizamiento del agua superficial sobre el suelo desnudo causa un lavado laminar y erosión de cárcavas, aflorando ocasionalmente, la el horizonte petrocálcico en la superficie.
- La mayor parte de los calcisoles contienen solo 1 ó 2 % de materia orgánica, pero muchos son ricos en nutrientes para las plantas. El pH (H<sub>2</sub>O; 1:1) es casi neutro en la superficie del suelo y ligeramente mayor a una profundidad de 80 a 100 cm., donde el contenido de carbonatos puede ser de 25% o más. La CIC (capacidad de intercambio catiónico) nominal es más elevada en la superficie del suelo (10 a 25 cmol (+)/Kg) y ligeramente menor a más profundidad. El complejo de intercambio se encuentra completamente sobre-saturado con bases. Los iones Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup> reúnen más del 90% de todos los cationes adsorbidos.



LUVISOL



• Las características dominantes de los luvisoles es su horizonte argico de iluviación formado por la translocación de arcillas desde la superficie del suelo hasta la profundidad de la acumulación.

El proceso reconoce tres fases esenciales:

1. movilización de arcilla en la superficie del suelo;
2. transporte de arcilla al horizonte de acumulación;
3. inmovilización de la arcilla transportada.

- Tienen una superficie del suelo rica en agregados de tipo granular o migajoso, siendo porosos y bien aireados. La capacidad de almacenaje de humedad "disponible" es más alta en el horizonte argico (15 a 20 % de volumen), atesorando una estructura de bloques estable, pero estas superficies de suelos con alto contenido de sedimentos pueden ser sensibles al aplacamiento y erosión.
- La mayoría de los luvisoles se encuentran bien drenados, pero en áreas de depresión con nivel freático somero pueden desarrollar propiedades gléyicas dentro y por debajo del horizonte Árgico.
- Las propiedades químicas de los luvisoles varían con el material parental y la historia pedogenética.
- La superficie de los suelos se encuentra normalmente completa o parcialmente descalcificada, por lo que a menudo muestra una reacción ligeramente ácida. Este horizonte superior contiene porcentajes relativamente bajos de materia orgánica, con una relación C/N de 10 ó 15. Los horizontes subsuperficiales, por el contrario, tienden a tener una reacción neutra e incluso acumular de carbonato de calcio.

VERTISOL



• Los Vertisoles son suelos de arcillas pesadas revueltas con una alta proporción de arcillas expandibles 2:1. En estos suelos forman profundas y anchas grietas (las cuales se abren y cierran periódicamente) desde la superficie del suelo cuando se seca, lo cual sucede la mayoría de los años.

Son sedimentos que contienen una alta proporción de arcillas esmectíticas o productos de roca intemperizada que tiene las características de las arcillas mencionadas.

- Tienen una distribución uniforme de tamaño de partículas a través del solum, pero la textura puede cambiar abruptamente donde se alcanza el sustrato. Los Vertisoles secos tienen una consistencia muy dura; siendo muy plásticos y pegajosos en húmedo. Es generalmente cierto que sólo son friables en un estrecho rango de humedad, pero sus propiedades físicas son fuertemente influenciadas por la presencia de sales solubles y/o sodio adsorbido.
- Son suelos con buenas propiedades de retención de agua. Sin embargo, una gran proporción de toda el agua de los vertisoles y principalmente el agua retenida entre las unidades de cristal básico, no se encuentra disponible para ser absorbida por las raíces de las plantas.
- La mayoría de los vertisoles tiene una alta capacidad de intercambio catiónico (CIC) y un alto porcentaje de saturación de bases (PSB). La reacción del suelo varía entre débilmente ácida a débilmente alcalina; los valores de pH oscilan entre 6.0 a 8.0. Valores más altos de pH (de 8.0 a 9.5) fueron medidos en estos suelos con mucho sodio intercambiable. La CIC del material del suelo (en 1 M NH<sub>4</sub>OAc a pH de 7.0) alcanza comúnmente valores entre 30 y 80 cmol (+)/ kg de suelo seco; la CIC de la arcilla es del orden de 50 m a 100 cmol (+)/kg de arcilla. El porcentaje de Saturación de Bases es mayor de 50% y a menudo cercano al 100% con Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup> ocupando más del 90% de los sitios de intercambio; la relación Ca/Mg es normalmente entre 3 y 1.

### 1.3.3 RECOMENDACIONES DE FERTILIZANTES PARA CULTIVOS

Los cultivos necesitan ciertas cantidades de nutrientes., éstas dependen en gran parte del rendimiento obtenido del cultivo. En la tabla 1.3.3 a se presentan algunos cultivos del mundo y las diferentes cantidades de nutrientes extraídos. La variedad de los cultivos diferirán en sus requerimientos de nutrientes y su respuesta a los fertilizantes.

Tabla 1.3.3 a Nutrientes que requieren los cultivos<sup>15</sup>

	Rendimiento Kg/ha	Nitrógeno N	Fósforo		Potasio		Ca	Mg	S
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P	K <sub>2</sub> O	K			
<b>Arroz</b>	3 000	50	26	11	80	66	-	-	-
	6 000	100	50	22	160	133	19	12	10
<b>Trigo</b>	3 000	72	27	12	65	54	-	-	-
	5 000	140	60	26	130	108	24	14	21
<b>Maíz</b>	3 000	72	36	16	54	45	-	-	5
	6 000	120	50	22	120	100	24	25	15
<b>Papas</b>	20 000	140	39	17	190	158	2	4	6
	40 000	175	80	35	310	257	-	23	16
<b>Batatas</b>	15 000	70	20	9	110	91	-	-	-
	40 000	190	75	33	390	324	28	9	-
<b>Mandioca</b>	25 000	161	39	17	136	113	44	16	-
	40 000	210	70	31	350	291	57	-	-
<b>Caña de azúcar</b>	50 000	60	50	22	150	125	-	-	-
	100 000	110	90	39	340	282	-	50	38
<b>Cebollas</b>	35 000	120	50	22	160	133	-	-	21
<b>Tomates</b>	40 000	110	30	13	150	125	-	17	54
<b>Pepino</b>	35 000	120	50	22	160	133	-	-	21
<b>Alfalfa</b>	7 000	215	60	26	130	108	164	19	19
<b>Soja</b>	1 000	160	35	15	80	66	-	-	-
<b>Frijoles</b>	2 400	155	50	22	120	100	-	-	-
<b>Maní</b>	1 500	105	15	7	42	35	19	11	12
<b>Algodón</b>	1 700	73	28	12	56	46	6	4	5
<b>Tabaco</b>	1 700	90	22	10	129	107	48	6	4

El DAP al contener nutrientes como nitrógeno, potasio y fosforo puede utilizarse en los cultivos que se presentan en la tabla 1.3.3 a, ya que requieren del presencia de estos componentes.

En la tabla 1.3.3 b se mencionan otras fuentes de aportación a los cultivos y que funciones tienen de acuerdo a los nutrientes presentes en el DAP.

Tabla 1.3.3 b. Otras fuentes de aportación de nutrientes que contiene el DAP

Nutrientes	Función	Síntomas de deficiencia	Fuentes
<b>Nitrógeno (N)</b>	Crecimiento de hojas y tallos color verde y resistencia a plagas	Hojas pálidas y amarillas. Caída de hojas Crecimiento pobre	Urea, nitrato o fosfato de amonio u otro fertilizante Compost Desechos animales Abono verde
<b>Fósforo (P)</b>	Maduración temprana de semillas y frutos, formación de raíces, resistencia a sequías	Poco crecimiento Enfermedades Formación pobre de brotes y flores	Superfosfatos Excremento de pollo Ceniza Huesos de animales pequeños
<b>Potasio (K)</b>	Raíces y tallos fuertes, semillas y hojas gruesas ayuda a mover los nutrientes alrededor de las plantas	Hojas arrugadas e inesperada maduración Crecimiento pobre	Clorhidrato de potasio Nitrato de potasio Ceniza, majada, hojas de banano Compost

## 1.4 PROBLEMÁTICA MUNDIAL

Con la privatización de FERTIMEX en el año 1992, el gobierno decidió fragmentarlo en 13 unidades productoras (sólo se obtuvieron 317 millones de dólares, muy por debajo de su valor en libros), quedando en manos de siete grupos empresariales. A partir de entonces, prácticamente todos ellos se fueron a la quiebra, vendieron o se “asociaron” con trasnacionales, y los sobrevivientes optaron ser simples agentes importadores, es decir, al nivel que ha caído una buena parte de la industria mexicana en su conjunto. Así, en el año 2000 México se convirtió en importador neto de fertilizantes, y actualmente el 70% del consumo nacional es importado.

Fue precisamente en esos tiempos (año 2 000) en los que el gobierno federal decidió recortar el gasto y no invertir en refinerías, exprimiendo financieramente a PEMEX, dedicarse a exportar petróleo crudo a la máxima potencia y derrochar, especialmente

en gasto corriente, el voluminoso cuan histórico ingreso por exportación petrolera, de tal suerte que la citada afirmación del inquilino de Los Pinos no pasa de ser un pésimo truco propagandístico, uno más. Así se canceló la autosuficiencia y la capacidad exportadora de la industria mexicana de fertilizantes. Hoy, en efecto, se importan a precios muy altos (2 dólares por kilo aproximadamente en 2018), y desde lejanos países (Rusia, Alemania entre ellos).<sup>16</sup>

A partir de la privatización de FERTIMEX, y con el cierre de las plantas productoras de urea y sulfato de amonio a partir de 1997, las importaciones de estos productos se incrementaron considerablemente, mientras que con los problemas de producción de la planta de Fertinal, principal productor de fertilizantes fosfatados, a principios de 2000, y su cierre definitivo en 2002, la producción de estos insumos se redujo 52% en el mismo periodo. Los fertilizantes potásicos utilizados en México son de importación y se concentran en cultivos altamente redituables como las Hortícolas, Florícolas y Frutícolas. Las exportaciones se incrementaron hasta el año de 1995, a partir de este año se han disminuido 26% (anual) debido al déficit interno de la producción.<sup>16</sup>

En 1998, México aún era considerado como país netamente exportador de dichos productos; en 1999-2001 se reporta el cierre total de la producción nacional de urea y DAP, y las plantas nacionales prácticamente están en quiebra (Agromex, Fertinal, Ferquimex-Fertimina). A partir de 2000 se convierte en importador, aunque desde 1999 México importó el 50% de urea y del DAP que consume, y en 2001 compra afuera el 100% de estos productos. En el año 2018 México sólo produce sulfato de amonio, superfosfato de calcio simple y triple; contrario a lo que pudiera pensarse, el crecimiento gradual en el consumo, en los años recientes, la mayoría de los inventarios de fertilizantes en México son financiados por los importadores en conjunto con los *traders* internacionales (Europa, Estados Unidos y Canadá).<sup>16</sup>

Debido a lo mencionado anteriormente se plantea la implementación de una empresa dedicada a la producción y venta de fertilizantes en México “FertIQim Zaragoza”, la cual brindará al pueblo mexicano un producto fertilizante fosfatado (Fosfato diamónico) el cual ofrece disminuir la importación a países extranjeros y poderlo comercializar a menor precio.

## CAPITULO 2. ESTUDIO DE MERCADO

---

### **ESTUDIO TÉCNICO Y FINANCIERO DE LA PRODUCCIÓN DE FOSFATO DIAMÓNICO EN MÉXICO.**

**EN ESTE CAPÍTULO SE MENCIONA LA DEMANDA, OFERTA, EL  
CONSUMO APARENTE DE FERTILIZANTES FOSFATADOS.**



**DÁVILA FLORES ELIZABETH AMARILIS**

**LEDESMA GÓMEZ MARIO ALBERTO**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FES-ZARAGOZA.**

**CIUDAD DE MÉXICO 2018**

## 2.1 MERCADO DEL FOSFATO DIAMÓNICO

A partir de la privatización de FERTIMEX la producción nacional de fertilizantes se concentró en productos nitrogenados que incluyen principalmente la urea, sulfato de amonio y nitrato de amonio, productos fosfatados que incluyen el superfosfato de calcio simple, superfosfato de calcio triple y fosfato diamónico (DAP).

La producción nacional de fertilizantes se incrementó en 85% del año de 1980 a 1995. El fertilizante nitrogenado de mayor producción en 1995 fue la urea, representando el 35% del total de la producción total, mientras que el fosfato diamónico representó el 13%. Con el cierre parcial de las plantas productoras de fertilizantes de urea y nitrato de amonio en el año 1997, la producción de estos productos en el 2000 disminuyó un 46% con respecto a 1995.

La cifra de producción al cuarto mes del año 2017 alcanzó 158,389 toneladas, con lo que el crecimiento hizo presencia en su comparativo mensual e interanual, la tasa mensual fue de 7.6%, mientras que la anual fue aún mayor al ser de 8.4 por ciento. La producción acumulada ascendió a 573,213 toneladas lo que se tradujo en un aumento de 8.4 por ciento. Los productos más destacados por su crecimiento mensual fueron los herbicidas y defoliantes con 35.6%, los fertilizantes fosfatados diamónicos y otros con 10.9% y los fertilizantes nitrogenados sulfato de amonio y otros con 4.3 por ciento. El único descenso lo mostraron los fungicidas con (-) 31.7%.<sup>1</sup>

La cantidad acumulada de ventas ascendió 582,978 toneladas, lo que se tradujo en un avance de 0.6%. El mayor repunte mensual fue el de los fertilizantes fosfatados: diamónico y otros con 85.7%, luego los fertilizantes nitrogenados: sulfato de amonio y otros con 2.5%; en contraste, decayeron los fungicidas en (-) 34.1% y los herbicidas y defoliantes (-) 27.8 %.<sup>1</sup>

El reactivar la producción de DAP motivará a las empresas a confiar en que se puede invertir en este tipo de productos que son tan necesarios en el sector agrícola del país, promoviendo a consumir productos mexicanos, para abastecer a más estados dejando de adquirirlos de otros países.

## 2.2 DEMANDA

### 2.2.1 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

---

Una condición necesaria para que los agricultores hagan uso de los fertilizantes sería la disponibilidad en el momento en que son necesitados. Muchos agricultores en México compran fertilizantes y otros insumos solamente si el lugar de venta está dentro de una distancia limitada cercana al lugar de cultivo, si existen programas de gobierno oportunos y completos, así como políticas que favorezcan el mercado de venta de productos agrícolas.

Los agricultores utilizarán fertilizantes solamente si les resultan provechosos, existen tres medidas de provecho que son comúnmente aceptadas estas son:

- a) La relación valor/costo que se calcula dividiendo el valor de los incrementos de rendimiento debidos al uso de fertilizantes, entre el costo del fertilizante usado; este es un indicador de la aceptación de parte de los agricultores de los riesgos de producción.
- b) La relación beneficio/costo que se calcula dividiendo el valor del incremento de rendimiento entre los costos de producción (fertilizante aplicado + costo adicional del control de maleza + costo de semillas de variedades mejoradas + costo de transporte de fertilizante, etc.).<sup>2</sup>

Se tiene como objetivo visualizar un mercado potencial para la comercialización del fosfato diamónico, analizaremos algunos lugares de la república mexicana (Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí, Michoacán), que presentan una mayor concentración de agricultores, encontrando a los consumidores potenciales, definiendo el área de comercialización, precio que se está dispuesto a pagar según el lugar y las especificaciones que deben cubrirse de acuerdo a los clientes.

### 2.2.2 DEMANDA POTENCIAL

---

El país tiene un potencial de demanda que ronda los 9 millones de toneladas de fertilizantes. Sin embargo, se utiliza anualmente una cifra cercana a los cuatro millones de toneladas del insumo, situación que deriva en resultados dispares en la productividad de los cultivos más importantes del campo nacional.<sup>3</sup>

Cifras de ANACOFER indican que México importa 55% de los fertilizantes que demanda el mercado, el resto lo surte la industria nacional., a excepción del DAP Y MAP <sup>2</sup>

El uso de fertilizantes químicos es muy diferenciado a nivel nacional. Su adopción es más alta en sistemas de riego, donde 80% de la superficie utiliza fertilizantes químicos, mientras que en los cultivos de temporal no llega a 50 %. La región sur del país es la que menos los utiliza y los estados que tienen mayor superficie de riego son los que destacan en su uso.<sup>3</sup>

### **2.2.3 DEMANDA DE FERTILIZANTES FOSFATADOS**

La demanda de fosfato incluye el consumo de fertilizantes basados en ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ) y los fertilizantes no basados en  $H_3PO_4$ . La demanda de fertilizantes no basado en  $H_3PO_4$  incluye  $P_2O_5$  en un solo súper fosfato, fosfato de roca, etc. La demanda mundial de fertilizante de fosfato aumentó de 40.6 millones de toneladas en 2011 a 41.5 millones de toneladas en 2012, a una tasa de crecimiento del 2.4%. Se espera que alcance las 45.0 millones de toneladas en 2016, a una tasa de crecimiento del 2.0% al año. Del aumento total de la demanda de 3.5 millones de toneladas de  $P_2O_5$  entre 2012 a 2016, el 58% será de Asia, 24 América, 11 por ciento de Europa, un 4% de África y 3% de Oceanía.<sup>4</sup>

Entre los países asiáticos se espera que cerca del 25% del crecimiento de la demanda de fosfato sea de India, 14% de China, 4% de Paquistán y 3%, tanto de Indonesia, como de Bangladesh. Asia Occidental contabiliza 5% del incremento del consumo, del que Turquía, Irán y Siria tienen la mayor parte. Entre los principales países de América, el 14% del crecimiento en la demanda mundial se prevé que sea de Brasil, el 3% de Argentina y 2% de los EE.UU.

Se espera que la participación en el crecimiento de la demanda mundial de Europa del Este y Asia Central contabilice el 7%, del cual Rusia tiene una cuota del 4% y Ucrania de alrededor de 2%. Europa Occidental contabiliza 3% y Europa Central 2% del incremento mundial de consumo. Se espera que el porcentaje del aumento de Oceanía



contabilice 3%. El de África Subsahariana, es probable que sea de un 3%, y el del Norte de África de alrededor de 0.9%.

En la figura 2.2.3 se presenta la demanda mundial de fertilizantes fosfatados en la actualidad.

**DEMANDA MUNDIAL DE FERTILIZANTES FOSFATADOS.**

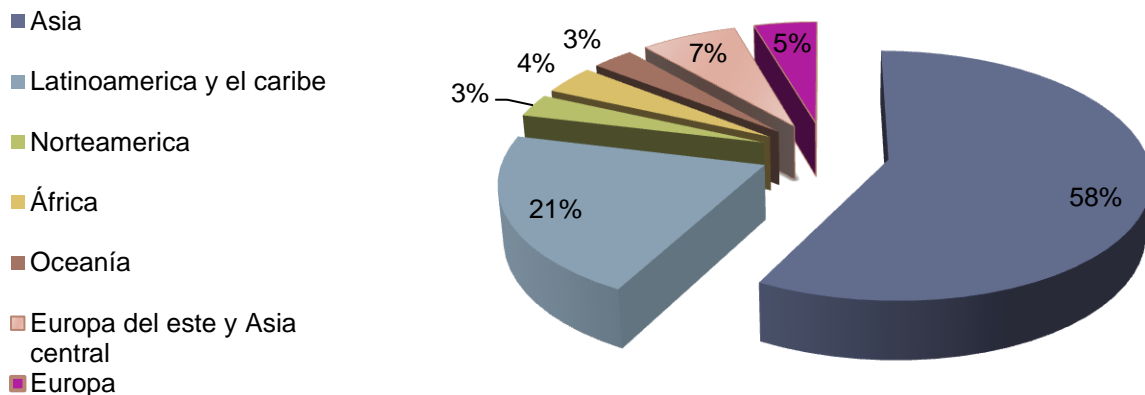


Figura 2.2.3 Demanda de fertilizantes en el mundo.<sup>4</sup>

**Perfil de comprador**

Dentro de los compradores y consumidores nacionales de DAP se contemplan los siguientes grupos:

- Campesinos y agricultores
- Personas que cultivan plantas en jardines medianos

**Mercado objetivo**

Agricultores y personas mexicanas, dedicadas al cuidado de las plantas con edad entre 20-70 años que se encuentren interesados en proveer nutrientes a las plantas (nitrógeno y fósforo), en regiones donde se practique la agricultura en México.

## **Mercado meta**

Dar a conocer el producto a los agricultores haciendo una marca reconocida de un fertilizante de origen mexicano e incentivando la producción de fertilizantes fosfatados.

Las variables utilizadas para la segmentación del mercado fueron:

- Demografía del consumidor, esta variable se toma en cuenta con la edad, ya que el producto es recomendado a personas con experiencia suficiente para poder usar el producto (mayor a 18 años). Ingresos monetarios de los compradores, que tengan el perfil para poder utilizar este producto, que cuente económicamente con activos con salario mínimo de setenta pesos mexicanos.
- Distribución geográfica, Estados donde se practique la agricultura y en regiones donde su suelo necesite estos nutrientes.

## **2.3 OFERTA**

---

### **Capacidad instalada**

La capacidad de amoníaco de la región, que se compone de México, América Central y América del Sur, es de sólo 13 millones de toneladas métricas, con una capacidad de urea de alrededor de 8.4 millones de toneladas. La producción de fósforo es de aproximadamente 4.5 millones de toneladas anuales, con sólo 1.5 millones de toneladas al año para la producción de fosfato monoamónico.

En la figura 2.3 a se presenta el volumen total de fertilizantes fosfatados que produce México, hasta el año 2016.

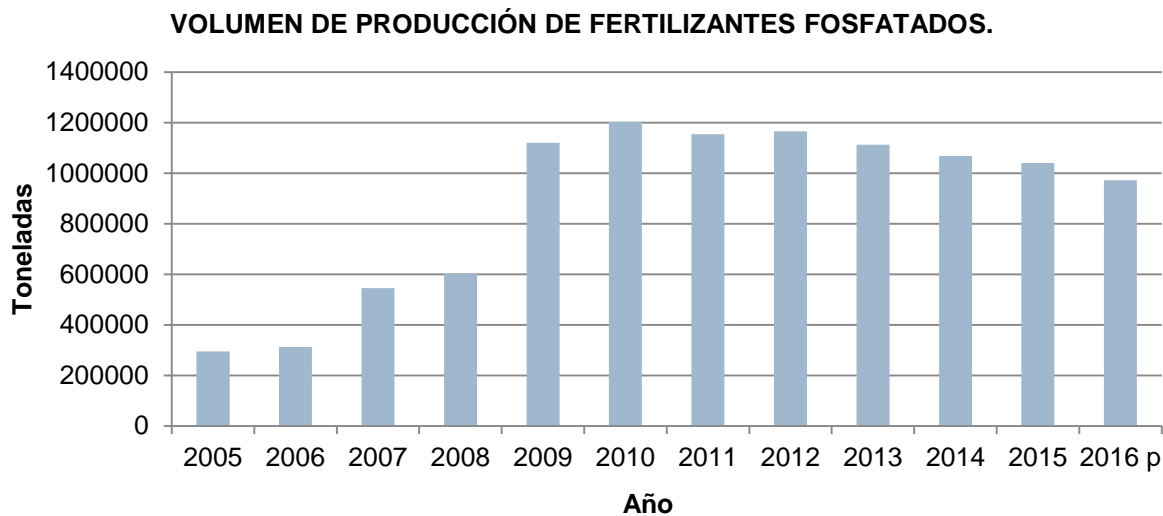


Figura 2.3 a. Volumen de producción de fertilizantes fosfatados en México hasta 2016.  
(INEGI. *El sector alimentario en México, 2014.*)

México consume el 1.2% de la producción mundial de fertilizantes, lo que lo posiciona en el lugar 15 en la lista de países consumidores.<sup>5</sup>

El consumo de fertilizantes disminuyó en la primera parte de la década de 1990 al 2000, para después recuperarse, ya que a partir de 2003 hay una tendencia creciente en el consumo y abastecido. Durante 2008 se reportó una disminución en el consumo, volviéndose a recuperar en 2009.<sup>6</sup>

El promedio de consumo de fertilizantes en México es de 3.9 millones de toneladas anuales, pero se podría tener un potencial de consumo de 9 millones de toneladas anuales, este consumo se daría si se contemplara no solo a los productores agrónomos líderes, sino también aquellos productores de media y baja producción, por lo cual sería necesario implementar un plan para el uso de fertilizantes y con esto cubrir la expectativa de consumo.<sup>7</sup>

### 2.3.1 ANÁLISIS DE LA OFERTA

La capacidad total de nutrientes primarios en el mundo ( $N + P_2O_5 + K_2O$ ) en el año 2013 fue de 278 millones toneladas, de los cuales la oferta total fue de 237 millones de toneladas.

Durante el año 2014, se espera que la capacidad total aumente un 2.3% y la oferta creciera un 2.6%. En los próximos cinco años, la capacidad mundial y la producción de fertilizantes aumentarían aún más. La tabla 2.3.1 a muestra la oferta mundial de amoníaco (principal fuente de nitrógeno para la fabricación de fertilizantes a base de  $N_2$ ), ácido fosfórico y potasio durante los años 2010 a 2018.<sup>8</sup>

Tabla 2.3.1 a Oferta mundial de amoníaco, ácido fosfórico y potasa, 2010-2018(millones de toneladas).<sup>8</sup>

AÑO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Amoníaco (como N)</b>	102.5	107.9	109.7	138.1	152.8	159.6	165.8	172.1	176.5
<b>Ácido fosfórico (como <math>P_2O_5</math>)</b>	39.9	41.5	42.1	41.6	46.9	48.3	49.5	50.6	52.2
<b>Potasa (como <math>K_2O</math>)</b>	26.8	28.5	38.8	31.5	43.6	45.2	47.0	49.7	51.4

La gráfica 2.3.1 representa la oferta mundial de los nutrientes primarios para la producción de fertilizantes inorgánicos, es más notable la producción de amoníaco que es alrededor de 166 millones de toneladas anuales para el 2016, mientras que ácido fosfórico y potasa se encuentran en promedio alrededor de 48 toneladas.

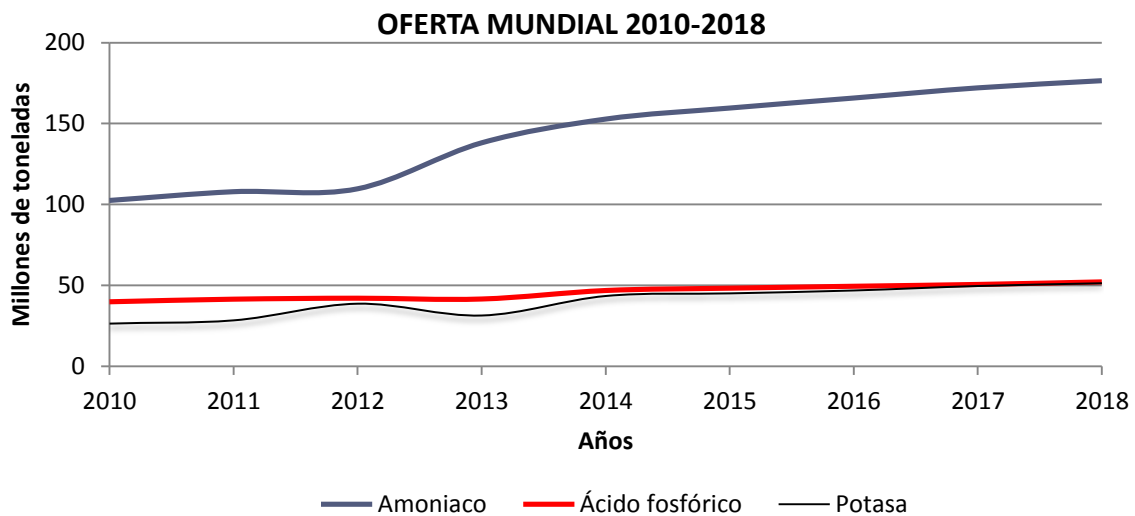


Figura 2.3.1 Oferta mundial de N, P y K para fertilizantes en el mundo.<sup>1, 2</sup>

Tomando en cuenta la información anterior se plantea que en la empresa propuesta FertQim Zaragoza, productora de fertilizantes (Fosfato diamónico y monoamónico)

trabajarán seis días a la semana, obteniéndose los siguientes datos de producción, representados en la tabla 2.3.1.b

Tabla 2.3.1b Producción de fosfato diamónico y monoamónico.

Tiempo de producción	Cantidad en Kg	Cantidad en Toneladas	Cantidad en presentación sacos de 50 kg
Día	6,000	6	120
Semana	36,000	36	720
Mes	156,000	156	3120
Año	1,872,000	1,900	37,500

### 2.3.2 OFERTA DE FOSFATO DIAMÓNICO

#### Productos existentes en el mercado

Algunas presentaciones del Fosfato diamónico se enlistan en la tabla 2.3.2 a. Lo más común es encontrarlo por kg, en sacos de 50 kg o en su defecto a granel en tonelada.

Las principales empresas que venden fertilizantes en México según reporta la Asociación Nacional de la Industria Química en el sector de fertilizantes se incluyen las siguientes.<sup>5</sup>

- Agrofermex Industrial de Guadalajara, S.A. de C.V.
- Agrogen, S.A. de C.V.
- Cosmocel, S.A.
- Fertirey, S.A. de C.V
- Innophos de México, S. de R.L. de C.V.
- KMG de México, S.A. de C.V.
- Nitroamonia de México, S.A. de C.V.
- Univex, S.A.

De acuerdo a la investigación se reportan precios de fosfato diamónico entre 40 y 45 pesos por kilogramo, ya que es un producto importado. Se consultaron 3 empresas que distribuyen en la república mexicana, las cuales se representan en la siguiente tabla 2.3.2 a.

Tabla 2.3.2a Presentaciones del fosfato diamónico. 9, 10,11.

NOMBRE LA EMPRESA	EMPAQUE	COSTO por Kg (MXN)	DESCRIPCIÓN	COMPATIBILIDAD QUÍMICA
		<p>\$45.0</p> <p>Más gastos de traslado.</p>	<p>Se comercializa a granel y por Kg.</p>	<p>Se puede mezclar con cualquier tipo de fertilizantes principalmente Urea, Sulfato de Amonio, Superfosfatos, Cloruro de Potasio, Sulfato de Potasio, Nitrato de Amonio, entre otros.</p>
		<p>\$47.0</p> <p>Más gastos de traslado.</p>	<p>Se comercializa a granel y por Kg.</p>	<p>Compatible con la mayoría de los fertilizantes, pero existe incompatibilidad con Superfosfato Triple (SPT) y Superfosfato Simple (SPS) ya que genera reacción húmeda y se apelmaza.</p>
		<p>\$46.0</p>	<p>Se comercializa a granel por Kg o tonelada.</p>	<p>No Aplica.</p>

En la tabla 2.3.2 b se enlistan algunas empresas que distribuyen fosfato diamónico en México, describiendo la ubicación y algunas características.

Tabla 2.3.2 b. Empresas que venden fosfato diamónico en México.<sup>9, 10,11.</sup>

NOMBRE DE LA EMPRESA	CATEGORIA SEGÚN SU TAMAÑO	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
<b>INNOPHOS FOSFATADOS DE MEXICO S. DE R.L. DE C.V.</b>	Grande empresa	Complejo Industrial Pajaritos Coatzacoalcos, Veracruz 96380.	Innophos es el líder mundial en la producción de fosfatos grado técnico. Su capacidad global de producción trabaja con los más altos estándares ISO 9000 y acreditación GMP.
<b>AGROGEN S.A DE C.V.</b>	Grande empresa	Carr. a Tlacote El Bajo km. 5.5, 76000 Santiago de Querétaro, Qro.	Se dedica a la fabricación de fertilizantes químicos (sulfato de amonio, superfosfato simple y mezclas físicas) y distribución de ácido sulfúrico (uso industrial).
<b>FOSFATOS DE CELAYA S.A. DE C.V.</b>	Pequeña empresa	Av. Ferrocarril N° 216, Rincon de Tamayo, 38150 Celaya, Guanajuato.	Empresa del grupo de nutrimentos minerales ofrece productos y servicios de alta calidad al mejor precio del mercado entre ellos fertilizantes fosfatados para la agricultura.
<b>TEPEYAC S.A. DE C.V.</b>	Pequeña empresa	Camino Vecinal El Carmen N° 395 Av. Insurgentes, Irapuato, Guanajuato, 36825.	Compañía agrícola orgullosamente mexicana. Ofrece líneas de productos para satisfacer todas las necesidades de fertilización y tratamiento integral de los campos con la más avanzada tecnología.
<b>EXIMGRO S.A.</b>	Pequeña empresa	Arroz 441, Fraccionamiento Industrial Santa Isabel, 09820 Ciudad de México, CDMX.	Compañía de Agroquímicos fundada en 1974, presenta su línea de productos la cual está conformada por: fertilizantes sólidos, fórmulas básicas y productos químicos grado industrial que son fosfatos monoamónico y diamónico.
<b>FERTINOVA. AGROPRODUCTOS</b>	Microempresa	Av. Vallarta 650 Col. Ciudad Granja C.P. 45010 Zapopan, Jalisco, México	Empresa mexicana que ofrece a los agricultores la obtención de insumos para su cultivo y opción en la venta de su cosecha. En 2007 comenzó con la venta de fertilizantes químicos para el campo, principalmente en el estado de Jalisco.

En la fabricación del DAP, se obtiene MAP en relación 1:5, por lo que se propone venderlo, para conocer acerca del mercado del fosfato monoamónico se realizó una

investigación sobre empresas que venden este producto en México las cuales se presentan en la tabla 2.3.2 c.

Tabla 2.3.2 c precios de fosfato monoamónico de empresas distribuidoras en México. <sup>12, 13, 14, 15,16.</sup>

EMPRESA	COSTO
Fosfato monoamónico ORMIN 	40.0 \$/kg
Productores y distribuidores de fertilizantes Empresa española 	48.0 \$/kg
ISQUISA  Solución y logística a tu favor	48.0\$/kg
SAA S.A de C.V.  Productos Industriales Saa, S.A. de C.V.	48.0/kg
PENTHER 	52.0/kg

### 2.3.3 SUSTITUTOS DE DAP

El Fosfato Diamónico es recomendable ser aplicado en los programas de fertilización de manera especial en las etapas de establecimiento de los cultivos (siembra y/o trasplante), ya que por tener solo una molécula de amonio, este producto es menos agresivo con las semillas durante el proceso de germinación.

Es un producto que está siendo muy usado y preferido por los agricultores, especialmente en la regiones agrícolas donde predominan los suelos de origen calcáreos (contienen frecuentemente más de 15% de CaCO<sub>3</sub> en el suelo que pueden ocurrir en distintas formas (pulverulento, nódulos, costras etc.) o suelos alcalinos.<sup>17</sup>



Se dice que un suelo es alcalino o básico cuando su pH es superior a 7,5.<sup>18</sup>

En suelos con un elevado pH (suelos alcalinos), los fertilizantes formadores de acidez tales como el sulfato diamónico, nitrosulfato amónico o urea deberían preferiblemente ser usados en este orden para corregir la alcalinidad.<sup>19</sup>

El rendimiento de un cultivo está influenciado por una serie de factores que actúan de manera conjunta, cualquiera sea la región que se considere. Entre ellos se destacan:

- El potencial genético del cultivo
- Las condiciones climáticas
- Las técnicas de manejo sobre el suelo y el cultivo
- Características del suelo: Físicas, Químicas y Biológicas.

¿Qué fertilizante aplicar?

La elección del fertilizante se realiza teniendo en cuenta los requerimientos nutritivos del cultivo, el contenido actual de nutrientes en el suelo y el pH del mismo.

En base a las propiedades del fosfato diamónico por su gran contenido de nutriente como el nitrógeno y potasio, los siguientes fertilizantes podrían ser sustitutos del producto DAP; dependiendo del tipo de suelo entre otros factores.

- Nitrosulfato de amonio 26 % (NSA) y Sulfato de amonio 21 % (SA) son los abonos minerales granulados que aseguran un abastecimiento de nitrógeno y azufre de todos los cultivos. El nitrógeno está presente en forma de amonio y de nitrato. El azufre está en forma de sulfato.<sup>20</sup>
- Urea es un fertilizante químico de origen orgánico. Entre los fertilizantes sólidos la Urea es la fuente nitrogenada de más alta concentración con grandes ventajas en términos económicos y de manejo de cultivos altamente demandantes de nitrógeno.<sup>21</sup>

### 2.3.4 IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN DE FERTILIZANTES FOSFATADOS

En octubre de 2011 el precio del Fosfato Diamónico se ubicó en \$ 10,516 pesos por tonelada, es decir, un incremento anual de 32%; el del Sulfato de Amonio en 4,568 pesos por tonelada, con un incremento anual de 33.4%, en tanto que el precio promedio del Cloruro de Potasio fue de 8,925 pesos por tonelada, lo que significa un incremento de 9.9% a tasa anual.<sup>22</sup> La figura 2.3.4 se presentan la exportación e importación de fosfato diamónico en México.

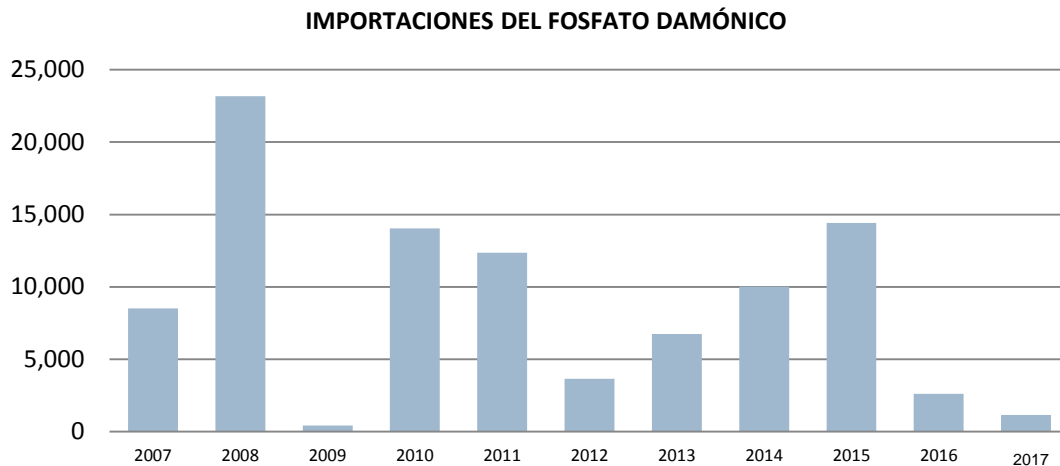


Figura 2.3.4 Importación de DAP en México (Dato en miles de dólares)<sup>22</sup>

### 2.4 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El objetivo fundamental del lanzamiento del nuevo producto es el desarrollar el valor de marca en los consumidores de esta categoría asociado al nutrimento para las plantas, y la idea de consumir productos 100% mexicanos para reducir la importación y así contribuir al crecimiento de la economía del país.

El nuevo fertilizante proviene de una fórmula ajustada a las necesidades específicas de las plantas, la presentación es en sacos de polietileno con doblez y costura de seguridad (Figura 2.4a). En la tabla 2.4 se dan a conocer las características y propiedades del fertilizante fosfato diamónico “simulando la marca NutriDAP”, elaborada por la empresa FertIQim.

### 2.4.1 ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO TERMINADO

El fertilizante que se obtiene como NutriDAP es un sólido en forma de gránulos esféricos, en la tabla 2.4.1 se describen algunas propiedades del producto terminado, las cuales se consultaron con algunos proveedores.

Tabla 2.4.1 Propiedades del DAP (creación propia) con datos de Fertinova, Agroproductos.

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD
Presentación	50 Kg
Contenido	DAP(Gránulos esféricos de color café oscuro, grisáceo o negro)
Tamaño de partícula	18 a 4.00 mm
Solubilidad en agua a 20° C (100 g/100 ml): de agua	58.0 g/100 ml
pH en solución al 10%:	7.5 – 8.0 Unidades
Densidad Aparente (Kg/m3):	955 – 1,040 Kg/m3
Índice de Salinidad:	29.2
Humedad Relativa Crítica (a 30° C):	83%

### Normativa

Entre las normas oficiales mexicanas que la empresa debe cumplir para tener un producto de buena calidad, se tiene:

- NORMA Oficial Mexicana NOM-037-FITO-1995, Por la que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos.<sup>21</sup>
- NORMA Oficial Mexicana NOM-182-SSA1-2010, Etiquetado de nutrientes vegetales.<sup>22</sup>
- NORMA Oficial Mexicana NOM-003-STPS-1999, Actividades agrícolas-Usos de insumos fitosanitarios o plaguicidas e insumos de nutrición vegetal o fertilizantes-Condiciones de seguridad e higiene.<sup>23</sup>
- Norma Oficial Mexicana NOM-045-SSA1-1993, Plaguicidas. Productos para uso agrícola, forestal, pecuario, de jardinería, urbano e industrial.<sup>24</sup>

Para tener más claro todo acerca de normatividad se presenta a detalle en el anexo A.

## 2.4.2 ESTRATEGIA DE MERCADO

La promoción del nuevo fertilizante se propone que sea por medio de anuncios publicitarios en vías cercanas al campo y lugares donde se practique la agricultura, folletos, volantes que serán entregados cerca del punto de venta. Se dará a conocer en la región por medio de propaganda en anuncios en periódico.

### **Orientación social del marketing**

- Orientación a las ventas, se tomará en cuenta el precio de venta del producto para obtener mayores ganancias reduciendo hasta un **45%**, estimado a partir del capítulo 5 del precio que ofrecen la competencia que son productos importados de China, Alemania, entre otros.

### **Orientación de la producción**

Esta orientación va hacia el desarrollo de la producción de DAP en la región principalmente para dar a conocer que se tienen productos que no son de importación y que sirven de la misma manera y con un precio económico.

Se busca expandir la producción, poderlo distribuir en diferentes regiones donde el suelo requiera nutrientes esenciales como el nitrógeno y el fósforo. Se pretende inicialmente dirigirse a clientes que practican actividades agrícolas y a futuro a personas que cultivan plantas en sus hogares, variando la presentación del producto. Se tratará de dar precios más accesibles y un producto de mejor calidad que los del mercado internacional ya que se busca obtener los mayores compradores posibles para hacer resurgir la producción de DAP.

Algunas estrategias para la venta serían:

- Crear páginas web y redes sociales de la empresa promocionando el producto y hacer saber los precios y la calidad del mismo.
- Dar pláticas, conferencias en regiones donde se compre este producto y hacer saber la diferencia de consumir productos de origen mexicano.

### 2.4.3 MEZCLA DE MARKETING

Este es un conjunto de herramientas, con tácticas de marketing y controles que una empresa conjunta para producir mejores repuestas de parte de los clientes, para poder llegar a tener posición en el mercado de los fertilizantes. La mezcla de marketing contiene lo que la empresa puede hacer para llegar a satisfacer la demanda del producto. Las posibilidades de que se pueden unir son cuatro grupos de variables conocidas como “las cuatro P” que hace referencia a (Precio, Producto, Promoción y Plaza), que hacen referencia a la visión del mercado desde la manera en que se vende.<sup>25</sup>

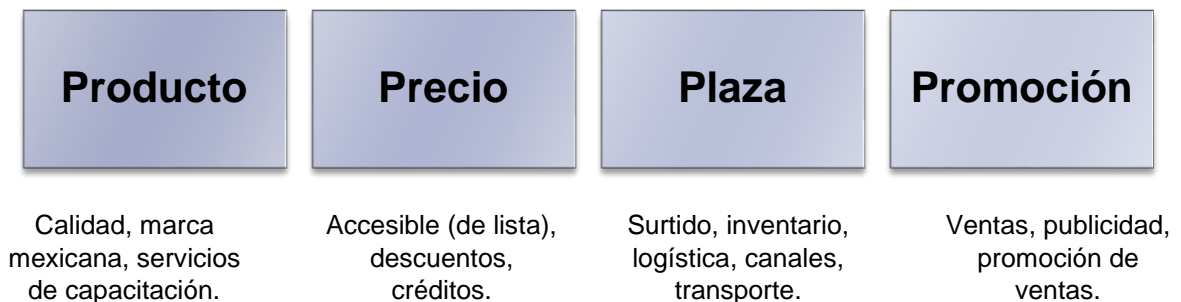


Figura 2.4.3 Mezcla de marketing.<sup>25</sup>

**Producto:** Hace referencia al conjunto de bienes y servicios que la empresa ofrecer al mercado. El fertilizante “DAP” contiene una formulación de materia prima que se obtiene en México, con los mejores nutrientes necesarios a las plantas, pero sin tener efectos nocivos a la salud. Los nutrientes que actúan son:

**Fósforo 46 %:** El ( $P_2O_5$ ) esencial para el crecimiento de las plantas, desempeña un papel importante en la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento y transferencia de energía, y en la división y el crecimiento celular. Promueve la rápida formación y crecimiento de las raíces, mejora la calidad de la fruta, del follaje de las hortalizas, de los granos y es vital para la formación de las semillas ya que está involucrado en la transferencia de las características genéticas de una generación a otra.

**Nitrógeno 18 %:** Es necesario para la síntesis de la clorofila y como parte de la molécula de clorofila está involucrado en el proceso de la fotosíntesis. Cantidades

adecuadas de Nitrógeno producen hojas de color verde oscuro por su alta concentración de clorofila y esta participa en el proceso de conversión del Carbono, Hidrógeno y Oxígeno en azúcares simples que serán utilizados en el crecimiento y desarrollo de la planta.

Envase: Para la presentación de producto se utilizan colores referentes a la naturaleza, y llamativos, de acuerdo a la combinación de los mismos, la cual influirá en la compra del producto. Los colores seleccionados para los costales del DAP se eligieron con el fin de transmitir naturaleza, crecimiento y seguridad representados en la figura 2.4.3.2a y en la figura 2.4.3.2 b la presentación del producto en sacos de 50 Kg. En las figuras 2.4.3.2 a y b se muestra la propuesta del color y apariencia del supuesto envase.

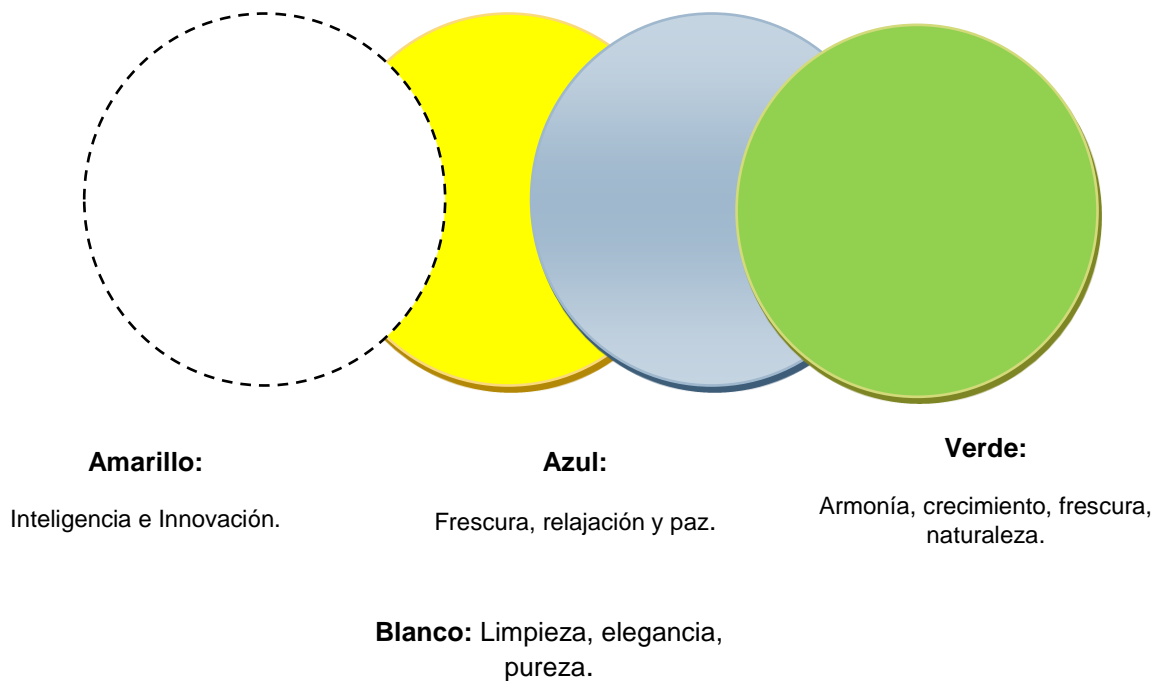


Figura 2.4.3.2a Colores del costal.



Figura 2.4.3.2b Presentación de NutriDAP.

Los primeros 2 dígitos (75) en color azul significan el número del país, los siguientes 5 dígitos (00201) hacen referencia al número de empresa, los siguientes (87962) significan el número de producto y el último (5) es el carácter de control, que es un código de seguridad. <sup>26</sup>

El slogan para el producto “*NutriDAP*” El mejor nutriente para tus plantas, presentado en la figura 2.4.3.2c. Este concepto dará a conocer que nuestros productos contienen gran cantidad de nutrientes como lo son el nitrógeno y el P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

**NUTRIDAP, "EL MEJOR NUTRIENTE PARA TUS PLANTAS".**

Figura 2.4.3.2c Slogan de la empresa.

Por estar en la etapa de lanzamiento del producto, se requiere una publicidad agresiva que llegue eficazmente al grupo objetivo es decir a los agricultores entre 30 – 50 años de clases media, baja y altas, así como a los demás productores.

### Precio

Los criterios que se toman en cuenta para el precio del producto son:

- Ventas
- Costo de la producción

- Maximización de ganancias
- Evitar la competencia
- Prestigio de la empresa
- Asegurar seguir en el mercado
- Accesibilidad de los clientes

### Plaza

La plaza es el punto de venta, involucra todas las actividades de la empresa que acerca el producto a los consumidores.

Este producto se encuentra al alcance de todos los clientes que necesiten proporcionar nutrientes a las plantas, y a futuro a cualquiera que lo necesite, permitiendo que el producto se vuelva una marca conocida y de buen prestigio en el mercado de los fertilizantes. Se tendrán sucursales cerca de la región y cuenta en línea para poder acercar a personas de otros estados si así lo desean. Se les brinda la información necesaria sobre los beneficios para saber su uso adecuado.

### Promoción

La promoción es una herramienta del marketing, son las actividades que una empresa desarrolla para dar a conocer los méritos del producto y llamar la atención de los consumidores con el fin de que lo compren.

El objetivo de la promoción es el que el consumidor conozca el producto, dándoles a conocer una buena imagen del producto. Esta promoción en venta se realiza en los canales de distribución para influir en el volumen de ventas, la rentabilidad de un producto a plaza corto.

#### **Objetivos de promoción:**

- Ser un producto preferido por los consumidores del sector agrícola.
- Aumentar el volumen de ventas e integrarse rápidamente al mercado.
- Dar incentivos o regalos durante un periodo limite.
- Incrementar el número de clientes y actuar frente a competidores.



### Promociones en canales de distribución

- Muestras gratis de 1 Kg para probar el producto los primeros meses de promoción
- Cupones de compra, algunos descuentos si compran el producto frecuentemente.
- Conferencias y capacitaciones acerca del uso adecuado del producto.
- Premios por puntos, si compran una cierta cantidad de producto al mes se bonifican puntos en la siguiente compra.

La promoción del DAP es directamente con los consumidores finales, incluso se pretende que a mediano plazo sea un producto comercial y se llegue a comercializar en la mayoría de los estados de México. Se propone hacer visitas a regiones rurales, y semi-urbanas para dar a conocer los beneficios del producto.

Del punto de vista del comprador, en la etapa de relaciones con cliente, se puede hacer mediante “Las cuatro C” que se describen en la Figura 2.4.3.2 d.



Figura 2.4.3.2 d. Cuatro C de la mezcla del marketing.<sup>32</sup>

#### Cliente

El cliente debe estar complacido con el trato de la empresa, el producto de calidad y el servicio que ofrece haya cumplido sus expectativas. Generar una afinidad emocional con la marca generando lealtad y asegurar su compra frecuente del producto, comunicando su experiencia con la empresa y recomendando el producto.

Ya que la empresa se desea establecer en el estado de Guanajuato, ya que se hizo un análisis de micro-localización se puede ver en el capítulo 3 y por la necesidad de las personas dedicadas a la agricultura, una visión que se tiene es complacerlos vendiendo un producto de origen mexicano que de mejores resultados y tengan mayor capacitación para su adecuado funcionamiento.

### Costo

Se busca llamar la atención del cliente ofreciendo un producto de gran calidad a un precio justo y ofreciendo “*NutriDAP*” como un producto adecuado a los trabajadores del campo dedicados al aporte de nutrientes a las plantas.

### Conveniencia

Se facilita la compra por medio de internet, teléfonos, sitios de fácil acceso, ofrecer diferentes medios de pago, un horario amplio para la venta del producto, etc. Hacerle más eficiente la adquisición del producto evitando estrés disminuyendo del tiempo de compra.

El producto se encuentra al alcance del consumidor y con una amplia distribución en la región de Guanajuato, pero cuenta con envío gratuito con cierta cantidad requerida.

### Comunicación

Se cuenta con medios de comunicación que ofrecen mayor contacto con los clientes, con el fin de informar sobre las ventajas del nuevo producto. Logrando familiarizar al consumidor con la calidad y las capacitaciones que se ofrecen para dar a conocer de una manera sencilla y eficaz el cómo usarlo correctamente.

Hacer comparaciones del producto ante la competencia presentando a los consumidores y así mismo se busca la preferencia en lugar de otros fertilizantes importados. Por tanto se debe contar con fuerte propaganda para estar en contacto con los clientes, transmitiéndoles experiencias de personas que eligen “*NutriDAP*”, dicha propaganda o medios de comunicación son páginas de internet de la empresa, mensajes de difusión del nuevo producto.

## 2.5 ESTRATEGIA DE LANZAMIENTO Y PRESENTACIÓN

Para el lanzamiento del producto y la presentación se plantean las siguientes estrategias:

- Conferencias de presentación del producto en lugares cercanos al campo: Zonas rurales, municipios semi-urbanos, capacitación vía internet, y videos de cómo usarlo si es necesario por asesoría telefónica.
- Publicidad electrónica por medio de páginas web: Redes sociales, página oficial de la empresa y videos presentes para la promoción del DAP.

Para la publicidad del producto se relazarán conferencia y platican dirigidas a todas las personas interesadas en aprender a utilizar el nuevo fertilizante “NutriDAP”. Esta manera de enseñar y aportar seguridad de uso al consumidor hace un sentido de concientización sobre que te ofrece una empresa mexicana y que beneficios pueden obtener para el adecuado crecimiento de las plantas.

### 2.5.1 CANALES DE DISTRIBUCIÓN

La distribución del producto que sea desde la localización de la planta de producción del DAP, enseguida se hará la comercialización del producto en bodegas que se localizan cerca de los puntos de venta de la región localizadas en la zona sur de Guanajuato. Finalmente se contará con personas encargadas de vender el producto y si se hace por medio de pedidos vía internet se cuenta con transporte de la empresa para regiones cerca del punto de venta y por medio de envíos especializados si es requerido por estados retirados de la región, para ofrecer mejor servicio al cliente el cual se presenta en la figura 2.5.1.

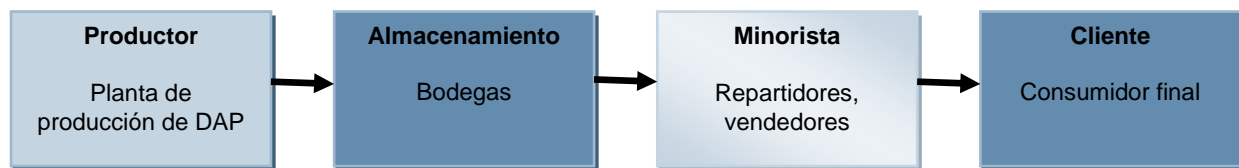


Figura 2.5.1 Canal de distribución de la empresa (creación propia).

## 2.5.2 LOGÍSTICA Y DISTRIBUCIÓN.

---

Las principales funciones que se emplean de logística contienen la sección de almacenamiento del producto, control de inventarios, transporte y la administración.

### Control de inventarios

Los niveles de inventario también afectan la satisfacción del consumidor. Se propone acoplarse con los sistemas de logística “Justo a tiempo” para mantener pequeños inventarios del producto para seis días de operación.

Los sistemas de justo a tiempo requieren respuesta rápida por lo que se llevará a cabo un control mediante inventarios continuos de las cantidades que se cuenta del producto que se necesite, permitiendo ofrecer entregas frecuentes, accesibles, para que los nuevos suministros estén disponibles al momento que se requiera. Estos sistemas producen ahorros en los costos de mantenimiento y para el manejo de inventarios, disminuyendo costos de embarque, producción de emergencia, costos de manejo en grandes cantidades de producto almacenado.

## CAPITULO 3. ESTUDIO TÉCNICO

---

### **ESTUDIO TÉCNICO Y FINANCIERO DE LA PRODUCCIÓN DE FOSFATO DIAMÓNICO EN MÉXICO.**

**EN ESTE CAPÍTULO SE EJECUTA LA MACRO Y MICRO-  
LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA, ASÍ COMO ALGUNOS ASPECTOS  
TÉCNICOS.**



**DAVILA FLORES ELIZABETH AMARILIS**

**LEDESMA GÓMEZ MARIO ALBERTO**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FES-ZARAGOZA.**

**CIUDAD DE MÉXICO 2018**

## ASPECTOS TECNICOS

### Localización de la planta

Tiene como propósito encontrar la ubicación más ventajosa para el proyecto, cubriendo las exigencias o requerimientos de éste, contribuyen a minimizar los costos de inversión y los costos y gastos durante el periodo productivo del proyecto.<sup>1</sup>

El problema de localización se suele abordar en dos etapas.

- Macro-localización.
- Micro-localización.

En este capítulo trata de estudiar las estrategias empresariales y políticas de las diversas áreas (Operaciones, Marketing, etc.) para traducirlas en requerimientos para la localización de las instalaciones. Dada la gran cantidad de factores que afectan a la localización, cada empresa deberá determinar cuáles son los criterios importantes en la evaluación de alternativas: necesidades de transporte, suelo, suministros, personal, infraestructuras, servicios, condiciones medioambientales, etc.

Se definirá el lugar donde se ubicará la planta de producción, simulando la creación de una nueva empresa en la cual se buscará que los costos de producción y de distribución sean mínimos.

Para cumplir con lo anterior y tener una ubicación óptima se tomarán en cuenta los siguientes factores.

Alguno de los factores a considerar en la localización de una planta de fertilizante DAP se tiene:

- En la periferia del área suburbana.
- Cerca de regiones donde se utilicen fertilizantes fosfatados.
- Equidistante a las zonas a abastecer.
- Disponibilidad de servicios públicos.
- Cerca de las zonas donde se tiene la materia prima.
- Zona de fácil acceso para el transporte.

Acerca de la accesibilidad:

- Fácil comunicación con vía intermunicipal hacia zona agropecuaria.
- Fácil acceso para camiones de transporte y parqueo.
- Para usos del sector se recomienda una zona no residencial, no comercial, no institucional.

Las condiciones físicas del terreno de la planta son importantes, consideraciones:

- Terreno plano o levemente ondulado.
- Terreno estable.
- Fácil drenaje de aguas lluvias.
- Libre de inundación.
- Fácil evacuación de desechos.

Debido a que se trata de localizar una nueva planta que produzca fertilizante, en cuanto a su ubicación, se proponen dos alternativas:

- Cercanía con el mercado meta y con los proveedores de la materia prima.
- Sitio que cumpla con los factores anteriormente mencionados.

### **3.1 MACROLOCALIZACIÓN**

---

La macro- localización o también llamada macrozona, es el estudio de localización que tiene como propósito encontrar la ubicación más ventajosa para el proyecto, determinando sus características físicas e indicadores socioeconómicos.

El estudio está constituido por un proceso detallado que abarca: mano de obra, materias primas, energía eléctrica, combustibles, agua, mercado, transporte, facilidades de distribución, comunicaciones, condiciones de vida, leyes, reglamentos, clima, acciones para evitar la contaminación del medio ambiente, apoyo, actitud de la comunidad, condiciones, sociales y culturales.<sup>3</sup>

### 3.1.1 ANÁLISIS DE MACROLOCALIZACIÓN

Con el fin de cumplir con uno de los factores de localización mencionados anteriormente se analizaron estímulos, ayudas y facilidades que otorga el gobierno federal para el establecimiento de nuevas empresas. Se tomó en cuenta la división de áreas geográficas en la república mexicana las cuales se describen en la siguiente tabla 3.1.1.

Tabla 3.1.1 Estímulos, ayudas y facilidades otorgados por el gobierno federal Decreto de la secretaría de Industria y comercio (2017).

Área geográfica	Estados	Franquicias o reducción de impuestos	Porcentaje
<b>Zona A</b>	Ciudad de México y área metropolitana, Baja California Sur, Guerrero, Chihuahua, Guadalajara, Monterrey, Sonora, Tamaulipas, Veracruz,	1. Impuestos de importación y sus adicionales sobre materias primas, equipo y refacciones.	1.50-100%
		2. Impuestos del timbre	2.50-100%
		3. Percepción neta federal de impuestos sobre ingresos mercantiles	3.50-100%
		4. Impuesto sobre la renta de bienes inmuebles del activo fijo de las empresas.	4.60-100%
<b>Zona B</b>	Aguas calientes, Campeche, Colima, Chiapas, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tlaxcala, Yucatán, y Zacatecas.	5. Impuesto sobre la renta al ingreso global de las empresas.	5.10-25%
		6. Si	6.Si
		1.60-100%	1.60-100%
		2.60-100%	2.60-100%
		3.60-100%	3.60-100%
		4.60-100%	4.60-100%
5.15-40%	5.15-40%		
6.Si	6.Si		

Se consideró que los estados pertenecientes a la zona B es idónea para el establecimiento de la planta de fertilizante, se eligieron 6 lugares posibles para la ubicación: Querétaro, Veracruz, Guanajuato, Michoacán, San Luis Potosí, Puebla, Estado de México como posibles alternativas. Sin embargo se descartaron los siguientes estados: Veracruz, Puebla y Estado de México. Por los siguientes motivos:

- Presentar serios problemas de orden público (permisos).
- Por no ofrecer las grandes extensiones requeridas para implementar el Plan de crecimiento sectorial.
- Poco uso de fertilizantes fosfatados.
- Alejados de los principales consumidores.



En las siguientes tablas 3.1.1 a hasta 3.1.1 d se describen algunas características de los estados seleccionados:

Tabla 3.1.1.a Querétaro.<sup>6</sup>

<b>QUERÉTARO</b>		
<b>BASE GEOGRÁFICA</b>		Censos
Extensión territorial	11,684 Km <sup>2</sup>	No aplica.
Clima	Seco y semiseco	No aplica.
Número de habitantes	1,827,937 habitantes	2010
Industria manufacturera PIB	30% (2.3% del total aportado a nivel nacional)	No aplica.
Coordenadas	20°35'28"N 100°23'28"O	No aplica.
<b>AGRICULTURA</b>		
Superficie sembrada	162536 hectáreas	2014
Cosecha	156280 hectáreas	2014
Principales cultivos	Maíz grano, maíz forrajero, jitomate, sorgo grano	No aplica.
<b>FINANZAS</b>		
PIB estatal	\$270,061,000	No aplica.
Deuda estatal	1,594 millones de pesos	No aplica.
PIB estatal per capital(mensual)	\$15,714	2015
Ingreso total del estado	\$26.564.435.137	No aplica.
PIB (con respecto al total nacional)	2.1%(en el 2013)	No aplica.
Tasa de inflación estatal	3.15	No aplica.
Tasa de inflación nacional	2.21	No aplica.
<b>COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE</b>		
<b>Carretera</b>		
Troncales federales	3295 km	2016
Estatales	387 km	2016
Caminos rurales	68km	2016
Vías de ferrocarril	476.4 km	2016
Aeropuertos	1 internacional y 2 aeródromos	2016
<b>INDUSTRIA</b>		
Número de parques industriales	22	No aplica.
<b>ECONÓMICO</b>		
Salario mínimo de la región	\$351.60	2017
Salario mínimo nacional	\$337.40	2017

Tabla 3.1.1b Michoacán.<sup>7</sup>

<b>MICHOACÁN</b>		
<b>BASE GEOGRÁFICA</b>		Censos
	Km <sup>2</sup>	
<b>Extensión territorial</b>	58643	No aplica.
<b>Clima</b>	Cálido y sub húmedo	No aplica.
<b>Número de habitantes</b>	4,639,479	2016
<b>Industria manufacturera PIB</b>	23.1%( de 2.4 del PIB nacional aportado)	No aplica.
<b>Coordenadas</b>	17°55´ y 20°24´ N 100°04´ y 103°44´ O	No aplica.
<b>AGRICULTURA</b>		
<b>Superficie sembrada</b>	35, 556 hectáreas	No aplica.
<b>Cosecha</b>	No aplica.	No aplica.
<b>Principales cultivos</b>	Aguacate, fresa, papa, limón	No aplica.
<b>FINANZAS</b>		
<b>PIB estatal</b>	\$412,000,000	2015
<b>Deuda estatal</b>	\$31,267,732,787	2017
<b>PIB estatal per capital(mensual)</b>	\$6,927	No aplica.
<b>Ingreso total del estado</b>	\$85,528,339	No aplica.
<b>PIB (con respecto al total nacional)</b>	2.40%	No aplica.
<b>Tasa de inflación estatal</b>	1.75%	2015
<b>Tasa de inflación nacional</b>	2.21%	2016
<b>COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE</b>		
<b>Carretera</b>		
<b>Troncales federales</b>	15468 Km	2015
<b>Estatales</b>	151 Km	No aplica.
<b>Caminos rurales</b>	56 Km	No aplica.
<b>Vías de ferrocarril</b>	1242.4 Km	2015
<b>Aeropuertos</b>	2 nacionales, 2 internacionales y 34 aeródromos	2015
<b>INDUSTRIA</b>		
<b>Número de parques industriales</b>	6	No aplica.
<b>ECONÓMICO</b>		
<b>Salario mínimo de la región</b>	\$273.80	2017
<b>Salario mínimo nacional</b>	\$337.40	2017

Tabla 3.1.1c San Luis Potosí.<sup>8</sup>

<b>SAN LUIS POTOSÍ</b>			
<b>BASE GEOGRÁFICA</b>			Censos
<b>Extensión territorial</b>	61,137	Km <sup>2</sup>	No aplica.
<b>Clima</b>	seco y semiseco		
<b>Número de habitantes</b>	2,787,109		2016
<b>Industria manufacturera PIB</b>	25.9 % (3.1% de la aportación nacional)		No aplica.
<b>Coordenadas</b>	22°36'12"N 100°25'47"O		No aplica.
<b>AGRICULTURA</b>			
<b>Superficie sembrada</b>	851,004 hectáreas		2015
<b>Cosecha</b>	762,725 hectáreas		2015
<b>Principales cultivos</b>	Chile verde, jitomate, maíz grano, frijol, soya		No aplica.
<b>FINANZAS</b>			
<b>PIB estatal</b>	346 mil millones de pesos		No aplica.
<b>Deuda estatal</b>	4 mil 327 millones		2017
<b>PIB estatal per capital(mensual)</b>	\$9,878		2015
<b>Ingreso total del estado</b>	\$2,440,000,000		2017
<b>PIB (con respecto al total nacional)</b>	2.46%		No aplica.
<b>Tasa de inflación estatal</b>	1.79%		2015
<b>Tasa de inflación nacional</b>	2.21%		2015
<b>COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE</b>			
<b>Carretera</b>			
<b>Troncales federales</b>	11587 Km		2016
<b>Estatales</b>	201 Km		2016
<b>Caminos rurales</b>	35 Km		2016
<b>Vías de ferrocarril</b>	1235 Km		2016
<b>Aeropuertos</b>	1 nacional, 1 internacional y 15 aeródromos		2016
<b>INDUSTRIA</b>			
<b>Número de parques industriales</b>	17		No aplica.
<b>ECONÓMICO</b>			
<b>Salario mínimo de la región</b>	\$335.50		2017
<b>Salario mínimo nacional</b>	\$337.40		2017

Tabla 3.1.1.d Guanajuato.<sup>9</sup>

GUANAJUATO		
<b>BASE GEOGRÁFICA</b>		Censos
Extensión territorial	30,607 Km <sup>2</sup>	No aplica.
Clima	Seco y semiseco	No aplica.
Número de habitantes	5,853,677	2015
Industria manufacturera PIB	57.50%	2016
Coordenadas	21°00'17"N 101°15'53"O	No aplica.
<b>AGRICULTURA</b>		
Superficie sembrada	801 mil 514 hectáreas	2014
Cosecha	701 mil 695 hectáreas	2014
Principales cultivos	Zanahoria, camote, cebada, sorgo	No aplica.
<b>FINANZAS</b>		
PIB estatal	4.30%	2017
Deuda estatal	\$1,811,500,769	2017
PIB estatal per capital(mensual)	10,166	2016
Ingreso total del estado	\$75,299,355,780	2017
PIB (con respecto al total nacional)	4.00%	No aplica.
Tasa de inflación estatal	2.45%	No aplica.
Tasa de inflación nacional	2.21%	No aplica.
<b>COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE</b>		
Carretera	12785 Km	2013
Troncales federales	No aplica.	No aplica.
Estatales	No aplica.	No aplica.
Caminos rurales	1,085 Km	No aplica.
Vías de ferrocarril	1,085 Km	No aplica.
Aeropuertos	1 nacional, 1 internacional y 10 aeródromos	
<b>INDUSTRIA</b>		
Número de parques industriales	18 -22	2017/2018
<b>ECONÓMICO</b>		
Salario mínimo de la región(diario)	\$287.80	2017
Salario mínimo nacional (diario)	\$337.40	2017

### 3.1.2 FACTORES PONDERADOS PARA MACROLOCALIZACIÓN

Para realizar este método, se han seleccionado varios factores, que influyen en la ubicación de la planta; los factores seleccionados y los pesos asignados se muestran en la tabla 3.1.2 a.

Tabla 3.1.2 a Factores y pesos asignados.<sup>10</sup>

FACTOR	PESO DE IMPORTANCIA
1. Disponibilidad de mano de obra	0.15
2. Salario mínimo permisible	0.10
3. Vías de comunicación	0.15
4. Clima	0.10
5. Estímulos fiscales	0.13
6. Infraestructura industrial	0.22
7. Cercanía con proveedores (materias primas)	0.15
Total	1

Al realizar la distinción del grado de importancia para cada una de las alternativas se le da una puntuación de una escala del 0 a 10. Esto mostrado en la tabla 3.1.2 b.

Tabla 3.1.2.b Puntuación para las distintas alternativas.<sup>12</sup>

FACTOR	PI	CALIFICACIÓN POR ESTADOS				CALIFICACIÓN PONDERADA			
		Querétaro	SLP	Michoacán	Guanajuato	Querétaro	SLP	Michoacán	Guanajuato
1	0.15	9	7	5	8	1.35	1.05	0.75	1.2
2	0.1	7	7	7	9	0.7	0.7	0.7	0.9
3	0.15	8	6	9	8	1.2	0.9	1.35	1.2
4	0.1	8	9	7	9	0.8	0.9	0.7	0.9
5	0.13	9	8	7	10	1.17	1.04	0.91	1.3
6	0.22	9	7	6	9	1.98	1.54	1.32	1.98
7	0.15	9	8	8	9	1.35	1.2	1.2	1.35
						8.55	7.33	6.93	8.83

Con base en la información mostrada en la tabla 3.1.2.b, el estado de Guanajuato, presenta la mayor calificación ponderada, por tal motivo este estado es la mejor alternativa para instalar la planta de producción de DAP (fosfato diamónico).

### 3.2 MICROLOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

El micro-localización conjuga los aspectos relativos a los asentamientos humanos, identificación de actividades productivas, determinación de centros de desarrollo, selección y delimitación precisa de las áreas, también denominada sitio, en que se localizará y operará el proyecto dentro de la macro zona.

El estado de Guanajuato cuenta con 18 parques industriales y están en construcción cuatro, de acuerdo con información de la Secretaría de Desarrollo Económico Sustentable. Los parques industriales con los que cuenta el estado de Guanajuato son suficientes para atender la demanda de inversionistas que buscan instalarse en la region.<sup>10</sup> Celaya ofrece el suelo industrial de 600 a 1,100 pesos MXN por metro cuadrado; en Irapuato está entre 40 y 53 dólares; León y Silao como un mínimo de 38 y máximo de 55 dólares, y San José Iturbide de 42 a 50 dólares.<sup>11</sup> En la tabla 3.2a se enlistan algunos terrenos que cumplan con la extensión requerida para la construcción de la planta:

Tabla 3.2 a Posibles terrenos para la localización de la planta.<sup>13</sup>

Ubicación del terreno	Precios \$MXN	Extensión (m <sup>2</sup> )
Apaseo el alto Gto.	1,000,000	50,000
Parque industrial Amexhe. a 18 km De la caseta de Celaya Cuota.	1,500,000	50,000
Montecillo, San Miguel de Allende, Guanajuato	1,220,000	60,000
Dolores Hidalgo Guanajuato	750,000	60,000
San Miguel de Allende	660,000	15,000
San Bartolo	3,500,000	45,000
Celaya	1,750,000	10,000

En el mapa de la figura 3.2 se muestra la ubicación de las regiones mencionadas en la tabla anterior. Por lo tanto, la planta para la producción de DAP puede estar ubicada en los siguientes municipios de acuerdo a la distribución: Celaya, Dolores Hidalgo, San Miguel Allende o San Bartolo. Se analizaron los precios de terrenos y área disponible, se elige Celaya Guanajuato como el lugar de ubicación de la planta.

GUANAJUATO  
- MUNICIPIOS -



www.mapasparacolorear.com  
Fuente: INEGI / CONABIO (2010)

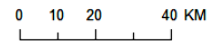


Figura 3.2 Mapa de Guanajuato.<sup>14</sup>

### 3.3 INFORMACIÓN SOBRE EL PRODUCTO

**Nombre del producto:** NutriDAP

**Origen:** México

**Uso:** El fertilizante fosfatado es un producto que aporta nutrientes, en su mayoría nitrógeno- Pentaóxido de difósforo, aportando crecimiento y vitalidad a las plantas.

**Especificación genérica:** Establecida por COFEPRIS como “Nutriente vegetal” fosfato diamónico.

**Ficha técnica del producto.**

GENERALIDADES

Nombre comercial: DAP

Nombre genérico: Fosfato diamónico

Fórmula comercial: 18-46-0

Composición del fosfato diamónico presentados en la tabla 3.3 a

Tabla 3.3 a Composición del DAP.<sup>16</sup>

Nutriente	Nominal %	Mínimo%
Nitrógeno total	18.0	17.3
Nitrógeno amoniacal	18.0	17.3
Fósforo asimilable	46.0	24.0
Humedad	1.5	-

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS**

- *Presentación física:* Solido granulado, de color café
- *pH:* 6-9
- *Densidad:* 915 kg/m<sup>3</sup>
- *Característica Fertilizante fosfatado*
- *Solubilidad en agua:* 1g/2.5 mL
- *Humedad crítica relativa a 30°C:* 45%
- *Granulometría (expresada en mm por número de tamiz presentada en la tabla 3.3 b).*

• Tabla 3.3 b Granulometría del fosfato diamónico.<sup>16</sup>

Tamiz	%Partículas
1. Mayor a 4mm	5.0
2. 4- 3mm	69.0
3. 3-2mm	22.0
4. 2-1mm	4.0
5. Menor a 1mm	0.1



Se tiene mayor porcentaje de partículas en el tamiz 2 indicando que la mayoría de las partículas miden entre 3 y 4 mm.

## APLICACIÓN

Fertilizante fosfatado para la aplicación directa al suelo, en todo tipo de cultivos que presenten deficiencia del elemento nutricional (fosforo). Es importante tomar en cuenta la recomendación de un especialista en agronomía con un oportuno análisis de suelo.<sup>16</sup>

## EMPAQUE

Costales/sacos resistentes herméticamente cerrado, garantizado las características del producto en condiciones normales de almacenaje. Contenido por saco (50Kg).

## ALMACENAMIENTO

Zona libre de humedad y ventilada. No arrumar directamente en el suelo. No dejar a la intemperie, se debe separar de materiales orgánicos y de otras sustancias como oxidantes, líquidos inflamables, ácidos y combustibles. No es aconsejable almacenarlos mayor a 6 meses.<sup>16</sup>

El Fosfato Diamónico (DAP) es compatible con la mayoría de los fertilizantes, pero existe incompatibilidad con Superfosfato Triple (SPT) y Superfosfato Simple (SPS) ya que genera reacción húmeda y se apelmaza, en el caso de mezclas de aplicación inmediata es posible combinarlos siempre y cuando la mezcla no se destine a almacenamiento. El DAP es un producto muy estable en almacenamientos prolongados, pero es muy importante observar un buen manejo del producto en almacén, preferentemente bajo condiciones adecuadas, es decir en lugares secos, frescos, ventilados y libres de cualquier agente contaminante.<sup>15</sup>

## TRANSPORTE

Transportar en vehículos que permitan proteger los sacos de lluvia. Debe estar limpio y libre de humedad. Evitar colocar objetos combustibles o inflamables sobre los sacos.

### 3.4 ANÁLISIS DEL PROCESO

Existen varios procesos para la producción de los fosfatos de amonio. Los más antiguos utilizaban ácido fosfórico de horno eléctrico para producir fosfatos cristalinos y posteriormente se desarrollaron los procesos convencionales, para producirlos de forma granulada. El ácido fosfórico se hace reaccionar con amoníaco para formar fosfatos de amonio, que constituyen una gran cantidad de fertilizantes fosfatados, entre los más comunes se encuentran el fosfato monoamónico (MAP) y el fosfato diamónico (DAP).

El fosfato diamónico (grado fertilizante) es un producto compuesto de fosfatos de amonio, principalmente fosfato diamónico, resultado de la amonización del ácido fosfórico, éste también es conocido como fosfato de amonio dibásico  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ .

El fósforo y el nitrógeno son nutrientes esenciales para las plantas. Estos dos elementos aseguran la multiplicación celular y por lo tanto el crecimiento de las plantas ya que ambos son componentes estructurales del ácido nucleico. Los fertilizantes son usados como fuente rica en fósforo y nitrógeno para las plantas debido a que estos son generalmente formados en la reacción de ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) con amoníaco ( $\text{NH}_3$ ).

El ácido fosfórico que es de gran importancia en la fabricación de fertilizantes se obtiene comúnmente de dos formas a partir de la roca fosfórica. Esta roca está compuesta principalmente de fosfatos de calcio y calcita.

Desde 1959 cuando llevo a cabo su primera producción en Estados Unidos, se comenzó a aumentar su uso debido que el nitrógeno y el fósforo que contenía era mejor asimilado por las plantas en forma granular, a partir de esto se han generado diferentes procesos para su producción grado fertilizante e incluso alimenticio.

Se investigaron varios procesos en distintas patentes y artículos los cuales se compararon y analizaron reportados en la tabla 3.4. De este análisis se seleccionará el proceso de producción del DAP en la que se obtengan mayores ventajas, para llevar a cabo la ingeniería básica de este proceso.

Tabla 3.4 Primera sección, 17, 18, 19, 20, 21, 22,23, 24, 25,26 y 27.

PROCESO	MATERIAS PRIMAS	EQUIPOS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO	TIEMPO DE PRODUCCIÓN TON/H
1	<p>Procedimiento para producir fosfato diamónico en un reactor tubular situado en un secador.</p> <p>Publicación: España, 1989.</p>	<p>Depurador de gases.</p> <p>Reactor Tubular.</p> <p>Secador de tambor rotatorio.</p> <p>Granulador.</p> <p>Ciclón.</p> <p>Tamiz.</p> <p>Pulverizador.</p> <p>Enfriador.</p>	<p>El uso del reactor tubular en el secador permite reducir el contenido de agua de la suspensión y consecuentemente reduce la tasa de recirculación.</p>	<p>La cantidad de calor que debe suministrarse al granulador es tal que la temperatura de éste se eleva significativamente, y las pérdidas de amoníaco se vuelven problemáticas.</p>	<p>Con este proceso se reduce la cantidad de agua y al dividir la corriente de ácido fosfórico se elimina el problema de calor y amoníaco.</p> <p>La amonización se lleva a cabo en el granulador.</p> <p>Se alimenta todo el ácido sulfúrico y todo el amoníaco al reactor tubular.</p>	<p>0.105 ton/h de DAP que contienen 17.4% de N, 45.1% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 1.18% de H<sub>2</sub>O. Proporción molar de N: P de 1.82.</p>
2	<p>Fertilizante DAP a partir del proceso húmedo del ácido fosfórico por cristalización.</p> <p>Publicación: Estados Unidos, 1955.</p>	<p>Precipitador</p> <p>Filtro rotatorio</p> <p>Evaporador</p> <p>Cristalizador a vacío</p> <p>Centrifuga</p> <p>Mezclador</p> <p>Secador</p> <p>Tamiz</p>	<p>Este proceso fue desarrollado para separar y manejar adecuadamente las impurezas del ácido fosfórico.</p> <p>Se puede trabajar la amonización en un proceso continuo o batch.</p>	<p>Debido a que se requiere cristalizar en vacío el consumo de energía eléctrica se verá incrementado con respecto a procesos convencionales.</p> <p>Requiere servicio de vapor para la evaporación.</p> <p>Se obtienen cristales de DAP que son menos convencionales los granulados por ser menos asimilados por las plantas.</p>	<p>Ofrece un tratamiento para la separación y manejo de las impurezas del ácido fosfórico.</p> <p>Los cristales son centrifugados y llevados a una humedad del 2.5-3 %.</p>	<p>0.041 ton/ h (Capacidad de la Planta Piloto). Proporción molar de N:P de 1.1.</p>

Tabla 3.4 Segunda sección, 17, 18, 19, 20, 21, 22,23, 24, 25,26 y 27

PROCESO	MATERIAS PRIMAS	EQUIPOS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO	TIEMPO DE PRODUCCIÓN TON/H
<p><b>3</b></p> <p>Producción de fosfato diamónico en un reactor tubular de alta presión con granulador.</p> <p>Publicación: Estados Unidos, 1987.</p>	<p>Amoniaco</p> <p>Ácido fosfórico (26-42 P2O5)</p> <p>Ácido fosfórico (35-45 P2O5)</p> <p>Agua</p>	<p>Depurador de gases</p> <p>Reactor Tubular</p> <p>Granulador</p> <p>Secador-Enfriador</p> <p>Tamiz</p> <p>Pulverizador</p> <p>Refrigerador</p>	<p>El producto se pulveriza menos durante su manejo.</p> <p>Reducción de polvo en la planta.</p> <p>Es posible producir más de un producto fosfatado al adicionar amoniaco al granulador.</p> <p>Es posible manejar el reactor a condiciones de operación diversas.</p>	<p>Requerimiento de un ácido fosfórico mixto de alimentación (37-43 P2O5) al reactor.</p> <p>Los tiempos de respuesta al cambio en el PCR son cortos comparados con los que se tienen si se usara un reactor tanque.</p>	<p>El reactor tubular tiene su descarga hacia el granulador el cual aumenta la producción de producto al ser inyectado amoniaco adicional.</p> <p>El contenido de humedad típico del producto del granulador es de 2-3%.18</p>	<p>Hasta 55 ton/h (Royster Fertilizer Company). 42 ton/h</p> <p>Proporción molar de N:P de 1.4.18</p>
<p><b>4</b></p> <p>Producción de fosfato diamónico en preneutralizador con doble depuración de gases.</p> <p>Publicación: Florida, 2010.</p>	<p>Amoniaco gaseoso</p> <p>Ácido fosfórico</p>	<p>Pre-depurador</p> <p>Depurador de gases</p> <p>Preneutralizador</p> <p>Granulador</p> <p>Secador</p> <p>Tamiz</p> <p>Molino</p> <p>Refrigerador</p>	<p>El lavado doble funciona con una eficiencia mayor del 99.7% que produce un ahorro de amoniaco.</p> <p>Menor P2O5 insoluble en el producto final.</p> <p>Reducción de las pérdidas de amoniaco y el menor consumo de combustible.</p>	<p>En condiciones ideales, la depuración molar individual tendría una eficacia del 98%.</p>	<p>Los gases cargados de amoniaco que salen del preneutralizador y el granulador entran primero en el pre-depurador donde se limpian con un licor en una proporción molar de 1.4 donde se absorbe el 60-70% del amoniaco.10</p>	<p>31 ton/h</p> <p>Proporción molar de N: P de 1.4. 10</p>

### **3.5 PROCESO SELECCIONADO: PRODUCCIÓN DE FOSFATO DIAMÓNICO EN UN REACTOR TUBULAR DE ALTA PRESIÓN CON GRANULADOR.**

El proceso de obtención de fosfato diamónico en el reactor tubular es simple al requerir menor cantidad de equipos principales y eficiente en energía, al generar un producto en el granulador con bajo contenido de humedad hasta del 3%, a partir de amoníaco gaseoso y ácido fosfórico, se refiere a un método mejorado de distribución de la suspensión producida en el reactor tubular y después distribuido en un granulador de tambor rotatorio horizontal. Una considerable ventaja sobre los demás procesos son las flexibilidades que nos puede ofrecer ya que la producción puede llegar a ser de hasta 55 TON/hora comparada con la de los otros tres procesos la cual es inferior.

En algunos casos, el azufre se añade como ácido sulfúrico al sistema para ajustar la calidad del producto, y en todos los casos está presente algo de azufre en la materia prima de los ácidos fosfóricos en el proceso húmedo, que es común en la producción de todo el fosfato diamónico. Los fosfatos comerciales diamónicos típicos son nominalmente 18% de nitrógeno, 46% de fosfato como ácido fosfórico, y contienen aproximadamente un 1% de azufre derivado de la alimentación de ácido fosfórico alimentado y, en algunos casos, contienen tanto como un azufre de 1% adicional, derivado de una corriente de ácido sulfúrico. El azufre está usualmente presente en el producto final como sulfato de amonio.

Se considera que las mejoras en los procesos de producción de fertilizantes granulados con fosfato diamónico son relativamente importantes, ya que este material es el fertilizante de fosfato granular más producido en el mundo actual.

Este fertilizante es adecuado para la aplicación directa en cultivos, para su uso en mezclas de gránulos secos con otros nutrientes fertilizantes y también para uso como producto intermedio para producir fertilizantes fluidos, que ahora representan el segmento de crecimiento más rápido de la industria de fertilizantes. En muchos casos, un fertilizante fluido puede ser más barato a partir de un producto de fosfato sólido, tal es el caso del fosfato diamónico que puede producirse a partir de elementos básicos

como el amoníaco y ácido fosfórico debido a que los costes de transporte y manipulación son sustancialmente más bajos para los sólidos.

### 3.5.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO

En la figura 3.5.1 se presenta el diagrama de bloques de un proceso que fue diseñado en torno a un reactor tubular PCR, para la fabricación de DAP grado fertilizante, el cual consiste en lo siguiente:

1. Ácido fosfórico de alimentación a este proceso se divide usualmente en dos corrientes. En la primera el ácido fosfórico, una fuente débil que varía de aproximadamente 26 a 42% de  $P_2O_5$  en concentración, se introduce en el depurador de escape de granulador, donde una fracción es recirculada.
2. La corriente lateral de ácido fosfórico recirculante extraída del depurador, se mezcla con ácido fosfórico, que usualmente es un ácido más fuerte con concentraciones que varían de aproximadamente 38 a 54% de  $P_2O_5$ , para producir un ácido mixto, este es el adecuado para alimentar el reactor tubular.
3. La concentración de la corriente de alimentación de ácido es típicamente de aproximadamente 37 a 43% de  $P_2O_5$  y este ácido reacciona rápidamente con una corriente de amoníaco anhidro alimentado en el interior del reactor tubular.
4. Se puede introducir agua a dicho amoníaco antes de entrar en el reactor tubular para controlar la temperatura del producto resultante a un nivel predeterminado, si se desea, pero normalmente la temperatura se ajustará variando la concentración de la alimentación de ácido fosfórico.
5. El producto de reacción en suspensión procedente del reactor tubular a 170 °C, se descarga en el granulador que es un tambor rotatorio donde la suspensión puede reaccionar con amoníaco adicional alimentado y recubrir partículas de material reciclado fino y unirlos para formar gránulos de fosfato de diamónico.
6. El granulador de tambor rotatorio que opera entre 90°C y 100 °C es particularmente adecuado, para la contención de vapores descargados desde el reactor tubular, los cuales se extraen del granulador pasando por el lavador de escape.

7. El producto DAP proveniente del granulador (2-3% de humedad), que contiene diversos tamaños de partículas sólidas de fosfato diamónico, se alimenta al secador-enfriador en el que las partículas se enfrían o, si se requiere, se secan adicionalmente hasta los requisitos deseados antes de introducirse en las pantallas clasificadoras de tamaño.
8. El producto se extrae de las rejillas y se enfría típicamente en un refrigerador antes de transferirse a un almacenamiento como producto terminado.
9. El material de gran tamaño obteniéndose introduce en un molino de cadena y el material triturado resultante se combina con material de tamaño inferior y se devuelve al granulador.

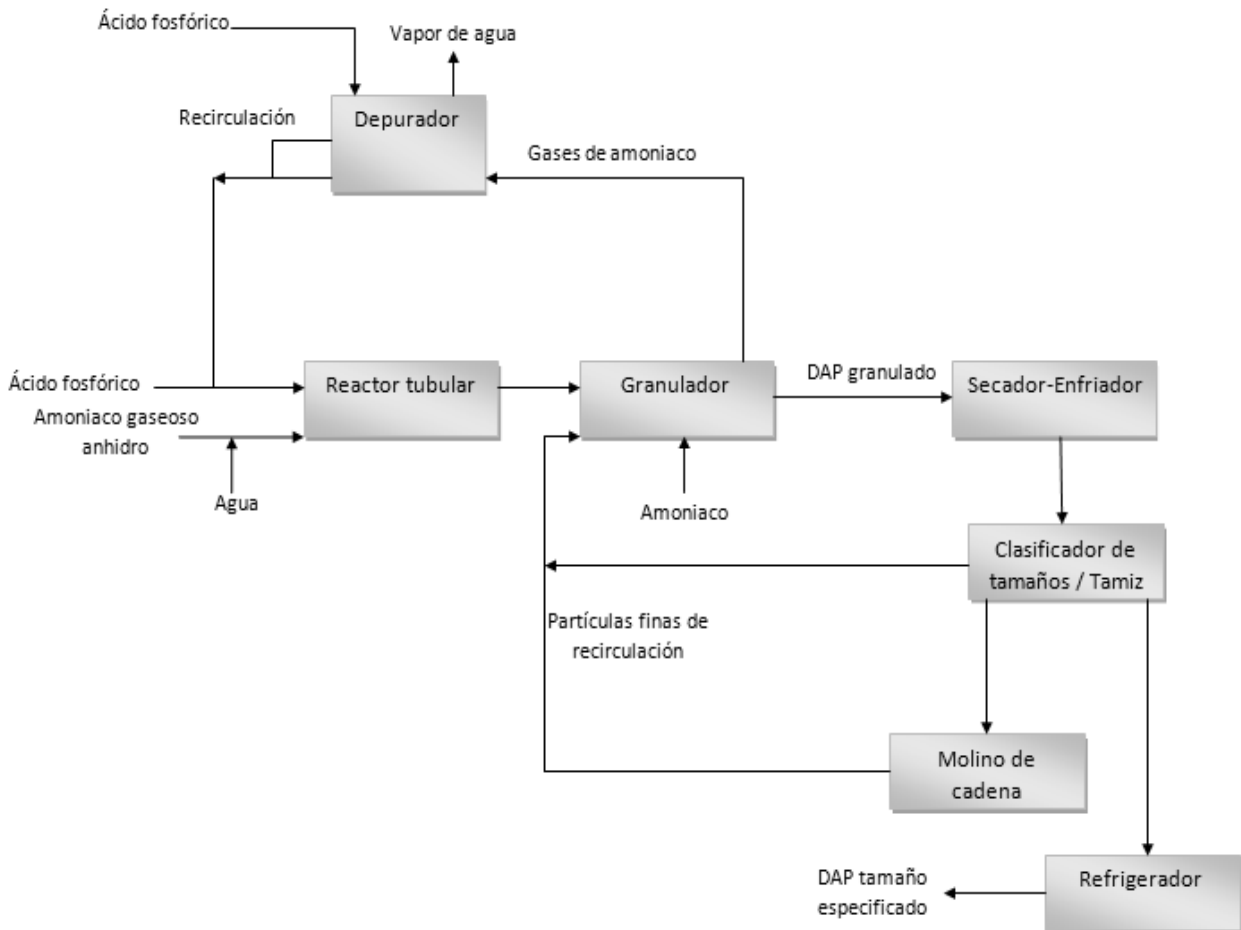


Figura 3.5.1 Diagrama de bloques del proceso de producción de dap por medio de un reactor tubular, EU, 1986.<sup>17,18.</sup>

### 3.5.2 DESCRIPCIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS.

- **Amoniaco:**

El amoniaco es un nutriente que contiene nitrógeno e hidrógeno. Su fórmula química es  $\text{NH}_3$  en su estado sin ionizar y  $\text{NH}_4^+$  en la forma ionizada. La suma de  $\text{NH}_3$  y  $\text{NH}_4^+$  constituye el amoniaco que se mide analíticamente en el agua.

El amoniaco es el nutriente preferido para el crecimiento de las plantas con contenido de nitrógeno. Las bacterias pueden convertir el amoniaco en nitrito y nitrato para ser usado por las plantas. El nitrato y el amoniaco son las formas más comunes de nitrógeno en los sistemas acuáticos. El nitrato predomina en aguas no contaminadas. El nitrógeno puede ser un factor importante para controlar el crecimiento de las algas cuando otros nutrientes como el fosfato son abundantes. Si el fosfato no es abundante se puede limitar el crecimiento de algas antes de usar nitrógeno. Los animales excretan amoniaco y los animales y plantas producen amoniaco en su descomposición para devolverlo en forma de nitrógeno al sistema acuático.

- **Roca fosfórica**

La roca fosfórica es un producto obtenido de minas y del procesamiento metalúrgico subsiguiente de los minerales fosfatados. Se refiere principalmente a las rocas de reactividad media a alta y especialmente cuando son aplicadas a suelos ácidos. En estos suelos, las rocas funcionan como un producto de “arranque” dando un efecto potencial sobre el crecimiento inicial de las plantas y el rendimiento. Además, aporta calcio intercambiable y reduce los efectos de toxicidad del aluminio.

En definitiva, todas estas propiedades de las rocas fosfóricas ayudan en la mejora de la fertilidad de los suelos y al control de su degradación, en particular para evitar el empobrecimiento de los nutrimentos.



## CAPITULO 4. ESTUDIOS DE INGENIERÍA

---

### **ESTUDIO TÉCNICO Y FINANCIERO DE LA PRODUCCIÓN DE FOSFATO DIAMÓNICO EN MÉXICO.**

**ESTE CAPÍTULO ABORDA TODO REFERENTE AL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE DAP, EL CUAL DESCRIBE LA CANTIDAD DE MATERIA PRIMA REQUERIDA PARA LA OBTENCIÓN DEL FERTILIZANTE, ASÍ COMO LA COMERCIALIZACIÓN DEL MISMO.**



**DAVILA FLORES ELIZABETH AMARILIS**

**LEDESMA GÓMEZ MARIO ALBERTO**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FES-ZARAGOZA.**

**CIUDAD DE MÉXICO 2018**

---

## 4.1 INGENIERÍA CONCEPTUAL

---

### Requerimientos de producción

Tomando como base el estudio de mercado que se encuentra en el capítulo dos , los cuales nos indican la falta de producción de fertilizantes fosfatos en México debido a que se privatizo esta industria esto da origen a esta propuesta para reactivar la producción de fertilizantes fosfatados en México.

Se plantea crear un producto que brinde una adecuada nutrición a los cultivos de nuestro país así como una propuesta de inversión para empresarios que hoy en día solo se dedican a importar y revender este producto tales como Agrogen, Fertilizantes Tepeyac, Fertinova, entre otros .

Los requerimientos que se plantean son:

- Desarrollar fosfato diamónico que de excelente nutrientes a las cosechas de México
- Ofertar una propuesta de infraestructura a los medios para ser financiado.

### Ubicación de la planta

La ubicación de la planta para la producción de DAP puede estar ubicada en los siguientes municipios de acuerdo a la distribución: Celaya, Dolores Hidalgo, San Miguel Allende o San Bartolo. Se analizaron los precios de terrenos y área disponible, se elige Celaya Guanajuato como el lugar de ubicación de la planta.

### Área requerida de la planta

La planta tendrá una área aproximada de 10,000 m<sup>2</sup> esto incluirá áreas verdes oficinas así como la planta de producción el área exacta se especifica en 4.2.2 descripción de la planta

### Viabilidad conceptual

La industria de fertilizantes fosfatados en México ha estado parciamente en el olvido desde hace más de 20 años, por lo que el hecho de retomar la producción de

fertilizantes fosfatos es viable, prácticamente no se tendría competencia en producción sin dejar de lado que existen muchos proveedores que se dedican a importar este producto, por lo tanto el precio es más caro aproximadamente un 49% por ser importado y podríamos competir en precio este porcentaje está en función del precio de venta de nuestros principales competidores como lo que se mencionan en el capítulo 2.

### **Estudio de viabilidad operacional**

La planta de producción está diseñada para una producción 1,872 toneladas anuales, 6 toneladas diarias lo que da un total de 120 costales por día de DAP y MAP teniendo como base seis días de producción a la semana, estos datos son obtenidos de acuerdo al estudio de mercado mencionado en el capítulo 2.

### **Selección de proceso**

El proceso será por lotes. Basado en la producción de 1520 toneladas anuales establecidas por el estudio de mercado realizado esto servirá para dar a conocer nuestro producto y poder competir con las empresas dedicada a la venta de este producto.

Dentro del desarrollo se establece lo siguiente:

- Definición de materias primas y producto (DAP)
- Generar documentos de ingeniería básica

Las materias primas a utilizar para la producción de DAP son: ácido sulfúrico, amoníaco y roca fosfórica. El medio de transporte de la materia prima y distribución de producción final será por medio terrestre.

### **Costo de inversión**

Se requiere un costo de inversión para poder adquirir los equipos el pago de impuesto materia prima así como la compra del terreno y fincado entre demás conceptos que se mencionan en el capítulo 5 para poder poner en marcha la planta de DAP de un total

de diez y siete millones de pesos aproximadamente el monto exacto desglosado podrá ser consultado en el capítulo 5.

#### Costo de mantenimiento

El proyecto tiene planeado tener dos tipos de mantenimiento los cuales a lo largo de la vida útil de un activo realizan ciertas mejoras necesarias para un buen funcionamiento para poder incrementar este tiempo. Estas reparaciones tienen un costo determinado tomándose en cuenta como activo fijo, se les conoce como mantenimiento correctivo y preventivo y se calculen se darán de la siguiente manera

**Mantenimiento correctivo = 3% de activos fijos totales.<sup>3</sup>**

**Mantenimiento preventivo = 2.5% de activos fijos totales**

**Se explica de manera más detalla en el capítulo 5**

## 4.2 INGENIERÍA BASICA DEL PROCESO

### 4.2.1 BASES DE DISEÑO

---

#### Generalidades

La función de esta planta de producción se ubica en el municipio de Celaya en el Estado de Guanajuato (De acuerdo con el estudio de localización), la producción es de 5 Ton/día de DAP que cumpla con la función de dar los nutrientes al suelo para el adecuado crecimiento de cultivos.

#### Factor de servicio

La planta deberá operar 60 meses como mínimo y se diseña para una vida útil de 10 años. La planta opera 10 horas al día para cumplir con las necesidades de producir en un lote ya que es un proceso intermitente.

**Rendimiento.**

El ingeniero de procesos deberá asegurar el máximo rendimiento de la planta, así como el mantenimiento de los equipos de proceso, para lograr la formulación del producto y la mezcla de reactivos necesarios para procesar sacos de 50Kg.

**Flexibilidad**

La planta deberá ser diseñada para realizar paros ordenados y seguros en condiciones anormales, en caso de que se presenten un fallo de electricidad, o servicios la planta no podrá seguir operando, ya que el requerimiento de todas estas condiciones de servicios son necesarias para que la planta opere en condiciones normales.

Para mantener la operación y continuidad del proceso se suministrarán servicios auxiliares como agua y electricidad, el agua para realizar limpieza de los equipos del proceso así como la electricidad para operar bombas y motores.

**Previsión de ampliaciones futuras**

Se procesara un producto que competirá contra grandes inversionistas que tienen años reembolsando un producto importado, primero se dará a conocer este producto y una vez que esté posicionado en el mercado se planea aumentar la producción, la planta opera al 80% de su producción máxima, se pretenden que en 5 años se tenga mayor producción de acuerdo al análisis financiero del capítulo 5.

Si el fertilizante tiene éxito en el mercado es necesario abrir más plantas en diferentes partes del país hasta cubrir la demanda del producto y poder disminuir la importación de DAP y haciendo crecer la empresa FertiQim.

**Instalación requerida de almacenamiento**

La alimentación de materia prima será dentro de los límites de baterías, en estado líquido y en forma sólida (rocas).El almacenamiento de esta será en un almacén con techo y en tanques diseñados de acuerdo a las propiedades físicas y químicas los cuales estarán dentro del límite de batería con capacidad de abastecimiento

equivalente a una semana. En la tabla 4.2.1a se muestra la cantidad necesaria de almacenamiento equivalente a una semana y la forma de almacenamiento.

Tabla 4.2.1a Almacenamiento de materia prima.<sup>2</sup>

<b>ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA</b>			
Materia prima	Almacenamiento equivalente a dos semanas	Forma de almacenamiento	Capacidades de almacenamiento.
Roca fosfórica	138,620 Kg	Almacén con techo	60 m <sup>3</sup>
Ácido sulfúrico	26,657 L	Recipiente vertical de acero inoxidable	60 m <sup>3</sup>
Amoniaco	51,213L	Esfera de acero inoxidable	100 m <sup>3</sup>
Agua de proceso	2,815 L	Recipiente vertical de acero	10m <sup>3</sup>

### Especificaciones de las alimentaciones en límites de batería

De acuerdo con la formulación para la elaboración de DAP, la planta trabaja con las siguientes materias primas presentadas en la tabla 4.2.1b

Tabla 4.2.1b Especificación de alimentaciones en límite de batería.

Componente	Procedencia	Forma de recibirlo	Estado físico	Densidad Kg/L
<b>Roca fosfórica</b>	Almacén con techo	Camión de carga	solido	2,5
<b>Ácido sulfúrico</b>	Recipiente vertical de acero	Pipa por tubería	liquido	1,83
<b>Amoniaco</b>	Esfera de almacenamiento	Pipa por tubería	liquido	0,683
<b>Agua de proceso</b>	Recipiente vertical de acero	Pipa por tubería	liquido	1

### Especificación del producto

Las especificaciones del producto final deberán encontrarse dentro de los siguientes parámetros presentados en la tabla 4.2.1c

Tabla 4.2.1c Especificación del producto.<sup>1, 2</sup>

Propiedades	Valor
Tamaño de partícula	1.18 a 4 mm
Solubilidad en agua a 20°C	58g / 100 ml de agua
pH	7,4-8
Densidad aparente (Kg/m <sup>3</sup> )	955-1040
Índice de salinidad	29.2
Humedad critica 30°C	83%
Contenido de nitrógeno total	18%
Contenido de fosforo	46%

## **Eliminación de desechos**

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-072-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminación en las descargas de agua residuales a cuerpos receptores provenientes de las industrias de fertilizantes fosfatados, poli fosfatados, ácido fosfórico, productos químicos inorgánicos fosfatados.

El ácido fosfórico obtenido a partir de las rocas se utiliza para obtener fertilizantes ricos en fósforo, mientras que el yeso es un producto de desecho del proceso. Este yeso se formula como un granulado fino, y se le denomina fosfoyeso, tiene muchas ventajas para suelos sódico.<sup>3</sup>

El sulfato de calcio contiene 23.3 % de calcio (Ca) y 18.6 % de azufre (S); es moderadamente soluble en agua (2.5 g/L), aproximadamente 200 veces mayor que la cal agrícola. Esta característica de solubilidad del yeso hace que el calcio sea más móvil que el calcio de la cal y le permite moverse con mayor facilidad a través del perfil del suelo. Por estas propiedades es que este desecho se donará a los agricultores que tengan problemas de suelo sódico para reactivarlo.

Algunos de los residuos que se obtienen durante el proceso de producción del fosfato diamónico son

- Basura municipal
- Costales en malas condiciones

Todos estos residuos que se obtienen son, en general, de la producción y de las áreas adicionales como comedores oficinas y laboratorios de calidad.

### **4.2.2 DESCRIPCION DE LA PLANTA**

---

Las características de la planta productora son las siguientes

- Se trabajarán 312 días al año los días que no se laboran son para mantenimiento limpieza y días de descanso de todo el personal

- La semana laboral será de 6 días y el domingo será día de descanso para todo el personal ocasionalmente la empresa realizará eventos con todos los familiares con motivo de convivencia.
- La jornada laboral será de 10 horas contando con 2 horas para que el personal pueda comer dentro o fuera de planta.
- Durante el turno se elaboran 6 toneladas de fertilizantes (120 sacos).
- La planta contará con un almacén para producto terminado dimensionado para un 80% de la producción mensual esto por motivos de criterios de diseño.

En la siguiente tabla 4.2.2 se muestran las dimensiones de las áreas que se encuentran en la planta.

Tabla 4.2.2 Dimensiones de áreas de la planta de fertilizantes.

Descripción	Área m <sup>2</sup>
Área de producción llenado y embalaje	6,000
Área de almacenamiento de materia prima	1,000
Área de servicios auxiliares	500
Área de pesado de materia prima	200
Área de laboratorios de calidad	200
Área de enfermería	100
Áreas verdes y recreativas	2,000
<b>Total</b>	<b>10,000</b>

### 4.2.3 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

#### Descripción del proceso

El proceso de elaboración de fosfato diamónico comienza con la recepción de materia prima, las cuales serán almacenadas de acuerdo a sus propiedades químicas y físicas.

La roca fosfórica llega a la planta en diferentes tamaños, se almacena en zona de recepción, un lugar techado donde posteriormente se deposita con ayuda de maquinaria en una tolva TO-101 que dosificara al molino de bolas MB-10, encargado de triturar la roca fosfórica hasta cumplir con el tamaño de partícula adecuado (aproximadamente maya Taylor 200). Para garantizar este tamaño el material triturado se llevara a un tamiz TM-101, y las partículas que no cumplan esta característica será



recirculadas al molino de bolas MB-101 para seguir siendo trituradas. Las partículas que cumplan dicho tamaño serán transportadas al reactor tipo batch RE-101.

En el reactor batch RE-101 se bombea el ácido sulfúrico que llega a la planta en pipas, previamente almacenado en el tanque TE-101, se mezclan con la roca y agua en un tiempo de 4 horas para favorecer la cristalización del carbonato de calcio y de esta manera se obtiene el ácido fosfórico; una vez formado se recircula al reactor en función del 20% en peso de la roca fosfórica.

La solución proveniente de RE-101 es bombeada a un decantador para separar los sólidos del ácido fosfórico, el tiempo de reposo varía de 1 a 2 horas de acuerdo a la calidad de roca y partículas cristalizadas.

El líquido que se encuentra en la parte superior del decantador es bombeado y pasa por filtros prensas, esto para garantizar que no se encuentren partículas suspendidas de carbonato de calcio. Por el momento se cuenta con ácido fosfórico al 32%, pero el proceso de producción de fosfato diamónico requiere el ácido al 54% y 35%.

Para poder obtener el ácido a la concentración que se requiere se utilizarán dos evaporadores, el primer evaporador EV-201 aumentará la concentración a el 35%, una tercera a parte del volumen de ácido se almacena en el tanque TL-101, los dos tercios faltantes será concentrados en el segundo evaporador TL-202 esto nos dará el 54% que requerimos.

El ácido fosfórico al 54% será bombeado al reactor tubular RT-301 por la parte superior mientras en la otra corriente requerimos amoníaco el cual proviene del tanque esférico TA-101, la reacción tarda 2 horas aproximadamente para tener DAP y MAP (fosfato monoamónico). Los gases que salen del reactor tubular son lavados con ácido fosfórico al 35% proveniente de TL-101, los gases son inyectados por la parte central al reactor tubular con el fin de aprovechar el amoníaco que no reacciona. Por el fondo se recolecta el DAP, el cual se encuentra en forma de suspensión. Para poder formar granos de tamaño de 1.18 a 4 mm, pasa por el granulador GR-101, el cual requiere amoníaco para llevar a cabo la aglomeración (formación de los sólidos).

Los granos formados pasan por el secador/ enfriador SE-301 eliminando el exceso de agua que tuviese el DAP, aglomerando las partículas y formando rocas, las cuales son tamizadas en TM-102 para poder determinar el tamaño de partícula deseado (1.18 a 4 mm).

Las rocas de mayor tamaño serán molidas en MB-102 y tamizadas de nuevos mientras que partículas que no cumplan con las características deseadas serán recirculadas al granulador para cumplir con las características deseadas.

Las partículas que cumplen con el tamaño adecuado será ensacadas en costales de 50 kilogramos y posteriormente almacenada para su distribución.

### Producción de DAP.

En la tabla 4.2.3 se muestran la producción total de fosfato diamónico, el consumo de materia prima y las condiciones laborales de la planta de producción, así como la presentación del producto para su distribución.

Tabla 4.2.3 Condiciones de operación de la planta.

CONDICIONES DE OPERACIÓN				
Lotes por día		1		
Horas laborales		10		
Días laborales		6		
Días laborales anuales		312		
Semanas laborables por año		45		
Producción total de DAP y MAP (Sacos de 50 Kg)				
		Kilogramos	Sacos	
Día		6,000	120	
Semana		36,000	720	
Año		1,872,000	37,440	
Consumo de materia prima				
Materia prima	%	Kg/día	Kg/semana	Kg/año
Roca fosfórica	0.334	11,550	69,310	3,604,122
Ácido sulfúrico	0.387	4,000	24,482	1,273,095
Amoniaco	0.27	3,000	17,844	927,888
Total	1.0	18,500	111,636	5,805,105

#### 4.2.4 LISTA DE EQUIPOS EN LA PLANTA DE DAP

En la tabla 4.2.4 se presenta la lista de equipo de proceso.

Lista de equipos

Tabla 4.2.4 Lista de equipos de proceso.

LISTA DE EQUIPO DE PROCESO		
Equipo	Identificación	Características
Tolva	TO-101	Capacidad 5000 Kg. Acero inoxidable
Tolva	TO-102	Capacidad 2000 Kg. Acero inoxidable
Tolva	TO-103	Capacidad 750 Kg. Acero inoxidable
Tolva	TO-104	Capacidad 1500 Kg. Acero inoxidable
Tolva	TO-105	Capacidad 750 Kg. Acero inoxidable
Tolva	TO-106	Capacidad 5000 Kg. Acero inoxidable
Molino de bolas	MB-101	Capacidad 13, 000kg. Acero inoxidable
Molino pulverizador	MB-102	Capacidad 35 Kg/h. Acero al carbón 86-30
Tamiz	TM-101	Capacidad 600kg/h Acero inoxidable
Tamiz	TM-102	Capacidad 500 Kg/h. Acero inoxidable
Reactor batch	RE-101	Capacidad 10m <sup>3</sup> acero inoxidable
Reactor tubular	RT-101	Capacidad 9 m <sup>3</sup> Acero inoxidable
Filtro prensa	FC-101	Capacidad 10 m <sup>3</sup> /día. Acero al carbón reforzado.
Filtro prensa	FC-102	Capacidad 10 m <sup>3</sup> /día Acero al carbón reforzado.
Sedimentador	CO-101	Capacidad 10 m <sup>3</sup> /día Acero al carbón reforzado.
Granulador rotatorio	GR-301	Capacidad de 8m <sup>3</sup> acero inoxidable
Evaporador	EV-101	Capacidad 10 m <sup>3</sup> . Acero inoxidable
Evaporador	EV-102	Capacidad 9 m <sup>3</sup> . Acero inoxidable
Secador-Enfriador	SE-101	Capacidad 10m <sup>3</sup> /día acero inoxidable
Compresor centrifugo	BB-101	Capacidad 100m <sup>3</sup> /min motor 600kw
Tanque de agua amarga	TV-101	Capacidad 8500 L. Acero al carbón
Tanque de amoniaco	TA-101	Capacidad 1000 L. acero inoxidable
Tanque deCaCO <sub>3</sub>	TC-101	Capacidad 105 L concreto duramax.
Tanque de lavado	TL-101	capacidad 5m <sup>3</sup> acero inoxidable
Tanque de balance	TB-101	Capacidad 1600 L. Acero inoxidable acabado sanitario
Tanque de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	TE-101	Capacidad 1500 L acero inoxidable
Camioneta	Carga y transporte	1. 5 TON
Ensayadora	Almacenamiento	800 sacos/día

### 4.3 BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA (CORRIENTES PRINCIPALES)

En la tabla 4.3 se presentan las corrientes principales del proceso:

Tabla 4.3 Balance de masa del proceso.

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	5	6	7
FLUJO VOLUMÉTRICO TOTAL m <sup>3</sup> /DÍA	2.2	5.5	4,126.4	1.8	7.8	2.3	2,845.1
FLUJO MÁSIKO TOTAL (KG/DÍA)	4,080.4	13,862.0	3,012.3	223.0	6,292.4	4,278.6	3,698.6
TEMPERATURA(°C)	21.0	21.0	21.0	90.0	30.0	70.0	21.0
PRESIÓN(KG/CM <sup>2</sup> )	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
DENSIDAD(KG/M <sup>3</sup> )	1,840.0	2,500.0	0.7	126.0	802.8	1,880.0	1.3
PESO MOLECULAR	98.0	1,009.0	17.0	247.0	247.0	98.0	19.0
<b>COMPOSICIÓN</b>							
AGUA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ROCA FOSFÓRICA	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
DAP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0
MAP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
AMONIACO	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ÁCIDO FOSFÓRICO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ÁCIDO SULFÚRICO	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
CARBONATO DE CALCIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0
BIÓXIDO DE CARBONO	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
FOSFATO DE ALUMINIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0
FOSFATO DE HIERRO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
OXIDO DE SILICIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TETRAFLORURO DE SILICIO	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
FeO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AGUA AMARGA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
ÁCIDO FLUORHÍDRICO	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

### 4.4 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

En la figura 4.4 se presenta el diagrama de flujo de proceso de obtención de fosfato diamónico.

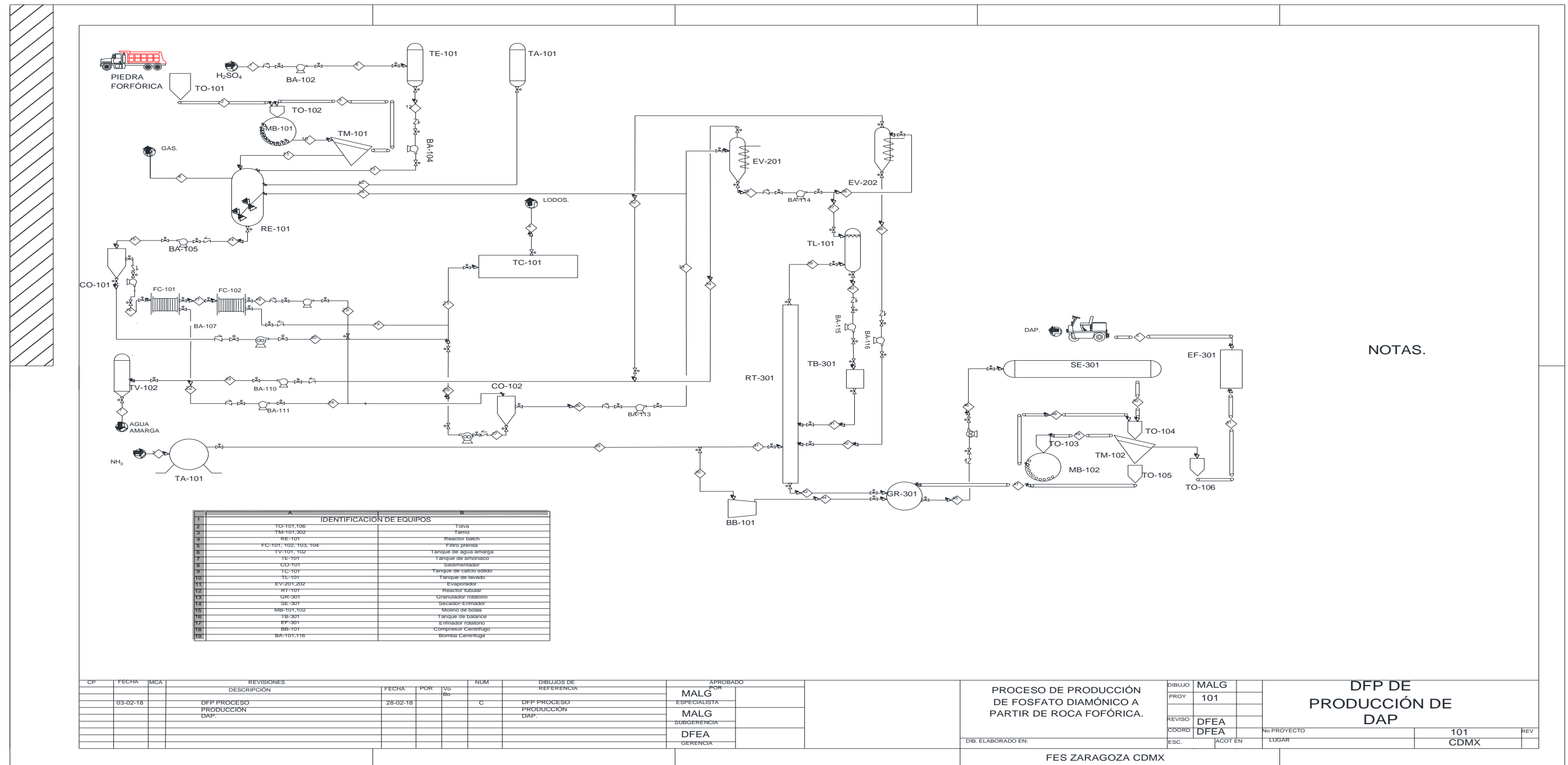
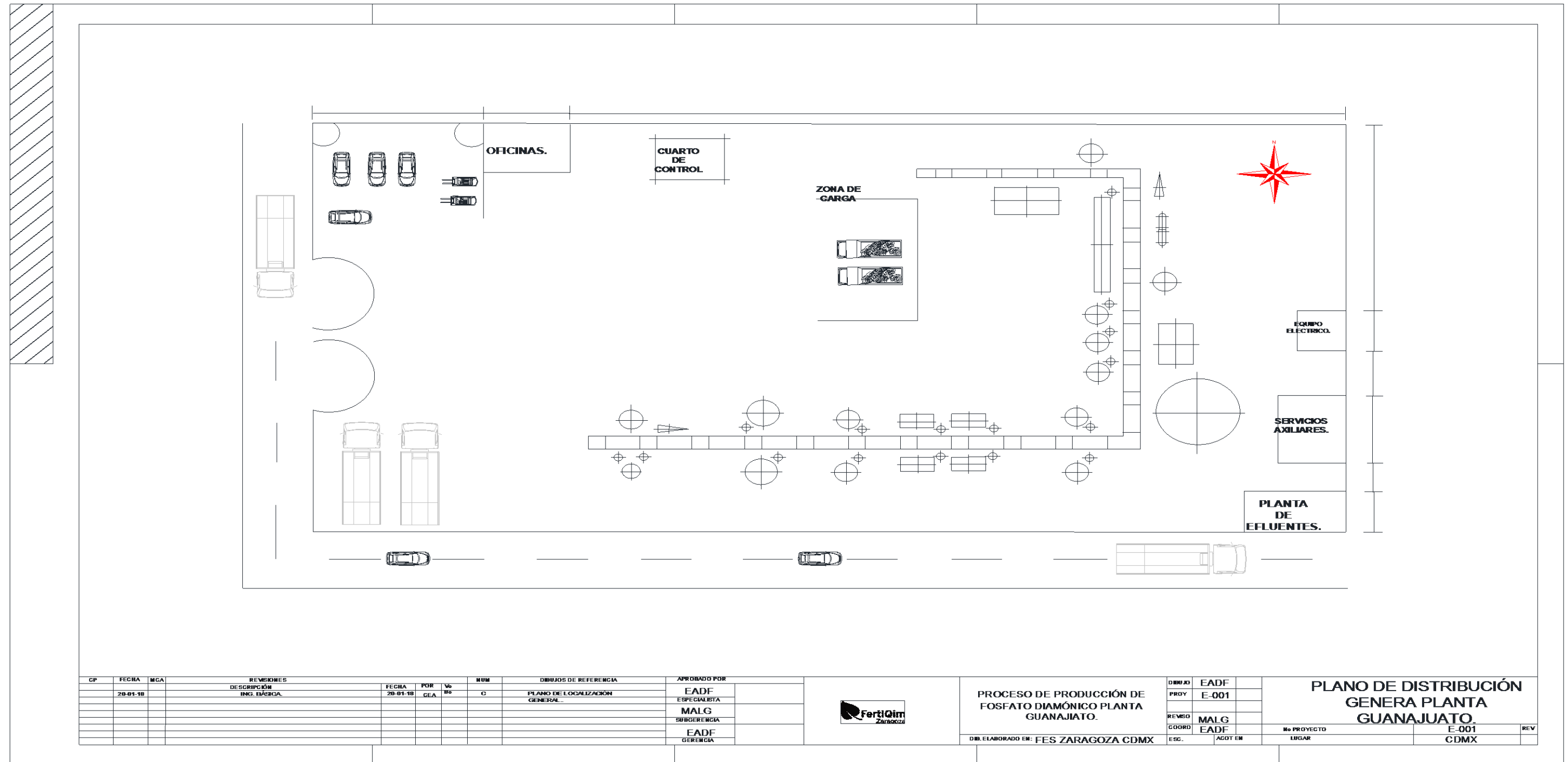


Figura 4.4 Diagrama de flujo de proceso para la obtención de fosfato diamónico.

4.5 DIAGRAMA DE PLANO DE LOCALIZACION GENERAL

En la figura 4.5 se visualiza el plano de localización general de la planta FertQim Zaragoza.



CP	FECHA	MCA	REVISIONES	FECHA	POR	Vº	NUM	DRUJOS DE REFERENCIA	APROBADO POR	DIBUJO	EADF	PLANO DE DISTRIBUCIÓN GENERA PLANTA GUANAJUATO.	
	20-01-18		DESCRIPCIÓN ING. BÁSICA	20-01-18	GEA	0	0	PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL.	EADF ESPECIALISTA MALG SUBGERENCIA EADF GERENCIA	PROY	E-001		No PROYECTO LUGAR
										REMSO	MALG	E-001	
										COORD	EADF	CDMX	REV
										ESC.	ACOT EN		

Figura 4.5 Plano de localización de la planta FertQim Zaragoza

## CAPITULO 5. ESTUDIO FINANCIERO

---

**ESTUDIO TÉCNICO Y FINANCIERO DE LA  
PRODUCCIÓN DE FOSFATO DIAMÓNICO EN  
MÉXICO.**

**SE DETERMINA EL MONTO DE LOS RECURSOS ECONÓMICOS  
NECESARIOS PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO, LA  
INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE DAP.**



**DAVILA FLORES ELIZABETH AMARILIS**

**LEDESMA GÓMEZ MARIO ALBERTO**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FES-ZARAGOZA.**

**CIUDAD DE MÉXICO 2018**

## ESTRUCTURA FINANCIERA

---

El estudio financiero en el presente escrito tiene el propósito de estimar de una manera contable la cantidad de inversión. Este estudio integra los costos de los recursos necesarios para realizar el proyecto, así como la estimación del costo total requerido en su tiempo de operación.

En este análisis se tomó como referencia la información presentada en el estudio de mercado, aspectos técnicos que intervienen en la elaboración del presupuesto de inversión, los costos y gastos, que se representarán en forma ordenada en este capítulo. También se representan estados financieros proforma, concluyendo con proyecciones financieras.

En seguida se presenta el estudio financiero para demostrar la viabilidad del proyecto indicando la inversión total e indicadores.

### 5.1 PREMISAS DE CÁLCULO

---

Se elige un horizonte del proyecto, el cual es un tiempo donde se analizan los ingresos, egresos, tomando en cuenta parámetros importantes como gastos, costos e intereses; permitiendo una visión clara acerca del comportamiento y rumbo del proyecto en el mercado.

#### ***Criterios de proyección***

En la realización de este proyecto se tomaron en cuenta lo siguiente:

- i. El horizonte del proyecto es igual a 10 años.

#### **Acerca de la inversión total:**

- ii. Para costear el proyecto se considera sin financiamiento.
- iii. El método para realizar el cálculo de la depreciación que se utilizó es conocido como depreciación lineal.



**Acerca de los costos y precios:**

- iv. La evaluación es realizada en base con precios presentes los últimos cuatro meses.
- v. Los costos sobre el producto y materia prima se determinaron entre los años 2017 y 2018, tomando un incremento anual a razón de 4%.

**Acerca de las ventas:**

- vi. Se estima una tasa de crecimiento anual sobre el volumen de producción para el proyecto de un 10%
- vii. Las ventas netas se facturan sin considerar devoluciones, bonificaciones o descuentos.
- viii. Todo el producto obtenido se vende.

## **5.2 ANÁLISIS DE COSTOS**

---

La estimación del monto de inversión preliminar se establece de acuerdo a las necesidades de la operación de la planta de producción de DAP, se hacen estimaciones sobre costos de equipo para el proceso, equipos de oficina, sobre servicios auxiliares y otros recursos.

### **5.2.1 COSTOS DE PRODUCCIÓN**

---

En la tabla 5.2.1a se representan los equipos utilizados en el proceso, así como las unidades necesarias, el costo unitario obtenido a partir de cotizaciones y el costo de mantenimiento por cada equipo y el material del que está elaborado.

Tabla 5.2.1a Lista de precios de equipo de proceso y mantenimiento (creación propia).

LISTA DE EQUIPO DE PROCESO						
Equipo	Identificación	Características	Costo Unitario (MXN)	Cantidad	Costo Total (MXN)	Mantenimiento
Tolva	TO-101	Capacidad 5000 Kg. Acero inoxidable 304	\$292,490.0	2	\$584,980.0	\$17,549.4
Tolva	TO-102	Capacidad 2000 Kg. Acero inoxidable 304	\$255,794.0	1	\$255,794.0	\$7,673.8
Tolva	TO-103	Capacidad 750 Kg. Acero inoxidable 304	\$84,859.0	1	\$84,859.0	\$2,545.8
Tolva	TO-104	Capacidad 1500 Kg. Acero inoxidable 304	\$197,739.0	1	\$197,739.0	\$5,932.2
Tolva	TO-105	Capacidad 750 Kg. Acero inoxidable 304	\$84,859.0	1	\$84,859.0	\$2,545.8
Tolva	TO-106	Capacidad 5000 Kg. Acero inoxidable 304	\$292,490.0	1	\$292,490.0	\$8,774.7
<b>Molino de bolas</b>	MB-101	Capacidad 13000kg. Acero inoxidable 304	\$200,000.0	1	\$200,000.0	\$6,000.0
<b>Molino pulverizador</b>	MB-102	Capacidad 35 Kg/h. Acero al carbón 86-30	\$56,350.0	2	\$112,700.0	\$3,381.0
<b>Tamiz</b>	TM-101	Capacidad 600kg/h Acero inoxidable	\$452,880.0	1	\$452,880.0	\$13,586.4
<b>Tamiz</b>	TM-102	Capacidad 500 Kg/h. Acero inoxidable 304	\$452,880.0	1	\$452,880.0	\$13,586.4
<b>Reactor batch</b>	RE-101	Capacidad 10 m3 acero inoxidable	\$325,000.0	2	\$650,000.0	\$19,500.0
<b>Reactor tubular</b>	RT-101	Capacidad 9 m3 Acero inoxidable	\$385,000.0	2	\$770,000.0	\$23,100.0
<b>Filtro prensa</b>	FC-101	Capacidad 10 m3/día de lodos. Acero al carbón reforzado.	\$160,000.0	1	\$160,000.0	\$4,800.0
<b>Filtro prensa</b>	FC-102	Capacidad 10 m3/día de lodos. Acero al carbón reforzado.	\$160,000.0	1	\$160,000.0	\$4,800.0
<b>Sedimentador</b>	CO-101	Capacidad 10 m3/día de lodos. Acero al carbón reforzado.	\$450,000.0	2	\$900,000.0	\$27,000.0
<b>Granulador rotatorio</b>	GR-301	Capacidad de 8 m3 acero inoxidable	\$160,000.0	1	\$160,000.0	\$4,800.0
<b>Evaporador</b>	EV-101	Capacidad 10 m3. Acero inoxidable 304.	\$339,660.0	1	\$339,660.0	\$10,189.8
<b>Evaporador</b>	EV-102	Capacidad 9 m3. Acero inoxidable 304.	\$339,660.0	1	\$339,660.0	\$10,189.8
<b>Secador-Enfriador</b>	SE-101	Capacidad 10m <sup>3</sup> /día acero inoxidable	\$172,000.0	1	\$172,000.0	\$5,160.0
<b>Compresor centrífugo</b>	BB-101	Capacidad 100m <sup>3</sup> /min motor 600kw	\$113,220.0	1	\$113,220.0	\$3,396.6
<b>Tanque de agua amarga</b>	TV-101	Capacidad 8500 L. Acero al carbón	\$374,900.0	1	\$374,900.0	\$11,247.0
<b>Tanque de amoníaco</b>	TA-101	Capacidad 1000 L. acero inoxidable	\$400,000.0	4	\$1,600,000	\$48,000.0
<b>Tanque de CaCO<sub>3</sub></b>	TC-101	Capacidad 105 L concreto duramax.	\$30,000.0	4	\$120,000.0	\$3,600.0
<b>Tanque de lavado</b>	TL-101	capacidad 5m <sup>3</sup> acero inoxidable	\$1,897,242.0	1	\$1,897,242.0	\$56,917.2
<b>Tanque de balance</b>	TB-101	Capacidad 1600 L. Acero inoxidable acabado sanitario	\$265,700.0	2	\$531,400.0	\$15,942.0
<b>Tanque de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	TE-101	Capacidad 1500 L acero inoxidable	\$633,000.0	6	\$3,798,000.0	\$113,940.0
<b>Camioneta</b>	Carga y transporte	1.5 TON	\$262,500.0	2	\$525,000.0	\$15,750.0
<b>Enscadora</b>	Almacén	800 sacos/día	\$72,000.0	1	\$72,000.0	\$2,160.0
<b>TOTAL</b>					15,402,263.0	\$462,067.9

Nota: Los costos que aparecen en la tabla anterior se obtuvieron por medio de cotizaciones a diferentes empresas extranjeras y algunas que se encuentran en México, el precio puede variar dependiendo la fecha de cotización, por ellos se reporta que la información de la tabla 5.2.1 está en base en un periodo del 15 de noviembre 2017 al 15 de marzo del 2018.

Por el costo total de equipo se aproximadamente **15, 500,000 MXN**. En la tabla 5.2.1b se representan los equipos de oficina requeridos, costo unitario.

Tabla 5.2.1b Lista de equipo de oficina (creación propia).

<b>EQUIPOS DE OFICINA</b>			
<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
<b>Computadora</b>	4	\$6,554.7	\$26,218.8
<b>Copiadoras multifuncional</b>	2	\$4,800.0	\$9,600.0
<b>Impresora multifuncional</b>	1	\$6,035.0	\$6,035.0
<b>Escritorios</b>	4	\$3,619.0	\$14,476.0
<b>Sillas</b>	12	\$798.9	\$9,587.8
<b>Teléfono</b>	4	\$2,009.0	\$8,036.0
<b>Proyector</b>	1	\$6,899.0	\$6,899.0
<b>Muebles para baños</b>	2	\$8,500.0	\$17,000.0
<b>TOTAL</b>			<b>\$97,850.0</b>

El costo total del equipo para la oficina se estimó de **\$97,850.0 MXN**. En la tabla 5.2.1c se presentan los costos de materia prima para la producción del fertilizante y en la tabla 5.2.1d se presentan costos de embalaje.

Tabla 5. 2.1c Costos de materia prima (creación propia).

<b>C</b>	<b>COSTO (MXN)</b>	<b>PRESENTACIÓN (TON)</b>	<b>TON DÍA</b>	<b>TON AÑO</b>	<b>COSTO TOTAL (AÑO)</b>
<b>Roca fosfórica en breña</b>	\$1,200	1	11.5	3,588	\$4,305,600
<b>Ácido sulfúrico</b>	\$2,435	1	4	1,248	\$3,038,880
<b>Amoniaco Liquido</b>	\$7,100	1	2.9	905	\$6,424,080
<b>Total</b>					<b>\$13,768,560</b>

Tabla 5.2.1d Costos de embalaje (creación propia).

<b>CONCEPTO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO (MXN).</b>	<b>COSTO MENSUAL (MXN)</b>	<b>COSTO ANUAL (MXN)</b>
<b>Sacos</b>	Sacos de 50 Kg	120 sacos/día	\$ 2.2	\$ 6,400	\$ 82,368
<b>Costura</b>	Hilo	2 rollos de 100 metros	\$ 18	\$ 972	\$ 11,232
<b>Total</b>					<b>\$ 93,600</b>

### 5.2.2 COSTOS DE ADMINISTRACIÓN

Son los costos provenientes de realizar la función de administración dentro de la empresa. En las tablas 5.2.2a se representa el costo de personal administrativo, mientras que en la 5.2.2b el balances de insumos.

Tabla.5 2.2a Costo de personal administrativo (creación propia).

<b>BALANCE DE PERSONAL (ADMINISTRATIVO)</b>				
<b>Cargo</b>	<b>Número de puestos</b>	<b>Remuneración</b>		
		<b>unitario (\$)</b>	<b>mensual (\$)</b>	<b>anual (\$)</b>
<b>Contador</b>	1	\$8,089.2	\$8,089.2	\$80,892.9
<b>Representante legal</b>	1	\$12,218.8	\$12,218.8	\$122,188.4
<b>Secretaria ejecutiva</b>	1	\$2,859.7	\$2,859.7	\$28,597.5
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>\$23,167.8</b>	<b>\$23,167.8</b>	<b>\$231,678.8</b>

Tabla 5.2.2b Costo de insumos administrativos (creación propia).

<b>BALANCE DE INSUMOS ADMINISTRATIVOS</b>					
<b>Insumos</b>	<b>Cantidad por mes</b>	<b>Cantidad por año</b>		<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
<b>Hojas</b>	4	48	Paquetes	\$60.00	\$2,880.00
<b>Tinta para copiadora</b>	2	24	Tinta líquida	\$1,129.00	\$27,096.00
<b>Tinta para multifuncional</b>	1	12	Cartuchos	\$2,512.00	\$30,144.00
<b>Productos para limpieza</b>	4	48	Paquetes	\$155.00	\$7,440.00
<b>Productos de papelería</b>	2	24	Paquetes	\$180.00	\$4,320.00
					\$71,880.00

### 5.2.3 COSTOS DE SERVICIOS AUXILIARES

En la tabla 5.2.3 se representan los costos anuales de servicios auxiliares.

Tabla 5.2.3 Costos anuales de servicios auxiliares (creación propia).

<b>SERVICIOS AUXILIARES</b>	
<b>CONCEPTO</b>	<b>COSTO ANUAL</b>
<b>Agua</b>	\$ 42,545.48
<b>Combustible</b>	\$ 207,436.80
<b>Electricidad</b>	\$ 1,048,016.66
<b>TOTAL</b>	\$ 1,297,998.94

### 5.2.4 COSTOS DE VENTA

La magnitud del costo de ventas dependerá tanto del tamaño de la empresa, como del tipo de actividades que los promotores del proyecto quieran que desarrolle ese departamento. En la tabla 5.2.4a se presenta el costo de personal de ventas y en la 5.2.4b el costo de marketing.

Tabla 5.2.4a Costo de personal de ventas (creación propia).

<b>BALANCE DE PERSONAL (VENTAS)</b>				
Cargo	Número de puestos	Remuneración		
		unitario (\$)	mensual (\$)	anual (\$)
<b>Gerente de ventas</b>	1	\$4,205.2	\$4,205.2	\$42,052.6
<b>Promotores de venta</b>	5	\$4,253.5	\$21,267.6	\$212,676.5
<b>TOTAL</b>		\$8,458.7	\$25,472.9	\$254,729.1

Tabla 5.2.4b Costo de marketing (creación propia)..

OPCIONES DE MARKETING	CARACTERISTICAS	COSTO UNITARIO (MXN).	COSTO MENSUAL (MXN).	COSTO ANUAL (MXN)
<b>Radio.</b>	6 anuncios a la semana.	\$ 650	\$ 29250	\$ 351,000.0
<b>Periódico.</b>	Anuncio (3 veces a la semana)	\$ 605	\$ 2420	\$ 24,200.0
<b>Anuncios publicitarios</b>	1 vez por mes	\$ 2000	\$ 2000	\$ 24,000.0
<b>Total</b>				\$ 399,200.0

### 5.2.5 COSTOS DE MANO DE OBRA

Lo referente al costo de la mano de obra, se determinó en base a las actividades necesarias, tanto en el proceso productivo y el aspecto administrativo; cabe mencionar que el presupuesto incluye la mano de obra involucrada directamente con el proceso productivo y la que interviene indirectamente. En las tablas 5.2.5 se presentan los costos de personal de producción y ventas.

Tabla 5.2.5a Costos de personal de producción (creación propia).

<b>BALANCE DE PERSONAL DE PRODUCCION</b>				
Cargo	Número de puestos	Remuneración		
		Unitario (\$)	Mensual (\$)	Anual (\$)
<b>Gerente de producción</b>	1	\$10,074.5	\$10,074.5	\$120,894.0
<b>Supervisores de áreas</b>	1	\$8,219.3	\$8,219.3	\$98,631.6
<b>Control de calidad</b>	1	\$6,694.2	\$6,694.2	\$80,330.4
<b>Ingeniero de proceso</b>	1	\$7,094.2	\$7,094.2	\$85,130.4
<b>Mantenimiento</b>	2	\$7,474.7	\$7,474.7	\$89,696.4
<b>Total</b>	6	\$39,556.9	\$39,556.9	\$474,682.8

Tabla 5.2.5b Costos de personal de producción. (Creación propia).

<b>BALANCE DE PERSONAL (OBREROS)</b>				
Cargo	Número de puestos	Remuneración		
		unitario (\$)	mensual (\$)	anual (\$)
Conductor	2	\$3,837.5	\$7,675.0	\$92,100.0
almacenistas	3	\$3,995.7	\$11,987.1	\$143,845.2
Vigilancia	3	\$3,825.7	\$11,477.1	\$137,725.2
Limpieza	3	\$3,599.7	\$10,799.1	\$129,589.2
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>\$15,258.6</b>	<b>\$41,938.3</b>	<b>\$503,259.6</b>

Tabla 5.2.5c Costos de personal de producción (creación propia).

<b>BALANCE DE PERSONAL (VENTAS)</b>				
Cargo	Número de puestos	Remuneración		
		unitario (\$)	mensual (\$)	anual (\$)
Gerente de ventas	1	\$ 7,000.0	\$ 7,000.0	\$ 84,000.0
Promotores de venta	5	\$4,100.0	\$20,500.0	\$ 246,000.0
	6	\$11,100.0	\$27,500.0	\$ 330,000.0

Tabla 5.2.5d Costos de personal administrativo (creación propia).

<b>BALANCE DE PERSONAL (ADMINISTRATIVO)</b>				
Cargo	Número de puestos	Remuneración		
		unitario (\$)	mensual (\$)	anual (\$)
Contador	1	\$6,800.0	\$6,800.0	\$81,600.0
Representante legal	1	\$10,000.0	\$10,000.0	\$120,000.0
Secretaria ejecutiva	1	\$3,459.7	\$3,459.7	\$41,516.4
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>\$24,167.8</b>	<b>\$20,259.7</b>	<b>\$243,116.40</b>

Tabla 5.2.5e Costos de personal total (creación propia).

<b>BALANCE DE PERSONAL</b>				
AREA	Número de puestos	Remuneración		
		Diario (\$)	Mensual (\$)	Anual (\$)
Proceso	6	\$1,521.4	\$39,556.9	\$474,682.8
Obreros	11	\$1,613.0	\$41,938.3	\$503,259.6
Ventas	6	\$1,057.6	\$27,500.0	\$330,000.0
Administrativo	3	\$779.2	\$20,259.7	\$243,116.4
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>\$4,971.3</b>	<b>\$129,254.9</b>	<b>\$1,551,058.8</b>

### 5.3 INVERSIÓN TOTAL INICIAL

La inversión total inicial es todos los activos fijos, diferidos y el capital de trabajo necesarios para iniciar la producción de la planta de DAP. Todo tipo de negocio

requiere una inversión inicial que es una cantidad total de todos los recursos necesarios para realizar el proyecto, comprendiendo la adquisición de lo siguiente:

- Activos fijos
- Activos diferidos
- Capital de trabajo

De lo anterior se tiene que: **Inversión total**= Activos fijos + Activos diferidos + Capital de trabajo.<sup>1</sup>

Para llevar a cabo el proceso de producción de un fertilizante como DAP la inversión total inicial es la siguiente, representándose en la tabla 5.3.

Tabla 5.3 Inversión total inicial (creación propia).

INVERSIÓN TOTAL INICIAL	COSTO (MXN)
Activos fijos	\$20,300,113.0
Activos diferidos	\$654,000.0
Capital de trabajo	\$20,517,590.20
Total	\$41,417,703.2

### 5.3.1 ACTIVOS FIJOS

Bienes y derechos que tienen cierta permanencia o fijeza, adquiridos con el propósito de usarlos y no de venderlos. Terrenos. Edificios, mobiliario y equipo, equipo de cómputo, equipo de reparto, depósitos en garantía, acciones y valores.<sup>2</sup>

Características de un activo fijo:

- Vida útil larga (mayor a 12 meses o a un ciclo normal de operación).
- Sus beneficios se estiman con el tiempo de vida de la empresa o mayor a un ciclo de operación normal de la misma
- Es un bien usado continuamente en operaciones de la empresa, para no ser vendido durante el periodo del negocio.

El valor de los activos fijos que se estima para llevar a cabo este proyecto es de aproximadamente **20, 300,113.0 MXN** (Ver tabla 5.3.1).

Tabla 5.3.1 Activos fijos (creación propia).

ACTIVOS FIJOS		
Activos fijos	Monto (MXN)	%
Equipo de proceso	\$15,402,263.0	75.87
Equipo de oficina	\$97,850.0	0.48
Obra civil	\$3,800,000.0	18.72
Terreno y bodega	\$1,000,000.0	-
<b>Total</b>	<b>\$20,300,113.00</b>	<b>100</b>

***Mantenimiento correctivo y preventivo.***

A lo largo de la vida útil de un activo realizan ciertas mejoras necesarias para un buen funcionamiento para poder incrementar este tiempo. Estas reparaciones tienen un costo determinado tomándose en cuenta como activo fijo, se les conoce como mantenimiento correctivo y preventivo y se calcula de la siguiente manera:

**Mantenimiento correctivo = 3% de activos fijos totales.<sup>3</sup>**

**Mantenimiento preventivo = 2.5% de activos fijos totales.<sup>3</sup>**

***Mantenimiento preventivo:***

Este tipo de mantenimiento permite tener en buen funcionamiento de todos los equipos involucrados en el proceso. <sup>3</sup> Es recomendable realizar mantenimiento preventivo cada 3 o 4 meses por máximo. La cantidad total invertida en mantenimiento es de **\$500,000.0 MXN anual aproximadamente.**

***Mantenimiento correctivo***

Este tipo de mantenimiento es aquel repara/restaura el funcionamiento de los equipos de la planta. Por lo que se tienen que evaluar los daños presentes, si es necesario se tienen que retirar equipos para poder ser evaluados por un departamento de expertos y dar el servicio necesario, en casos de urgencia se cuenta con equipo de renta para no parar la producción.<sup>4</sup>

El mantenimiento correctivo aplica en caso de que un equipo se encuentre fuera de servicio por algún mal funcionamiento o presente daños.<sup>4</sup> Por lo tanto respecto a la



cantidad de activos fijos, la cantidad que se requiere es de **600,000.0 MXN anual aproximadamente.**

### 5.3.2 ACTIVOS DIFERIDOS

Este tipo de activos son costos y gastos que no se hacen cargo en el periodo en donde se efectúa el desembolso, se posponen para hacerse presentes en pagos futuros, los cuales se benefician con los ingresos que se producen en el desembolso inicial.<sup>5</sup> Para gastos pre-operativos en la producción se tomaron en cuenta permisos, capacitación al personal, instalación y costos de pruebas de arranque representados en la siguiente tabla 5.3.2.

Tabla 5.3.2 Activos diferidos (creación propia).

ACTIVOS DIFERIDOS		
Activos diferidos	MONTO ANUAL	
	MXN	%
<b>Gastos notariales</b>	\$ 9,000	1.346
<b>Instalación</b>	\$ 600,000	91.74
<b>Permisos</b>	\$ 19,000	2.9051
<b>Pruebas de arranque</b>	\$ 8,000	1.2232
<b>Capacitaciones</b>	\$ 18,000	2.75
<b>Total</b>	\$ 654,000	100

### 5.3.3 CAPITAL DE TRABAJO

El capital de trabajo es la inversión de una empresa en activos a corto plazo (efectivo, valores negociables, cuentas por cobrar e inventarios). El capital de trabajo neto se define como los activos circulantes menos los pasivos circulantes; estos últimos incluyen préstamos bancarios, papel comercial y salarios e impuestos acumulados. Siempre que los activos superen a los pasivos, la empresa tendrá capital neto de trabajo, casi todas las compañías actúan con un monto de capital neto de trabajo, el cual depende en gran medida del tipo de industria a la que pertenezca; las empresas con flujo de efectivo predecibles, como los servicios eléctricos, pueden operar con un capital neto de trabajo negativo, si bien la mayoría de las empresas deben mantener niveles positivos de este tipo de capital.<sup>6</sup>

Los principales usos o aplicaciones del capital de trabajo son:

- Declaración de dividendos en efectivo.
- Compra de activos no circulantes corrientes.
- Reducción de deuda a largo plazo.
- Recompra de acciones de capital en circulación.
- Financiamiento espontáneo. Crédito comercial, y otras cuentas por pagar y acumulaciones, que surgen espontáneamente en las operaciones diarias de la empresa.
- Enfoque de protección. Es un método de financiamiento en donde cada activo sería compensado con un instrumento de financiamiento de vencimiento aproximado.<sup>6</sup>

El empleo del capital neto de trabajo en la utilización de fondos se basa en la idea de que los activos circulantes disponibles, que por definición pueden convertirse en efectivo en un periodo breve, pueden destinarse a sí mismo al pago de las deudas u obligaciones presentes, tal y como suele hacerse con el efectivo.<sup>7</sup>

El motivo del uso del capital neto de trabajo (y otras razones de liquidez) para evaluar la liquidez de la empresa, se halla en la idea de que en cuanto mayor sea el margen en el que los activos de una empresa cubren sus obligaciones a corto plazo (pasivos a corto plazo), tanta más capacidad de pago generará para pagar sus deudas en el momento de su vencimiento.

**CAPITAL DE TRABAJO= COSTOS FIJOS + COSTOS VARIABLES + COSTOS DE OPERACIÓN.<sup>7</sup>**

A continuación se presenta en la siguiente tabla 5.3.3 de resultados el total de inversión de capital de trabajo.

Tabla 5.3.3 capital de trabajo mensual (creación propia).

<b>CAPITAL DE TRABAJO</b>	
<b>CONCEPTO</b>	<b>CANTIDAD (MXN)</b>
<b>Costos fijos</b>	\$2,273,889.1
<b>Costos operacionales</b>	\$721,758.8
<b>Costos variables</b>	\$17,521,942
<b>Total</b>	\$20,517,590.20

## 5.4 ESTIMACIÓN DE INGRESO

Se conoce como presupuesto de ingreso a la cantidad que permite proyectar los ingresos que la empresa genera en un cierto tiempo. <sup>8</sup> Para poder tener idea de cuáles son los ingresos de la empresa es necesario conocer volumen se está vendiendo, así como el precio del producto y las políticas de venta que se siguen. Se tienen que evaluar anualmente, por ello se establece lo siguiente:

### *Variables para estimar ingresos a la empresa*

- Se tendrá un incremento en ventas del 5% anual.
- El costo del producto dependerá del costo de materias primas, prediciendo que aumentará un 4% anual.
- La producción inicial de DAP será de 5 TON por día inicial. La proyección de ingresos se estimará en un periodo de 10 años.

En la siguiente tabla 5.4 a y b se presenta la estimación de ingresos del proyecto:

Tabla 5.4 a Estimado de ingresos para el DAP (creación propia).

ESTIMADO DE INGRESOS DAP			
Año	Volumen Costales/año	Precio unitario	Ventas MXN
		MXN	MXN
2018	31,200	\$1,135	\$35,412,000
2019	32,760	\$1,180	\$38,669,904
2020	34,398	\$1,228	\$42,227,535
2021	36,118	\$1,277	\$46,112,468
2022	37,924	\$1,328	\$50,354,815
2023	39,820	\$1,381	\$54,987,459
2024	41,811	\$1,436	\$60,046,305
2025	43,902	\$1,494	\$65,570,565
2026	46,097	\$1,553	\$71,603,057
2027	48,401	\$1,615	\$78,190,538

Tabla 5.4b Estimado de ingresos para el MAP (creación propia).

<b>ESTIMADO DE INGRESOS MAP</b>			
<b>Año</b>	<b>Volumen Costales/año</b>	<b>Precio unitario MXN</b>	<b>Ventas MXN</b>
2018	6,390.00	1,150	7,348,500
2019	6,552.00	1,196	7,836,192
2020	6,880.00	1,244	8,557,619
2021	7,224.00	1,294	9,344,920
2022	7,585.00	1,345	10,204,384
2023	7,964.00	1,399	11,142,837
2024	8,362.00	1,455	12,167,687
2025	8,780.00	1,513	13,286,963
2026	9,219.00	1,574	14,509,364
2027	9,680.00	1,637	15,844,307

De acuerdo a que se contempla vender fosfato monoamónico (MAP) , ya que es un componente obtenido en el proceso y se considera fertilizante, la tonelada que se obtiene por 5 de DAP se decide vender en presentación de costales de 50 Kg obteniendo más ganancias a la empresa. En tabla 5.4 c se presentan los gastos de ingresos totales al vender los dos productos.

Tabla 5.4c Ingresos anuales del proyecto (creación propia).

<b>ESTIMADO DE INGRESOS TOTAL</b>			
<b>Año</b>	<b>Volumen Costales/año</b>	<b>Precio unitario MXN</b>	<b>Ventas MXN</b>
2018	37,590	\$2,285	\$42,760,500
2019	39,312	\$2,376	\$46,506,096
2020	41,278	\$2,471	\$50,785,154
2021	43,342	\$2,570	\$55,457,389
2022	45,509	\$2,673	\$60,559,199
2023	47,784	\$2,780	\$66,130,296
2024	50,173	\$2,891	\$72,213,992
2025	52,682	\$3,007	\$78,857,528
2026	55,316	\$3,127	\$86,112,420
2027	58,081	\$3,252	\$94,034,845

## 5.5 ESTIMACION DE EGRESOS

Dentro de los egresos se incluyen los gastos y costos que presentan disminución en los recursos financieros de la empresa. Se refiere a un pago de productos o servicios requeridos por la empresa que recibe de otro medio exterior y que son necesarios para operar y generar ventas.<sup>9</sup>

Estos egresos se evaluaron dentro del proyecto como costos fijos, costos variables y costos de operación. En la tabla 5.5 se representan la cantidad de egresos.

### 5.5.1 COSTOS FIJOS

Son aquellos que se requieren para poder colocar (vender) los productos o servicios en manos del consumidor final, tienen una relación indirecta con la producción del bien o servicio. Siempre aparecerán produzcase o no la venta. Además se debe conocer el precio de venta del producto, así como el número de unidades producidas.<sup>10</sup>

En el proyecto para la producción de DAP el total de costos fijos es de **2, 273,890 MXN** los cuales se representan en la siguiente tabla 5.5.1a.

Tabla 5.5.1a Costos fijos totales.

COSTOS FIJOS	
CONCEPTO	COSTO / AÑO
Amortización	\$23,928.6
Depreciación	\$1,742,457.5
Mantenimiento preventivo	\$507,503.0
<b>Total</b>	<b>\$2,273,890.0</b>

#### ***Depreciación***

La depreciación es un reconocimiento racional y sistemático del costo de los bienes, distribuido durante su vida útil estimada, con el fin de obtener los recursos necesarios para la reposición de los bienes, de manera que se conserve la capacidad de la entidad productiva.<sup>11</sup>

Su distribución debe hacerse empleando los criterios de tiempo y productividad, mediante uno de los siguientes métodos: línea recta, suma de los dígitos de los años,

saldos decrecientes, número de unidades producidas o número de horas de funcionamiento, o cualquier otro de reconocido valor técnico, que debe revelarse en las notas a los estados contables.<sup>11</sup>

$$\text{Depreciación} = \text{Costo del activo} / \text{Tiempo (vida útil)}^{11}$$

En la tabla 5.5.1b se presentan la depreciación de los equipos involucrados en el proceso de obtención de DAP suponiendo un tiempo de vida útil. La depreciación se realiza con el objetivo de tener fondos para cuando se requiera remplazar un equipo o instalación, contando con el capital necesario para asegurar su adquisición.

Tabla 5.5.1 b Depreciación de los equipos de proceso (creación propia).

DEPRECIACIÓN			
Activos fijos	Precio unitario MXN	Tiempo /años vida útil	Depreciación MXN
Equipo de proceso	15,402,263.0	10	1,540,226.3
Equipo de oficina	97,850.0	8	12,231.25
Obra civil	3,800,000.0	20	190000
Terreno	1,000,000	0	0
<b>Total</b>	<b>20,300,113.0</b>		<b>1,742,457.55</b>

## 5.5.2 COSTOS VARIABLES

Estos costos se refieren a la cantidad de producción dependiente del volumen de producción anual. El costo que aumente o disminuya según la producción, a este se le conoce como costo variable.<sup>12</sup> Para el proyecto se estima un cantidad de **12,337,101.1 MXN** de costos variables los cuales se representan en la tabla 5.5.2a.

Tabla 5.5.2a Costos variables (creación propia).

COSTOS VARIABLES		
Concepto	Precio unitario MXN /AÑO	Porcentaje %
Materia Prima	\$13,768,560	78.5789
Servicios	\$1,297,998.9	7.4078
Embalaje	\$ 93,600.0	0.5341
Mano de obra	\$1,395,952.92	10.0033
Mantenimiento correctivo	\$ 609,000.0	3.4756
<b>Total</b>	<b>\$17,858,418.418</b>	<b>100</b>

### Amortización

De igual manera que los activos fijos, los diferidos cuentan con un ajuste preventivo denominado amortización que se refiere a la prevención de gastos que la empresa puede presentar en un determinado tiempo, ya que si no son contemplados con anticipación podrían representar un gasto significativo.<sup>13</sup>

$$\text{Amortización} = \text{Costo del activo diferido} / \text{Tiempo de vida útil}$$

En la tabla 5.5.2 b se presentan los activos diferidos y la amortización.

Tabla 5.5.2.b Amortización (creación propia).

AMORTIZACIÓN			
CONCEPTO	TIEMPO/ AÑOS	ACTIVOS DIFERIDOS	MONTO MXN
			AMORTIZACIÓN
Gastos notariales	10	\$ 9,000	\$ 900.0
Instalación	6	\$ 600,000	\$ 10,000.0
Permisos	3.5	\$ 19,000	\$ 5,428.6
Pruebas de arranque	2	\$ 8,000	\$ 4,000.0
Capacitaciones	5	\$ 18,000	\$ 3,600.0
<b>Total</b>		<b>\$ 654,000</b>	<b>\$ 23,928.6</b>

### 5.5.3 GASTOS DE OPERACIÓN

Este tipo de gastos no aplican ningún ingreso posterior, es una cantidad de dinero que no se recupera por los que aumentan la pérdida de una sociedad física o disminuye el beneficio. Se enfoca a mejorar la distribución y el comercio del producto. Se ven involucrados los gastos administrativos y del personal de ventas incluso los costos de publicidad.<sup>14</sup> En la tabla 5.5.3 se presentan los gastos de operación que se toman en cuenta para este proyecto.

Tabla 5.5.3 Gastos de operación. (Creación propia).

GASTOS DE OPERACIÓN		
GASTOS	GASTO ANUAL MXN	PROCENTAJE %
Administración	\$ 303,558.8	42.05
Publicidad	\$ 399,200	55.31
Permisos	\$ 19,000	2.63
<b>Total</b>	<b>\$ 721,758.8</b>	<b>100</b>

## 5.6 ESTADOS FINANCIEROS PROFORMA

---

Los estados financieros pro forma son las proyecciones financieras acerca del proyecto de inversión que se elaboran para la vida útil estimada o también llamado horizonte del proyecto.<sup>15</sup>

Dichos estados financieros revelan el comportamiento que tendrá la empresa en el futuro en cuanto a las necesidades de fondos, los efectos del comportamiento de costos, gastos e ingresos, el impacto del costo financiero, los resultados en términos de utilidades, la generación de efectivo y la obtención de dividendos.<sup>15</sup>

Los estados financieros proforma sirven como base para los indicadores financieros que se elaboran al realizar la evaluación financiera de un proyecto, los principales son el estado de resultados, el flujo de efectivo, el estado de origen y el balance general o estado de situación financiera.<sup>15</sup>

Para el desarrollo se realizan cálculos que se relacionan y que son agrupados en tablas para su posible análisis. En el presente proyecto se presentan los siguientes análisis:

- Ventas netas.
- Estado de resultados
- Flujo de efectivo.

El horizonte establecido en el proyecto de 10 años, el pronóstico de ventas se calcula de acuerdo al presupuesto de ingresos, resumiendo ventas netas con facturación, siendo especificados para realizar el estudio financiero.

Dentro de proforma se detallan los egresos e ingresos en tablas para representar adecuadamente y para tener una conclusión acerca de que tan rentable es el proyecto.

### 5.6.1 RESULTADOS PROFORMA

---

Seguido del cálculo sobre el presupuesto de los ingresos y egresos del proyecto, se continúa con la elaboración sobre un estado de resultados proforma, que permiten hacer el cálculo sobre la utilidad neta, es unos elementos importantes para la



determinación de la rentabilidad del proyecto. Se calcularán valores como rendimiento real y flujo de efectivo de la empresa.

Un dato que es necesario para el cálculo de estos gastos son los ISR (Impuesto sobre la renta) que se calcula con base a la ley tributaria, para esta empresa corresponde un 30% de la utilidad de operación, consultado de acuerdo a la ganancia neta y 10% pertenece a utilidades de los trabajadores.

En la tabla 5.6.1 se presenta el resultado donde se agrupan los datos que se obtuvieron de los requerimientos para obtener la utilidad neta, que es la diferencia entre los ingresos y egresos. Incluyen las ventas con facturación reflejando el monto total que se tienen por la venta del producto, costos totales que es la suma de los costos fijos y costos variables.

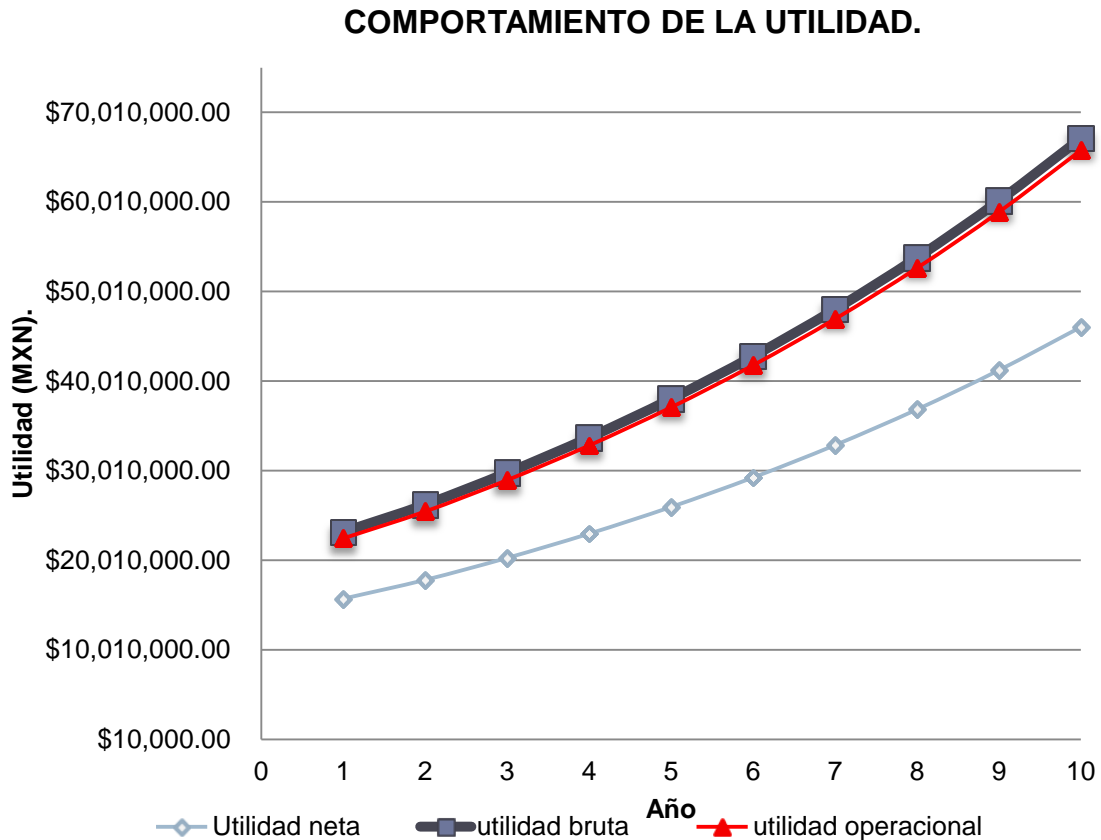
Con esta información se puede calcular la utilidad bruta que es la diferencia entre la venta del producto y los que cuesta producirlo. Los gastos de operación también se muestran, incluyendo la nómina de administradores, personal de venta y gastos por publicidad.

El objetivo principal del estudio financiero es tener una visión global sobre las utilidades obtenidas, especificando costos y gastos realizados por la empresa por año de operación.

Tabla 5.6.1 ESTADO DE RESULTADOS DEL PROYECTO.

ESTADOS DE RESULTADOS										
CONCEPTO	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
COSTOS VARIABLES										
Materia Prima	\$13,768,560.00	\$14,319,302.40	\$14,892,074.50	\$15,487,757.48	\$16,107,267.77	\$16,751,558.49	\$17,421,620.83	\$18,118,485.66	\$18,843,225.08	\$19,596,954.09
Servicios	\$1,297,998.90	\$1,349,918.86	\$1,403,915.61	\$1,460,072.23	\$1,518,475.12	\$1,579,214.13	\$1,642,382.69	\$1,708,078.00	\$1,776,401.12	\$1,847,457.17
Embalaje	\$93,600.00	\$97,344.00	\$101,237.76	\$105,287.27	\$109,498.76	\$113,878.71	\$118,433.86	\$123,171.21	\$128,098.06	\$133,221.99
Mano de obra	\$ 1,551,058.80	\$ 1,613,101.15	\$ 1,677,625.20	\$ 1,744,730.21	\$ 1,814,519.41	\$ 1,887,100.19	\$ 1,962,584.20	\$ 2,041,087.57	\$ 2,122,731.07	\$ 2,207,640.31
Mantenimiento correctivo	\$ 609,000.00	\$ 633,360.00	\$ 658,694.40	\$ 685,042.18	\$ 712,443.86	\$ 740,941.62	\$ 770,579.28	\$ 801,402.45	\$ 833,458.55	\$ 866,796.89
Total	\$17,320,217.70	\$18,013,026.41	\$18,733,547.46	\$19,482,889.36	\$20,262,204.94	\$21,072,693.13	\$21,915,600.86	\$22,792,224.89	\$23,703,913.89	\$24,652,070.45
COSTOS FIJOS										
Amortización	\$23,928.60	\$23,928.60	\$23,928.60	\$23,928.60	\$23,928.60	\$23,928.60	\$23,928.60	\$23,928.60	\$23,928.60	\$23,928.60
Depreciación	\$1,742,457.50	\$1,742,457.50	\$1,742,457.50	\$1,742,457.50	\$1,742,457.50	\$1,742,457.50	\$1,742,457.50	\$1,742,457.50	\$1,742,457.50	\$1,742,457.50
Mantenimiento preventivo	\$507,503.00	\$507,503.00	\$507,503.00	\$507,503.00	\$507,503.00	\$507,503.00	\$507,503.00	\$507,503.00	\$507,503.00	\$507,503.00
Total	\$2,273,889.10	\$2,273,889.10	\$2,273,889.10	\$2,273,889.10	\$2,273,889.10	\$2,273,889.10	\$2,273,889.10	\$2,273,889.10	\$2,273,889.10	\$2,273,889.10
Costos totales	\$19,594,106.80	\$20,286,915.51	\$21,007,436.56	\$21,756,778.46	\$22,536,094.04	\$23,346,582.23	\$24,189,489.96	\$25,066,113.99	\$25,977,802.99	\$26,925,959.55
Ventas netas	\$42,760,500.0	\$46,506,096.0	\$50,785,154.4	\$55,457,388.6	\$60,559,199.3	\$66,130,295.8	\$72,213,992.0	\$72,213,992.0	\$78,857,527.9	\$86,112,420.5
Utilidad	\$23,166,393.20	\$26,219,180.49	\$29,777,717.80	\$33,700,610.11	\$38,023,105.21	\$42,783,713.56	\$48,024,502.02	\$53,791,413.92	\$60,134,617.49	\$67,108,885.46
Gastos de operación	\$721,758.80	\$772,281.90	\$826,341.70	\$884,185.60	\$946,078.60	\$1,012,304.10	\$1,083,165.30	\$1,158,986.90	\$1,240,116.00	\$1,326,924.10
Utilidad de operación	\$22,444,634.40	\$25,446,898.59	\$28,951,376.10	\$32,816,424.51	\$37,077,026.61	\$41,771,409.46	\$46,941,336.72	\$52,632,427.02	\$58,894,501.49	\$65,781,961.36
ISR	\$6,733,390.32	\$7,634,069.58	\$8,685,412.83	\$9,844,927.35	\$11,123,107.98	\$12,531,422.84	\$14,082,401.02	\$15,789,728.11	\$17,668,350.45	\$19,734,588.41
Utilidad neta	\$15,711,244.08	\$17,812,829.01	\$20,265,963.27	\$22,971,497.15	\$25,953,918.63	\$29,239,986.62	\$32,858,935.71	\$36,842,698.91	\$41,226,151.04	\$46,047,372.95

En la gráfica 5.6.1 se muestra el comportamiento anual de las utilidades netas en los próximos 10 años tal como se muestra en la tabla anterior, donde se puede observar con más detalle que son favorables y que la ganancias son crecientes por lo que valida al proceso como rentable.



Grafica 5.6 .1 Utilidad por año (creación propia).

## 5.6.2 FLUJO DE EFECTIVO

Para hacer una evaluación del proyecto es fundamental conocer el flujo de efectivo de la empresa, siendo un parámetro útil para la determinación de la rentabilidad.

El flujo de efectivo es el intercambio entre el efectivo que es generado por la empresa y el que es utilizado para los pagos de operación con terceros, financiamientos o

inversiones que realiza la empresa con el objetivo de crecer y poder incrementar la producción y venta.<sup>16</sup>

Para hacer el cálculo del flujo de efectivo, se necesitan datos de entradas y salidas de efectivo de la empresa de acuerdo a los datos que se obtuvieron en el estado de resultados.

1. *Ingresos*

1.1 Financiamiento

1.2 Utilidad neta

1.3 Depreciación

1.4 Amortización

2. *Egresos*

2.1 Inversiones

2.2 Pago de capital

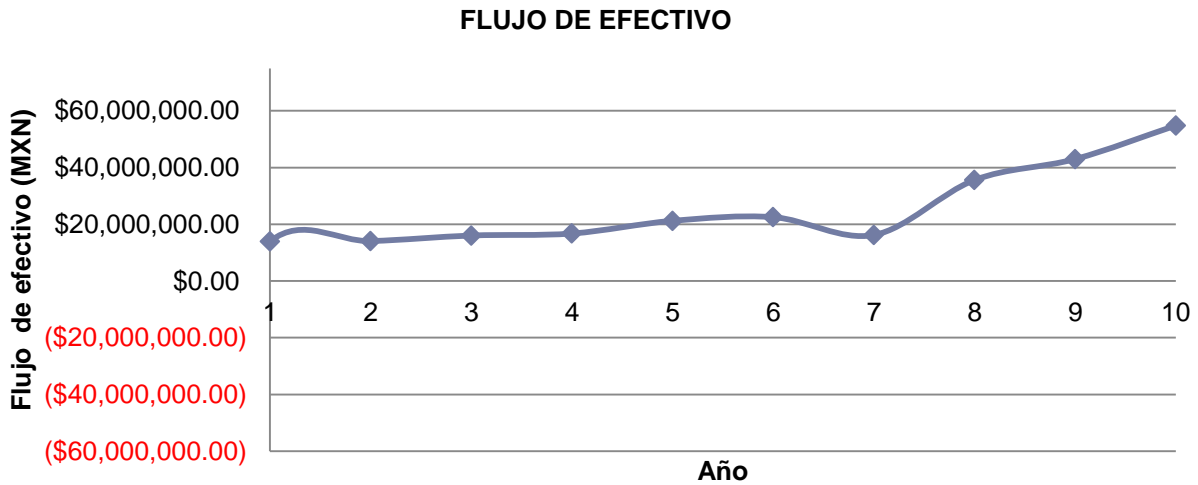
2.3 Reposición de los activos fijos

Teniendo como resultado el flujo de efectivo como la diferencia del total de egresos. En la tabla 5.6.2 se resumen los datos de ingresos y egresos, los cuales son utilizados para el cálculo de flujo de efectivo para el proyecto de producción de DAP.

Tabla 5.6.2 a Flujo de efectivo (Creación propia).

FLUJO DE EFECTIVO											
CONCEPTO	Periodo operativo	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
<b>ENTRADAS</b>											
Financiamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad Neta	0	\$15,711,244	\$17,812,829	\$20,265,963	\$22,971,497	\$25,953,918	\$29,239,986	\$32,858,935	\$36,842,698	\$41,226,151	\$46,047,372
Depreciación	0	\$1,742,457	\$1,742,457	\$1,742,457	\$1,742,457	\$1,742,457	\$1,742,457	\$1,742,457	\$1,742,457	\$1,742,457	\$1,742,457
Amortización		\$23,928	\$23,928	\$23,928	\$23,928	\$23,928	\$23,928	\$23,928	\$23,928	\$23,928	\$23,928
Venta de equipo obsoleto	0	0	0	0	0	\$1,500,000	0	0	0	0	\$7,000,000
<b>SALIDAS</b>											
Inversiones	<b>\$41,471,703</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pago del crédito	\$0.0	1,000,000	2,500,000	3,000,000	4,000,000	4,000,000	4,500,000	0	0	0	0
Reposición de activos fijos	\$0.0	0	0	0	0	0	0	\$15,402,263	0	0	0
Pago de capital	\$0.0	2,500,000	3,000,000	3,000,000	4,000,000	4,000,000	4,000,000	3,000,000	3,000,000	0	0
Flujo de efectivo	<b>\$41,471,703.20</b>	\$13,977,630	\$14,079,215	\$16,032,349	\$16,737,883	\$21,220,304	\$22,506,372	\$16,223,058	\$35,609,085	\$42,992,537	\$54,813,759

En la tabla 5.6.2 se interpreta que dentro del periodo 0 que es el año operativo entran los gastos de inversión. En los siguientes años se observa un comportamiento lineal hasta llegar al séptimo año, que es donde se remplazan los equipos y se hacen ajustes necesarios para mejorar la planta.



Gráfica 5.6.2 Flujo de efectivo (creación propia)

### 5.6.3 ÍNDICES

Cuando el estudio financiero se determinó la existencia de un mercado potencial para el producto contemplando la ubicación óptima para efectuar el proyecto, el tamaño de la planta, el presupuesto de los ingresos y egresos, así como el cálculo de la inversión inicial para llevarlo a cabo. Se realiza un análisis detallado de rentabilidad por medio de cálculo que utilizan parámetros que directamente proporcionan un criterio valioso para saber sobre la rentabilidad del proyecto.

Para evaluar finalmente el proyecto se utilizan métodos matemáticos financieros, tomando el valor de ganancias con respecto al tiempo. Este tipo de indicadores con el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la relación de beneficio / costo (B/C).

## 5.7 VALOR PRESENTE NETO (VPN)

Es uno de los criterios ampliamente utilizados en la economía para la evaluación de inversión de proyectos. Consiste en determinar la equivalencia en un tiempo cero los flujos para efectivos futuros que se pueden obtener del proyecto y se compara esta equivalencia con el desembolso inicial.<sup>17</sup>

El capital social tiene un valor negativo y la suma de los flujos de efectivo descontados a un tiempo real son todas las ganancias acumuladas equivalentes a la cantidad de dinero en este periodo de tiempo<sup>18</sup>. Si el valor VPN obtenido es  $\geq$  a cero quiere decir que el proyecto es rentable en caso contrario quiere decir que será mayor la inversión inicial total que las ganancias obtenidas por lo que no se considera rentable el proyecto. La ecuación para el cálculo del VPN:

$$VPN = CS + \sum_{t=1}^n \frac{fn}{(1+i)^n}$$

Dónde:

VPN = Valor presente neto en el periodo de tiempo

i= Tasa de recuperación mínima

n=Tiempo

CS= Inversión inicial o Capital social

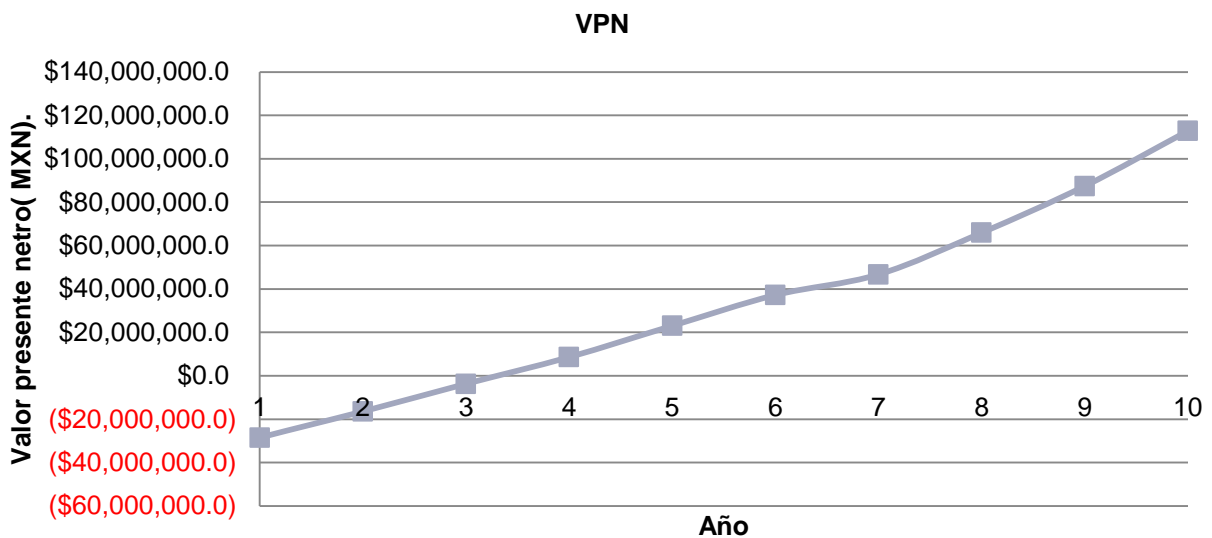
Este método se considera efectivo con respecto al tiempo, por esto, para poderle dar un valor real que corresponda al periodo actual donde se realiza el proyecto se determina un valor para  $i$  que corresponda, a una tasa de descuentos la cual resta el valor del efectivo en el futuro a su equivalente presente. Para este caso la tasa de descuento que se establece es del 8 % que es un valor real a la economía mexicana. En la tabla 5.7.1 se presentan los resultados del método VPN.

Tabla 5.7.1 Valor Presente Neto (creación propia).

CALCULO DE VPN			
PERIODO	FLUJO DE EFECTIVO	FLUJO DE EFECTIVO *DESCONTADO	FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO
			*ACUMULADO
0	(\$41,471,703.2)	(\$41,471,703.2)	(\$41,471,703.2)
1	\$13,977,630.2	\$12,942,250.2	(\$28,529,453.0)
2	\$14,079,215.1	\$12,070,657.7	(\$16,458,795.4)
3	\$16,032,349.4	\$12,726,995.8	(\$3,731,799.5)
4	\$16,737,883.3	\$12,302,843.9	\$8,571,044.3
5	\$21,220,304.7	\$14,442,182.8	\$23,013,227.2
6	\$22,506,372.7	\$14,182,832.5	\$37,196,059.7
7	\$16,223,058.8	\$9,465,999.0	\$46,662,058.7
8	\$35,609,085.0	\$19,238,480.6	\$65,900,539.3
9	\$42,992,537.1	\$21,506,972.3	\$87,407,511.6
10	\$54,813,759.1	\$25,389,376.3	\$112,796,887.9

\*F.E.D.A = Flujo de efectivo descontado acumulado, el cual determina el tiempo de recuperación del capital cuando el valor se cambia a signo positivo. Nota: Los valores que aparecen entre paréntesis y en color rojo representa que son valores negativos.

En la gráfica 5.7.1 se demuestra el comportamiento del valor presente neto.



Gráfica 5.7.1 Valor presente neto.



En la gráfica anterior 5.7.1 la inversión inicial que aparece en el periodo pre operativo y con números negativos representa el desembolso que se hizo igual a **41, 471,700 MXN** , por otro lado las cifras en los periodos consecutivos al año numero 4 son positivos , lo cual presenta un mayor ingreso de efectivo que los egresos de efectivo. En la tabla 5.7.1b se muestran los datos obtenidos de este método.

Tabla 5.7.1 b Datos obtenidos del cálculo para VPN (creación propia).

CONCEPTO	VALOR
<b>Capital social</b>	\$ 41,471,700
<b>Valor presente neto</b>	\$97,618
<b>Tiempo de recuperación de capital</b>	6.5 años
<b>Tasa de descuento</b>	8 %

### 5.7.2 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La tasa interna de rendimiento, como se conoce también es un índice de rentabilidad aceptado, representa el promedio geométrico de los rendimiento futuros esperados de la inversión se emplea como indicador para saber si un proyecto es rentable o no.<sup>19</sup>

Si se tiene un TIR alto la rentabilidad es mayor, sin embargo no es del todo cierto ya que si se tiene un valor de TIR elevado puede presentar un gran riesgo para la inversión, así que se puede marcar un rango óptimo para que este indicador se encuentre en valores entre el 40 y 60 % aproximadamente. Podemos suponer que si la TIR se encuentra dentro del rango que se estableció o muy próxima, quiere decir que la inversión que se realiza dentro del proyecto es rentable y no presenta riesgos.<sup>19</sup>

#### **Calculo de TIR**

*De acuerdo al valor del VPN que se tiene = \$154, 268,591.06, esta cantidad se iguala a cero, por medio de la siguiente ecuación se busca encontrar el TIR con un método iterativo.*

\*Tomando en cuenta los datos de la tabla 5.7.1, sustituyendo los valores de flujo de efectivo (Fn) y tomando en cuenta en valor de VPN mencionado anterior mente se tiene:

$$\begin{aligned}
 VPN = & \frac{F_0}{(1 + TIR)^0} + \frac{F_1}{(1 + TIR)^1} + \frac{F_2}{(1 + TIR)^2} + \frac{F_3}{(1 + TIR)^3} + \frac{F_4}{(1 + TIR)^4} + \frac{F_5}{(1 + TIR)^5} \\
 & + \frac{F_6}{(1 + TIR)^6} + \frac{F_7}{(1 + TIR)^7} + \frac{F_8}{(1 + TIR)^8} + \frac{F_9}{(1 + TIR)^9} + \frac{F_{10}}{(1 + TIR)^{10}}
 \end{aligned}$$

Se obtiene un valor de TIR de **41%** el cual es superior al 40 %, lo que quiere decir que el proyecto es rentable.

## 5.8 ANÁLISIS DE RIESGO

El objetivo del análisis de riesgo tiene como fin el determinar cuáles factores pueden afectar al proyecto, que amenazas se presentan y que daños causarían, que cambios podría influir en los activos o a los ingresos. Por lo tanto se debe tener conocimiento sobre estos factores que pueden repercutir significativamente en el proceso; existen diversos métodos para determinar estas amenazas, en este proyecto se realiza un análisis de sensibilidad para evitar posibles variaciones en los ingresos y egresos. <sup>20</sup>

### 5.8.1 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Visualizar que variables tienen mayor efecto en el resultado frente a distintos grados de error en su estimación permite decidir acerca de la necesidad de realizar estudios más profundos de esas variables, para mejorar las estimaciones y reducir el grado de riesgo por error. La consecuencia que un error en una variable tiene sobre el resultado de la evaluación varía, según el período de la vida económica del proyecto en que ese error se cometa. <sup>21</sup>

El valor tiempo del dinero explica qué errores en los períodos finales del flujo de caja para la evaluación tienen menor influencia que los errores en los períodos más cercanos. Sin embargo, son más frecuentes las equivocaciones en las estimaciones futuras por lo incierta que resulta la proyección de cualquier variable incontrolable, como los cambios en los niveles de los precios reales del producto o de sus insumos. <sup>21</sup>

La sensibilidad de una propuesta individual debe hacerse con respecto al parámetro más incierto. Por ejemplo, es posible que en la evaluación de una propuesta se tenga mucha incertidumbre con respecto al precio unitario de venta de los productos o

servicios que se pretenden comercializar. En estos casos, es muy conveniente determinar qué tan sensible es la TIR o el VPN a cambios en las estimaciones del precio unitario de venta, es decir, para este tipo de situaciones es muy recomendable determinar el precio unitario de venta a partir del cual la propuesta sería económicamente atractiva.<sup>21</sup>

El análisis unidimensional de la sensibilización del VPN determina hasta dónde puede modificarse el valor de una variable para que el proyecto siga siendo rentable. Si en la evaluación del proyecto se concluyó que en el escenario proyectado como el más probable el VPN era positivo, es posible preguntarse hasta dónde puede bajarse el precio o caer la cantidad demanda o subir un costo, entre otras posibles variaciones, para que ese VPN positivo se haga cero. Se define el VPN de equilibrio como cero por cuanto es el nivel mínimo de aprobación de un proyecto. De aquí que al hacer el VPN igual a cero se busca determinar el punto de quiebre o variabilidad máxima de una variable que resistiría el proyecto.<sup>21</sup>

Algunos de los factores que se tomaron en cuenta para este análisis son:

- Disminución de los precios del producto
- Menor volumen de ventas
- Aumento del costo de:
  - Materias primas
  - Servicios
  - Activos fijos
  - Personal

El análisis de los factores que se plantearon se presenta en las tablas 5.8.1, 5.8.2 donde se muestra la variación entre el VPN y TIR con respecto al caso base.

Tabla 5.8.1 Análisis de sensibilidad materia prima (Creación propia).

<b>AUMENTO DE MATERIA PRIMA</b>		
<b>%</b>	<b>VPN</b>	<b>TIR</b>
<b>20%</b>	\$ 139,110,197.50	36%
<b>15%</b>	\$ 142,897,842.91	37%
<b>10%</b>	\$ 146,685,488.32	38%
<b>5%</b>	\$ 150,473,133.73	40%
<b>0%</b>	\$ 154,260,779.14	41%
<b>-5%</b>	\$ 158,048,424.55	42%
<b>-10%</b>	\$ 161,836,069.96	43%
<b>-15%</b>	\$ 165,623,715.37	44%
<b>-20%</b>	\$169,411,360.78	45%

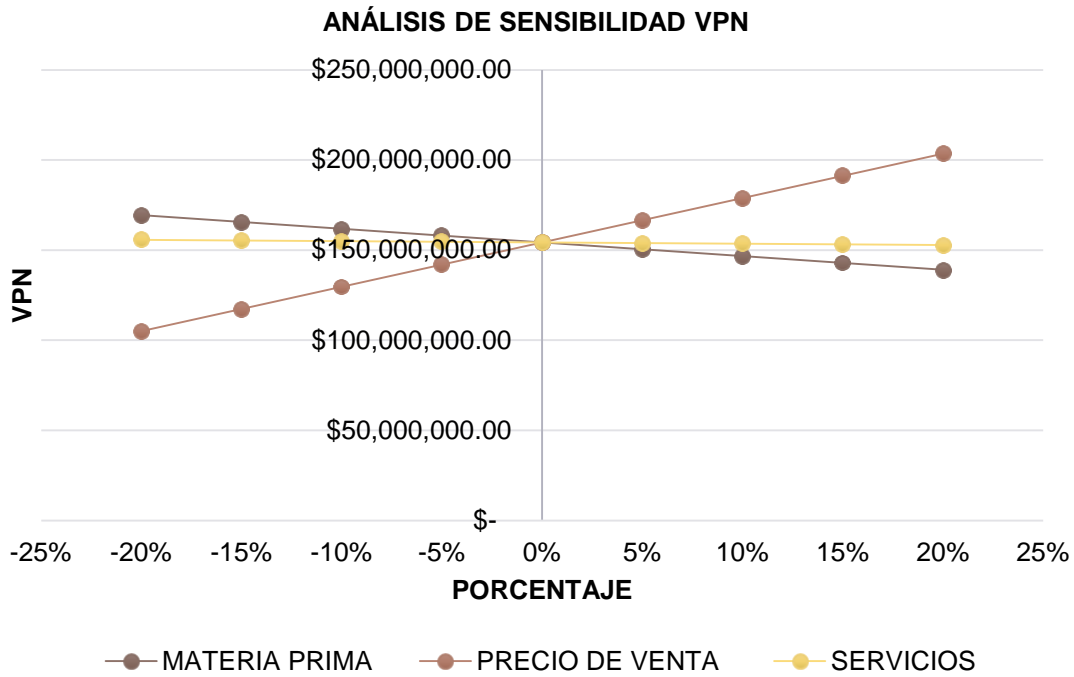
Tabla 5.8.2 Análisis de sensibilidad precio de DAP (Creación propia).

<b>PRCEIO DE VENTA</b>		
<b>%</b>	<b>VPN</b>	<b>TIR</b>
<b>20%</b>	\$ 203,482,375.87	54%
<b>15%</b>	\$191,176,976.68	51%
<b>10%</b>	\$ 178,871,577.50	47%
<b>5%</b>	\$ 166,566,178.32	44%
<b>0%</b>	\$ 154,260,779.14	41%
<b>-5%</b>	\$ 141,955,379.95	37%
<b>-10%</b>	\$129,649,980.77	34%
<b>-15%</b>	\$ 117,344,581.59	31%
<b>-20%</b>	\$105,039,182.41	27%

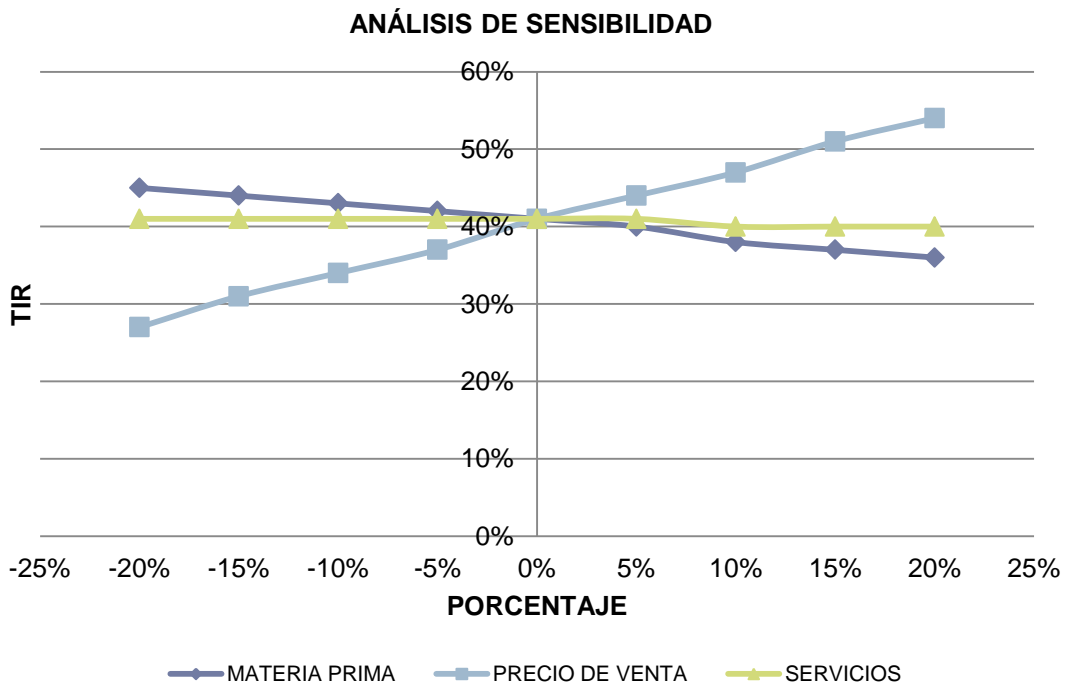
Tabla 5.8.3 Análisis de sensibilidad servicios (Creación propia).

<b>SERVICIOS</b>		
<b>%</b>	<b>VPN</b>	<b>TIR</b>
<b>20%</b>	\$152,832,640.61	40%
<b>15%</b>	\$153,189,675.24	40%
<b>10%</b>	\$153,546,709.88	40%
<b>5%</b>	\$ 153,903,744.51	41%
<b>0%</b>	\$ 154,260,779.14	41%
<b>-5%</b>	\$ 154,617,813.77	41%
<b>-10%</b>	\$154,974,848.40	41%
<b>-15%</b>	\$ 155,331,883.03	41%
<b>-20%</b>	\$155,688,917.66	41%

En las gráficas 5.8.1 y 5.8.2 se presentan los datos del análisis de sensibilidad.



Gráfica 5.8.1 Análisis de sensibilidad VPN (Creación propia).



Gráfica 5.8.2 Análisis de sensibilidad TIR (Creación propia).

Tomando en cuenta la gráfica anterior se sabe que el caso número 1 y 2 son los que tienen mayor variación respecto al caso base, el motivo por cual sucede es que las ventas o precios del producto serían 10 % menor a lo que se espera.

Los casos 3, 4, 5 y 6 no se ven tan desviados del caso base, por lo que no se tendrían tantos problemas si sube el precio de la materia prima en pequeños porcentajes, o que el costo de los servicios suba, incluso que se tenga mejor volumen de producción.

## CONCLUSIÓN

---

En el desarrollo del proyecto se llevaron a cabo diferentes puntos para determinar la viabilidad de la planta de producción de DAP, el cual inicio con un estudio de mercado del producto en México, analizando las causas por las cuales se dejó de producir el fertilizante y que estados de la república mexicana requieren o son el cliente potencial del fertilizante, concluyendo que la implementación de una planta productora de este fertilizante beneficiaría a muchos estados y municipios de México por la alta demanda que se tiene del producto y por la falta de producción del mismo.

De acuerdo al análisis de los procesos descritos en el capítulo 3, se elige el proceso de obtención de DAP por medio de un reactor tubular a alta presión con granulador, ya que de acuerdo al análisis mencionado se concluye que es el que proporciona mayor ventajas como el ahorro de energía, servicios, menor número de equipos para obtener el producto y beneficiando la obtención del fosfato monoamónico, resultando como un subproducto, lo cual proporciona ventajas en ventas.

Una vez seleccionado el proceso se realizó la ingeniería básica y conceptual del proceso en donde se definió la ubicación de la planta, de acuerdo al análisis de macro y microlocalización se concluye que sería recomendable que se instale en el estado de Guanajuato, se propuso la capacidad instalada de la planta, resultando de 6 TON/ día, de acuerdo al análisis y estudio de mercado. Los costos de inversión y costos de mantenimiento, se obtuvieron por medio del estudio financiero; finalmente cotizando los

equipos necesarios, costos de servicios, entre otros requeridos para la puesta en marcha de una planta de producción de DAP, se desarrolló el diagrama de flujo de proceso.

Una vez que se analizaron los precios que se mencionan en el capítulo 5, que son de materia prima, equipos, mobiliario, salarios a trabajadores, mantenimiento, etc., se realizó el análisis financiero obteniendo una rentabilidad aceptable para la construcción, instalación, operación y puesta en servicio de una planta de producción de fertilizantes, indicando los siguientes valores.

Producción por año: 1, 872.0 toneladas de fosfato diamónico

Inversión: \$ 41, 471, 700 MXN

VPN: \$ 97, 618 MXN

TIR: 41%

Tiempo de recuperación de la inversión: 6.5 años

Los resultados obtenidos del análisis financiero se cotejan con la rentabilidad de la industria química en México, además se consideró el panorama de la posible sustitución de importación del fertilizante por implementar la producción nacional, encontrando rentable la puesta en marcha de una planta productora de DAP.

**ANEXO A. BALANCE DE MATERIA**

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	5	6	7
FLUJO VOLUMÉTRICO TOTAL m <sup>3</sup> /DÍA	2.2	5.5	4,126.4	1.8	7.8	2.3	2,845.1
FLUJO MÁSICO TOTAL (KG/DÍA)	4,080.4	13,862.0	3,012.3	223.0	6,292.4	4,278.6	3,698.6
TEMPERATURA(°C)	21.0	21.0	21.0	90.0	30.0	70.0	21.0
PRESIÓN(KG/CM2)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
DENSIDAD(KG/M3)	1,840.0	2,500.0	0.7	126.0	802.8	1,880.0	1.3
PESO MOLECULAR	98.0	1,009.0	17.0	247.0	247.0	98.0	19.0
<b>COMPOSICIÓN</b>							
AGUA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ROCA FOSFÓRICA	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
DAP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0
MAP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
AMONIACO	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ÁCIDO FOSFÓRICO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ÁCIDO SULFÚRICO	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
CARBONATO DE CALCIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0
BIÓXIDO DE CARBONO	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
FOSFATO DE ALUMINIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0
FOSFATO DE HIERRO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
OXIDO DE SILICIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TETRAFLORURO DE SILICIO	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
FeO <sub>4</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AGUA AMARGA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
ÁCIDO FLUORHÍDRICO	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



DESCRIPCIÓN	8	9	10	11	12	13	14
FLUJO VOLUMÉTRICO TOTAL M3/DÍA	2.2	1.1	5.5	6.3	2.2	2.2	11.6
FLUJO MÁSICO TOTAL (KG/DÍA)	4,080.4	2,772.4	13,862.0	11,551.7	4,080.4	4,080.4	18,970.9
TEMPERATURA(°C)	21.0	21.0	21.0	1,361.2	21.0	21.0	98.0
PRESIÓN(KG/CM2)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
DENSIDAD(KG/M3)	1,840.0	2,500.0	2,500.0	1,840.0	1,840.0	1,840.0	1,631.0
PESO MOLECULAR	98.0	1,009.0	1,009.0	98.0	98.0	98.0	-
<b>COMPOSICIÓN</b>							
AGUA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ROCA FOSFÓRICA	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DAP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MAP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AMONIACO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ÁCIDO FOSFÓRICO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
ÁCIDO SULFÚRICO	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0
CARBONATO DE CALCIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
BIÓXIDO DE CARBONO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FOSFATO DE ALUMINIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FOSFATO DE HIERRO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
OXIDO DE SILICIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TETRAFLORURO DE SILICIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FeO <sub>4</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AGUA AMARGA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ÁCIDO FLUORHÍDRICO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

DESCRIPCIÓN	15	16	17	18	19	20	21
FLUJO VOLUMÉTRICO TOTAL M3/DÍA	11.6	11.0	0.0	11.8	1.8	3.5	1.8
FLUJO MÁSIICO TOTAL (KG/DÍA)	18,970.9	14,733.6	4.6	15,837.3	4,278.6	4,237.4	4,278.6
TEMPERATURA(°C)	98.0	98.0	45.0	45.0	45.0	98.0	45.0
PRESIÓN(KG/CM2)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
DENSIDAD(KG/M3)	1,631.0	1,341.3	1,341.3	1,341.3	2,341.3	1,200.0	2,341.3
PESO MOLECULAR	-	-	-	-		100.0	0.0
<b>COMPOSICION</b>							
AGUA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ROCA FOSFÓRICA	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.2	0.2
DAP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MAP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AMONIACO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ÁCIDO FOSFÓRICO	0.8	1.0	0.0	1.0	0.0	0.2	0.0
ÁCIDO SULFÚRICO	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.1	0.2
CARBONATO DE CALCIO	0.2	0.0	0.5	0.0	0.6	0.5	0.6
BIÓXIDO DE CARBONO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FOSFATO DE ALUMINIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FOSFATO DE HIERRO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
OXIDO DE SILICIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TETRAFLORURO DE SILICIO	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
FEO <sub>4</sub>	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
AGUA AMARGA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ÁCIDO FLUORHÍDRICO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

TESIS DE LICENCIATURA UNAM FES ZARAGOZA

DESCRIPCIÓN	22	23	24	25	26	27	28
FLUJO VOLUMÉTRICO TOTAL M3/DÍA	0.0	0.1	0.0	1.8	8.0	0.4	2.9
FLUJO MÁSICO TOTAL (KG/DÍA)	14.4	3,698.6	14.4	4,278.6	15,018.7	818.6	3,447.0
TEMPERATURA(°C)	45.0	21.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0
PRESIÓN(KG/CM2)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
DENSIDAD(KG/M3)	1,880.0	1.3	1,880.0	2,341.3	1,880.0	1,880.0	1,194.0
PESO MOLECULAR	98.0	19.0	98.0	0.0	98.0	98.0	
<b>COMPOSICIÓN</b>							
AGUA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ROCA FOSFÓRICA	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0
DAP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MAP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AMONIACO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ÁCIDO FOSFÓRICO	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.4	1.0
ÁCIDO SULFÚRICO	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
CARBONATO DE CALCIO	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.4	0.0
BIÓXIDO DE CARBONO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FOSFATO DE ALUMINIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FOSFATO DE HIERRO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
OXIDO DE SILICIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TETRAFLORURO DE SILICIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FEO <sub>4</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AGUA AMARGA	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ÁCIDO FLUORHÍDRICO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

DESCRIPCIÓN	29	30	31	32	33	34	35
FLUJO VOLUMÉTRICO TOTAL M3/DÍA	4126.4	1424.5	2701.9	2.6	0.0	1.1	5.6
FLUJO MÁSICO TOTAL (KG/DÍA)	3,012.3	1,039.9	1,972.4	2,647.1	11.6	1,051.5	10,520.2
TEMPERATURA(°C)	21.0	21.0	21.0	70.0	45.0	70.0	70.0
PRESIÓN(KG/CM2)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
DENSIDAD(KG/M3)	0.7	0.7	0.7	1,000.0	1,880.0	1,000.0	1,880.0
PESO MOLECULAR	17.0	17.0	17.0	18.0	98.0	18.0	98.0
<b>COMPOSICIÓN</b>							
AGUA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ROCA FOSFÓRICA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DAP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MAP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AMONIACO	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ÁCIDO FOSFÓRICO	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0
ÁCIDO SULFÚRICO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARBONATO DE CALCIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BIÓXIDO DE CARBONO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FOSFATO DE ALUMINIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FOSFATO DE HIERRO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
OXIDO DE SILICIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TETRAFLORURO DE SILICIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FEO <sub>4</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AGUA AMARGA	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0
ÁCIDO FLUORHÍDRICO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

DESCRIPCIÓN	36	37	38	39	40	41	42
FLUJO VOLUMÉTRICO TOTAL M3/DÍA	5.0	0.6	3.6	2.4	3.9	3.9	3.6
FLUJO MÁSIICO TOTAL (KG/DÍA)	9,468.2	1,051.0	6,821.1	1,759.6	2,810.5	2,810.5	6,821.1
TEMPERATURA(°C)	70.0	70.0	70.0	110.0	70.0	70.0	70.0
PRESIÓN(KG/CM2)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
DENSIDAD(KG/M3)	1,880.0	1,880.0	1,880.0	723.0	723.0	723.0	1,880.0
PESO MOLECULAR	98.0	98.0	98.0	115.0	115.0	115.0	98.0
<b>COMPOSICIÓN</b>							
AGUA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ROCA FOSFÓRICA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DAP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MAP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AMONIACO	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0
ÁCIDO FOSFÓRICO	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8	1.0
ÁCIDO SULFÚRICO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARBONATO DE CALCIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BIÓXIDO DE CARBONO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FOSFATO DE ALUMINIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FOSFATO DE HIERRO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
OXIDO DE SILICIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TETRAFLORURO DE SILICIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FEO <sub>4</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AGUA AMARGA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ÁCIDO FLUORHÍDRICO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

DESCRIPCIÓN	43	44	45	46	47	48	49
FLUJO VOLUMÉTRICO TOTAL M3/DÍA	8.5	1,424.5	10.0	10.0	0.1	1.0	0.8
FLUJO MÁSICO TOTAL (KG/DÍA)	7,033.9	1,039.9	8,073.8	8,073.8	629.2	786.5	629.2
TEMPERATURA(°C)	110.0	21.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
PRESIÓN(KG/CM2)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
DENSIDAD(KG/M3)	825.7	0.7	804.8	804.8	804.8	804.8	804.8
PESO MOLECULAR	247.0	17.0	247.0	247.0	247.0	247.0	247.0
<b>COMPOSICIÓN</b>							
AGUA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ROCA FOSFÓRICA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DAP	0.3	0.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
MAP	0.3	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
AMONIACO	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ÁCIDO FOSFÓRICO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ÁCIDO SULFÚRICO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CARBONATO DE CALCIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BIÓXIDO DE CARBONO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FOSFATO DE ALUMINIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FOSFATO DE HIERRO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
OXIDO DE SILICIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TETRAFLORURO DE SILICIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FE04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AGUA AMARGA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ÁCIDO FLUORHÍDRICO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

DESCRIPCIÓN	50	51	52	53
FLUJO VOLUMÉTRICO TOTAL M3/DÍA	9.8	7.8	7.8	285.3
FLUJO MÁSICO TOTAL (KG/DÍA)	7,865.4	6,292.4	236.3	208.3
TEMPERATURA(°C)	30.0	30.0	25.0	60.0
PRESIÓN(KG/CM2)	1.0	1.0	1.0	1.0
DENSIDAD(KG/M3)	802.8	802.8	1.0	0.7
PESO MOLECULAR	247.0	247.0	18.0	17.0
<b>COMPOSICIÓN</b>				
AGUA	0.0	0.0	1.0	0.0
ROCA FOSFÓRICA	0.0	0.0	0.0	0.0
DAP	0.8	0.8	0.0	0.0
MAP	0.2	0.2	0.0	0.0
AMONIACO	0.0	0.0	0.0	1.0
ÁCIDO FOSFÓRICO	0.0	0.0	0.0	0.0
ÁCIDO SULFÚRICO	0.0	0.0	0.0	0.0
CARBONATO DE CALCIO	0.0	0.0	0.0	0.0
BIÓXIDO DE CARBONO	0.0	0.0	0.0	0.0
FOSFATO DE ALUMINIO	0.0	0.0	0.0	0.0
FOSFATO DE HIERRO	0.0	0.0	0.0	0.0
OXIDO DE SILICIO	0.0	0.0	0.0	0.0
TETRAFLORURO DE SILICIO	0.0	0.0	0.0	0.0
FEO <sub>4</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0
AGUA AMARGA	0.0	0.0	0.0	0.0
ÁCIDO FLUORHÍDRICO	0.0	0.0	0.0	0.0
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0

## ANEXO B. CRITERIOS DE DISEÑO Y MEMORIA DE CÁLCULO

### DECANTADOR (CO-101)

- Sección cónica debe ocupar el 30% del volumen a manejar
- Sección cilíndrica debe ocupar el 70% del volumen a manejar

En la tabla B1 se presentan los volúmenes del equipo de decantación

Tabla B1. Volumen del decantador

UNIDAD	m <sup>3</sup>
Volumen total	36
Volumen cilíndrico	25.2
Volumen cónico	10.8

### CRITERIOS DE DISEÑO

- El periodo de diseño, teniendo en cuenta criterios económicos y técnicos es de 8 a 16 años.
- El número de unidades mínimas en paralelo es 2 para efectos de mantenimiento.
- El periodo de operación es de 24 horas.
- La transición debe tener un ángulo de divergencia suave no mayor de 12° 30´.
- La velocidad de paso por el vertedero de salida debe ser pequeña para causar menor turbulencia y arrastre de material (Krochin, V=1m/s).
- La relación largo/ancho debe ser entre 10 y 20.
- La sedimentación de arena fina (d <0.01cm) se efectúa en forma más eficiente en régimen laminar con valores de número de Reynolds menores de uno (Re
- La sedimentación de arena gruesa se efectúa en régimen de transición con valores de Reynolds entre 1.0 y 1 000.
- La sedimentación de grava se efectúa en régimen turbulento con valores de número de Reynolds mayores de 1 000.



- La descarga del flujo puede ser controlada a través de dispositivos como vertederos (sutro) o canales Parshall (garganta). Si el flujo es controlado por un vertedero sutro tenemos la relación:

$$Q = 2.74\sqrt{ab}\left(H - \frac{a}{3}\right)$$

Dónde:

a: altura mínima (m)

b: ancho de la base (m)

H: altura del agua (m)

En la tabla B2, se muestran algunas ecuaciones aplicables de acuerdo al tipo de material.

Tabla B2. Leyes aplicables

Material	ϕ Limite de las partículas (cm)	# de Reynolds	Vs	Régimen	Ley aplicable
Grava	> 1.0	> 10 000	100	Turbulento	$V_s = 1.82 \sqrt{dg \left(\frac{\rho_0 - \rho}{\rho}\right)}$ Newton
Arena gruesa	0.10	1 000	10	Transición	$V_s = 0.22 \left(\frac{\rho_0 - \rho_g}{\rho}\right)^{2/3} \left[\frac{d}{\left(\frac{\mu}{\rho}\right)^{1/3}}\right]$ Allen
	0.08	600	8.3		
	0.05	180	6.4		
	0.05	27	5.3		
	0.04	17	4.2		
	0.03	10	3.2		
	0.02	4	2.1		
Arena fina	0.015	2	1.5	Laminar	$V_s = \frac{1}{18}g \left(\frac{\rho_0 - \rho}{\mu}\right) d^2$ Stokes
	0.01	0.8	0.8		
	0.008	0.5	0.6		
	0.006	0.24	0.4		
	0.005	1.0	0.3		
	0.004	1.0	0.2		
	0.003	1.0	0.13		
0.002	1.0	0.06			
	0.001	1.0	0.015		

En la figura B1 se muestra un esquema representativo del equipo.

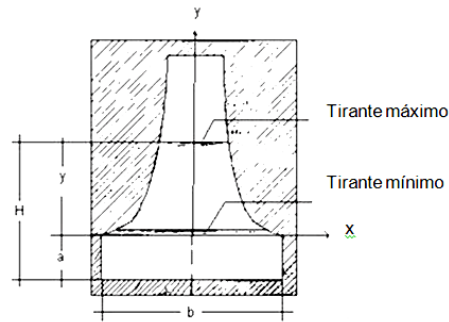


Figura B1. Esquema representativo

La forma de las paredes del vertedero es dada por:

$$\frac{x}{b} = 1 - \frac{2}{\pi} * \arctg * \sqrt{\frac{y}{a}}$$

$$Q = 1.84 * h^{3/2}$$

$$\sqrt[3]{\frac{36 \text{ m}^3}{1.84}} = h$$

$$Q = 1.84 * h^{3/2}$$

$$h = 7.2608\text{m}$$

$$Q = 1.84 * h^{3/2}$$

$$\frac{h}{b} = 1.2$$

$$\frac{h}{1.2} = b$$

$$b = \frac{7.2608\text{m}}{1.2}$$

$$b = 6.0507\text{m}$$

$$a = 30\% * h$$

$$a = 0.3 * 7.2608\text{m}$$

$$a = 2.1782\text{m}$$

$$y = 70\% * h$$

$$y = 0.70 * 7.2608$$

$$y = 5.0826\text{m}$$

En la figura B2 se presentan las dimensiones del equipo de decantación.

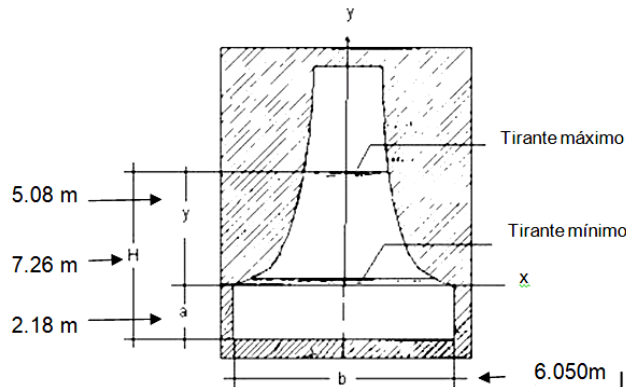


Figura B2. Esquema

**DECANTATOR (CO-102)**

- Sección cónica debe ocupar el 30% del volumen a manejar
- Sección cilíndrica debe ocupar el 70% del volumen a manejar

En la tabla B3 se muestra el volumen del decantador.

Tabla B3. Volúmenes del equipo

UNIDAD	m <sup>3</sup>
Volumen total	15
Volumen cilíndrico	4.5
Volumen cónico	10.5

**Criterios de diseño**

Se utilizan los mismos criterios mencionados para el decantador CO-101 y se aplica la información presentada en la tabla B2. Si el flujo es controlado por un vertedero sutro tenemos la relación:

$$Q = 2.74\sqrt{ab}\left(H - \frac{a}{3}\right)$$

Dónde:

- a: altura mínima (m)
- b: ancho de la base (m)
- H: altura del agua (m)

La forma de las paredes del vertedero es dada por:

$$\frac{x}{b} = 1 - \frac{2}{\pi} * arctg * \sqrt{\frac{y}{a}}$$

$$Q = 1.84 * h^{\frac{3}{2}}$$

$$\sqrt{\frac{\frac{3}{2} \sqrt{15m^3}}{1.84}} = h$$

$$h = 4.0505m$$

$$Q = 1.8 * h^{\frac{3}{2}}$$

$$\frac{h}{b} = 1.2$$

$$\frac{h}{1.2} = b$$

$$b = \frac{4.0505m}{1.2}$$

$$b = 3.3754m$$

$$a = 30\% \cdot h$$

$$a = 0.3 \cdot 4.0505m$$

$$a = 1.2151m$$

$$y = 70\% \cdot h$$

$$y = 0.70 \cdot 4.0505m$$

$$y = 2.8353m$$

En la figura B3 se presentan las dimensiones del decantador CO-102

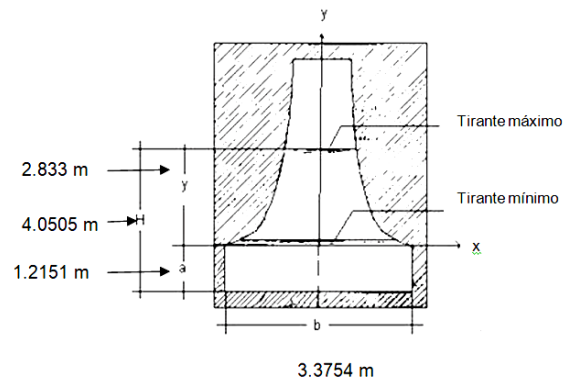


Figura B3. Dimensiones del decantador

## REACTOR BATCH (RE-101)

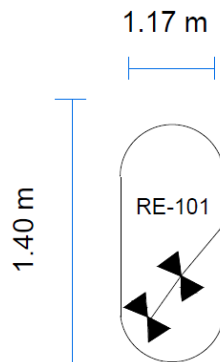


Figura B4. Esquema representativo del reactor batch

En la tabla B4 se muestran las características de la materia prima.

Tabla B4. Materia prima

MATERIA PRIMA.	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> ).	PESO (Kg).	VOLUMEN (m <sup>3</sup> ).
Roca fosfórica	1 009	11368	11.26
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2 269	1840	0.81
<b>Total</b>		<b>13208</b>	<b>12.07</b>

Factor de forma recomendado  $\frac{h}{d} = 1.2$

$$V = \pi * d^2 * h$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{4V}{\pi * 1.2}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{4 * 12.07745m^3}{\pi * 1.2}}$$

$$d = 2.3409m$$

$$h = 1.2 * 2.3409m$$

$$h = 2.8081m$$

Anchura del deflector 10%Dt

$$ad = 0.1 * 2.3409m$$

$$ad = 0.23409m$$

Tipo de cabeza helicoidal por ser de menor costo y solo ocupa  $= \frac{1}{4} * Dt$

Profundidad de la cabeza  $ad = 0.1 * 2.3409m$

$$pr = 0.25 * 2.3409m$$

$$pr = 0.5850m$$

En la tabla B5 se muestran las dimensiones del reactor batch.

Tabla B5. Dimensiones

	DIMENSIÓN	UNIDAD
<b>Volumen</b>	6.03	m <sup>3</sup>
<b>Dt</b>	1.17	m
<b>h</b>	1.40	m
<b>ad</b>	0.11	m
<b>pr</b>	0.28	m

El tipo de hélice debe ser un diámetro menor 1.8 se debe escoger un agitador de hélice flujo axial además de manejar una fase liquido solido.

Se recomienda utilizar 3 reactores para el proceso de DAP.

TANQUE DE ÁCIDO SULFURICO (TE-101)

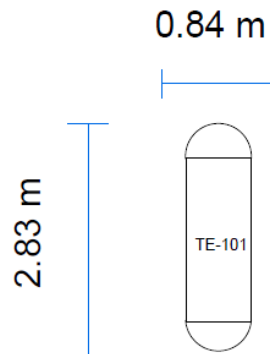


Figura B5. Esquema del tanque de ácido

Considerando que el tanque debe estar al 75% de su capacidad total entonces

$$V_{total} = volumen + 0.25 * volumen$$

$$V_{total} = 1.2329 \text{ m}^3 + 0.25 * 1.2329 \text{ m}^3$$

$$V_{total} = V_{tanque} = 1.5411 \text{ m}^3$$

Fórmulas para el dimensionamiento del tanque

- Volumen del tanque

$$V_{tanque} = V_{cilindro} + 2 V_{elipsoidal}$$

$$V_{cilindro} = \pi * R^2 * L_{cilindro}$$

$$V_{cilindro} = \left( \frac{\pi D^2 L_{cilindro}}{4} \right)$$

$$V_{elipsoidal} = \frac{\pi * D^2 * L_{elipsoidal}}{6}$$

- relación de L/D

$$\frac{L}{D} = 3$$

- Altura total del tanque

$$L = L_{cilindro} + 2 * L_{elipsoidal}$$

Dónde:

$$L_{elipsoidal} = D/4$$

Realizando el despeje de las anteriores ecuaciones se obtiene el diámetro y altura del tanque

$$V \text{ tanque} = \left( \frac{\pi D^2 L_{\text{cilindro}}}{4} \right) + (2) \frac{\pi * D^2 * L_{\text{elipsoidal}}}{6}$$

$$V \text{ tanque} = \left( \frac{\pi D^2 (3 * D)}{4} \right) + (2) \frac{\pi * D^2 * \left(\frac{D}{4}\right)}{6}$$

$$V \text{ tanque} = \left( \frac{3\pi D^3}{4} \right) + (2) \frac{\left(\frac{\pi * D^3}{4}\right)}{6}$$

$$V \text{ tanque} = \left( \frac{3\pi D^3}{4} \right) + \frac{(\pi * D^3)}{12}$$

$$V \text{ tanque} = \left( \frac{5\pi D^3}{6} \right)$$

$$1.5411 \text{ m}^3 = \frac{5}{6} \pi * D^3$$

$$\frac{3}{5} = D^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{3}{5}} = 0.8380 \text{ m}$$

$$L_{\text{elipsoidal}} = \frac{0.8380}{4} = 0.2095 \text{ m}$$

$$L/D=3; \quad L/0.8380 =3; \quad L=3*0.8380$$

$$L_{\text{cilindro}} = 2.5142 \text{ m}$$

$$L_{\text{total}} = 2.5142 + 2(.2095) = 2.933$$

En la tabla B6 se muestran los datos del diseño del tanque de ácido sulfúrico

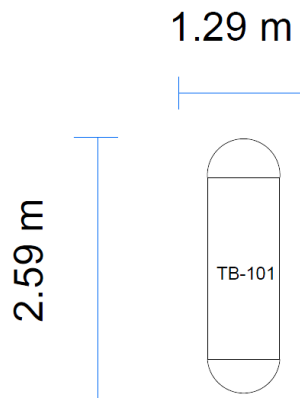
Tabla B6. Datos de diseño

DATOS DE DISEÑO	
Volumen del tanque	1.5411 m <sup>3</sup>
Altura	0.8380m
Diámetro	2.933 m
Presión	P > 1.1·Presión máxima de operación P > Presión máxima de operación + 1 kg/cm <sup>2</sup>
Material	Acero inoxidable 304L.

## CRITERIOS DE DISEÑO

- Deben tener un espesor mínimo para las paredes y el fondo de 3/16".
- El techo debe ser auto portante y debe tener un venteo en el centro para prevenir la acumulación de hidrógeno.
- El caño de entrada de ácido debe entrar próximo al centro del techo y tener más de 15 cm por debajo del techo. Puede ser de acero al carbono o acero inoxidable 304L y de diámetro 1 ½", con un largo máximo de 30 metros y una altura máxima de 10 metros. El extremo para la conexión al camión debe tener un manguito roscado tipo danés de 1 ½".
- El caño de salida puede ser de acero al carbono o acero inoxidable. Es recomendable el uso de 2 válvulas a la salida de acero inoxidable.
- El sistema de nivel recomendado es con flotador o boya en acero inoxidable o polietileno, cuerda de polietileno e indicador externo.

## TANQUE DE BALANCE (TB-101)



B6. Diagrama representativo del tanque de balance TB-101

En la tabla B7 se muestran las características del ácido fosfórico.

Tabla B7. Características

MATERIA PRIMA	PESO (Kg)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (32.5 %)	1973.33	2.7292
NH <sub>3</sub>	493.33	0.6823
<b>Total</b>	<b>2466.66</b>	<b>3.4115</b>



Factor de forma recomendado  $\frac{H}{D} = 2$

$$H = 2D$$

$$V = \pi * \frac{D^2}{4} * H$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4V}{\pi * 2}}$$

Sustituyendo

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 * 3.4115 \text{ m}^3}{\pi * 2}}$$

$$D = 1.2950 \text{ m}$$

$$H = 2 * 1.2950 \text{ m}$$

$$H = 2.5900 \text{ m}$$

## TAMIZ (TM-101)

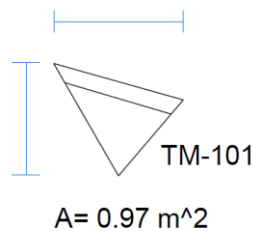


Figura B7. Esquema representativo del tamiz

- Tamiz roca fosfórica
- Análisis obtenido de la teoría
- Cálculo de la superficie de tamiz necesaria

$$A = \frac{T}{C * M * K * H * D * S * P}$$

A = Superficie cribada (m<sup>2</sup>)

M = Factor de sobre tamaño

T = Alimentación (ton/h)

K = Factor de subtamaño

C = Factor de capacidad

H = Factor de humedad

P = Factor de densidad

L = Abertura de luz de malla (in)

S = Factor útil de malla

D = Diámetro nominal (in)

$$S = \frac{L^2}{(D + L)^2} * 100$$

$$S = \frac{.757^2}{(.757 + .354)}$$

$$S = 0.84$$

Cálculo del área

$$A = \frac{0.3687 \text{ ton/h}}{(75.5)(0.3)(1.00)(0.2)(1.00)(0.04)(1.00)}$$

$$A = .09689 \text{ m}^2$$

### Criterios de diseño

- *Factor de rechazo*

El factor de rechazo es cuantas partículas están por encima de la dimensión de la malla. Para corregir el valor se tiene la tabla B8.

Tabla B8. Porcentajes de rechazo y factor.

PORCENTAJE DE RECHAZO (%)	FACTOR DE RECHAZO
0	1.10
5	1.08
10	1.06
15	1.04
20	1.02
25	1.00
30	0.98
35	0.96
40	0.94
45	0.92
50	0.90
60	0.88
70	0.86
80	0.84

- *Factor de semitamaño*

Es el contenido de partículas que son inferiores a la mitad de la luz de la malla. Con lo cual se cuenta con la tabla B9.

Tabla B9. Factor de semitamaño.

FACTOR DE SEMITAMAÑO (%)	FACTOR DE SEMITAMAÑO
0	0.50
5	0.55
10	0.60
15	0.65
20	0.72
25	0.77
30	0.85
35	0.92
40	1.00
45	1.10
50	1.20
55	1.30
60	1.45
65	1.60
70	1.75
75	1.95
80	2.20
85	2.55
90	3.00
95	3.65

- Factor de rendimiento

Los valores del coeficiente de eficiencia o rendimiento para rendimiento usuales son los siguientes datos presentados en la tabla B10.

Tabla B10. Rendimiento

RENDIMIENTO (%)	FACTOR DE EFICIENCIA
98	0.60
96	0.85
94	1.00
92	1.05
90	1.12
85	1.26
80	1.41

- Factor de cribado por vía húmeda

Para cribados por vía húmeda mayores al 9% hay que introducir un nuevo factor de corrección cuyo valor dependerá de la luz de la malla mostrado en la tabla B10.

Tabla B10. Factor de cribado

LUZ DE LA MALLA EN (mm)	FACTOR DE CRIBADO POR VÍA HÚMEDA
<0.50	1.00
1.00	1.42
1.25	1.70
2.00	2.20
4.00	2.50
5.60	2.35
6.30	2.25
8.00	2.00
10.00	1.42
11.22	1.35
12.50	1.30
14.00	1.25
16.00	1.20
20.00	1.12
22.40	1.13
31.50	1.06
40.00	1.03
50.00	1.00

- Factor de abertura de la malla

Este valor va a depender del tipo de abertura que posea la malla (cuadrada, rectangular y redonda) tomando como valor los que se presentan en la tabla B11.

Tabla B11. Factor de abertura.

TIPO DE ABERTURA	FACTOR DE ABERTURA DE MALLA
Cuadrada	1.00
Redonda	0.80
Rectangular	1.20

- Factor de longitud

Se consideran lajas aquellas partículas cuya longitud es 3 veces a cualquiera de las otras dimensiones.

La presencia de lajas puede hacer disminuir la capacidad de la criba es por eso que se debe reconocer el porcentaje de lajas que forman parte de la alimentación y aplica el factor de corrección correspondiente de acuerdo a la tabla B12.

Tabla B12. Factor de longitud

<b>% LAJAS</b>	<b>FACTOR DE LONGITUD</b>
<5	1.00
10	0.95
20	0.85
30	0.80
40	0.75
50	0.70
60	0.65
70	0.60
80	0.55

- Factor de posición de paño

Las telas o paños inferiores no aprovechan toda la superficie útil en la operación de cribado debido a las trayectorias de las partículas, por ello habrá que introducir un factor de corrección que tenga en cuenta la posición relativa de la superficie de cribado presentado en la tabla B13.

Tabla B13. Factor de posición de paño

<b>PISO</b>	<b>FACTOR DE POSICIÓN DE PAÑO</b>
Primer	1.0
Segundo	0.9
Tercer	0.8
Cuarto	0.7

- Factor de inclinación

Para corregir la inclinación de la criba a diseñar se usa la tabla B14.

Tabla B14. Factor de inclinación de la criba.

<b>INCLINACIÓN DE LA CRIBA (°)</b>	<b>FACTOR DE INCLINACIÓN</b>
0	0.83
5	0.87
10	0.94
15	0.96
20	1.00

- Factor de área libre

Representa la superficie útil de cribado, sin tener en cuenta la superficie ocupada por los alambres. Por lo tanto, a medida que aumenta el área libre, lo hace en la misma medida la capacidad. Este valor se puede encontrar en los catálogos de las cribas. De acuerdo a la tabla B15.

Tabla B15. Factor de área libre

SUPERFICIE LIBRE (%)	FACTOR DE ÁREA LIBRE
15	0.3
20	0.4
25	0.5
30	0.6
35	0.7
40	0.8
45	0.9
50	1.00
55	1.10
60	1.20
65	1.30
70	1.40
75	1.50

- Factor de servicio

Como la operación de cribado no va a ser perfecta. Se incrementa el valor de la superficie de cribado en un 20% para las operaciones normales es de 1.20 y en un 40% para operaciones difíciles 1.40.

### TAMIZ (TM-102)

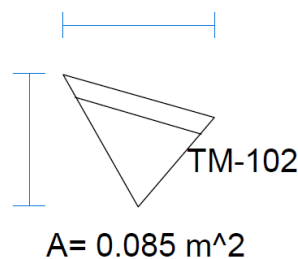


Figura B9. Esquema representativo del tamiz 102

Análisis obtenido de la teoría

Cálculo de la superficie de tamiz necesaria

$$A = \frac{T}{C * M * K * H * D * S * P}$$

A = Superficie cribada (m<sup>2</sup>)

H = Factor de humedad

T = Alimentación (ton/h)

P = Factor de densidad

C = Factor de capacidad

S = Factor útil de malla

M = Factor de sobre tamaño

D = Diámetro nominal (in)

K = Factor de subtamaño

L = Abertura de luz de malla (in)

$$S = \frac{L^2}{(D + L)^2} * 100$$

$$S = \frac{.757^2}{(.757 + .354)}$$

$$S = 0.84$$

Cálculo del área

$$A = \frac{0.3255 \text{ ton/h}}{(75.5)(0.3)(1.00)(0.2)(1.00)(0.84)(1.00)}$$

$$A = 0.08554\text{m}^2$$

## TOLVA (TO-101)

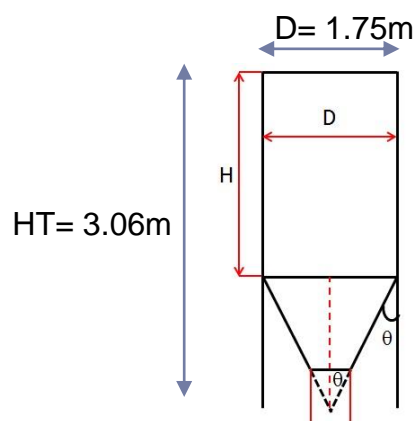


Figura B10. Esquema representativo de la tolva 101.

La tolva tendrá un 15% de sobre diseño, considerando esto contemplaremos el volumen de operación más ese 15% extra.

$V_T = \text{volumen de operación} + 15\% \text{ volumen sobrediseño}$

$$\frac{V_I}{V_T} = 0.15$$

$$V_T = \frac{V_{\text{material}}}{0.85}$$

$$V_T = \frac{\pi D^2 L}{4}$$

Se considera ángulo de inclinación, por ser una tolva de finos consideraremos un ángulo de reposo de  $30^\circ$  y  $15^\circ$  más por ser una tolva para finos. El ángulo de inclinación será:

$$\beta = 30^\circ + 15^\circ = 45^\circ$$

El volumen de operación es de  $4.5471 \text{ m}^3/\text{día}$

**SUSTITUYENDO.**

$$V_T = \frac{V_{\text{material}}}{0.85} = \frac{4.5471}{0.85} = 5.34 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$D = 0.8L$$

$$V_T = \frac{\pi(0.8L)^2 L}{4}$$

$$(4) \left( 5.34 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right) = (2.0106)^3$$

$$H = \sqrt[3]{\frac{21.36}{2.0106}} = 2.19 \text{ m}$$

$$D = (2.19 \text{ m})(0.8) = 1.75 \text{ m}$$

$$HT = 2.19 \text{ m} + \frac{\frac{D}{2}}{\tan \beta} =$$

$$HT = 2.19 \text{ m} + \frac{\frac{1.75}{2}}{\tan(45^\circ)} = 3.06 \text{ m}$$

En la tabla B16. Se presentan los datos del diseño de la tolva.

Tabla B16. Datos de diseño

DATOS DEL DISEÑO	
<b>Volumen</b>	1.5411 m <sup>3</sup>
<b>Altura</b>	3.06 m
<b>Diámetro</b>	1.75 m
<b>Material</b>	Acero inoxidable 304L.



TOLVA (TO-102)

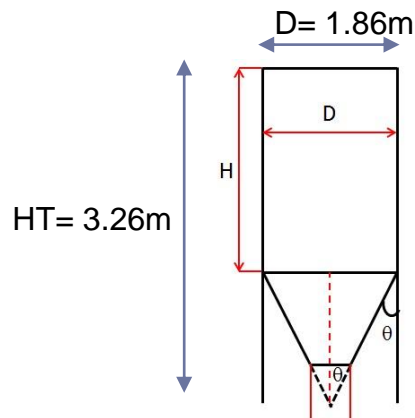


Figura B11. Esquema representativo de la tolva 102

La tolva tendrá un 15% de sobre diseño, considerando esto contemplaremos el volumen de operación más ese 15% extra.

$V_T = \text{volumen de operación} + 15\% \text{ volumen sobrediseño}$

$$\frac{V_I}{V_T} = 0.15$$

$$V_T = \frac{V_{\text{material}}}{0.85}$$

$$V_T = \frac{\pi D^2 L}{4}$$

$D/L = 0.5 \text{ a } 0.8$

Se considera un ángulo de inclinación, por ser una tolva de finos consideraremos un ángulo de reposo de  $30^\circ$  y  $15^\circ$  más por ser una tolva para finos. El ángulo de inclinación será:

$$\beta = 30^\circ + 15^\circ = 45^\circ$$

El volumen de operación es de  $5.4565 \text{ m}^3/\text{día}$

**SUSTITUYENDO.**

$$V_T = \frac{V_{\text{material}}}{0.85} = \frac{5.4565}{0.85} = 6.4194 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$D = 0.8L$$

$$V_T = \frac{\pi(0.8L)^2 H}{4}$$

$$(4) \left( 6.4194 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right) = (2.0106)^3$$

$$H = \sqrt[3]{\frac{25.6776}{2.0106}} = 2.33\text{m}$$

$$D = (2.33\text{m})(0.8) = 1.86\text{m}$$

$$HT = 2.33\text{m} + \frac{D}{2 \tan \beta} =$$

$$HT = 2.33\text{m} + \frac{1.86}{2 \tan(45^\circ)} = 3.26\text{m}$$

En la tabla B17. Se presentan los datos de diseño de la tolva


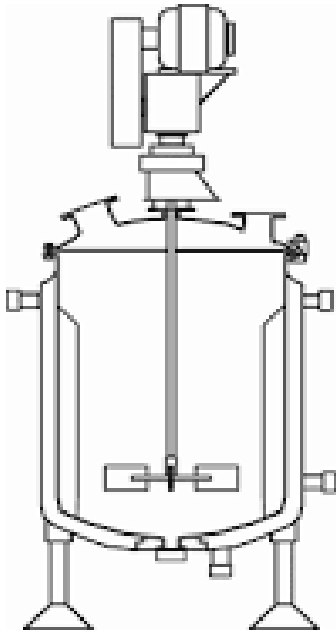
Tabla B17. Datos de diseño


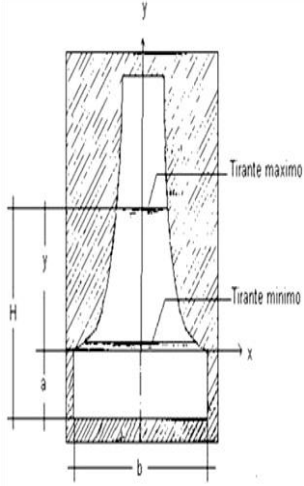
DATOS DE DISEÑO	
Volumen	6.5m <sup>3</sup> /día
Altura	3.26 m
Diámetro	1.86 m
Material	Acero al carbono o acero inoxidable 304L.

### CONDICIONES EN LINEAS DE FLUJO DEL PROCESO


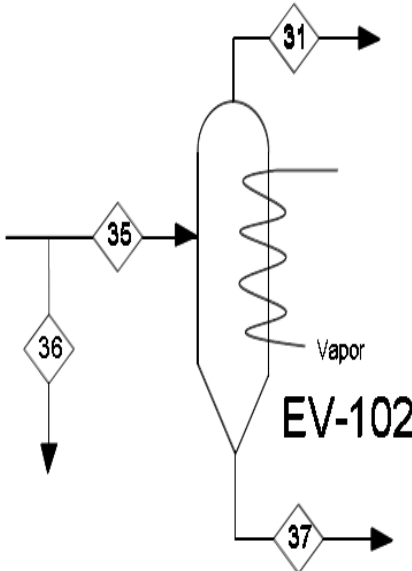
Corrientes	Materia prima	Densidad $\frac{\text{kg}}{\text{L}}$	Flujo másico $\frac{\text{kg}}{\text{h}}$	Velocidad recomendada $\frac{\text{m}}{\text{s}}$	Flujo volumétrico $\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$	Di m
Tanque de ácido sulfúrico	ácido sulfúrico	1.83	4065	0.1	6.17E-4	0.088
Tanque de agua de proceso	agua	1	234	0.1	6.5166E-5	2.88E-2
Reactor batch	ácido fosfórico	1,194	11820	0.1	6.17E-4	.1871
Recirculación de ácido al reactor batch	ácido fosfórico	1,194	702	0.1	1.63E-4	4.56E-2
Entrada al evaporador	ácido fosfórico	1.194	11118	0.1	2.58E-3	0.1814
Salida del evaporador	ácido fosfórico	1.194	10160	0.1	2.36E-3	0.1734
Salida del evaporador 2	ácido fosfórico	1,194	6584	.1	1.53E-3	0.139
Amoniaco a reactor tubular	amoniaco	0.683	1900	0.1	7.72E-4	0.01
Amoniaco a granulador	amoniaco	0,683	1000	0,1	4.06E-4	0.071


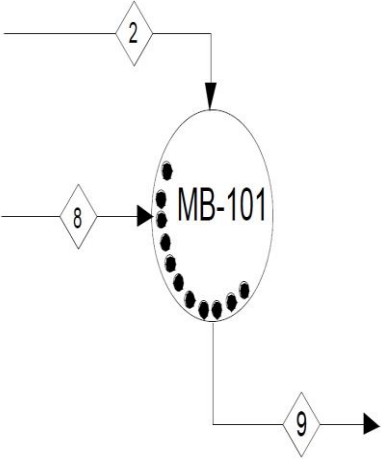
## ANEXO C. HOJAS DE DATOS DE EQUIPOS

		FECHA: Marzo 2018	
		N° pág. 1 de 1	
HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE EQUIPO			
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO: RB-101		MODELO: REACTOR BATCH DE HÉLICE	
UNIDAD DE PROCESO : RBP			
LOCALIZACIÓN: PREPARACION DE MATERIA PRIMA		SERIAL No: RBC-10345-CE	
TIPO DE SERVICIO DEL EQUIPO: REACCIÓN DE ÁCIDO FOSFÓRICO		No REQUERIDO: 1	
DESCRIPCIÓN : REACTOR BATCH			
DATOS DE OPERACIÓN			
		<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>
	L/D	1.2	
	VOLUMEN	13	m3
	DIÁMETRO	2.4	m
	ALTURA	2.875	m
	TEMPERATURA DE OPEACIÓN NORMAL	45	C
	PRESION DE OPERACIÓN NORMAL	1	Bar
	PRESION DE OPERACIÓN MAXIMA	1.5	Bar
	PRESION DE OPERACIÓN MINIMA	0.8	Bar
	TEMPERATURA DE DISEÑO	60	C
	TEMPERATURA DE DISEÑO BAJA	4	C
	CAUDAL DE ALIMENTACION	13	m3/h
	PESO MOLECULAR	471.44	g/mol
	DENSIDAD		hg/m3
	VISCOSIDAD		Cp
	hc	0.718	M
	he	1.19	M
	Ae	2.1	M
e	0.8	M	
da	0.8	M	
j	0.24	M	
f	0.0718	M	
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN		ACERO INOXIDABLE AISI 317	
COMENTARIOS			
ELABORADO POR : MALG	REVISADO POR: EADF	APROVADO POR: CEA	

		Fecha: Marzo 2018	
		N° pág. 1 de 1	
HOJA DE ESPECIFICACION DE EQUIPO			
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO		MODELO:	
UNIDAD DE PROCESO De-101			
LOCALIZACIÓN:		SERIAL No:	
TIPO DE SERVICIO DEL EQUIPO		No REQUERIDO 2	
DESCRIPCIÓN			
DATOS DE OPERACIÓN			
		<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>
	VOLUMEN	36	m3
	DIÁMETRO	7.260888793	m
	ALTURA	8.713066551	m
	TEMPERATURA DE OPEACIÓN NORMAL	45	C
	PRESIÓN DE OPERACIÓN NORMAL	1	Bar
	PRESIÓN DE OPERACIÓN MÁXIMA	1.5	Bar
	PRESIÓN DE OPERACIÓN MÍNIMA	0.8	Bar
	TEMPERATURA DE DISEÑO	60	C
	TEMPERATURA DE DISEÑO BAJA	4	C
	CAUDAL DE ALIMENTACIÓN	36	m3/h
	PESO MOLECULAR	471.44	g/mol
	DENSIDAD		hg/m3
	VISCOSIDAD		cp
a	2.613919965	m	
y	6.099146586	m	
COMENTARIOS			
ELABORADO POR : MALG	REVISADO POR: EADF	APROVADO POR: CEA	



		Fecha: Marzo 2018		
		N° pág. 1 de 1		
HOJA DE ESPECIFICACION DE EQUIPO				
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO: RB-101		MODELO: REACTOR BATCH DE HÉLICE		
UNIDAD DE PROCESO : RBP				
LOCALIZACION: PREPARACION DE MATERIA PRIMA		SERIAL No: RBC-10345-CE		
TIPO DE SERVICIO DEL EQUIPO: REACCIÓN DE ÁCIDO FOSFÓRICO		No REQUERIDO: 1		
DESCRIPCION : REACTOR BATCH				
DATOS DE OPERACIÓN				
		<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>	
		L/D	3	
		VOLUMEN	8	m3
		DIÁMETRO	1.50293979	m
		ALTURA	4.508819371	m
		TEMPERATURA DE OPEACIÓN NORMAL	70	C
		PRESIÓN DE OPERACIÓN NORMAL	1	Bar
		PRESIÓN DE OPERACIÓN MAXIMA	1.5	Bar
		PRESIÓN DE OPERACIÓN MINIMA	0.8	Bar
		TEMPERATURA DE DISEÑO	90	C
		TEMPERATURA DE DISEÑO BAJA	25	C
		CAUDAL DE ALIMENTACIÓN	8	m3/h
		PESO MOLECULAR	98	g/mol
		DENSIDAD	1880	hg/m3
		VISCOCIDAD		cp
		DELTA H	215.985	Kcal/Kg
		MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN		ACERO INOXIDABLE AISI 317
COMENTARIOS				
ELABORADO POR : MALG	REVISADO POR: EADF	APROVADO POR: CEA		


		Fecha:		
		N° pág. 1 de 1		
HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE EQUIPO				
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO: RB-101		MODELO: REACTOR BATCH DE HÉLICE		
UNIDAD DE PROCESO : RBP				
LOCALIZACION: PREPARACIÓN DE MATERIA PRIMA		SERIAL No: RBC-10345-CE		
TIPO DE SERVICIO DEL EQUIPO: REACCIÓN DE ÁCIDO FOSFÓRICO		No REQUERIDO: 1		
DESCRIPCION : REACTOR BATCH				
DATOS DE OPERACIÓN				
		<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>	
	L/D	2		
	VOLUMEN	4.8	m3	
	DIÁMETRO	4.96867838	m	
	VOLUMEN OCUPADO POR LAS ESFERAS	62.60%		
	VELOCIDAD CRÍTICA DEL MOLINO	30.83314883	RPM	
	VELOCIDAD ADECUADA DEL MOLINO	28.15036456	RPM	
	% VELOCIDAD CRÍTICA	91.29902597	%	
	HP	166.172	KW/día	
	DENSIDAD	2.5	Kg/l	
	PESO MOLECULAR	1096	g/mol	
	TAMAÑO DE PARTICULA	0.075	mm	
	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN		ACERO INOXIDABLE AISI 317	
COMENTARIOS				
ELABORADO POR : MALG	REVISADO POR: EADF	APROVADO POR: CEA		


ANEXO D. CÁTALOGO DE EQUIPOS DE UTILIZADOS EN EL PROCESO

En la tabla AE.1 Se muestra algunos equipos y su descripción.

NOMBRE DE EQUIPO	IMAGEN	DESCRIPCIÓN							
<b>Granulador</b>		Especificación (m) Ø2.0x7	D (mm) Ø2.0x7	L (mm) 2000	Tubería Ángulo ° 7000	Rev.(r/min) 2.5	Capacidad(t/h) 14	Power(kW) 30	
<b>Lavador de gases</b>		Nombre	Flujo de aire m3/h	Bomba especificación	Ventilador	Cantidad de solvente	Peso de cuerpo de la columna y total absorción Kg		
<b>Maquina criba</b>		SF 1540 Tipo	1500 Cilindro	4500 Velocidad de rotación	15 Capacidad	8-10 Potencia	100L2-43 Electromotor	1460 Velocidad de rotación	ZQ 350 Reducción
<b>Molino de bolas</b>		Tiempo	Velocidad (r/min)	Bola Capacidad (t)	Tamaño de los materiales (mm)	Tamaño de la descarga (mm)	Producción (t/h)	Potencia del motor (kW)	Peso (t)
		1500*4500		27	11	≤ 25	0.074-0.4	3-6	110



<p><b>Sedimentador</b></p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Modelo</th> <th colspan="2">DS manejo Estándar capacidad (kg/h)</th> <th colspan="6">lodos de caudal (m y sup3;/h)</th> </tr> <tr> <th>baja concentración</th> <th>alta concentración</th> <th>2000 mg/l</th> <th>4000 mg/l</th> <th>10000 mg/l</th> <th>20000 mg/l</th> <th>25000 mg/l</th> <th>50000 mg/l</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DL414</td> <td>400</td> <td>680</td> <td>200</td> <td>100</td> <td>68</td> <td>34</td> <td>27.2</td> <td>13.6</td> </tr> </tbody> </table>	Modelo	DS manejo Estándar capacidad (kg/h)		lodos de caudal (m y sup3;/h)						baja concentración	alta concentración	2000 mg/l	4000 mg/l	10000 mg/l	20000 mg/l	25000 mg/l	50000 mg/l	DL414	400	680	200	100	68	34	27.2	13.6
Modelo	DS manejo Estándar capacidad (kg/h)			lodos de caudal (m y sup3;/h)																								
	baja concentración	alta concentración	2000 mg/l	4000 mg/l	10000 mg/l	20000 mg/l	25000 mg/l	50000 mg/l																				
DL414	400	680	200	100	68	34	27.2	13.6																				
<p><b>Reactor batch</b></p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Modelo</th> <th>Potencia KW</th> <th>D(mm)</th> <th>Tipo de mezclador</th> <th>Peso Kg</th> <th>Presión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>L</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10 000</td> <td>4.0</td> <td>1200</td> <td>Paleta</td> <td>1700</td> <td>Ordinaria</td> </tr> </tbody> </table>	Modelo	Potencia KW	D(mm)	Tipo de mezclador	Peso Kg	Presión	L						10 000	4.0	1200	Paleta	1700	Ordinaria								
Modelo	Potencia KW	D(mm)	Tipo de mezclador	Peso Kg	Presión																							
L																												
10 000	4.0	1200	Paleta	1700	Ordinaria																							
<p><b>Reactor tubular</b></p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Capacidad</th> <th>Potencia KW</th> <th>Motor V</th> <th>RPM</th> <th>Material</th> <th>D Ext (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10 000L</td> <td>22</td> <td>380</td> <td>65</td> <td>Inner shell + lid (top &amp; bottom): SUS 304 &amp; 10 mm steel plate.  External dish coil: SUS304 &amp; φ87 mm &amp; 4mm steel plate.</td> <td>2200</td> </tr> </tbody> </table>	Capacidad	Potencia KW	Motor V	RPM	Material	D Ext (mm)	10 000L	22	380	65	Inner shell + lid (top & bottom): SUS 304 & 10 mm steel plate.  External dish coil: SUS304 & φ87 mm & 4mm steel plate.	2200														
Capacidad	Potencia KW	Motor V	RPM	Material	D Ext (mm)																							
10 000L	22	380	65	Inner shell + lid (top & bottom): SUS 304 & 10 mm steel plate.  External dish coil: SUS304 & φ87 mm & 4mm steel plate.	2200																							
<p><b>Secador / enfriador</b></p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>modelo</th> <th>gradiente (%)</th> <th>velocidad de rotación (r/min)</th> <th>entrada de aire de temperatura (° c)</th> <th>polvo (kW)</th> <th>capacidad (t/h)</th> <th>peso (t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Φ 1800x12000</td> <td>3-5</td> <td>2-6</td> <td>≤800</td> <td>18</td> <td>5-12</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table>	modelo	gradiente (%)	velocidad de rotación (r/min)	entrada de aire de temperatura (° c)	polvo (kW)	capacidad (t/h)	peso (t)	Φ 1800x12000	3-5	2-6	≤800	18	5-12	25												
modelo	gradiente (%)	velocidad de rotación (r/min)	entrada de aire de temperatura (° c)	polvo (kW)	capacidad (t/h)	peso (t)																						
Φ 1800x12000	3-5	2-6	≤800	18	5-12	25																						

<p>Tanque de almacenamiento de nitrógeno</p>		<table border="0"> <tr> <td>Presión máxima</td> <td colspan="2">2.5 MPa</td> </tr> <tr> <td>Gama de productos</td> <td>diámetro máximo</td> <td>27 m</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Max peso</td> <td>1 000ton</td> </tr> <tr> <td></td> <td>capacidad máxima</td> <td>10 000 m y sup3;</td> </tr> <tr> <td>Materiales</td> <td colspan="2">de acero inoxidable</td> </tr> <tr> <td>Presión</td> <td colspan="2">medio de presión</td> </tr> </table>	Presión máxima	2.5 MPa		Gama de productos	diámetro máximo	27 m		Max peso	1 000ton		capacidad máxima	10 000 m y sup3;	Materiales	de acero inoxidable		Presión	medio de presión																					
Presión máxima	2.5 MPa																																							
Gama de productos	diámetro máximo	27 m																																						
	Max peso	1 000ton																																						
	capacidad máxima	10 000 m y sup3;																																						
Materiales	de acero inoxidable																																							
Presión	medio de presión																																							
<p>Tanque de almacenamiento</p>		<p>Capacidad: 35000 litros.</p> <p>Salida adaptable para ambos productos.</p> <p>Base metálica especial que fortalece al cono de la tolva.</p> <p>Cono a 45 grados. Boca pasa hombre central y lateral.</p> <p>No produce apelmazamiento.</p> <p>Entrada de humedad mínima, incluye cierre a cuchilla de acero inoxidable.</p>																																						
<p>Filtro prensa</p>		<table border="0"> <tr> <td></td> <td>Filtro Prensa</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tamaño</td> <td></td> <td>: 800 mm. (31 ½") de lado</td> </tr> <tr> <td>Tipo</td> <td></td> <td>: CGR</td> </tr> <tr> <td>No. de cámaras</td> <td></td> <td>: 24</td> </tr> <tr> <td>Presión máx. De operación</td> <td></td> <td>: 8 Kg. /cm2 (114 psi)</td> </tr> <tr> <td>Área de filtración</td> <td></td> <td>: 24.00 m2 (258.24 pies2).</td> </tr> <tr> <td>Volumen de torta</td> <td></td> <td>: 343.28 Dm³ (12.26 pies3)</td> </tr> </table> <p>ACCESORIOS: Filtro completo con manifold en material de P.V.C. alta resistencia, charola de goteo y manómetro de 0 a 7 Kg/cm2. Con glicerina.</p>		Filtro Prensa		Tamaño		: 800 mm. (31 ½") de lado	Tipo		: CGR	No. de cámaras		: 24	Presión máx. De operación		: 8 Kg. /cm2 (114 psi)	Área de filtración		: 24.00 m2 (258.24 pies2).	Volumen de torta		: 343.28 Dm³ (12.26 pies3)																	
	Filtro Prensa																																							
Tamaño		: 800 mm. (31 ½") de lado																																						
Tipo		: CGR																																						
No. de cámaras		: 24																																						
Presión máx. De operación		: 8 Kg. /cm2 (114 psi)																																						
Área de filtración		: 24.00 m2 (258.24 pies2).																																						
Volumen de torta		: 343.28 Dm³ (12.26 pies3)																																						
<p>Evaporador</p>		<table border="0"> <tr> <td></td> <td>Modelo</td> <td>SJN II 3000</td> </tr> <tr> <td>Max Evaporación Capacidad (kg/h)</td> <td></td> <td>3000</td> </tr> <tr> <td>Costo de vapor (kg/h)</td> <td></td> <td>≤1500</td> </tr> <tr> <td>agua Costo (T/h)</td> <td></td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>Tubería de vapor (mm)</td> <td></td> <td>80</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">dimensiones (mm)</td> <td>L</td> <td>6800</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>2000</td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>4500</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Evaporación Temperatura. (°C)</td> <td>primer Efecto</td> <td>80-90</td> </tr> <tr> <td>segundo Efecto</td> <td>55-70</td> </tr> <tr> <td>diseñado Presión (MPa)</td> <td></td> <td>0.09</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Grado de vacío (MPa)</td> <td>primer Efecto</td> <td>-0.04</td> </tr> <tr> <td>segundo Efecto</td> <td>-0.06</td> </tr> <tr> <td>Relación de concentración</td> <td></td> <td>1.1 ~ 1.3</td> </tr> </table>		Modelo	SJN II 3000	Max Evaporación Capacidad (kg/h)		3000	Costo de vapor (kg/h)		≤1500	agua Costo (T/h)		25	Tubería de vapor (mm)		80	dimensiones (mm)	L	6800	H	2000	W	4500	Evaporación Temperatura. (°C)	primer Efecto	80-90	segundo Efecto	55-70	diseñado Presión (MPa)		0.09	Grado de vacío (MPa)	primer Efecto	-0.04	segundo Efecto	-0.06	Relación de concentración		1.1 ~ 1.3
	Modelo	SJN II 3000																																						
Max Evaporación Capacidad (kg/h)		3000																																						
Costo de vapor (kg/h)		≤1500																																						
agua Costo (T/h)		25																																						
Tubería de vapor (mm)		80																																						
dimensiones (mm)	L	6800																																						
	H	2000																																						
	W	4500																																						
Evaporación Temperatura. (°C)	primer Efecto	80-90																																						
	segundo Efecto	55-70																																						
diseñado Presión (MPa)		0.09																																						
Grado de vacío (MPa)	primer Efecto	-0.04																																						
	segundo Efecto	-0.06																																						
Relación de concentración		1.1 ~ 1.3																																						

---

**BIBLIOGRAFÍAS**

---

**BIBLIOGRAFÍA CAPITULO 1**

---

- [1]FAO-IFA. *Los fertilizantes y sus usos. p 21* , **2002**, <https://ftp.fao.org/agl/agll/docs/>. (Consultado el 4 de septiembre del 2017.)
- [2] Dr. Enrique Bázuza Rueda, *Evolución de la industria de fertilizantes en México, pilar de la industrialización del país y la crisis actual*, Facultad de química, UNAM. **2012**, <http://studylib.es/doc/206119/%E2%80%9Cevoluci%C3%B3n-de-la-industria-de-fertilizantes-en-m%C3%A9xico> , (Consultado el 8 de septiembre del 2017.)
- [3]International Plant Nutrition Institute (IPNI) *Fuentes de nutrientes específicos No.17*, [https://www.ipni.net/publication/nsses.nsf/0/3D71CA0246B0EA8E85257BBA0059CD97/\\$FILE/NSS-ES-17.pdf](https://www.ipni.net/publication/nsses.nsf/0/3D71CA0246B0EA8E85257BBA0059CD97/$FILE/NSS-ES-17.pdf) (consultado el 20 de octubre 2017).
- [4]MSDS; *fuentes de nutrientes específicos del fosfato diamónico en ecuador*, [https://www.ipni.net/publication/nsses.nsf/0/3D71CA0246B0EA8E85257BBA0059CD97/\\$FILE/NSS-ES-17.pdf](https://www.ipni.net/publication/nsses.nsf/0/3D71CA0246B0EA8E85257BBA0059CD97/$FILE/NSS-ES-17.pdf) (consultado el 21 de octubre 2017).
- [5]Fertinova Agroproductos, *Características del fosfato diamónico*, **2017** <http://www.fertinova.mx/sites/default/files/FICHA%20DAP.pdf>, (consultado el 25 de octubre del 2017)
- [6]Rubén Hernández Gil, *Nutrición mineral de las plantas*, <http://www.forest.ula.ve/~rubenhg/nutricionmineral/>. **2002** (Consultado 26 de octubre 2017).
- [7]INEGI, DENUÉ. *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denué/>. (Consultado 26 de octubre 2017).
- [8]Derechos reservados AGROGEN. S.A de C.V, *Productos: DAP*, **2012**, <http://www.agrogen.com.mx/dap.asp> (Consultado 21 de Noviembre 2017).
- [9]Darío Gaucín, *El mercado de los fertilizantes*, **2016** [http://eleconomista.com.mx/columnas/agro-negocios/2016/02/11/mercado\\_fertilizantes-ii](http://eleconomista.com.mx/columnas/agro-negocios/2016/02/11/mercado_fertilizantes-ii) (Consultada 28 de octubre 2017).
- [10]Gavi Reyes, F. Colpos. SAGARPA. , *Fertilizantes para el desarrollo* **2017** <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural /Documents/fichasaapt/Uso%20de%20Fertilizantes.pdf>, (consultado el 8 de Noviembre 2017)

[11]SAGARPA *Fertilizantes para el desarrollo* **2015**, <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/UsodeFertilizantes.pdf> (7 de Noviembre 2017.)

[12]Ines Sánchez *FUNDESYRAM, Fundación para el desarrollo socioeconómico y restauración ambiental, Suelos ideales para las plantas*, **2017**, <http://www.fundesynam.info/biblioteca.php?id=5112>, (Consultado en Enero 2018)

[13]Lainco, *15 tipos de suelos que predominan en México* **2016**, <https://www.lainco.com.mc/es/blog-lainco/item/tipos-y-caracteristicas-de-suelos-en-mexico> (Consultado en Febrero 2018).

[14]INEGI. *Aspectos generales del territorio mexicano. Recursos Naturales. Edafología.***2012**  
Disponible en: <http://mapserver.inegi.org.mx>. (consultado en: febrero de 2018)

[15]INEGI. *Conjunto nacional de información edafológica escala 1:250 000. Serie II.* Aguascalientes México. 2011

[16]Carlos Fernández Vega, *México S.A “Opinión: La Jornada”*.**2018**, (Consultado en Marzo del 2018.)

## BIBLIOGRAFÍA CAPITULO 2

[1]InfoAserca. *El mercado de los fertilizantes, Claridades agropecuarias* **2011-2012**  
<http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/239especial/ca239especial-45.pdf>  
(Consultado en Septiembre del 2017).

[2]Llive, Condor, F; Cardillo, Benalcazar, J; Liger, B; Rosero, Asquin, G; Fraga, Ramos, E; Ramos, Martin, J. *Vulnerabilidad y dependencia internacional de fertilizantes en el ecuador*. 2015, pág. 6-12.

[3]Dirección General Adjunta de Inteligencia Sectorial. *El mercado de los fertilizantes en México: situación actual y perspectivas* **2009**, México, D.F p. 3-16.

[4].INFOARSECA, *Revista Claridades Agropecuarias, Plan Nacional de Desarrollo 2301-2018 Programa MasAgro*, **2013** <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/237/ca237-40.pdf>  
(Consultado en Octubre del 2017)

[5]Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), 2010.*Food and Agriculture Organization of the United Nations, World fertilizer trends and outlook to 2018* Roma, 2015; p.14. , <http://www.fao.org/3/a-i4324e.pdf> (Consultado en Noviembre del 2017).

- [6] INEGI, *Estadísticas a propósito del día del trabajador agrícola*, 2016 [http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2016/agricola2016\\_0.pdf](http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2016/agricola2016_0.pdf) (Consultado el 7 de noviembre del 2017).
- [7] ELIOHS, Mapa, <https://i.pinimg.com/originals/70/24/19/702419ae0ac9576803de0a1b13eb1911.jpg> (Consultado 6 de noviembre 2017).
- [8] Food and Agriculture Organization of the United Nations, *World fertilizer trends and outlook to 2018*, Roma, 2015; p.14. <http://www.fao.org/3/a-i4324e.pdf> (Consultado en Noviembre del 2017).
- [9] Página oficial de Natrium, [http://www.natrium.com.mx/imagenes/fondo\\_index.gif](http://www.natrium.com.mx/imagenes/fondo_index.gif) (Consultado en Noviembre 2017)
- [10] Página oficial de ISQUISA, <http://development.isquisa.com> (Consultado 11 de Noviembre 2017)
- [11] Página oficial de MILLIKAN, <http://www.millikan.com.mx/> (Consultado en Noviembre 2017)
- [12] Página oficial de ORMIN, <http://www.ormin.it/> (Consultado en Noviembre 2017)
- [13] Página oficial de ICL, [www.icl-sf.es](http://www.icl-sf.es) (Consultado 11 de Noviembre 2017)
- [14] Página oficial de SMQ, <http://www.sqm.com/es-es/home.aspx> (Consultado en Noviembre 2017)
- [15] Página oficial de Productos industriales SAA, <http://saar.com.mx/> (Consultado en Noviembre 2017)
- [16] Página oficial de PENTHER <http://penther.com.mx/>, (Consultado 11 de Noviembre 2017)
- [17] STPS, Subsecretaría de empleo y productividad laboral Querétaro 2018 <http://www.stps.gob.mx/gobmx/estadisticas/pdf/perfiles/perfil%20queretaro.pdf> (Consultado el 28 de Noviembre del 2017).
- [18] Indicadores Querétaro, 2018 <http://www.concanaco.com.mx/documentos/indicadores-estados/Queretaro.pdf> (Consultado en Noviembre del 2017).

- [19]CONCANACO SERVYTUR MÉXICO, Secretaría de economía. Promexico inversión y comercio Querétaro 2018, <http://www.concanaco.com.mx/documentos/indicadores-estados/Queretaro.pdf> (Consultado en noviembre del 2017).
- [20]FAO-IFA *Los fertilizantes y sus usos*, **2002** <https://ftp.fao.org/agl/agll/docs/>. p 21 (4 de noviembre del 2017.)
- [21]Ávila, J, A; El mercado de los fertilizantes en México/ situación actual y perspectivas. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/pde/article/view/7417/6912> p. 198
- [22]SAGARPA. *Usos de fertilizantes* <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Uso%20de%20Fertilizantes.pdf> (Consultado el 8 de noviembre del 2017).
- [23]Joan d'Austria Eurochemagro Iberia, S.L. *Nitrosulfato amónico*, <http://es.eurochemagro.com/uploads/product/26-nsa/nitrosulfato.pdf#zoom=FitV> **2012** (consultado en Noviembre del 2017).
- [24] PACIFEX ,*Ficha técnica de la urea, Fertilizantes* **2014**, <http://pacifex.com.mx/pdf/Ficha%20TCcnica%20Urea%202014.pdf>,(Consultado en 7 de noviembre del 2017).
- [25] INEGI, *Balanza Comercial de Mercancías de México*, **2014**, [http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/continuas/comex/comex2012.asp?s=est&c=23725&proy=comex\\_2012](http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/continuas/comex/comex2012.asp?s=est&c=23725&proy=comex_2012), (Consultado en Diciembre del 2017).
- [26]NORMA Oficial Mexicana, NOM-037-FITO-1995 *Especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos*, [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4876443&fecha=23/04/1997](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4876443&fecha=23/04/1997) (Consultado en Noviembre del 2017).
- [27]NORMA Oficial Mexicana NOM-182-SSA1-2010, *Etiquetado de nutrientes vegetales*, **2011**, [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5186986&fecha=21/04/2011](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5186986&fecha=21/04/2011). (Consultado en Noviembre del 2017).
- [28]NORMA Oficial Mexicana NOM-003-STPS-1999, *Actividades agrícolas-Usos de insumos fitosanitarios o plaguicidas e insumos de nutrición vegetal o fertilizantes-Condiciónes de seguridad e higiene.*, **1999** [http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/publicaciones/guias/PACIFEX/Guia\\_003.pdf](http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/publicaciones/guias/PACIFEX/Guia_003.pdf). (Consultado en Noviembre del 2017).

[29]COFEPRIS, *Secretaría de salud*, 2011 .<http://www.cofepris.gob.mx/MJ/Documents/Normas/avisocancelnom444546.pdf>\_(Consultado en Noviembre 2017).

[30]Philip Kotler y Gary Armstrong, *Fundamentos de Marketing*, Sexta Edición, Pág. 63. 2003 México D.F

[31]Sistema de Integración y registro de códigos, GS1 México, *Manual del usuario*, [https://enlinea.gs1mexico.org/Registro%20AMECE/Manuales/SIRCO\\_USUARIO.pdf](https://enlinea.gs1mexico.org/Registro%20AMECE/Manuales/SIRCO_USUARIO.pdf) (Consultado en Noviembre del 2017)

[32]Jehimy Suley Hichos García, Las 4 c's del Mercadeo como Herramienta Mercadológica en el lanzamiento de un Producto en el Mercado, trabajo de tesis, universidad de san Carlos de Guatemala escuela de ciencias de la comunicación, Octubre de 2009.

### BIBLIOGRAFÍA CAPITULO 3

---

[1]Baca Urbina, Gabriel. *Evaluación de proyectos*, Ed. McGraw Hill, Mexico, 1995

[2]Heizer Render.Dirección de la producción y de operaciones, Decisiones estratégicas Ed. Pearson, Madrid, 2007.

[3]Sapag C. y Sapag R. *Preparación y Evaluación de Proyectos*, Ed. McGraw Hill, México, 2007.

[4]Dr. Jose Luis Esparza, *Apalancamiento Operativo, financiero y total*, <http://web.uqroo.mx/archivos/jlesparza/acpef140/3.3%20Grados%20apalancamiento.pdf> (Consultado el 6 de noviembre 2017).

[5]Todos los derechos reservados, *Mapa de la República Mexicana con nombres y división política*,2009,<https://i.pinimg.com/originals/70/24/19/702419ae0ac9576803de0a1b13eb1911.jpg> (Consultado en Noviembre 2017).

[6]INEGI, *Anuario estadístico y geográfico de Querétaro* 2016. [http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/QRO\\_ANUARIO\\_PDF16.pdf](http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/QRO_ANUARIO_PDF16.pdf) (Consultado EN Noviembre del 2017).

[7]INEGI, *Anuario estadístico y geográfico de Michoacán de Ocampo* [http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/MICH\\_ANUARIO\\_PDF16.pdf](http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/MICH_ANUARIO_PDF16.pdf) (Consultado Octubre del 2017).



[8]INEGI, *Anuario estadístico y geográfico de San Luis Potosí*  
[http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/SLP\\_ANUARIO\\_PDF16.pdf](http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/SLP_ANUARIO_PDF16.pdf) (Consultado octubre del 2017).

[9]INEGI, *Anuario estadístico y geográfico de Guanajuato 2016*  
[http://www.diputados.gob.mx/sedia/biblio/usiieg/mapas2016/gto\\_mapas.pdf](http://www.diputados.gob.mx/sedia/biblio/usiieg/mapas2016/gto_mapas.pdf) (Consultado Noviembre del 2017).

[10]El Financiero, *Parques industriales*, <http://www.elfinanciero.com.mx/bajio/parques-industriales-en-guanajuato-suficientes-para-atender-la-demanda.html> (Consultado en Octubre de 2017).

[11]Economía en Guanajuato <https://www.economista.com.mx/estados/Parques-industriales-dinamizan-economia-de-Guanajuato-20171017-0015.html>\_(Consultado el 19 Noviembre de 2017).

[12]*Métodos de localización de instalaciones de producción y servicios.*  
<https://es.slideshare.net/iorifoar/mtodos-de-localizacin-de-instalaciones-de-produccion-y-servicios> (Consultado el 9 de diciembre del 2017).

[13]*Parques Industriales en Guanajuato*, <http://ampip.org.mx/es/directorio/> (Consultado 19 Octubre 2017).

[14]E.; Yates, L.; Haunschild, R. Diammonium Phosphate Fertilizer From Wet-Process Phosphoric Acid. Fertilizer Manufacture, Houston 1955, 3, 43-48.

[15]Nutriplant, Nutrición de plantas, *ficha técnica del DAP*  
<http://recintodelpensamiento.com/ComiteCafeteros/HojasSeguridad/Files/Fichas/FTDAPNutriplant201572174646.pdf> (Consultado en Diciembre del 2017).

[16]Nutriplant, Nutrición de plantas, *ficha técnica de DAP*,  
<http://recintodelpensamiento.com/ComiteCafeteros/HojasSeguridad/Files/Fichas/FTDAPNutriplant201572174646.pdf>\_(Consultado el 11 de diciembre del 2017).

[17]Achor, F.; Paulson, W. Commercial Use Of Tva's High-Pressure Pipe-Cross Reactor For Producing Ammonium Phosphates Joint Project Royster Company And Tennessee Valley Authority, Florida, 1987.



- [18]Tennessee Valley Authority. Pressure Reactor For Producing Diammonium Phosphate. US 4, 619,684, 1986.
- [19]Tennessee Valley Authority. Diammonium Phosphate Produced With A High-Pressure Pipe Reactor. US 4, 758,261, 1988.
- [20]Zorrilla, P.J.N. Evaluación de un complejo de producción de fertilizantes de origen fosfatados en el Valle Mantaro-Región Junín. Tesis, Título profesional de Ingeniero Petroquímico, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2014.
- [21]Tunks, D. *DAP Plant Optimization*, Jacobs Engineering S.A., 2010.
- [22]Wing, J. *The Hemi Era In Phosphoric Acid*, 2006.
- [23]Wing, J. *Selecting A Phosphoric Acid Process*, 2008.
- [24]Maxwell, G. Synthetic Nitrogen Products; 1st ed.; Kluwer Academic Publishers: New York, 2005; pp. 285-298.
- [25]Lutz, W. *Production Of Ammoniuwi Phosphate*. US 3,310,371, 1967.
- [26]Conserv, Inc. *Process For Producing Granular Diammonium Phosphate*. US 4, 744,965, 1988.
- [27]IMC-Agrico Co. *Method For Producing Fertilizer Grade Dap Having An Increased Nitrogen Concentration In A Spray Column*. US 6, 280,494 B1, 2001.

#### BIBLIOGRAFÍA CAPITULO 4

- [1]Tolerancia y límites permitidos en fertilizantes, NORMA RTCR 228:1998, <https://www.sfe.go.cr/Decretos/Decreto%20N%C2%B0%2027069%20MAG-%20MEIC%20RTCR%202281996%20Fertilizante,%20tolerancias%20permitidas%20para%20la%20concentraci%C3%B3n%20de%20los%20elementos.pdf> (Consultado en Noviembre del 2017)
- [2]Ricardo Guerrero Riascos, *Manual técnico de Nutrición propiedades generales de los fertilizantes*. <http://www.monomeros.com/descargas/dpmanualfertilizacion.pdf> (consultado en Enero del 2018).
- [3]Intagri S.C, Manual del uso del yeso en la agricultura como mejora de suelos), <https://www.intagri.com/articulos/suelos/manual-de-uso-del-yeso-agricola,2017>, (Consultado en Enero del 2018).

**BIBLIOGRAFÍA CAPITULO 5**

- [1]ER Menjívar, *Estudio económico financiero, capítulo 5*, **2006**  
<http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2011/eva-elePro/4.pdf> (consultado el 14 de diciembre del 2017)
- [2]SEAS *Estudios superiores abiertos, Gestión de mantenimiento I, El depositario*,  
<http://www.fnmt.es/documents/10179/6076529/20151105+Documentacion+1/931c925e-bb51-450d-bb17-db70ff3a6524>. (Consultado en Enero del 2018).
- [3]Pere Joan Sardá, *Mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo*, **2014**,  
<http://blog.gaherma.com/index.php/2014/09/09/mantenimiento-correctivo-preventivo-y-predictivo-cual-es-el-porcentaje-ideal/>(Consultado el 12 de enero del 2018).
- [4]Santiago García Garrido, *Mantenimiento correctivo Volumen 4*, **2009**,  
<http://www.renovetec.com/mantenimientoindustrial-vol4-correctivo.pdf> (Consultado en Enero del 2018).
- [5]Carlos Luis Robles Roman, *Fundamentos de administración financiera*, derechos reservados 2012, por red Tercer Milenio S.C.
- [6]Achor, F.; Paulson, W. *Commercial Use Of Tva's High-Pressure Pipe-Cross Reactor For Producing Ammonium Phosphates Joint Project Royster Company And Tennessee Valley Authority*, Florida, 1987.
- [7]Zorrilla, P.J.N. *Evaluación de un complejo de producción de fertilizantes de origen fosfatados en el Valle Mantaro-Región Junín*. Tesis, Título profesional de Ingeniero Petroquímico, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, 2014.
- [8]Saul Cotrina, ,2015. [http://www.mailxmail.com/curso-proyectos\\_inversion/presupuestos-ingresos-costos-gastos](http://www.mailxmail.com/curso-proyectos_inversion/presupuestos-ingresos-costos-gastos). (Consultado el 20 de enero del 2018).
- [9]*Criterios para la integración del anteproyecto de presupuesto*, **2018**.  
<http://www.aldf.gob.mx/archivo-a4f3e86ff87cfa7262c9d6b47c28f11b.pdf> (Consultado en Enero 2018)
- [10]Guillermo Wyngaard, Instituto Nacional de Tecnología Industrial, *Costos*, **2012**,  
<http://eco.unne.edu.ar/contabilidad/costos/iapuco2008/Libro%20Costos%20Tomo%201.pdf>  
 (Consultado en Enero del 2018)

[11]CPC César Rivadeneyra Fernández, *Depreciación contable de activos fijos* <http://www.ccpl.org.pe/webadm/aporte/DepreciacionContableActivosFijos.pdf> (Consultado en Enero del 2018).