



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA

**Estudio de Factibilidad Económica para la Construcción
de una Planta Elaboradora de Fluorosilicatos**

329

MA. OSBELIA M. NAVA LOPEZ

INGENIERIA QUIMICA

1 9 7 6



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.

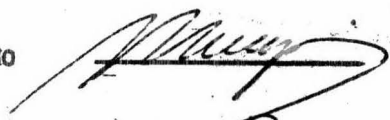
CLAS TesU
ABO 1976
FECHA 1976
PROC _____
S _____

319

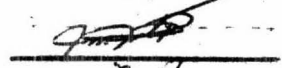


QUIN

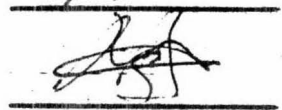
PRESIDENTE : ENRIQUE RANGEL TREVIÑO



VOCAL : JORGE MARTINEZ MONTES



SECRETARIO : EMILIO BARRAGAN HERNANDEZ



1er. SUPLENTE : JOSE LUIS PADILLA DE ALBA



2do. SUPLENTE : MARIO RAMIREZ Y OTERO



Site donde se desarrolla el tema : diverso.

Sustentante:


M. Osbelka M. Nava López

Asesor:


Ing. Q. Emilio Barragán Hernández

A MIS QUERIDOS PADRES
PORQUE CON SU CARINO Y ESFUERZO
ME IMPULSARON HACIA UN NUEVO HORIZONTE.

A MIS QUERIDOS HERMANOS
FAMILIARES Y TODOS LOS QUE ME
AMAN DE ALGUNA MANERA.

A MI ESTIMADO MAESTRO
DIRECTOR EMILIO BARRAGAN
CON AGRADECIMIENTO.

QUE LA LUZ
Y EL ENTENDIMIENTO DEL SABER
MARQUE EN MI EL VERDADERO CAMINO DE LA VIDA.

I N D I C E :

PAGS.

INTRODUCCION 1 - 3

CAPITULO I.-GENERALIDADES 4 - 40

CAPITULO II.-ESTUDIO DE MERCADO 41 - 52

CAPITULO III.-SELECCION DEL PROCESO 53 - 64

CAPITULO IV.-CALCULO Y SELECCION DEL EQUIPO 65 - 102

CAPITULO V.-ESTUDIO ECONOMICO 103 - 139

CAPITULO VI.-DISCUSION DE LOS RESULTADOS 140 - 144

BIBLIOGRAFIA. 145 - 149

INTRODUCCION.—El presente trabajo es un estudio para conocer la factibilidad de instalación de una planta elaboradora de fluorosilicatos en México, a partir de sus recursos minerales.

En la actualidad, México ha tenido que importar fluorosilicatos, siendo su producción nula en el País. La secuencia seguida en el presente trabajo, es la siguiente: un estudio de mercado, para analizar la tendencia de la demanda en base a las importaciones que se han realizado en el período 1962 - 1974 y de acuerdo a un modelo matemático poder pronosticar el tamaño del equipo, de acuerdo a la demanda esperada y las ventas a realizar, en base a un denominador común que es el ácido fluorosilícico.

Existen varios procesos a nivel industrial que obtienen ácido fluorosilícico; de acuerdo a la materia prima empleada, o a los productos principales deseados.

Uno de ellos es el que parte de la roca fosfórica como materia prima principal y que posee, entre un 2.5 % a un 4 % de flúor recuperable en pesos y que tiene como objeto fundamental, la obtención del ácido ortofosfórico para la manufactura de los fertilizantes fosfatados conocido como método húmedo(), que se basa en la acidulación de la roca fosfórica con ácido sulfúrico para convertir sustancialmente todo el $P_2 O_5$ en ácido ortofosfórico, o el método seco, a partir de la roca introducida a un horno(), rotatorio o eléctrico, para la liberación del fósforo elemental y la obtención de un ácido ortofosfórico de alta pureza.

Otro proceso, es el que parte de fluorita como ma

teria prima básica y tiene como objeto primordial la obtención de ácido fluorhídrico para la fabricación de los diversos compuestos fluorados, pudiendo ser el método húmedo que consiste en la acidulación de la fluorita con ácido sulfúrico para obtener el ácido fluorhídrico ya sea en solución acuosa o en forma anhidra después de varias etapas de purificación, y como subproducto ácido fluorosilícico para formar el tetrafluoruro de silicio que al hidrolizarse genera ácido fluorosilícico.

Otro método que se ha empleado en Alemania con mucho éxito, por su bajo costo y alta pureza es el que parte de fluorita de bajo grado o sea, con alto contenido de sílice, y que hasta hace relativamente pocos años se había considerado inutilizable para la obtención del ácido fluorhídrico y otros compuestos fluorados, y por lo cual su cotización en el mercado es aún muy baja puesto que no requiere de costosos procesos de purificación para su utilización; la fluorita es puesta en un horno eléctrico trifásico de arco() en donde es fundida obteniéndose tetrafluoruro de silicio, se hace reaccionar con una corriente de vapor de agua, para producir ácido fluorhídrico y sílica activada; o se hace reaccionar con una suspensión de arcilla para producir fluoruro de aluminio. Con metano a presión reducida y a alta temperatura se produce ácido fluorhídrico y carburo de silicio; el tetrafluoruro de silicio reacciona con agua teniéndose como producto de la reacción de hidrólisis, ácido fluorosilícico.

Analizando brevemente las ventajas y desventajas de los procesos antes mencionados, se observa que el se--

gundo proceso es el más viable en México. De acuerdo, tanto por la utilización de la fluorita de bajo grado como materia prima principal, así como por la simpleza del proceso, y obtención de una diversidad de productos de alta-pureza, con sólo variar las condiciones de la reacción entre el tetrafluoruro de silicio obtenido y diferentes reactivos.

Todo lo anterior confirma la utilización de la fluorita puede obtenerse como producto único, y sin necesidad de importación de materia prima. En cambio si se intentase obtenerla a partir de la roca fosfórica tendría que importarse ésta, además de emplearse grandes volúmenes puesto que el ácido fluorosilícico se obtiene como subproducto.

Más adelante se hará una evaluación de factibilidad económica para la instalación de la planta y con ello se discutirá sus atractivos y desventajas. Donde en caso de resultar factible dicha inversión, su instalación, lograría una mayor industrialización del País, perspectivas de obtención de una diversidad de productos fluorados y silíceos que actualmente se importan, cese de fuga de divisas por ese concepto y aprovechamiento real de sus recursos.

C A P I T U L O

I

G E N E R A L I D A D E S

RECURSOS MINERALES DE FLUOR EN MEXICO.

México es el primer país productor de fluorita en el mundo, con una producción anual en 1974 estimada en 1.200,000 toneladas que representa aproximadamente la tercera parte de la producción mundial de fluorita. A su vez, de esta producción nacional se exportan aproximadamente 1.000,000 de toneladas a diversos países del mundo, lo que representa un ingreso de divisas para el país de más de \$690.000,000 al año, y significó en 1973 el 21% del valor de las exportaciones de la industria minera nacional. En 1974 1.020,000 toneladas con valor de \$690.000,000, lo que representa un aumento de 62% en volumen y 306% en valor de las exportaciones mexicanas de fluorita en el período citado.

La fluorita se produce principalmente en la calidad "ácido" y en la calidad "metalúrgico", tiene su principal utilización en las industrias siderúrgica, química y del aluminio.

Otros países que producen fluorita en volúmenes importantes son Sudáfrica, España, Italia, Inglaterra y Tailandia, siendo los principales países consumidores de fluorita en el mundo, Estados Unidos, Japón, Alemania Occidental, Gran Bretaña, Canadá, Francia e Italia.

Dada la importancia adquirida por la industria minera mexicana de la fluorita y su creciente y muy significativa proyección internacional, los productores mineros mexicanos de fluorita acordaron constituir el Instituto Mexicano de la Fluorita, A. C., institución privada no mercantil ni lucrativa, que tiene como principales objetivos: obtener y mantener actualizada información sobre el mercado y producciones mundiales de fluorita, así como sobre la situación de proyectos mineros de fluorita en otros países y sobre el desarrollo y usos de substitutos de la fluorita.

El Instituto Mexicano de la Fluorita, A.C., como institución de estudio y recomendación no tendrá función mercantiles, mismas que seguirán siendo llevadas a cabo

por cada uno de los productores individuales de fluorita bajo las recomendaciones generales y particulares — del caso que en forma profesional e institucional haga el Instituto Mexicano de la Fluorita, A. C.

El 24 de enero de 1975 tuvo lugar la primera Asamblea General de Asociados del Instituto Mexicano de la Fluorita, A. C., que nombró Consejo Directivo e inició formalmente las labores de este Instituto.

GEOLOGIA.

La fluorita es un mineral muy abundante en la naturaleza, principalmente entre los productos de la cristalización residual del magma terrestre.

El nombre de fluorita proviene del latín "FLUERE", que significa fluir, debido a que funde con mayor facilidad que ciertas piedras preciosas con las que era canfundida. (Geol. S.L.P.).(36)

El espato flúor, está compuesto principalmente por fluoruro de calcio. En los depósitos o yacimientos predominan:

- 1.-) La fluorita (CaF_2)
- 2.-) Calcita (CaCO_3)
- 3.-) Cuarzo o calcedonia (SiO_2 impuro)

Conteniendo pequeñas cantidades de impurezas. como:

- a.-) Barita (Ba(OH)_2)
- b.-) Celestita (Sr SO_4)
- c.-) Yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- d.-) Azufre (S)
- e.-) Pirita (FeS_2)
- f.-) Galena (PbS)
- g.-) Calcopirita (FeCuS_2)
- h.-) Cinabrio (HgS)
- i.-) Oxidos de Hierro.
- j.-) Oxidos de Manganeseo.
- k.-) Bertrandita $\text{Be}_4(\text{OH})_2\text{SiO}_7$ en especial en el yacimiento de Aguachile, distrito de Pico Etereo, Coahuila (37).

La fluorita, cristaliza en el sistema regular en forma de cubos maclados (macla: forma cristalina que resulta de la penetración de dos cristales según determinadas leyes geométricas) y tiene además otras presentaciones como masivo, granular y columnar; sus cristales pueden ser transparentes e incoloros, pero generalmente la coloración es muy variable, debido a las impurezas que pueda contener, mostrando colores: amarillo, azul blanco, rojo etc.

Existe una variedad negro-violácea que da un olor a flúor, debido a que siempre va acompañada de minerales de Uranio, y entonces a causa de la radiactividad hay liberación de flúor y el calcio queda en estado coloidal en el seno de la masa originando así su coloración. Algunos cristales tienen bandas de colores variables.

Además algunos cristales presentan el fenómeno de la fluorescencia y que es la luminiscencia al ser expuestos a los rayos X o rayos ultravioletas.

Sus propiedades físicas son: brillo vítreo, peso específico 3.18, dureza 4 según la escala de Mohs, y rayadura blanca. (S.L.P). (36)

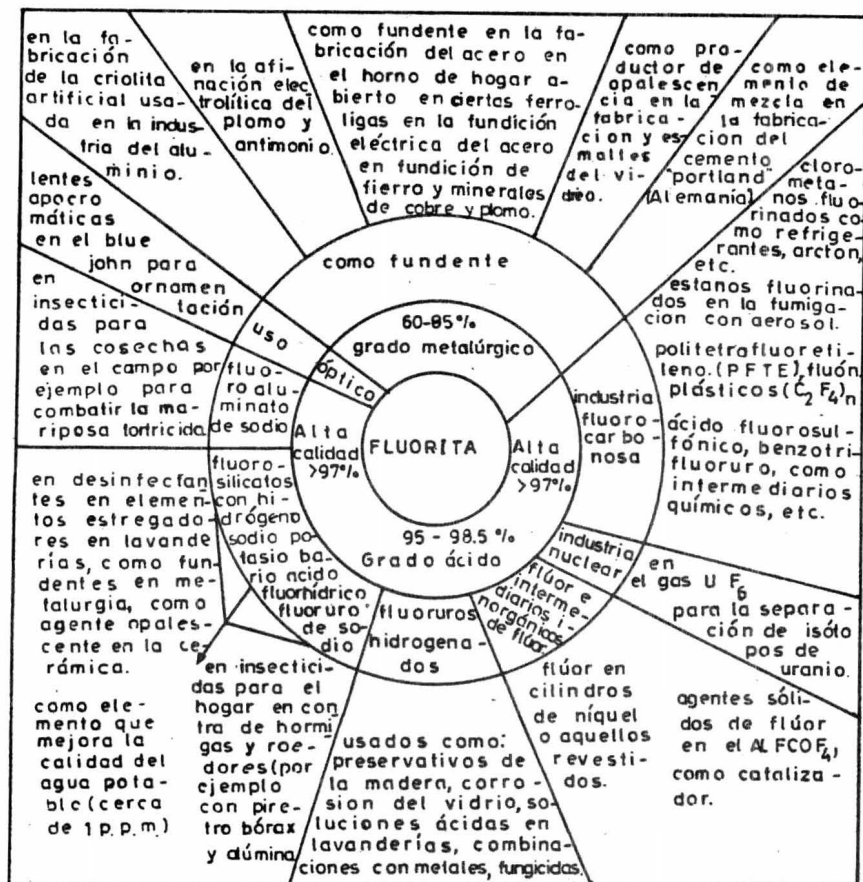
USOS PRINCIPALES DE LA FLUORITA:

Su uso principal actualmente es en la elaboración de HF, criolita sintética (Na_3AlF_6) y fluoruros; la de grado ácido. También en refrigerantes (freones), fluorocarbonos, plásticos, combustible de aviación de alto octano, como fundente, en el campo de la energía atómica para producir hexafluoruro de Uranio.

La de grado metalúrgico y cerámico, se usa en la industria de la cerámica propiamente dicha, en la manufactura de esmaltes, para fluorosilicatos, para recubrimientos de hierro, acero, soldaduras y en la producción de fibra de vidrio.

Como sus usos son tan variados, se puede obtener una

mejor idea de ellos en el siguiente diagrama :



Por último, los cristales grandes y perfectos son utilizados por sus propiedades ópticas, principalmente para la fabricación de lentes y prismas destinados a la espectroscopia del infrarrojo y del ultravioleta. (36).

GRADOS DE FLUORITA.

Se han considerado 3 grados de fluorita, cuyas especificaciones físicas y químicas pueden resumirse de la manera siguiente: (39)

I GRADO ACIDO.

La fluorita que se considera adecuada para la elaboración de compuestos químicos y criolita artificial tiene como base, las condiciones especificadas en el U. S. General Services Administration, 1952, Emergency Procurement Service, National Stock pile Specification P-69 a, ACID GRADE FLUORSPAR.

a.-) ESPECIFICACIONES QUIMICAS PARA:

1.-) Grado: Acido Fluorhídrico.

% en Peso

(Base Seca)

Mínimo de fluoruro de calcio (CaF_2)	- - - - -	-97 ()
Máximo de sílice (SiO_2)	- - - - -	1.50 ()
Máximo de Azufre (libre o como sulfuro)	- - - - -	0.03
Máximo de carbonato de calcio (CaO_3)	- - - - -	1.25

() Nota: el fluoruro de calcio puede llegar a un mínimo de 95% en caso de que el fluoruro de calcio aprovechable no sea menor de 91%. Este último se calcula deduciendo 4% de fluoruro de calcio por cada 1% de sílice contenido, siendo proporcionales las fracciones.

11.-) Grado: Criolita.

% Peso (Base Seca)

Mínimo de fluoruro de calcio (CaF_2)	- - - - -	97.00
Máximo de sílice (SiO_2)	- - - - -	1.10
Máximo de azufre (libre o como sulfuro)	- - - - -	0.03

Máximo de óxido de fierro (Fe_2O_3)	0.25
Máximo de plomo (Pb)	0.20
Máximo de Zinc (Zn)	0.20

b.-) ESPECIFICACIONES FISICAS:

Toda la fluorita de grado ácido debe estar en forma de terrones, concentrados o finos secos. Los finos secos deben tener una humedad menor de 1%.

II GRADO METALURGICO.

La fluorita necesaria en la producción del acero deben reunir principalmente las especificaciones basadas en el U. S. General Services Administration, 1957, Defense Materials Service, National Stockpile Specifications P-69-b-R, METALURGICAL GRADE FLUORSPAR.

a.-) ESPECIFICACIONES QUIMICAS:

	% Peso (Base Seca)	
	GRADO: A	B
Mínimo de fluoruro de calcio (CaF_2) efectivo	70	60
Máximo de Azufre (S) (como sulfuro o libre)	0.30	0.30
Máximo de Plomo (Pb)	0.50	0.50

El porcentaje efectivo de fluoruro de calcio se calcula deduciendo 2.5% de CaF_2 por cada 1% de sílice contenida.

b.-) ESPECIFICACIONES FISICAS:

Toda la fluorita debe pasar la criba de 3.8 cm de separación (1 1/2 pulg), y menos del 15% en peso debe pasar la malla número 16 (1.19 mm de separación) norma de Estados Unidos. Los finos de la fluorita son indeseables en la manufactura del ace-

ro, porque se pierden en el tiro de aire de los hornos o flotan en la superficie en vez de mezclarse con el fundido.

En vista de las limitaciones anteriores, para la cantidad de finos, la fluorita de grado metalúrgico generalmente experimenta una molienda inferior a la de otros grados; además la cantidad de mineral en bruto que se utiliza para la producción de fluorita de grado metalúrgico, ya sea en jigs o por medio pesado, es mayor que la empleada en la elaboración de los grados ácido y cerámico por flotación.

III GRADO CERAMICO.

La fluorita grado cerámico, es requerida por las industrias del vidrio y el esmalte; no tiene especificaciones fijas; y generalmente es un producto de grano fino, de composición intermedia de los otros 2 grados.

La mayoría de la fluorita de grado cerámico contiene:

- Fluoruro de calcio
- (CaF₂) - - - - - 92-96 %
- y menos de:
 - 3% de SiO₂
 - 2% de CaCO₃
 - y 0.12% de Fe₂O₃

Durante 1956-1959 México exportó fluorita el

- 90% de su producción a E.E.U.U.
- 6% al Canadá y
- ~4% fué consumido por la industria mexicana, o exportada a Europa o Japón.

PRINCIPALES DISTRITOS Y CIAS. MINERAS			
ESTADO	DISTRITO	CIA. MINERA O MINA.	A FILIADO
CHIHUAHUA	PARRAL	INDUSTRIAL DE FLUORITA.	GENERAL CHEMICAL DIV. -- ALLIED CHEMICAL CORP.
COAHUILA	EL TULE	MINERAL ROSA	E.I. DU PONT DE NEMOURS & Co.
COAHUILA	ENCANTADA-BUENA VISTA	FLUORITA - DE MEXICO	CONTINENTAL ORE Co.
COAHUILA	ENCANTADA-BUENA VISTA	EL CAMARON	-----
COAHUILA	ENCANTADA-BUENA VISTA	SAN MARCOS Y PINOS MINERA ROSA-LA	E.I. DU PONT DE NEMOURS & Co.
COAHUILA	PAILA -- SAN MARCOS	MINERA NACIONAL	AMERICAN SMELTING AND REFINING Co. --
COAHUILA	PAILA -- SAN MARCOS	MINERA NACIONAL	REYNOLDS METALS Co.
COAHUILA	PAILA -- SAN MARCOS	MINERA JULIETA	ST. LAWRENCE CORP. OF NEWFOUNDLAND LT. D. --
COAHUILA	PAILA -- SAN MARCOS	MINERA LA VALENCIANA	-----
COAHUILA	PICO ETEREO	LA DOMINICIA	E.I. DU PONT DE NEMOURS & Co.
COAHUILA	PICO ETEREO	MAL ABRIGO	-----
DURANGO	VILLA UNION	IMPULSORA MINERA	MEXUS MINERALS
GUANAJUATO	RIO VERDE	MINERA RIO COLORADO	GENERAL CHEMICAL DIV., -- ALLIED CHEMICAL CORP.
GUERRERO	TAXCO	RESTAURADO RA DE MINAS	MINERALES Y PRODUCTOS DERIVADOS, ESPAÑA.
GUERRERO	TAXCO	MINAS DEL NORTE	LA CONSOLIDADA

MEXICO	ZACUALPAN	MEXICANA-- DE MINAS-- Y BENEFI-- CIOS.	-----
S. LUIS POTOSI	ZARAGOZA	MINERA --- LAS CUE--- VAS	NORANDA MINES, LTD. y OTRAS.
S. LUIS POTOSI	ZARAGOZA	MINERALES PENNSALT	PENNSALT CHEMICALS CORP.
S. LUIS POTOSI	RIO VER-- DE	MINERA LA VALENCIA-- NA	-----
S. LUIS POTOSI	RIO VER-- DE	FLUORITA-- DE RIO --- VERDE	CONTINENTAL ORE Co.
SONORA	ESQUE-- DA	FLUORES--- QUEDA	"SAN LUIS MINIG Co" AND-- "ALUMINIUM LIMITED OF --- CANADA"
ZACATE CAS	FRIO	FLUORITA-- INDUSTRIAL MEXICANA	ALUMINIUM LIMITED OF --- CANADA.

El número de compañías productoras que constituyen en la actualidad a la formación de la oferta total asciende aproximadamente a unas 20, no obstante existen registradas más de 1,000 concesiones mineras. De estas compañías se obtiene el 80% aproximadamente de la producción total, el resto es producido por pequeños mineros y cantidades variables de gambusinos, algunos de los cuales están agrupados dentro de la asociación nacional de pequeños y medianos productores de fluorita. (11)

PRODUCCION NACIONAL DE FLUORITA EN 1967 (APROXIMADAMENTE)				
CIA. MINERA	MUNICIPIO Y EDO.	SISTEMA Y TRATAMIENTO	CAPACIDAD INSTALACION DIARIAS	DESTINO DE PRODUCCION
IA DOMINCIA S.A. DE C.V.	ACUÑA COAH.	FLOTA--- CION	400	EXPORTACION
FLUORITA DE MEXICO S.A.	MUZQUZ, --- COAH.	FLOTA--- CION	400	EXPORTACION
ASARCO MEXI CANA S.A.	PARRAL, --- CHIH.	FLOTA- CION	1500	EN INSTALACION
MINERA FRIS CO, S.A.	SAN FCO. DEL ORO- CHIH.	FLOTA- CION	1100	EXPORTACION
MINERALES - Y PRODUCTOS METALURGI--- COS S.A.	INDE, DGO.	CONCEN TRACION	50	VENDE A FLUORI TA DE MEXICO - S.A.
CIA. MINERA RIO COLORA- DO S.A.	VICTORIA GTO.	FLOTA- CION	200	EXPORTACION
CIA. BARITA DE MUZQUIZ- S.A.	PIEDRAS- NEGRAS - COAH.	CONCEN TRACION	100	EXPORTACION
MINERALES - PENNSALT	ZARAGOZA S.L.P.	CONCENT. MEC.	300	VENDE A FLUO--- RITA DE MEXICO
LAS CUEVAS- S.A.	S.L.P., - S.L.P.	CONC. MEC.	300	EXPORTACION
FLUORITA DE RIO VERDE	RIO VER- DE S.L.P.	CONC. MEC.	75	EXPORTACION
MINERA LOS- CAYOS	RIO VER- DE S.L.P.	CONC. MEC.	30	VENDE A FLUO--- RITA DE MEXI- CO.
ASOCIACION- NACIONAL DE PEQUEÑOS Y- MEDIANOS --- PRODUCTORES DE FLUORITA	S.L.P.	CONC. MEC.	50	VENDE A LAS - CUEVAS S.A.
REYNOLDS ME TALS, Co.	VARIOS	FLOTA- CION	400	EXPORTACION E.E.U.U.

La producción nacional de fluorita desde el punto de vista fiscal se diferencia solamente en 2 tipos:

- a.-) Fluorita grado metalúrgico (que constituye aproximadamente un 73.3% de la producción).
 b.-) Fluorita grado ácido, que equivale al 26.7% aproximadamente.

PRODUCCION NACIONAL DE FLUORITA EN LOS AÑOS:				
AÑO	GRADO METALURGICO		GRADO ACIDO	
	VOLS.TONS.	VALOR \$	VOL.TONS.	VALOR \$
1962	399,278	84,846,598	102,958	38,609,440
1963	361,791	76,880,750	111,757	41,909,125
1964	458,690	102,333,926	165,378	62,016,874
1965	534,136	152,041,965	192,579	72,217,440
1966	533,160	166,026,053	192,227	83,759,415
1971	719,411	292,457,284	374,716	232,088,437
1973	635,536	236,299,158	382,810	241,507,996
1974	448,944	172,373,319	435,373	313,273,806

EN EL AMBITO MUNDIAL LAS RESERVAS MEXICANAS DE FLUORESPATO SON: ()

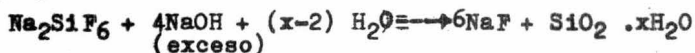
PAIS	MILLONES DE TONS. CORTAS.	RANGO DE GRADO PROBABLE DE % DE CaF_2
MEXICO	19.3	65
U.S.A.	18.2	sobre 40
U.R.S.S.	13.2	no beneficiada
ESPAÑA	6.5	60-90
CANADA	5.0	70-75
FRANCIA	5.0	60-95
ALEMANIA OCC.	4.3	sobre 35
NOR-AFRICA	3.3	30-40
SUR-AFRICA	3.3	no beneficiada
ITALIA	3.1	25-78

R INO UNI DU	1.7	46-96
OTROS	4.4	no beneficiada
TOTAL	87.3	

FLUROSILICATOS METALICOS.

Llamados también fluosilicatos o silicofluoruros— metálicos, no existen en la naturaleza en cantidades importantes; (24) en ciertas fumarolas volcánicas se han hallado las sales sódica, potásica y amónica. La base de preparación de éstas sales es tratando una solución de ácido fluorosilícico con un agente precipitante o neutralizante adecuado. Los fluorosilicatos (27) de bario, cesio, potasio, calcio, cobre, zinc, plomo, mercurioso, mercúrico, rubídico, sódico, y estróncico, son más bien insolubles o ligeramente solubles en agua. La sal de amonio sólo existe en forma anhidra. Los fluorosilicatos se pueden solubilizar mediante el tratamiento con una solución que contenga menos del equivalente químico de una sal, de un metal, que forme un fluorosilicato más soluble; por ejemplo, el sulfato de magnesio, una base débil como la anilina y un alcohol polhídrico como el glicerol. Las soluciones acuosas de fluorosilicatos solubles al ser tratadas con benecidina o tolidina en alcohol o acetona caliente, forman sales complejas insolubles del tipo $(\text{Cu}(\text{NH}_2)\text{C}_6\text{H}_4\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}_2)_2\text{SiF}_6$. También se han encontrado complejos piridínicos.

Los fluorosilicatos en medio acuoso se convierten en fluoruros metálicos y ácido silícico o silicatos mediante la acción de exceso de óxido, hidróxido o carbonato, ejemplos:



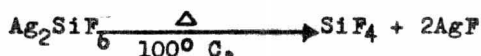
Los fluorosilicatos metálicos se descomponen por -

--- el calor en fluoruros metálicos y tetrafluoruro de silicio, de acuerdo con la siguiente reacción:



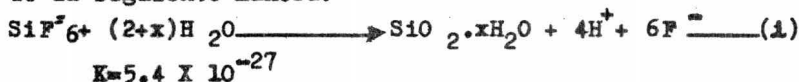
Las sales de bario, potasio y sodio son las más estables y no empiezan a descomponerse de esta manera, sino hasta temperaturas cercanas a las de rojo oscuro.

Los fluorosilicatos de metales pesados son los menos estables, y algunos se descomponen a 100° C.

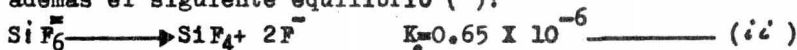


Los fluorosilicatos metálicos son reducidos a silicio elemental por la electrólisis de la sal fundida o por el tratamiento con un elemento más electropositivo que el silicio.

El medio acuoso podemos representar su disociación de la siguiente manera:



La toxicidad de los fluorosilicatos se cree que es debido a que el ión fluoruro es liberado. Existiendo además el siguiente equilibrio ():



Como un resultado del equilibrio de la hidrólisis representado por la ecuación (), aunado con la ligera solubilidad del fluorosilicato de sodio; agua en presencia de dicha sal nos da una reacción ácida, con fenolftaleína como indicador.

FLUOROSILICATO DE SODIO.

TOXICIDAD.— El fluorosilicato de sodio es un material tóxico, aunque tiene la ventaja de no ser venenoso para el hombre y generalmente es listado como un material no venenoso que inclusive se ha usado como preservativo de alimentos.

Envenenamiento humano puede ocurrir, cuando se ---
ingieren dosis relativamente grandes, como varios gramos.

Una mínima dosis letal (17), para conejos y ratas -
son unos 125 miligramos/ por kilogramo de peso corporal;
y en cambio una oveja puede ingerir 270 miligramos /por-
kilogramo de peso corporal y permanecer normal. También-
es tóxico para larvas de mosquitos, insectos y parásitos
del algodón melocotonero y manzanal.

El fluorosilicato de sodio es un material irritan-
te y debe ser manejado cuidadosamente, aunque hay poco -
peligro de envenenamiento.

PROPIEDADES FISICAS:

- 1.-)El fluorosilicato de sodio es una sal cristali-
na.
- 2.-)No hidrosfópica.
- 3.-)Inodora.
- 4.-)Sabor ácido.
- 5.-)No se le conocen hidratos.
- 6.-)Peso molecular: P.M.=188.05 g/g Mol.
- 7.-)Densidad: $d=2.679\text{g/L}$.
- 8.-)Cristaliza en el sistema pseudoexagonal (orto-
rrómbico), como cristales prismáticos, cuyos -
índices de refracción son: $N_g=1.3125$ y $N_p=1.30$
89.
- 9.-)Se descompone a temperaturas elevadas y por é-
sto no tiene un verdadero punto de fusión. Cerca
de los 500°C . empieza a descomponerse bajo
la siguiente reacción:

$$\text{Na}_2\text{SiF}_6 \longrightarrow 2\text{NaF} + \text{SiF}_4$$
- 10.-)Dos grados de fluorosilicato de sodio, de ---
acuerdo a su tamaño de partícula, son comer-
cialmente vendidos: Regular y en polvo.
- 11.-)Baja solubilidad en agua.-La solubilidad del-
fluorosilicato de sodio en agua es la más ba-
ja de todos los compuestos del sodio, fluc---
tuando ésta desde 0.76g/L de agua a 25°C ., -

hasta 2.45g/ de agua a 100°C.

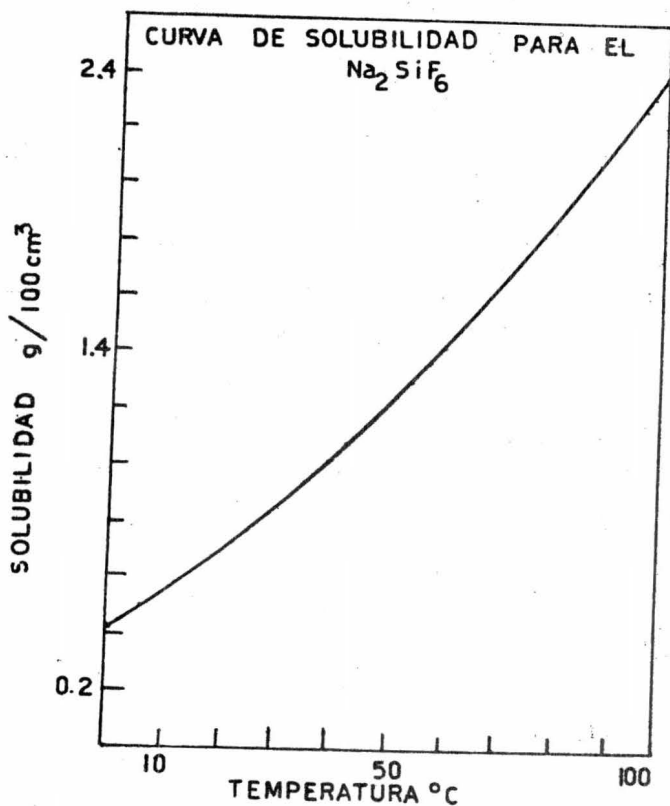
Datos de solubilidad son dados en la tabla I, obtenidos de (6).

La densidad de soluciones saturadas es baja, Worthington y Haring, reportan valores de 1.0054 a 20°C.

La solubilidad del fluorosilicato de sodio, se incrementa grandemente en la presencia de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

T A B L A I		
SOLUBILIDAD DEL FLUOROSILICATO DE SODIO EN AGUA		
TEMP. °C	g de $\text{Na}_2 \text{SiF}_6$ por 100 c.c. de Soln.	g de $\text{Na}_2 \text{SiF}_6$ por 100 g. de agua.
0	0.435	
10		0.542
16	0.637	
17		0.620
17.5		0.650
20		0.733
21		0.690
25	0.762	
35	0.940	
40		1.050
45	1.120	
50		1.293
55	1.328	
60		1.490
78	1.822	
80		1.950
100		2.450

La gráfica siguiente muestra la representación de los datos de solubilidad reportados en la tabla I per 100 cm³ de solución.



Otros datos determinados a 30°C, son presentados en la tabla II :

T A B L A II	
SOLUBILIDAD DEL FLUROSILICATO DE SODIO EN SOLUCIONES DE SULFATO DE AMONIO A 30°C.	
% en peso de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	% en peso del Na_2SiF_6
0	0.85
10	2.01
20	2.44
30	2.74

La solubilidad del fluorosilicato de sodio en agua disminuye con la presencia de cloruro de sodio o sulfato de sodio.

La solubilidad en ácido fosfórico del fluorosilicato de sodio se incrementa ligeramente para concentraciones --- arriba del 10% de pentóxido de fósforo, pero decrece a concentraciones mucho más altas. La solubilidad disminuye drásticamente para el fluorosilicato de sodio en cualquier solución, con la adición de cloruro de sodio. La solubilidad -- de esta sal es mayor en soluciones que contengan ácido fluorhídrico.

Por ejemplo a temperatura constante de 50°C. se disuelven 1.43g. de fluorosilicato de sodio en una solución que --- contenga 26.48% de ácido fluorhídrico y 1.29g de fluorosilicato de sodio en 100g. de solución, usando como solvente -solamente agua.

PROPIEDADES QUIMICAS.

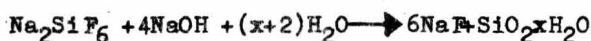
- 1.-) El Na_2SiF_6 se hidroliza en agua para dar una solución cuyo Ph varía en el rango de 3 a 4, o sea --- un Ph ácido.

Se propone para la hidrólisis el mecanismo:



acidez que es usada en lavanderías comerciales para eliminar los compuestos blanqueadores no reaccionantes, así como para eliminar los residuos de alcalinidad.

- 2.-) Con un exceso de hidróxido de sodio :



La hidrólisis permite la determinación analítica del fluorosilicato, por titulación con solución alcalina-estándar.

OBTENCION.

El fluorosilicato de sodio se prepara a partir de soluciones de ácido fluorosilícico con concentraciones de aproximadamente 25% o más, siendo obtenido este ácido, ya sea como subproducto en la fabricación de superfosfatos por el proceso húmedo o como producto de la reacción del fluoroespato con silicio y ácido sulfúrico:



Obteniéndose además algo de ácido fluorhídrico, con algunas impurezas del ácido sulfúrico; también puede obtenerse a partir de la fusión del fluoespato silíceo en un horno eléctrico trifásico de arco, obteniéndose de ahí primeramente el tetrafluoruro de silicio, el cual por absorción con reacción química en agua forma el ácido fluorosilícico, prácticamente sin ninguna impureza como el que se obtiene por el primer proceso, el cual posee P_2O_5 , que puede solubilizar el fluorosilicato deseado durante la neutralización del ácido con una solución de una sal adecuada; dicha sal en solución puede ser, por ejemplo, NaCl o Na_2CO_3 , dando la primera solución un mejor resultado, tanto de eficiencia de reacción, como de pureza de producto; en tanto que la segunda solución da un menor rendimiento del producto y más baja pureza, necesitándose además un equipo adicional para controlar la descarga del CO_2 que se genera en la reacción, resultando antieconómico; de aquí que un cloruro es preferido.

La reacción, se lleva a cabo en tanques revestidos de caucho, provistos de agitadores adecuados, centrifugando el lodo que resulta y secando el producto sólido en secaderos ordinarios (2).

PRINCIPALES USOS.

1.-) Como ácido en lavanderías comerciales (17), debido a su Ph más bien ácido y que fluctúa entre 3 y 4 - al realizarse la hidrólisis. El Na_2SiF_6 es añadido en agua de enjuague final, para neutralizar los residuos de alcalinidad, e hidrolizar cualquier jabón dejado en las ropas, destruyendo también los compuestos blanqueadores no reaccionantes.

Su baja solubilidad, previene la sobredosis y alta concentración local de acidez, y el operador no tiene que medir cuidadosamente la cantidad adicionada a la lavadora.

2.-) Como acondicionador o fijador del pelo (17) es aplicado al pelo después del shampoo, con el mismo propósito que el vinagre o el limón.

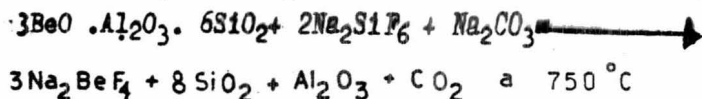
3.-) En la industria de esmaltes (17), (24), (27) Es aplicado como fundente en los esmaltes y como una fuente de flúor para impartir satisfactoriamente propiedades del vidrio y auxiliar en la opacificación para otros materiales.

4.-) En la fabricación de vidrio opalescente (17), (24) se usa como agente opacificante. El fluorosilicato de sodio es añadido con feldespato o caolín; compitiendo con otros agentes opacificantes como la criolita, fluoroespato, bióxido de titanio y bióxido de circonio. También se usa en la porcelana colada en caliente (27).

5.-) Como coagulante de látex, en la fabricación del hule (27).

6.-) En la fabricación de pigmentos de Zirconio (17) (27).

7.-) En minería en la extracción Berilio (27), (31) y que se realiza, como sigue:





8.-) Como agente protector en el brillo de moldes metálicos (24).

9.-) Como fundente (17), (24), (27) en aceros es usado en la fundición y para proteger metales como el magnesio y aluminio durante la fundición secundaria (24).

10.-) Como insecticida (2), (6), (24), (26), (27). A -- encontrado aplicaciones como veneno para saltamontes -- en plagas (nubes de insectos ortópteros saltadores que pueden destrozarse comarcas enteras), introduciéndose en cebos con una formulación generalmente de 1.8Kg. de Na_2SiF_6 , 45kg. de salvado de trigo o cualquier sustituto, y de 45 a 70^l de agua. Esto es extendido en los campos -- expuestos a las plagas o nubes de langostas, de manera que no dañen el follaje, ya que su reacción ácida es -- perjudicial a las plantas, pudiendo también ser esprayado o poniendo el polvo simplemente, sobre las superficies por las cuales pasan los insectos.

Como agente contra la polilla, donde su propiedad de adherirse tenazmente a la madera es utilizada. El -- efecto mortal sobre la polilla también podría ser empleado, en una variedad de productos comerciales, para combatir la polilla de la ropa, telas de lana, cortinas, forros de pieles, tapices, alfombras, cojines, etc., -- donde la concentración más adecuada está entre 0.5 y 1% y puede conseguirse por esprayado o inmersión de los materiales en una solución acuosa de fluorosilicato de sodio.

Los gorgojos de muchas clases tales como los de -- los vegetales y el horador de la corona o base de la fresa, grillos y lombrices pueden ser exterminados por la técnica del encebado.

Algunos insectos como las cucarachas, chinches, -- etc., evitan el contacto con el fluorosilicato de sodio

a menos que sea encubierto en un cebo, por lo que constituye un repelente de insectos por sí solo y éste podría ser utilizado en artículos atractivos para los insectos, recubriéndolos o impregnándolos con fluorosilicato de sodio.

Para destruir las larvas de los mosquitos en charcos, que es donde se crían.

Contra la mosca casera y sus larvas, con una solución diluida de fluorosilicato de sodio.

II.-) Sobre microorganismos (17) es altamente tóxico para microorganismos tales como bacterias y hongos. Se ha encontrado que el fluorosilicato de sodio es mucho más efectivo que el fluoruro de sodio y el metaborato de sodio en la inhibición del crecimiento de microorganismos típicos; junto con la penicilina, para combatir microorganismos como, el estafilococo dorado, bacilo subtilis y actinomicetes grisáceo.

El *Poria monticola*, es un hongo que ataca la celulosa y por lo tanto alimentos que la contienen, pero con el fluorosilicato de sodio, se les combatió impregnándolos.

El *poria incrassata*, hongo que ataca las construcciones de madera de coníferas, ha sido controlado con 1% de fluorosilicato de sodio, aunque la madera contenga un 40% de agua o humedad ya que esto es una condición muy favorable para el desarrollo de hongos.

12.-) Combate a los roedores (17) el fluorosilicato de sodio ahuyenta o repele a los roedores cuando es incorporado en alimentos, en cantidades tan bajas entre 0.5 a 1%, esto conduce a aplicarlo sobre los cartones o cajas de alimento, con cualquier sustancia que sirva de vehículo, como por ejemplo una goma, o incorporarlo directamente cuando se manufacturan las hojas de cartón; esto previene el ataque y penetración de ratas durante el transporte de las cajas (ya que ésta observación se hizo solamente sobre un período de cuatro días).

13.-) En el desfollaje de las plantas de algodón — (4) y (17) con el advenimiento de los escardadores mecánicos se requirió el uso de substancias químicas que mataran las hojas, antes de la siega o recolección de los capullos de algodón, para impedir que las hojas y capullos fueran clasificados juntos, por lo que su reacción ácida, perjudicial a las hojas fué usada. En combinación el fluorosilicato de sodio, ya sea con cianuro de calcio o cianuro de sodio, es usado con el mismo propósito, aumentando la eficiencia del desfollaje.

También puede usarse el fluorosilicato de sodio, como exterminador de hierba mala.

14.-) En esterilización de terrenos (4) Varias — siembras tales como el tabaco, requieren que el terreno sean esterilizado, antes de sembrar la plantación, destruyendo los microorganismos, insectos y semillas de — hierba mala, la cual subsecuentemente puede impedir el desarrollo de las nuevas plantas. Siendo añadido el — fluorosilicato de sodio, comunmente con cianuro de calcio o cianuro de sodio en el terreno durante el otoño, — permitiéndoles hacer su trabajo durante el invierno, — y siendo eliminados por las lluvias de la primavera, — antes del tiempo de siembra nueva.

15.-) En las acidificaciones industriales (17) En — procesos que requieran alguna etapa de acidificación ya que su PH en solución es ácido. También puede usarse para mantener un PH ácido como una solución Buffer, poniendo para esto un exceso de fluorosilicato de sodio, — de manera que una porción sea consumida en la solución — y la otra porción o sea el exceso no disuelto para reemplazarlo y mantener el PH a un valor más o menos constante.

16.-) En la fabricación de criolita artificial (24) —

17.-) En la industria de cementos "Portland" como impermeabilizante (27)

ANALISIS.-Esta sal es preparada para practicar el análisis de solubilidad por dos caminos:

(1) Una cantidad cercana a la cantidad teórica de cloruro de sodio es añadida a una solución de ácido perfluorosilícico que contenga 100 gramos de ácido por litro. La precipitación es inmediata, para prevenir la formación de un gel, el licor madre es filtrado inmediatamente y los cristales son lavados con agua fría en un filtro. Siendo más tarde secados.

(2) El Procedimiento es el mismo que en (1) solamente que es añadido bicarbonato de sodio lentamente, en lugar del cloruro de sodio.

Los cristales obtenidos con el primer método que son analizados dan aproximadamente 100.05 % de Na_2SiF_6 y por el segundo método 99.41%.

Los cristales obtenidos por el primer método que son usados en la determinación de la solubilidad. Son unos cristales blancos, finos y opacos. Sin que se halle ácido libre.

La solución es titulada en caliente con $\text{Na}(\text{OH})$, usando fenolftaleína como indicador. Carter(6) reporta haber obtenido los resultados de, Spgr. $20/24^\circ\text{C}$. = 1.0054, que representa el 0.733% de solubilidad, con una desviación promedio de la media de $\pm 0.002\%$ sobre trece determinaciones realizadas en el experimento.

FLUOROSILICATO DE POTASIO.

El fluorosilicato de potasio es una sal muy parecida a la de sodio, con propiedades, usos y obtención semejantes a la misma.

La solubilidad es un factor muy importante, para su uso como insecticida en campos de cosecha, por lo cual se coleccionaron datos sobre la solubilidad de

esta sal.

Este compuesto es obtenido en el laboratorio y purificada hasta que alcance una pureza de al menos 98% de pureza. Las impurezas son principalmente sílica y pequeñas cantidades de fluoruros. Cantidades en exceso son mezcladas con agua destilada, agitando mecánicamente por una hora, y entonces se llevan a reposar durante 24 horas en un baño a temperatura constante. A temperaturas arriba de 55° C. las muestras se toman para analizarse. La solubilidad de la mezcla es provocada calentando ésta a alta temperatura. Las muestras se toman y la solución es enfriada.

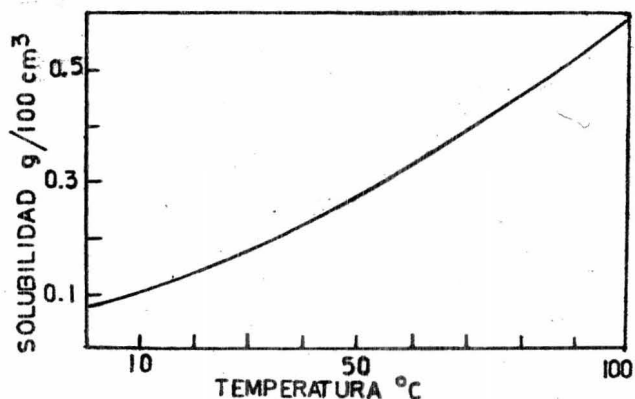
El análisis de las muestras se hace por titulación de las soluciones en ebullición con soluciones estándar de hidróxido de sodio con fenolftaleína como indicador. Los cálculos se encuentran basados en la siguiente ecuación:



Los datos que son dados en la tabla III, y se muestran gráficamente en la curva dos son reportados por Carter (6)

T A B L A III	
SOLUBILIDAD DEL FLUROSILICATO DE POTASIO EN AGUA.	
TEMP. °C.	Fluorosilicato de potasio Gramos/100 cc.
0	0.077
16.0	0.132
25.0	0.177
35.0	0.246
45.0	0.268
55.0	0.322
70.0	0.420
78.0	0.462
88.0	0.500

Gráfica de solubilidad del fluorosilicato de Potasio en agua :



USOS PRINCIPALES.

Como se dijo anteriormente, sus usos son semejantes a los de la sal de sodio.

1.-) Actualmente se usa, principalmente como un intermediario en la obtención de otros compuestos tales como :

- a.-) Fluoroborato de potasio.
- b.-) Fluoruro de potasio y tántalo.
- c.-) Fluoruro de potasio y niobio.
- d.-) Fluoruro de potasio y titanio.
- e.-) Fluoruro de potasio y circonio.

2.-) También se usa como fundente en la obtención de esmaltes vítreos blancos. ().

3.-) Como insecticida.

4.-) En el desfolle de las plantas.

5.-) En esterilización de terrenos.

6.-) Como ácido en lavanderías.

7.-) Como impermeabilizante del cemento.

8.-) En la fluoración de aguas municipales, para combatir microorganismos.

9.-) En acidificaciones industriales.

10.-) Para combatir reoederes.

OBTENCION.

El fluorosilicato de potasio, es obtenido de mane-
ra semejante al fluorosilicato de sodio, se parte de —
ácido fluorosilícico de concentraciones de 30% aproxi-
madamente, neutralizando con una solución de cloruro de
potasio de concentración apropiada, aproximadamente de-
un 25% llevándose la siguiente reacción:



El uso relativamente pequeño del fluorosilicato de
potasio, es debido a que es un producto gelatinoso un-
poco difícil de aislar, pero que actualmente se ha ob-
tenido un método apropiado para lograrlo (24), usando —
cloruro de potasio muy puro a baja concentración y en —
condiciones de reacción cuidadosamente controladas (24).

FLUOROSILICATO DE ZINC.

El fluorosilicato de zinc es una sal más inestable,
que los de sodio y potasio, sus cristales son blancos y—
grandes y se obtienen generalmente como un hexahidrato.

USOS PRINCIPALES.

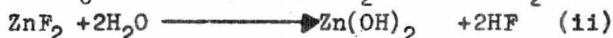
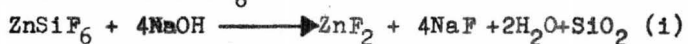
- 1.-) Se usa como ácido en lavanderías comerciales.
- 2.-) Como preservativo en la conservación de la ma-
dera.
- 3.-) Como un aditivo para reforzar yeso.
- 4.-) Para precipitar potasa de soluciones de azú-
car, y de otras soluciones.
- 5.-) Para reducir la porosidad del concreto. (24).
- 6.-) Como aditivo plastificante (27).
- 7.-) Como funguicida. (27)

ANALISIS.

El fluorosilicato de zinc utilizado para el análi-
sis de solubilidad debe ser producto comercial muy puro; y
que recristalizado no llegue a alterarse su pureza. La —
sal es obtenida disolviendo óxido de zinc en un lige-

ro exceso de ácido fluorosilícico, se evapora hasta unos 78°C., con agitación llevando la sílica a sedimentar, y cristalizando a unos 40°C. bajo presión reducida. Más tarde los cristales son llevados a un secador-rotatorio. El análisis dá aproximadamente 95.58% de $\text{ZnSiF}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Los Cristales se parecen mucho a los de la sal de magnesio. La solución saturada es más bien viscosa. Sin embargo, la filtración es relativamente fácil, ya que los productos de la hidrólisis no son muy gelatinosos.

Cuando son estudiados fluorosilicatos de sustancias anfotéricas, los métodos volúmetricos se hacen dudosos. Considérese el ZnSiF_6 :



La extensión con la cual las reacciones (ii) y (iv) proceden, dependen de la temperatura, concentración, y cantidad de iones hidrógeno presentes.

Por estas razones el método de análisis que se emplea se basa en la siguiente reacción:

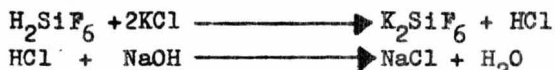


La muestra de fluorosilicato se calienta hasta vapor con ácido sulfúrico, conteniendo un poco de ácido nítrico.

No deben observarse trazas de sílica después de ese tratamiento. Cuando se enfría, las trazas de fierro generalmente presentes son precipitadas con hidróxido de amonio y filtradas, dejando la solución pura de sulfato metálico, para practicarse los análisis apropiados.

Devido a la hidrólisis, el ácido libre figura con las sales que no son particularmente valorables por volumetría.

El método que se usa para valorar el ácido consiste en añadir hielo y un exceso de cloruro de potasio, titulando entonces con hidróxido de sodio, llevándose a cabo las siguientes reacciones:



Se como indicador para la valoración rojo de metilo.

La solubilidad a 20°C. de éste fluorosilicato es -- 49,94% con una Spgr. 20°/4°C.=1.4336 con una desviación-promedio de la media \pm 0.23 de datos obtenidos por Carter, y a 80°C tiene una solubilidad de 61.6%. (6)

OBTENCION.

Este fluorosilicato se puede preparar neutralizando ácido fluorosilícico con una solución de cloruro de zinc, óxido de zinc, o con carbonato de zinc, en un cristalizador al vacío revestido de neopreno o cualquier protector semejante contra la corrosión y provisto de serpentines-de cobre para vapor (24).

FLUROSILICATO DE MAGNESIO.

El fluorosilicato de magnesio es una sal, poco mas o menos, con las mismas aplicaciones, obtención y características que la sal de zinc.

USOS PRINCIPALES.

- 1.-) Endurecedor del concreto.
- 2.-) Como reductor de la porosidad, según Kessler -- (4) se impregna la superficie en cuestión, con una solución de fluorosilicato de magnesio de -- unos 25°Bé, de manera que se absorben cerca de -- unos 400 gr/m² y después de que se seca, se -- pasa otra vez un nuevo recubrimiento a la super -- ficie con una solución de 15°Bé, hasta que se -- absorben unos 200 gr/m² y para terminar se -- vuelve impregnar con una solución de unos 12° -- Bé, para impermeabilizar y cerrar los poros -- con los granos de sílice y los flururos insolu -- bles que se forman mediante la siguiente reac--

ción:



ANALISIS.

Para hacer un análisis de solubilidad para el fluorosilicato de magnesio, se utiliza un producto muy puro, el cual mediante recristalización no altere su pureza,-- la sal se obtiene disolviendo magnesita en un ligero exceso de ácido fluorosilícico diluido, se evapora hasta - 77°C., con agitación, llevando la sílica a sedimentarse y cristalizando a 41°C., bajo presión reducida. Los --- cristales obtenidos son puestos en un secador rotatorio.

Una análisis de la sal dá aproximadamente 101.53%-- de $\text{MgSiF}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ y ácido libre 0.83%.

El fluorosilicato de magnesio es blanco en crista - les grandes y claros cristales de agua. Su solución sa-- turada es ligeramente viscosa y aunque la hidrólisis no-- es excesiva, el ácido fluorosilícico y el hidróxido de-- magnesio son más bien gelatinosos y hacen difícil la fil-- tración.

Las soluciones son analizadas volumétricamente, --- de la misma manera que para el fluorosilicato de sodio.

Para retificar los resultados se verifica el magne-- sio gravemétricamente como pirofosfato según el método-- descrito por Scott (42).

Los resultados volmétricos reportados por Haring(42) parecen dignos de confianza para aceptarlos como finales habiendo dado Spgr. $20^\circ/4^\circ \text{ C.} = 1.2395$ que representan un-- 37.94% de solubilidad, con una desviación promedio de --- la media de ± 0.290 .

OBTENCION.

Se obtiene esta sal de manera semejante a los otros fluorosilicatos, partiendo de ácido fluorosilícico me--- diante neutralización con una solución , de una base---

como óxido, hidróxido, carbonato de magnesio o cloruro de magnesio.

El método de obtención más antiguo, y que puede usarse a nivel de laboratorio es el propuesto, por Gabri^llova y Pinaevskaya (4), que involucra el uso de hidróxido de magnesio y ácido fluorosilícico conteniendo más o menos un 20.5% de ácido fluorosilícico. El ácido es calentado durante la descomposición de la magnesita prolongándose hasta la evaporación de la solución, aislando el fluorosilicato.

Este método, requiere un equipo muy complicado.

Por otro lado, posteriormente desarrolló un nuevo método, propuesto por G. A Lopatkina y colaboradores (2) que parte de ácido fluorosilícico de concentración de no más del 33% con óxido de magnesio que es descompuesto por el mismo en un reactor llevándose a cabo la siguiente reacción:



Cuando la concentración del ácido no excede del 20.5% de ácido fluorosilícico, se obtienen soluciones saturadas de fluorosilicato de magnesio; usando un ácido de concentraciones mas altas, se forma una solución saturada de cristales de fluorosilicato de magnesio hexahidratado. La reacción líquido: sólido en la suspensión debe ser mantenida alrededor de 3.

Oxido de magnesio es añadido a una temperatura dada al ácido fluorosilícico, poniendo un exceso de acidez entre 7-10% lo cual favorece la obtención de un producto más puro, así como la interacción, de los reactivos para que la descomposición total se lleve a cabo entre unos 25 a 45 minutos, la temperatura debe ser cercana a los 70°C. después de obtenido el precipitado se separan los cristales y se secan a unos 70°C., conteniendo un 96% de $\text{MgSiF}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, ácido fluorosilícico y residuos insolubles.

Por otro lado la solubilidad del fluorosilicato de magnesio en el sistema $MgSiF_6 - H_2SiF_6 - H_2O$ baja rápidamente con el incremento de la concentración del ácido fluorosilícico. Este efecto puede ser utilizado para la separación del fluorosilicato de magnesio de licor madre. Cuando ácido concentrado, es añadido al licor madre, fluorosilicato de magnesio es precipitado; después de la separación del precipitado el ácido diluido puede ser usado para la descomposición de porciones frescas de magnesita. Los cristales de fluorosilicato de magnesio obtenido son así lavados y secados.

Otro método de obtención, desarrollado en los Estados Unidos (12) es el que parte de una solución de ácido fluorosilícico, que es precalentada, produciendo vapores de flúor que son puestos en contacto con una solución acuosa de cloruro de magnesio, produciendo el fluorosilicato correspondiente y separando continuamente los productos de reacción.

La corriente de solución acuosa es pasada a un reactor, donde se encuentra el ácido fluorosilícico y vapores del flúor, llevándose a cabo la siguiente reacción:



La solución contiene el fluorosilicato de magnesio insoluble, además del ácido clorhídrico y el cloruro, que son extraídos del reactor, siendo lavada, y filtrada la sal insoluble y recirculando el licor madre, siendo éste método el más usado actualmente.

Si se partiera de carbonato de magnesio, el equipo requerido para hacer frente al CO_2 generado durante la reacción, el cual da una fuerza negativa, es costoso, lo que resulta antieconómico y por otro lado se prefiere un cloruro sobre el carbonato debido a que los fluorosilicatos se descomponen a fluoruros en medio alcalino, esto como se dijo anteriormente aunado al --

costo del equipo de vacío adicional requerido, deshecha la posibilidad de usar un carbonato y recomienda el uso de un cloruro. El ácido clorhídrico producido en la reacción causa un exceso de acidez, que favorece la reacción y que puede usarse para obtener primeramente el cloruro a partir del carbonato en un reactor llevándose a cabo la siguiente reacción:



de donde ya puede usarse para la neutralización el cloruro obtenido.

ACIDO FLUOROSILICICO.

Como el ácido fluorosilícico es la base para la obtención de los fluorosilicatos metálicos, se describen algunos de sus usos, propiedades y obtención.

PROPIEDADES.

1.-) No se conoce el H_2SiF_6 anhidro, ya que es un ácido no volátil, como el H_3CO_3 y el H_2SO_3 , que no puede existir bajo condiciones ordinarias en estado de vapor, por este motivo se vende como una solución acuosa de alrededor de 30-35% de H_2SiF_6 . Sus puntos de ebullición crecen según aumenta el contenido de ácido; el punto de ebullición para una solución de 30.2% de H_2SiF_6 , a una presión de 720mm. Hg. es 108.5°C .

Algunas densidades del ácido fluorosilícico a 17.5°C . se dan en la tabla siguiente:

DENSIDADES DE UNA SOLUCION ACUOSA DE H_2SiF_6						
A 17.5°C .						
% H_2SiF_6	6	14	22	30	34	61
^d 17.5°C .	1.0491	1.1190	1.1941	1.2742	1.3126	1.4634

2.-) Es un líquido corrosivo.

3.-) Humante.

- 4.-) Incoloro.
- 5.-) Olor pungente.
- 6.-) Acción irritante sobre la piel.
- 7.-) P.M = 144.08 gr/gr^{Mol}
- 8.-) Se han descrito 3 hidratos como cristales fumantes incoloros.
- 9.-) Calor de formación:
- a.-) $3\text{SiF}_4 + (x+2)\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{SiF}_6 + \text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$
 $\Delta H = 67 \text{ Keal/Mol}$
- b.-) $\text{SiF}_4 + 2\text{HF} \longrightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6$
 $\Delta H = 33.9 \text{ Keal/Mol}$
- c.-) $\text{SiO}_2 + 6\text{HF} \longrightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$
 $\Delta H = 8.95 \text{ Keal/Mol}$
- d.-) $\text{Si} + \text{H}_2 + 3\text{F}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6 (\text{aq})$
 $\Delta H = 374.3 \text{ Keal/Mol}$
- 10.-) Se evapora a 40°C sin dejar residuo.
- 11.-) En fase vapor existe como $\text{SiF}_4 + 2\text{HF}$.
- 12.-) Se han determinado equilibrios líquido- y vapor en el sistema $\text{H}_2\text{SiF}_6 - \text{HF} - \text{H}_2\text{O}$.
- 13.-) El H_2SiF_6 , reacciona como ácido dibásico con ciertos metales, óxidos metálicos y soluciones diluidas de hidróxido y carbonatos, formando fluorosilicatos.
- 14.-) En soluciones muy concentradas y alta temperatura las anteriores reacciones pueden conducir a fluoruros.
- 15.-) También con NH_3 , forma el correspondiente fluorosilicato o fluoruro, según las condiciones de la reacción.
- 16.-) Reacciona con alúmina hidratada para formar fluoruro de aluminio. Forma un fluoroaluminato como es la criolita sintética, al reaccionar el H_2SiF_6 con una mezcla de alúmina y álcali.

- 17.-El ácido fluorosilícico, solubiliza el cuarzo, reducido a partículas finas.
- 18.-)Con ácido bórico, produce ácido fluorobórico y ácido silícico que precipita.
- 19.-) Forma fluorosilicatos con alquilaminas, arilaminas y aminas heterocíclicas, algunos de los cuales son útiles como desinfectantes, preservativos de la madera y antisépticos.

USOS PRINCIPALES.

- 1.-)Su uso mas extenso, es en la fabricación de fluorosilicatos y fluoruros (4).
- 2.-)Como desinfectante, particularmente en cervecerías y destilerías, para recipientes de cobre y de latón (3f).
- 3.-)Para conservar la madera, como ingrediente en los impregnadores (4).
- 4.-)Como endurecedor e impermeabilizante en obras de mampostería, yeso, cemento etc. También como endurecedor de loza, porcelana y piezas de alfarería.
- 5.-)Como ingrediente de composiciones para pisos de hormigón.
- 6.-)En tratamiento inicial de pieles para curtido.
- 7.-)En ciertas operaciones electroquímicas, como la refinación electrolítica del plomo, y la galvanoplastia con cromo.
- 8.-)En pinturas técnicas.
- 9.-)Para tratar superficies de vidrio, y reducir la reflexión.
- 10.-)Como catalizador de reacciones, junto con compuestos mercurícos en las reacciones entre acetileno y fenoles, aminas, etc.

OBTENCION.

- 1.-)A partir de los gases que se desprenden en la fabricación de superfosfatos por el proceso húmedo (con H_2SO_4), y que contienen poca con-

concentración de SiF_4 y agua como vapor, siendo llevados por medio de ventiladores a una torre de bateas, donde son absorbidos por ácido fluorosilícico diluido repetidamente circulante a unos 71°C .; la sílice se acumula en el fondo cónico de la torre. Luego que el ácido circulante alcanza la concentración debida, se descarga el sistema y se pasa su contenido a filtros de vacío que separa la sílice. Los conductos que llevan los gases desprendidos en la acidificación de la roca, los ventiladores, la torre de absorción y los filtros de vacío están recubiertos de neopreno. La bomba para la recirculación del ácido es de mól. Los tanques para almacenar el ácido fluorosilícico están recubiertos de caucho. La concentración máxima alcanzada por la absorción es de un 32-35%, éste ácido contiene una cantidad apreciable de sílice libre.

Sin embargo el ácido se puede concentrar mediante destilación hasta 61%, mediante presión reducida y a temperatura ordinaria.

2.-) Para obtener ácido fluorosilícico exento de sílice coloidal y de alta concentración, se puede hacer reaccionar ácido fluorhídrico acuoso en concentración apropiada, con sílice, manteniendo en exceso ésta a fin de que el producto obtenido se encuentre exento de ácido fluorhídrico; en esta reacción no se forma sílice coloidal.

Se usa tanques revestidos de caucho con agitadores apropiados. El ácido fluorhídrico, naturalmente es fácilmente obtenido del fluorospatato ácido, siendo éste el material de que se parte.

C A P I T U L O

I I

E S T U D I O D E M E R C A D O

ESTUDIO DE MERCADOANALISIS DE LA DEMANDA.

En México no se producen fluorosilicatos, por lo que su importación se considera igual a su demanda.

IMPORTACION DE FLUROSILICATOS DE									
AÑOS	SODIO		POTASIO		MAGNESIO		ZINC		
	Kg.B.	\$	Kg.B.	\$	Kg.B.	\$	Kg.B.	\$	
1962	376,891	416,762							
1963	523,962	627,950							
1964	536,929	789,449	10,442	40,355					
1965	708,479	992,435	85,225	259,486					
1966	885,979	1,188,309	160,925	460,357					
1967	711,594	927,005	101,037	256,612					
1968	937,564	1,138,116	66,898	165,671	8,675	66,250	733	6,228	
1969	1,202,267	1,497,024	121,495	312,089	5,506	52,225	701	4,500	
1970	1,253,592	1,761,553	163,634	419,382	9,173	64,734	319	2,780	
1971	405,463	621,026	134,946	357,623	4,889	55,181	599	5,119	
1972	1,387,764	2,312,637	213,539	559,594	12,120	52,955	903	4,877	
1973	1,007,641	1,736,349	323,162	922,500	10,100	46,077	18,616	138,184	
1974	1,663,520	3,536,637	302,900	844,709	10,150	63,463	1,686	13,663	

Los datos de la tabla fueron obtenidos de los "anuarios estadísticos del comercio exterior de la Secretaría de Industria y Comercio".

De la tabla anterior, se observa que los fluorosilicatos de mayor demanda son los alcalinos, o sea, el fluorosilicato de sodio y el fluorosilicato de Potasio.

Mientras tanto los fluorosilicatos de los metales más pesados, en este caso el de magnesio y el de Zinc, tienen poca demanda.

Por lo tanto, se propone hacer 2 estudios de la tendencia de la demanda.

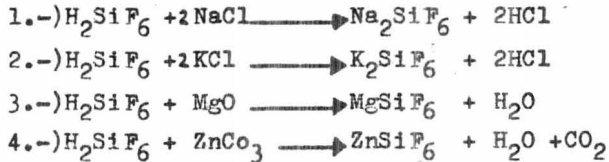
En el primero, la tendencia de los fluorosilicatos de mayor demanda.

n el segundo, la tendencia tanto de los fluorosilicatos de mayor como los de menor demanda.

Esto es con el fin de ver más adelante si la inversión que se tendría que hacer en el equipo necesario para producir los fluorosilicatos de Mg y el de Zinc, se justifica aún con su poca demanda. Ya que la inversión total aumentaría y como consecuencia la rentabilidad disminuiría.

Para realizar los análisis de tendencia, se usará como común denominador el H_2SiF_6 , ya que a partir de él se obtienen todas sus sales.

Tomando en cuenta las razones estequiométricas de acuerdo con las siguientes reacciones, y para una eficiencia de 90% se tiene que:



Para la primera reacción:



Para 0.9 de eficiencia:

144.08 Kg de H_2SiF_6 producen 169.29Kg. de Na_2SiF_6

Por lo que el factor para pasar el fluorosilicato de sodio a Ac. Fluorosilficio queda:

$$\frac{144.08 \text{ Kg. de } H_2SiF_6}{169.29 \text{ Kg. de } Na_2SiF_6} = 0.85108$$

Para la segunda reacción:



Para 0.9 de eficiencia

144.08Kg. H_2SiF_6 \longrightarrow 198.25Kg. de K_2SiF_6

Factor para pasar fluorosilicato de Potasio a ácido fluorosilficio:

$$\frac{144.08 \text{ Kg. } H_2SiF_6}{198.25 \text{ Kg. } K_2SiF_6} = 0.72675$$

Para la tercera reacción:



$$144.08 \longrightarrow 166.38$$

Para 0.9 de eficiencia:

$$144.08 \longrightarrow 149.74$$

Factor para pasar fluorosilicato de magnesio a ácido fluorosilícico:

$$\left[\frac{144.08 \text{ Kg. H}_2\text{SiF}_6}{149.74 \text{ Kg. MgSiF}_6} \right] = 0.9622$$

Para la cuarta reacción:



$$144.08 \longrightarrow 207.45$$

Para 0.9 de eficiencia

$$144.08 \longrightarrow 186.70$$

Factor para pasar fluorosilicato de Zinc a ácido fluorosilícico:

$$\left[\frac{144.08 \text{ Kg. H}_2\text{SiF}_6}{186.70 \text{ Kg. ZnSiF}_6} \right] = 0.77171$$

Por lo que usando los factores anteriores de cada fluorosilicato, se obtiene el ácido equivalente a cada uno de ellos según la siguiente tabla:

ACIDO FLUROSILICICO PARA LOS FLUROSILICATOS DE:						
	SODIO	POTASIO	MAGNESIO	ZINC	Na y K	Na,K,Mg,Zn.
AÑOS	FACTOR: 0.85108	FACTOR: 0.72675	FACTOR: 0.9622	FACTOR: 0.77171	SUMA	SUMA TOTAL:
1962	320,764	-----	-----	-----	320,764	320,764
1963	445,933	-----	-----	-----	445,933	445,933
1964	456,969	7,588.72	-----	-----	464,557.72	464,557.72
1965	602,972	61,937.20	-----	-----	664,909.20	664,909.20
1966	754,039	116,952.00	-----	-----	870,991.00	870,991.00
1967	605,623	73,428.60	-----	-----	679,051.60	679,051.60
1968	797,941	48,618.10	8,347.08	565.66	846,559.10	855,471.84
1969	1,023,225	88,296.40	5,297.87	540.96	1,111,521.00	1,117,359.83
1970	1,066,848	118,921.00	8,826.29	246.18	1,185,769.00	1,194,841.47
1971	345,081	98,072.00	4,704.20	462.26	443,153.00	448,319.46
1972	1,181,090	155,189.00	11,661.80	696.85	1,336,279.00	1,348,637.65
1973	857,583	234,858.00	9,718.00	14,366.00	1,092,441.00	1,116,525.00
1974	1,415,788	220,132.00	9,766.00	1,301.00	1,635,920.00	1,646,987.00

ESTUDIO PARA EL PRONOSTICO DE LA DEMANDA PARA EL Na_2SiF_6 y K_2SiF_6

Ahora se ajustan los datos del ácido fluorosilícico necesario para producir los fluorosilicatos de sodio y de potasio, a una recta, por el método de mínimos cuadrados y se obtiene su coeficiente de correlación.

La demanda del año de 1971, se sale totalmente de la tendencia, por lo que no se toma en cuenta para realizar el ajuste.

Ecuación de la recta: $y = a + bx$;

Ecuaciones normales para la recta de mínimos cuadrados:

$$\text{I } \sum y = aN + b\sum x;$$

$$\text{II } \sum xy = a\sum x + b\sum x^2;$$

De la ecuación I se despeja "a":

$$a = \frac{y - bx}{N}$$

y sustituyendo en II

$$axy = ax \left[\frac{xy - bx}{N} \right] + bax^2;$$

$$axy = \frac{axy}{N} - \frac{baxx}{N} + bax^2;$$

$$axy = \frac{axy}{N} - \frac{b(\sum x)^2}{N} + bax^2;$$

$$\frac{axy - \frac{axy}{N}}{N} = b \left[\frac{(\sum x)^2}{N} + \sum x^2 \right];$$

$$b = \frac{(\sum xy) - \left[\frac{\sum x \sum y}{N} \right]}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}};$$

entonces conociendo "b"; se puede conocer "a" directamente de la ecuación:

$$\bar{y} = y \text{ media} \quad \bar{y} = a + b\bar{x}; \quad a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$\bar{x} = x \text{ media} \quad \bar{y} = \frac{\sum y}{N}; \quad \bar{x} = \frac{\sum x}{N};$$

I A

CALCULO DE LA ECUACION DE LA RECTA DE AJUSTE DEL ACIDO NECESARIO PARA LA PRODUCCION DE LOS FLUOROSILICATOS ALCALINOS -
(Na_2SiF_6 y K_2SiF_6)

AÑO	X	X ²	Y x 10 ⁵	X.Y	(y - \bar{y})	(y - \bar{y}) ²	(x - \bar{x})	(x - \bar{x}) ²
1962	1	1	3.21	3.21	(-5.67)	32.1489	(-5.75)	33.0625
1963	2	4	4.46	8.92	(-4.42)	19.5364	(-4.75)	22.5625
1964	3	9	4.65	13.95	(-4.23)	17.8929	(-3.75)	14.0625
1965	4	16	6.65	26.60	(-2.23)	4.9729	(-2.75)	7.5625
1966	5	25	8.71	43.55	(-0.17)	0.0289	(-1.75)	3.0625
1967	6	36	6.80	40.80	(-2.08)	4.3264	(-0.75)	0.5625
1968	7	49	8.46	59.22	(-0.42)	0.1764	(+0.25)	0.0625
1969	8	64	11.12	88.96	(+2.24)	5.0176	(+1.25)	1.5625

1970	9	11	11.85	106.65	(+2.97)	8.8209	(+2.25)	5.0625
1971			4.43					
1972	11	121	13.36	146.96	(+4.48)	20.0704	(+4.25)	18.0625
1973	12	144	10.92	131.04	(+2.04)	4.1616	(+5.25)	27.5625
1974	13	169	16.36	212.68	(+7.48)	55.9504	(+6.25)	39.0625

$$\Sigma x = 81;$$

$$\Sigma y = 106.55;$$

$$N = 12$$

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{N} = \frac{81}{12} = 6.7500; \quad \bar{y} = \frac{\Sigma y}{N} = \frac{106.55}{12} = 8.8791$$

$$N = 12$$

$$N = 12$$

$$\Sigma x \cdot y = 882.54$$

$$\Sigma x^2 = 719$$

$$\Sigma (y - \bar{y})^2 = 173.1037; \quad \Sigma (x - \bar{x})^2 = 172.25$$

$$\frac{(\Sigma x)^2}{N} = \frac{(81)^2}{12} = 546.75$$

$$N = 12$$

$$\frac{\Sigma x \cdot \Sigma y}{N} = \frac{(81)(106.55)}{12} = 719.2125;$$

y sustituyendo en:

$$b = \frac{\Sigma x \cdot y - \frac{\Sigma x \cdot \Sigma y}{N}}{\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{N}} = \frac{882.54 - 719.2125}{719 - 546.75} = \frac{163.3275}{172.2500}$$

$$b = 0.9482;$$

Conocido "b" se puede calcular directamente "a" por la siguiente ecuación: $a = \bar{y} - b\bar{x} = 8.88 - (0.9482)(6.75)$

$$a = 8.88 - 6.4003$$

$$a = 2.48$$

Por lo que la ecuación de la recta de ajuste queda:

$$y = 2.48 + 0.9482 x$$

Pero para ver si el pronóstico que proporciona la ecuación es confiable, se calcula el coeficiente de correlación o confiabilidad.

COEFICIENTE DE CORRELACION:

$$r = b \sqrt{\frac{\text{variancia de } x}{\text{variancia de } y}} = b \sqrt{\frac{\Sigma (x - \bar{x})^2}{\Sigma (y - \bar{y})^2}}$$

sustituyendo se tiene que:

$$\rho = 0.9482 \frac{172.25}{173.1037}$$

$$\rho = 0.9482 (0.9950)$$

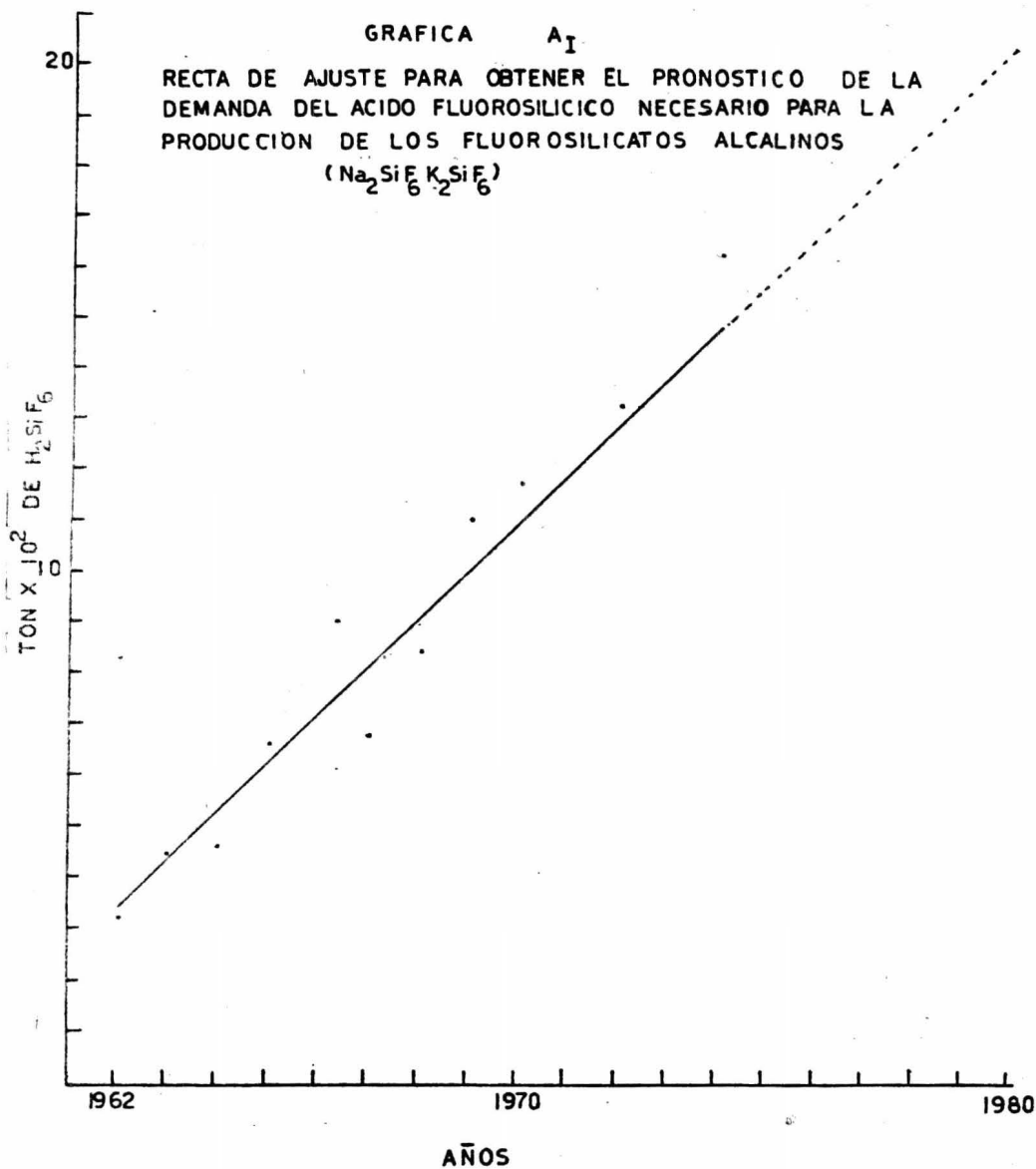
$$\rho = 0.9435$$

Lo que indica que la recta de ajuste, puede pronosticar la demanda esperada, en años posteriores al año de 1974.

Demanda estimada por la recta de ajuste:

PRONOSTICO DE LA DEMANDA (Kg x 10 ⁵) PARA EL ACIDO NECESARIO PARA PRODUCIR Na ₂ SiF ₆ y K ₂ SiF ₆		
AÑO	x	
1975	14	y = 2.48 + 0.9482 (14) = 15.7548
1976	15	y = 2.48 + 0.9482 (15) = 16.7030
1977	16	y = 2.48 + 0.9482 (16) = 17.6512
1978	17	y = 2.48 + 0.9482 (17) = 18.5994
1979	18	y = 2.48 + 0.9482 (18) = 19.5476
1980	19	y = 2.48 + 0.9482 (19) = 20.4958

En la gráfica (A_I) siguiente se puede observar la recta de ajuste y el pronóstico.



ESTUDIO DE PRONOSTICO DE LA DEMANDA PARA TODOS LOS
FLUOROSILICATOS.

Por otro lado se realiza ahora el ajuste de los datos de H_2SiF_6 para producir todos los fluorosilicatos: Na_2SiF_6 , K_2SiF_6 , $MgSiF_6$ y $ZnSiF_6$.

En este caso también la demanda del año de 1971 se sale totalmente de la tendencia, por lo que tampoco se toma en cuenta.

AÑO	X	X ²	yx10 ⁵	x.y	(y- \bar{y})	(y- \bar{y}) ²	(x- \bar{x})	(x- \bar{x}) ²
1962	1	1	3.21	3.21	(- 5.73)	32.8329	(-5.75)	33.0625
1963	2	4	4.46	8.92	(- 4.48)	20.0704	(-4.75)	22.5625
1964	3	9	4.65	13.95	(- 4.29)	18.4041	(-3.75)	14.0625
1965	4	16	6.65	26.60	(- 2.29)	5.2441	(-2.75)	7.5625
1966	5	25	8.71	43.55	(- .23)	0.0529	(-1.75)	3.0625
1967	6	36	6.80	40.80	(- 2.14)	4.5796	(-0.75)	0.5625
1968	7	49	8.55	59.85	(- .39)	0.1521	(+0.25)	0.0625
1969	8	64	11.17	89.36	(+ 2.23)	4.9729	(+1.25)	1.5625
1970	9	81	11.95	107.55	(+ 3.01)	9.0601	(+2.25)	5.0625
1971			4.48					
1972	11	121	13.49	148.39	(+ 4.55)	20.7025	(+4.25)	18.0625
1973	12	144	11.17	134.04	(+ 2.23)	4.9729	(+5.25)	27.5625
1974	13	169	16.47	214.11	(+ 7.53)	56.7009	(+6.25)	39.0625

$$N=12; \quad \Sigma x.y=107.28; \quad \Sigma(y-\bar{y})^2 = 177.7454; \quad \bar{y} = \frac{\Sigma y}{N} = \frac{107.28}{12} = 8.94$$

$$\Sigma x=81;$$

$$\Sigma x^2=719;$$

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{N} = \frac{81}{12} = 6.75;$$

$$y = 2.433 + 0.964(16)$$

$$\Sigma(x.y) = 890.33;$$

$$y = 2.433 + 15.424$$

$$y = 2.433 + 0.964 x; \quad 1977; x=16$$

$$y = 17.857$$

CALCULANDO LA CORRELACION:

$$\rho = b \sqrt{\frac{\text{Var. } x}{\text{Var. } y}}$$

$$r = 0.964 \quad \frac{172.25}{177.7454}$$

$$r = 0.948576$$

$$r = (0.964) (0.969);$$

$$r \approx 0.95$$

Esto indica que la confiabilidad de la recta de ajuste es muy alta, por la cual se puede pronosticar la demanda esperada a partir de 1975.

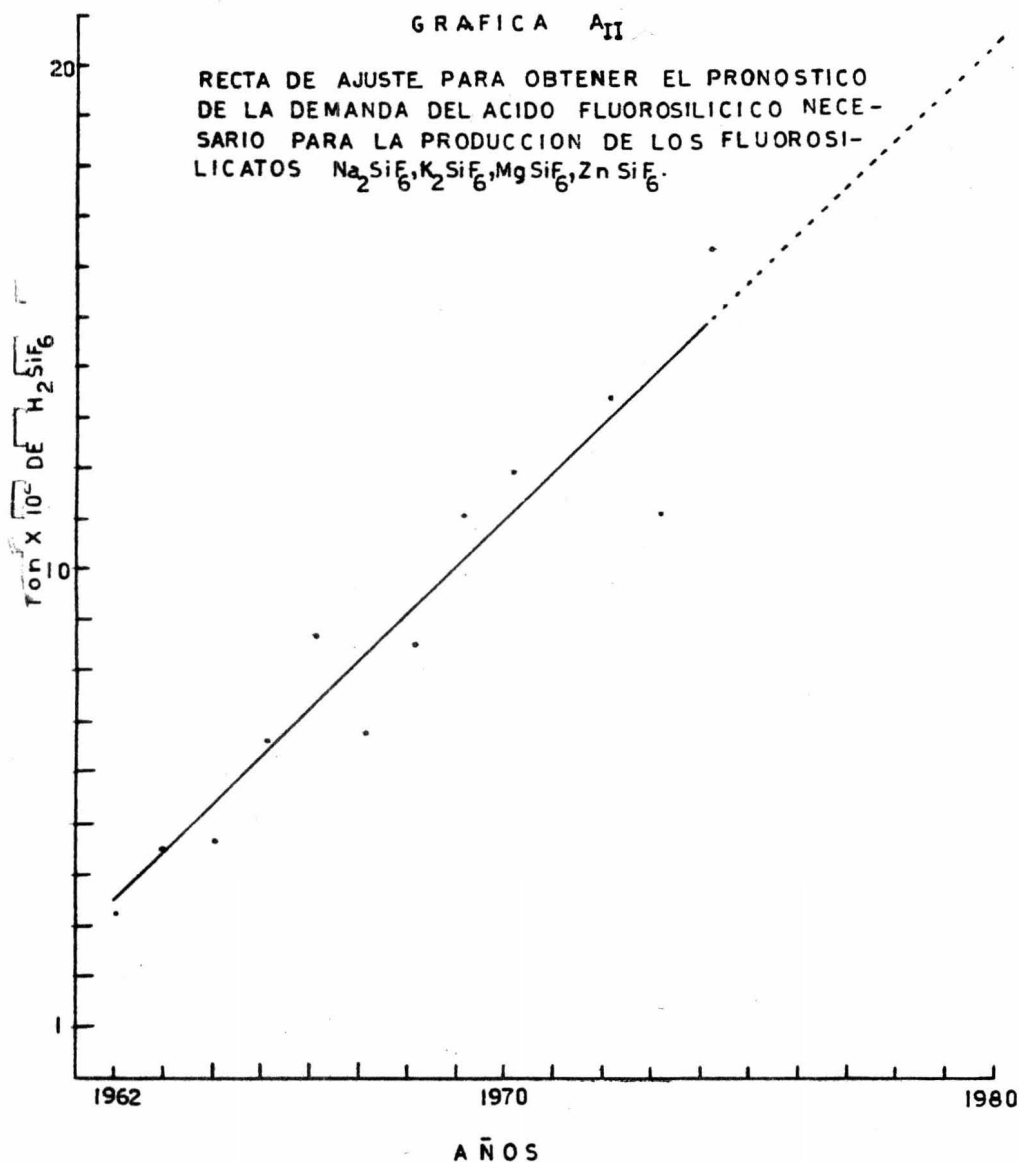
$$y = 2.433 + 0.964 x$$

PRONOSTICO DE LA DEMANDA DE H_2SiF_6 PARA PRODUCIR FLUOROSIBICATOS DE Na, K, Mg y Zn.		
AÑO	X	SUSTITUCION
1975	14	$y = 2.433 + 0.964 (14) = 15.929$
1976	15	$y = 2.433 + 0.964 (15) = 16.893$
1977	16	$y = 2.433 + 0.964 (16) = 17.857$
1978	17	$y = 2.433 + 0.964 (17) = 18.821$
1979	18	$y = 2.433 + 0.964 (18) = 19.785$
1980	19	$y = 2.433 + 0.964 (19) = 20.749$

La gráfica A_{II}, representa la recta de regresión, donde puede observarse, el pronóstico de la demanda.

GRAFICA AII

RECTA DE AJUSTE PARA OBTENER EL PRONOSTICO
DE LA DEMANDA DEL ACIDO FLUROSILICICO NECE-
SARIO PARA LA PRODUCCION DE LOS FLUOROSI-
LICATOS $\text{Na}_2\text{SiF}_6, \text{K}_2\text{SiF}_6, \text{MgSiF}_6, \text{ZnSiF}_6$.



Las siguientes compañías representan el mercado de los fluorosilicatos en México, ya que ellas son las que los importan.

I M P O R T A C I O N E S - N A C I O N A L E S					
COMPANIA	FLUOROSILICATOS DE:				LOCALIZACION
	SO DIO	POTA SIO	MAGNE SIO	ZINC	
FERRO MEX. S.A.C.V.	■	■			MEX. D.F.
VIDRIERA MONTERREY S.A.	■				MONTERREY N.L.
PROVEEDORA PRODUCTOS QUÍMICOS.	■	■			MONTERREY N.L.
TROQUELES ESMALTES S.A.	■	■			MONTERREY N.L.
MATERIAS PRIMAS S.A.	■				MEXICO D.F.
REPRESENTACIONES TECNICAS S.A.	■				MEXICO D.F.
FERRO MEX.	■	■			GUADALAJARA JAL.
CIA. INDUSTRIAL COMERCIAL STROB S.A.	■				MEXICO D.F.
PRODUCTOS QUIMICOS BASICOS S.A.	■				MEXICO D.F.
CASA HOLCK S.A.	■	■			MONTERREY N.L.
ARALMEX S.R.L.	■				GUADALAJARA JAL.
PROVEEDORES QUIMICOS EN GRAL. S.A.	■				MEXICO D.F.
CIBA GEIGY MEX. S.A.	■				MEXICO D.F.
MERCK S.A.C.V.	■				NAUCALPAN EDO. DE MEX.
ALUMINIO S.A.C.V.		■			JALAPA VER.
AUXILIAR CONSTRUCCION S.A.			■		MEXICO D.F.
S.C. JOHNSON SON S.A.C.V.			■		MEXICO D.F.
BAYER MEX. S.A. DIV. FARMA.			■		MEXICO D.F.
TURCO DESCALZI MEX. S.A.				■	MEXICO D.F.

C A P I T U L O

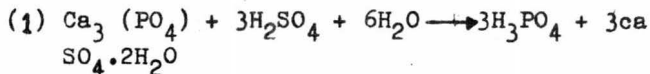
I I I

S E L E C C I O N D E L P R O C E S O

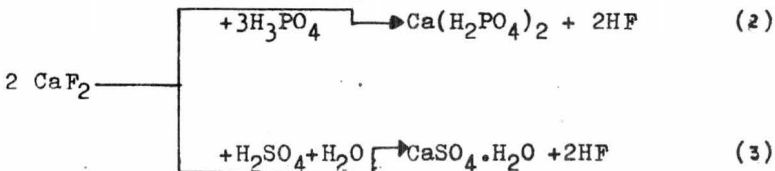
SELECCION DEL PROCESO.

1.-) Una fuente importante de fluorocompuestos, especialmente los fluorosilicatos es el proceso húmedo para superfosfatos, donde la roca fosfatada es procesada con ácido sulfúrico, y se obtienen dichos fluorocompuestos como subproductos. La roca fosfatada contiene de 2.5% de flúor, a un 4.5%, un 45% de CaO, un 33% de P_2O_5 , un 5.5% de agua y un 5% de otros compuestos.

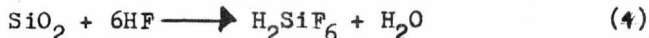
En el proceso húmedo la roca fosfatada es tratada con una cantidad suficiente de H_2SO_4 , con el fin de convertir el P_2O_5 en ácido ortofosfórico. Las reacciones que se llevan a cabo en la primera etapa con el H_2SO_4 en el reactor son:



donde el flúor presente en la roca reacciona con la mezcla de ácidos como sigue:



donde el HF producido reacciona inmediatamente con el SiO_2 presente como impureza, en la roca:



Parte del flúor se va con el ácido ortofosfórico y otra parte en los gases de deshecho o en el agua de desperdicio del condensador. Con el ácido se va de un 1 a 2.1% de flúor. Por lo que se ve que el flúor se va más bien en los gases de deshecho y en el agua de desperdicio del condensador. El agua de deshecho que, es una solución diluida de H_2SiF_6 , es recirculada en una torre de bateas, donde los gases de deshecho son absorbidos a unos 75°C ; y la sílice se acumula en el fondo cónico de la torre.

Luego que el ácido, circulante alcanza la concentración-debida se descarga el sistema, y se pasa su contenido a filtros que separan la sílice que logra irse en la solución. Los conductos que llevan los gases desprendidos en la acidificación de la roca, los ventiladores, la torre de absorción y los filtros de vacío están recubiertos de neopreno. La bomba para la recirculación del ácido es de mólal. Los tanques para almacenar el ácido fluorosilícico frío están recubiertos de caucho. La concentración máxima que se puede obtener por absorción es entre 25-35% debido al rápido incremento de la presión-parcial del ácido. De manera que por una tonelada de roca tratada unas 10-30 lb de flúor están involucradas, del cual se obtiene el ácido fluorosilícico que es neutralizado generalmente con cloruro de sodio para obtener el fluorosilicato correspondiente. En suma por una 4 millones de TON. de roca que sean tratadas, unas 82,000 TON de fluorosilicato de sodio deberían producirse, o sea que por cada 100 TON. de roca se obtienen unas 2.05 TON. de Na_2SiF_6 . (17)

2.-) Se trata espato flúor, y arena (SiO_2), o vidrio, con H_2SO_4 (en exceso), y mediante calentamiento. Pudiendo ser el espato flúor de bajo grado o sea con fuerte proporción de sílice.

Se verifican las siguientes reacciones:



se obtiene entonces una mezcla difícil de tratar, un sólido que es el CaSO_4 , una solución de H_2SiF_6 , la sílica gelatinosa, y un gas compuesto de HF y SiF_4 , pues no reaccionan totalmente, sobre todo el SiF_4 , pues para que reaccione totalmente necesita absorber en un aparato apropiado, para la transferencia de masa; eliminando primeramente el H_2SO_4 que contamina el gas en una torre empacada, con un aceite como absorbente, realizando la separación

ración del SiO_2 y CaSO_4 del H_2SiF_6 que se forma en el reactor. Tratando luego el H_2SiF_6 con una sal -- apropiada para obtener el fluorosilicato correspondiente.

- 3.-) También se puede preparar el H_2SiF_6 , disolviendo -- sílice, directamente en HF acuoso de concentración apropiada, manteniendo la sílice en exceso para que el producto esté exento de HF. La velocidad de reacción depende de la concentración del ácido fluorhídrico, así como de la finura del material silíceo y de la temperatura. Se usan tanques revestidos de -- caucho con agitadores apropiados. Se produce la siguiente reacción:



Sólo que el ácido fluorhídrico es más cotizado que el fluorosilícico y este proceso es muy costoso, ya que el producto tiene un valor comercial menor y un mercado más estrecho que el ácido que se usa como materia prima.

- 4.-) En la obtención del HF; se obtiene el H_2SiF_6 -- como un subproducto. Aunque para la producción de -- HF se usa la fluorita con menos impurezas, o sea la de grado ácido, ésta puede contener hasta un 1.5% -- de SiO_2 en base seca, que durante la acidulación -- del fluoespato reacciona como sigue:



vemos entonces que el SiO_2 , origina una merma en el HF producido como producto principal, por lo cual -- el SiO_2 es indeseable respecto a la producción de -- HF, que parte de fluorita de alto grado (grado ácido) y de un alto costo. El ácido producido (HF) se -- le contaminado con H_2SO_4 , SiF_4 y H_2O (vapor), y---

se tienen que separar estas impurezas a efecto de satisfacer las especificaciones del HF anhidro. Pasándose primero la corriente gaseosa en una torre de relleno para separar la mayor parte del H_2SO_4 que lleva el gas, después se lleva a un refrigerador tipo trombón rociado por fuera con agua donde se condensa parcialmente el gas, teniendo el condensado una composición de: 60---80% de HF, 2-5% de H_2SO_4 , agua y H_2SiF_6 , y el gas de salida es virtualmente HF anhidro esto se lleva a cabo a una temperatura de $-20^{\circ}C$. Por otro lado el gas del respiradero que sale del condensador contiene principalmente SiF_4 y HF en cantidades casi estequiométricas para formar H_2SiF_6 , cuando se absorbe este gas de respiradero en una torre de bateas, para obtener H_2SiF_6 en solución acuosa entre 30-35% en peso. Neutralizándose después con alguna sal, para obtener el fluorosilicato que se requiera.

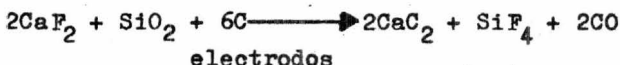
- 5.-) Un proceso interesante (15) donde se obtienen fluorocompuestos gaseosos de materias primas que contengan fluoruros metálicos, especialmente minerales fluorados, por ejemplo fluorita. De acuerdo con el proceso para la recuperación del flúor en forma de productos gaseosos, el mineral o materia prima es fundida en un horno eléctrico, en presencia de materiales que contengan C y materiales que contengan SiO_2 en tales proporciones, que el flúor presente en el mineral sea convertido substancialmente en SiF_4 con o sin CF_4 , y el metal alcalinotérreo (calcio) es convertido en escoria, la cual contiene al menos una parte de carburo alcalinotérreo (CaC_2), la cual puede ser quitada del horno y teniendo lugar la fundición en ausencia substancialmente de agua y metales alcalinotérreos.

Por el término "substancialmente completo" usado aquí, aplicado a la conversión de flúor, queremos decir que al menos un 95% del flúor presente es

en SiF_4 y, si se desea, en CF_4 o ambos. Si se usa fluorita de bajo grado (con fuerte proporción de sílice) — con SiO_2 añadido adicionalmente, se obtiene prácticamente SiF_4 y una pequeña cantidad de CF_4 debido a los electrodos de carbón o grafito. Se realiza, la siguiente reacción:



Esta reacción se lleva a cabo cuando se añade adicionalmente C, pero si se desea obtener prácticamente SiF_4 , se añade sólo SiO_2 y se produce la siguiente reacción:



Los compuestos gaseosos obtenidos pueden hacerse reaccionar más adelante, con diversos reactivos para obtener diferentes productos, hasta agotar la corriente gaseosa. El horno en que se lleva a cabo la fusión es un horno eléctrico de arco trifásico y la temperatura es de unos $1,530^\circ\text{C}$, los electrodos son de carbón o de grafito, la atmósfera del horno es ligeramente reductora, debido a la combustión del electrodo y al carbón añadido finamente dividido, así como a los carbonatos presentes en la fluorita.

Con los compuestos gaseosos las siguientes reacciones pueden llevarse a cabo:



donde en realidad, en una suspensión de arcilla el óxido de aluminio está como un hidróxido y puede considerarse que en realidad ocurre la siguiente reacción:



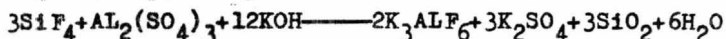
Con agua se verifica la siguiente reacción:



o bien si se desea una sola sal; hacerse reaccionar directamente con; una solución, por ejemplo, de cloruro de sodio y obtenerse el fluorosilicato correspondiente.



o también con potasa y sulfato de aluminio:



Si se desea obtener ácido fluorhídrico, la descomposición del tetrafluoruro de silicio se lleva a cabo con el gas caliente y vapor seco (a unos 1100°F o sea unos 593.3°C.) de acuerdo con la siguiente reacción: --

()



en los casos anteriormente expuestos, la sílica debe ser retirada subsecuentemente. Por eso si se desea que no precipite la sílica, la descomposición del gas puede llevarse a cabo con un hidrocarburo, como por ejemplo con una corriente de metano verificándose la reacción:



a presión reducida.

Con estas reacciones nos damos cuenta de la diversidad de fluorocompuestos que pueden obtenerse, entre ellos el HF, SiC, H_2SiF_6 etc. que en México son importados a pesar de contar con los recursos naturales apropiados para su producción.

DISCUSION DE LOS PROCESOS.

1.-) En este caso el producto principal es el ácido ortofosfórico, del cual se obtienen los fertilizantes fosfatados, y el ácido fluorosilícico se obtiene solamente como un subproducto, y para evitar, la contaminación ambiental que acarrea el no tratar los gases de deshecho del proceso de acidulación de la roca. Además la roca posee un bajo porcentaje de flúor de un 2.5 a 4% en peso, aunado esto a que se recuperaría como fluorosilicatos una c.

menor que la liberada teóricamente, debido, a eficiencias de reacción y pérdidas durante la purificación del producto principal.

Otro inconveniente es que la materia prima del país está apenas en vías de estudio de explotación debido a su baja calidad, y por lo tanto la materia prima tendría que ser importada.

En suma los inconvenientes de este proceso pueden resumirse:

- I.-) El H_2SiF_6 , básico para la producción de los fluorosilicatos se obtiene como un subproducto.
 - II.-) Bajos rendimientos de la cantidad teóricamente recuperable de flúor en la roca.
 - III.-) Importación de la materia prima.
- 2.-) En este proceso, es necesario usar H_2SO_4 en cantidades relativamente grandes, para formar CaSO_4 (yeso) el cual no es un producto particularmente útil y cotizado en comparación con el H_2SO_4 . Además de que en el reactor se pierde una cierta cantidad de H_2SiF_6 , pues se forma una mezcla difícil de tratar entre el CaSO_4 (sólido), $\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ (gelatinoso) y el H_2SiF_6 que alcanza a formarse ahí mismo. Por otro lado el SiF_4 sale contaminado con H_2SO_4 , y diluido en la corriente gaseosa por el vapor de agua y algo de HF sin reaccionar, lo cual en la absorción influye en forma negativa.

En suma los principales inconvenientes pueden resumirse:

- a1.-) Uso de grandes cantidades de H_2SO_4 , para la obtención del CaSO_4 (yeso) que es un producto relativamente útil y cotizado.
- a2.-) Pérdidas en el reactor por la mezcla que se forma con la sílica y el yeso y el H_2SO_4 que no reacciona.

a3.-)Contaminación del SiF_4 con H_2SO_4 .

a4.-)Dilucción del SiF_4 en la corriente gaseosa, por el vapor de agua, lo cual repercute en el tiempo y recuperación del ácido fluorosilícico en la absorción.

3.-)En este caso el ácido fluorhídrico es más costizado que el ácido fluorosilícico, siendo costosa su producción aunque, su obtención sea relativamente fácil. Además México todavía tiene que importar ácido fluorhídrico, pues las plantas instaladas no cubren el mercado nacional. En suma:

1.-) Materia prima más costosa que el producto.

ii.-)Importación de la misma.

4.-)En este caso el producto principal es el ácido fluorhídrico, por lo que el H_2SiF_6 se obtiene como un subproducto y con un bajo rendimiento, ya que el fluorespato usado contiene apenas un 1% de SiO_2 . Este proceso también tiene el inconveniente de que la materia prima usada es relativamente cara debido a sus especificaciones. Además se usan cantidades de H_2SO_4 para producir CaSO_4 (yeso). Resumiendo:

1.-) El H_2SiF_6 es un subproducto.

2.-) Gasto de H_2SO_4 valioso para formar CaSO_4 .

3.-) Bajo rendimiento de recuperación por ser subproducto.

4.-) Materia prima valiosa, debido a que tiene que ser tratada por flotación.

5.-)En este proceso, sustancialmente todo el flúor presente en la fluorita es convertido en SiF_4 , además del bajo costo de la materia prima pues es de un grado bajísimo; por otro lado la corriente gaseosa no va diluida con vapor de agua, lo que se traduce en un menor tiempo de absorción y un mayor rendimiento. No hay contaminación del producto, ni uso

de H_2SO_4 para obtener $CaSO_4$. De ahí que se puede -- obtener una diversidad de productos fácilmente, entre ellos el SiC, el K_3AlF_6 , el HF que se importan en México, además de los fluorosilicatos.

La materia prima que es abundante en nuestro país. En este caso, sólo el horno constituye un aumento en la inversión fija, por lo cual se tratará de ver si, la producción de fluorosilicatos la justifica, considerando en suma, que este proceso -- posee las siguientes ventajas:

- 1.-) Materia barata y abundante en el país.
- 2.-) No requiere uso de H_2SO_4 .
- 3.-) No hay contaminación del SiF_4 .
- 4.-) No hay dilución del SiF_4 con vapor de agua.
- 5.-) Diversidad de productos fácilmente obtenibles, entre ellos varios que son importados y por lo tanto poseen amplio mercado, -- con sólo un pequeño gasto en equipo adicional.

y desventajas:

- 1.-) Aumento de la inversión fija.

Evaluaremos la producción de fluorosilicatos -- por este proceso.

DESCRIPCION DEL PROCESO SELECCIONADO.

Se usa fluorita de bajo grado (con fuerte proporción de sílice), sílice y algo de carbón de acuerdo con los balances, Se introduce todo en un horno eléctrico trifásico de arco para su fusión a unos $1500^{\circ}C.$, para producir el SiF_4 ; bajo la siguiente reacción:



El carburo de calcio obtenido como escoria puede ser procesado para dar puro acetileno con un alto rendimiento. Puede el acetileno hacerse reaccionar con los fluorocompuestos obtenidos del horno y obtener plásticos.

Si la fusión se realizase por inducción se requeriría un tiempo muy largo para impulsar a salir el flúor del fluoruro de calcio o fluorita.

Preferentemente se inicia el calentamiento por inducción, siendo entonces regulado el voltaje de manera que la corriente de carga favorezca preponderantemente el arco, más que la inducción.

La atmósfera del horno es ligeramente reductora, por la combustión del electrodo y el carbón añadido finamente dividido para evitar el desgaste excesivo de los electrodos. La escoria si no es muy pura respecto al carburo de calcio, como lleva aproximadamente un 5% de flúor, puede ser utilizada en la producción de cemento.

El SiO_2 añadido es preferentemente quarzita de alta pureza y el carbón con bajo contenido de residuos, todo en forma finamente dividida. Una forma ventajosa de carbón es el coke de petróleo, carbón negro o grafito. Ambas cantidades exceden ligeramente la cantidad estequiométricamente necesaria para la producción de los fluorocompuestos. Es verdad que la producción de flúor en fluoro compuestos gaseosos no es de un 100% pero el consumo de energía del proceso cuando opera por este camino es tan reducido que en algunos casos es ventajoso dejar sobre un 5% de flúor en la escoria para usarla en la producción de cementos.

Los productos gaseosos de la reacción son extraídos por succión de la superficie de fusión, preferentemente por un ventilador conectado en el lado de producción; dicho ventilador está provisto de un mecanismo regulador, controlado por el electrodo de resistencia variable con el propósito de regular la succión, así como evitar una cantidad de consumo demasiado grande de oxígeno; la co

riente de gas está exenta de agua pues la carga es introducida en estado seco.

Los gases del horno, a unos 3 m de él, con el sistema de enfriamiento, del mismo, se encuentran aproximadamente a unos 710°C . Donde son pasados a través de un cambiador de calor, para obtener una temperatura adecuada para la absorción que se lleva a cabo a unos 75°C en una torre de platos perforados, de fondo cónico para -- que se déposite la mayor parte de la sílica y el gas es recirculado hasta agotarlo, descargándose el ácido cuando alcanza la concentración de un 35% en peso. La solución se deja reposar en un tanque de sedimentación o espesador con un fondo cónico, unos 4 horas, pasando la solución ya más limpia a un filtro de vacío para eliminar el resto de la sílica. Después la solución se manda a un tanque neutralizador o reactor con agitación durante unos 20-30 minutos. Posteriormente se manda al fluorosilicato obtenido a un tanque para que repose unos 30 minutos, centrifugándose más adelante los cristales -- y luego secándolos en un secador rotatorio.

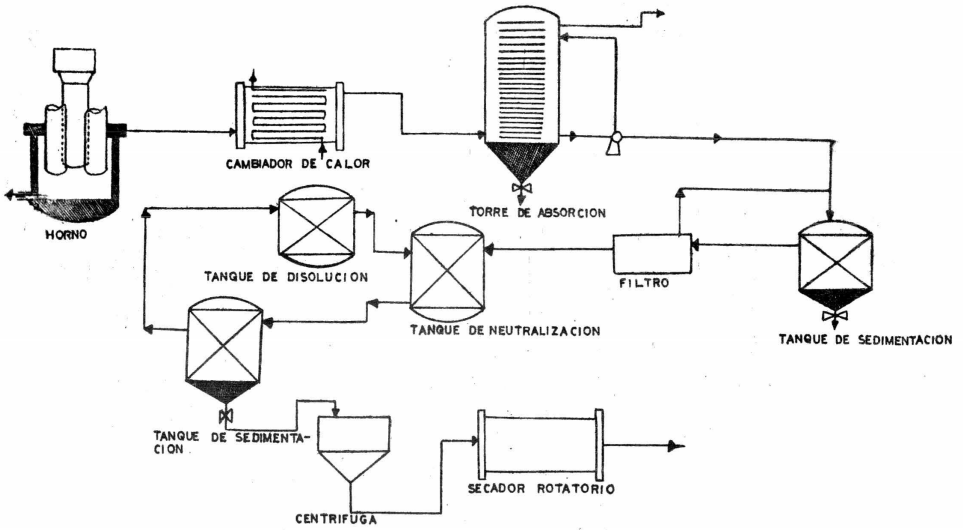


DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA FABRICACION DE FLUORO-SILICATOS

C A P I T U L O

I V

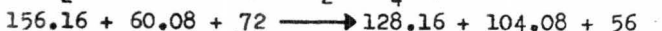
CALCULO Y SELECCION DEL EQUIPO

CALCULO DEL EQUIPO

FLUORITA EMPLEADA DE GRADO MUY BAJO:		EN UNA TON. DE FLUORITA:
CaF ₂ →	85%	850 Kg.
SiO ₂ →	12%	120 Kg.
CaCO ₃ →	2%	20 Kg.
Otras impurezas →	1%	10 Kg.
		1,000 Kg.

Unidades efectivas: $85 - (2.6 \times 12) = (85 - 31.2) = 53.8$ Sue.

REACCION:



como se convierte el 95% del flúor presente; el flúor liberado por TON de fluorita con las anteriores especificaciones será:

$$850 \text{ Kg CaF}_2 \times \left[\frac{76 \text{ Kg F}}{156 \text{ Kg CaF}_2} \right] \times 0.95 = 392.994 \text{ Kg de F}$$

que al formar el tetrafluoruro de silicio gaseoso sería:

$$392.994 \text{ Kg de F} \times \left[\frac{104.08 \text{ Kg SiF}_4}{76 \text{ Kg F}} \right] = 538.194 \text{ Kg de SiF}_4$$

formados por TON de fluorita procesada.

El proceso recomienda que se ponga SiO₂ adicional, en tal cantidad, que todo el SiO₂ presente en el horno, constituya la cantidad estequiométricamente necesaria para reaccionar con todo el CaF₂ presente, y que consti- tuye en sí un exceso, pues sólo se libera el 95% del flúor presente en el CaF₂.

De la reacción se observa que por cada 2 moles de CaF₂ es necesario una mol de SiO₂, por lo que el total de SiO₂ que debe estar presente por TON de fluorita se- rá:

$$850 \text{ Kg de CaF}_2 \times \left[\frac{60.08 \text{ Kg SiO}_2}{156.16 \text{ Kg CaF}_2} \right] = 327.358 \text{ Kg de SiO}_2.$$

Pero como existe remanente en el mineral una cierta cantidad de SiO_2 , la cantidad que se debe añadir es:

$$327.358 \text{Kg de SiO}_2 - 120 \text{Kg de SiO}_2 = 207.358 \text{Kg de SiO}_2$$

que se necesitarán adicionar.

Si se añade el SiO_2 , como quarzita de pureza del 99%, se tiene que adicionar:

$$207.358 \times \frac{100}{99} = 209.452 \text{ Kg de SiO}_2 \text{ (99\% de pureza).}$$

Carbón que se adiciona, para evitar el desgaste excesivo de los electrodos. De la reacción:

$$850 \text{ Kg CaF}_2 \times \frac{72 \text{ Kg C}}{156 \text{ Kg CaF}_2} = 392.307 \text{ Kg de C}$$

Por lo tanto, por cada tonelada de fluorita que se procese, entran al horno:

$$\begin{aligned} 850 \text{ Kg} &\longrightarrow \text{de CaF}_2 \\ 120 \text{ Kg} &\longrightarrow \text{de SiO}_2 \\ 20 \text{ Kg} &\longrightarrow \text{de CaCO}_3 \\ 10 \text{ Kg} &\longrightarrow \text{otros} \\ 209.5 \text{ Kg} &\longrightarrow \text{de SiO}_2 \text{ (quarzita 99\%)} \\ 392.3 \text{ Kg} &\longrightarrow \text{de C (grafito o carbón)} \\ \hline 1601.8 \text{ Kg} \end{aligned}$$

TOTAL: 1.6 TON por 1 TON de fluorita procesada.

PRODUCCION NECESARIA EN EL 5^o AÑO DE LA PROYECCION:

$$\begin{aligned} 1.9123 \times 10^6 \text{ Kg de H}_2\text{SiF}_6 / \text{año} \\ \text{considerando que se trabajan 300 días/ año:} \\ 1912 \text{ TON H}_2\text{SiF}_6 \times \frac{1 \text{ AÑO}}{300 \text{ días}} = 6374333 \text{ TON de H}_2\text{SiF}_6; \end{aligned}$$

De la reacción:

$$3\text{SiF}_4 + (x+2) \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{SiF}_6 + \text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$$

y tomando en cuenta que el ácido en la proyección es en realidad mayor que el estequiométrico, pues para evaluar lo se tomaron eficiencias de reacción; solamente es necesario evaluar la cantidad estequiométrica de tetrafluoro

ruro necesario para producirlo.

$$\left[\frac{6,374.33 \text{ Kg } \text{H}_2\text{SiF}_6}{\text{DTA}} \right] \times \left[\frac{312.24 \text{ Kg } \text{SiF}_4}{288.16 \text{ Kg } \text{H}_2\text{SiF}_6} \right] \times \left[\frac{1}{0.99} \right] = 6,974.89 \text{ Kg } \text{SiF}_4 \text{ DIA}$$

De los balances anteriores, como por TON de fluorita procesada, y con 95 % de liberación de flúor, se obtiene una cierta cantidad de SiF_4 , se tiene:

$$6,974.89 \text{ Kg } \text{SiF}_4 \times \left[\frac{1 \text{ TON Mineral}}{538.19 \text{ Kg } \text{SiF}_4} \right] = 12.9598 \text{ TON Mineral DIA}$$

que son necesarios procesar, en un día.

Considerando que cada hora se carga el horno, por la naturaleza del material y la cantidad (25) y tomando en cuenta que por cada TON de Fluorita (mineral) procesada, en total de peso se necesitan meter al horno 1.6 TON en total tenemos:

$$12.9598 \left[\frac{\text{TON Mineral}}{\text{DIA}} \right] \times \left[\frac{1.6 \text{ TON TOTALES}}{1 \text{ TON MINERAL}} \right] \times \left[\frac{1 \text{ DIA}}{24 \text{ cargas}} \right] = 0.864912 \left[\frac{\text{TON.}}{\text{CARGA}} \right] = 864.912 \text{ Kg/Carga ; } 20.7583 \text{ TON. TOTALES FUNDIDAS DIA.}$$

Para lo cual Perry, (34) obtenemos, las siguientes especificaciones:

HORNO ELECTRICO TRIFASICO DE ARCO:

Harbison-Walker Refractorios Co.

Diámetro del Crisol - - - - - 1.52 m.

Método de carga - - - - - Con tolva.

Tamaño de electrodo (nominal) - - - 10 pulg. = 254 m.m.

Material de electrodo - - - - - grafito

Carga normal - - - - - 681 - 908 Kg.

Potencia del transformador - - - - 500 - 750 K.V.A.

Densidad de corriente admisible

aprox. - - - - - 7800-12,500 Ampers.

Ton. Fundidas/día - - - - - 16.35 - 21.8 TON/DIA.

Consumo de electricidad- - - 460 KW-hr/TON.

En condiciones medias, el consumo de electrodo de grafito es aproximadamente 1/2 (la mitad) de los de carbón.

(oxidación del grafito 600°C y oxidación del carbón 400°C)

Por lo cual se escogen de grafito.

Forro- - - - - - - - - - - Carbón refractario

Cubierta aislante- - - - - - - - Losetas de magnesita.

Consumo de electrodo - - - - - - - 8 Kg/TON.

Voltaje de electrodo- - - - - - - 75 Volts.

Número de electrodos- - - - - - - 3

Presión- - - - - - - - - - - Sub-atmosférica.

Extracción de los gases con - - - 1 ventilador.

Anillos de bronce enfriadores-
empacados sobre la cubierta -
alrededor de los electrodos -
y alrededor de la tubería de
salida de los gases, por los
cuales circula agua-enfriadora.

Número de entradas- - - - - - - 3 para los electrodos.
1 para el dispositivo-
de carga.

Estructura- - - - - - - - - - - de fierro.

Temperatura de fusión- - - - - - 1450 -1580°C.

Temperatura de salida de la -
escoria- - - - - - - - - - - 1530°C.

Temperatura de los gases de -
salida (3m. adelante de la sa-
lida del horno, provisto de su
sistema de enfriamiento).- - - 600°C

Gases- - - - - - - - - - - - - SiF₄, CO₂, N₂, CF₄.

Escoria- - - - - - - - - - - - - CaC₂, CaO, MgO, BaO, SiO₂

Al y F₂.

CADA HORA:

1 Carga

539.99 Kg. de Mineral (Fluorita)

113.09 Kg. de quartzita (99% pureza)

211.83 Kg. de C (pocos residuos)

864.91 Kg. Totales.

Considerando los balances anteriores, incluyendo —
eficiencias:

$$(539.99 \times 0.85) \frac{[\text{Kg de CaF}_2]}{\text{HORA}} \times \frac{[538.194 \text{ Kg. SiF}_4]}{[850 \text{ Kg. CaF}_2]} = 290.62 \text{ Kg. SiF}_4/\text{hr}$$

$$211.82 \text{ Kg de C} \times \frac{[56 \text{ Kg CO}]}{[72 \text{ Kg de C}]} = 164.75 \text{ Kg CO/hr};$$

AIRE QUE SE MEZCLA:

$$1 \text{ MOL. AIRE} \left\{ \begin{array}{l} 79 \text{ kg N}_2/\text{hr} \\ 21 \text{ Kg O}_2/\text{hr} \end{array} \right.$$

Como el CO, en presencia de aire, pasa hasta dióxido de carbono de acuerdo con la siguiente ecuación:



por lo que:

$$164.75 \frac{[\text{Kg CO}]}{\text{hr}} \times \frac{[88 \text{ Kg CO}_2]}{[56 \text{ Kg CO}]} = 258.89 \frac{[\text{Kg CO}_2]}{\text{hr}};$$

y el nitrógeno que corresponde, a la cantidad de oxígeno que se combina con el monóxido será:

$$164.75 \frac{[\text{Kg CO}]}{\text{hr}} \times \frac{32 \text{ Kg O}_2}{56 \text{ Kg CO}} \times \frac{79 \text{ Kg N}_2}{21 \text{ Kg O}_2} = 354.145 \frac{[\text{Kg N}_2]}{\text{hr}}$$

Por lo tanto el flujo de gases de salida:

POR HORA

COMPOSICION.	Kg	Moles	% Mol=% Vol.
SiF ₄	290.620	2.7923	13.10
CO ₂	258.890	5.8839	27.60
N ₂	<u>354.145</u>	<u>12.6480</u>	<u>59.30</u>
	903.655	21.3242	100.00

CALCULO DEL PESO MOLECULAR PROMEDIO DEL GAS:

COMPO SICION	PESO MO LECULAR	BASE*100 Kg Mol. de gas.		
		% Mol	Kg	% Peso
SiF ₄	104.08	13.10	1363.44	32.1605
CO ₂	44.00	27.60	1214.44	28.6492
N ₂	28.00	59.30	1660.40	39.1903
		100.00	4238.24	100.0000

$$\overline{PM} = \frac{4238.24 \text{ Kg}}{100.00 \text{ Kg MOL}} = 42.38 \frac{\text{Kg}}{\text{KgMol}}$$

CAMBIADOR DE CALOR

Como el gas sale del sistema de enfriamiento del horno a 600°C, es necesario bajar la temperatura a unos 80°C, para que la absorción se lleve a cabo aproximadamente a unos 75°C, al ponerse en contacto con agua a unos 25°C. (4)

Aunque el rango de temperatura a la que se debe bajar el gas es algo grande, la cantidad de gases a tratar por hora es relativamente pequeña por lo cual bastará usar un cambiador de doble tubo.

FLUIDO CALIENTE

$$T_1 = 600^\circ\text{C} = 1112^\circ\text{F}$$

$$T_2 = 80^\circ\text{C} = 176^\circ\text{F}$$

$$W = 903.655 \text{ Kg/hr} = 1,988.04 \text{ lb/hr};$$

BALANCE DE CALOR:

$$Q = WC (T_1 - T_2)$$

$$q = wc (t_2 - t_1)$$

FLUIDO FRIO

$$t_1 = 23.8^\circ\text{C} = 75^\circ\text{F}$$

$$t_2 = 44.17^\circ\text{C} = 111.5186^\circ\text{F}$$

$$C = 0.244 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}^\circ\text{F}};$$

$$C = 1 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}^\circ\text{F}}$$

calor cedido por el gas = calor ganado por el agua.

$$W_g C_g (T_1 - T_2) = wc (t_2 - t_1)$$

$$W_{H_2O} = 1,988.04 \frac{\text{lb}}{\text{hr}} \frac{0.244 (1112 - 176)}{1.000 (111.5186 - 75)}$$

$$W_{H_2O} = 1,988.04 \times 0.244 \times 25.63$$

$$W_{H_2O} = 12,432.6 \text{ lb/hr} ;$$

MLDT.

FLUIDO CALIENTE	FLUIDO FRIO
1112 °F	111.52 °F = 1000.48
176 °F	75 °F = 101
	899.48

$$M.L.D.T. = \frac{899.48}{2.3 \text{ Log } \frac{1000.48}{101}} = \frac{899.48}{2.3 \text{ log } 9.9058} = \frac{899.48}{2.29965}$$

$$M.L.D.T. = 391.1 ;$$

Debido al rango de temperatura, la M.L.D.T. no es representativa de la temperatura media, por lo cual el coeficiente de transferencia U, variará a lo largo de la transferencia, y por lo cual tendremos que usar el concepto de temperatura calórica, calculando para ello, el coeficiente de transferencia de calor, tanto en la terminal-fria como en la caliente.

Por el tubo interior fluye el gas, y en el exterior el agua.

Tubo interior de 3 pulg. L.P.S. Ced. 40

A flujo = 0.0512 ft² ; Dint. = 0.255 ft ; Dext = 0.29166 ft ;

Tubo exterior de 4 pulg. I.P.S. Ced. 40

A flujo anulo = 0.0215831 ft² ; Dint = 0.3355 ft ;

Longitud de las horquillas 12 ft.

$$G_{\text{agua}} = \frac{W_{H_2O}}{A \text{ flujo del anulo.}} \quad ; \quad v_{n_0} = \frac{G_{\text{agua}}}{\rho_{\text{agua}}} ;$$

TERMINAL CALIENTE DEL CAMBIADOR:

Para el gas:

$$T_1 = 1112^\circ\text{F} = 600^\circ\text{C};$$

$$\bar{C}_{P1112^\circ\text{F}} = X_{\text{peso}_1} C_{P1} + X_{\text{peso}_2} C_{P2} + X_{\text{peso}_3} C_{P3};$$

$C_{P\text{SiF}_4}$	$= 0.175$
$C_{P\text{N}_2}$	$= 0.270$
$C_{P\text{CO}_2}$	$= 0.285$

$$\bar{C}_{P1112^\circ\text{F}} = (0.3216 \times 0.175) + (0.28649 \times 0.285) + (0.3919 \times 0.27)$$

$$\bar{C}_{P1112^\circ\text{F}} = 0.2437 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb } ^\circ\text{F}} \right];$$

$$\mu_{1112^\circ\text{F}} = 0.0845 \text{ cps};$$

$$\rho_{1112^\circ\text{F}} = \frac{1 \text{ atm} \times 42.38 \text{ gr/Mol}}{873^\circ\text{K} \times 0.082 \text{ Lt-atm}} \times \text{K Mol-gr} = 0.592 \text{ gr/Lt};$$

$$\rho_{\text{gas}} = 0.592 \left[\frac{\text{gr}}{\text{Lt}} \right] = 0.0369 \left[\frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} \right]$$

$$K = 0.0495 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{hr-ft}^2 (^\circ\text{F/ft})} \right];$$

$$G_{\text{gas}} = \frac{W_{\text{gas}}}{A \text{ flujo gas}} = 1,988.04 \left[\frac{\text{lb}}{\text{hr}} \right] \times \left[\frac{1}{0.0512} \right] = 38,800 \left[\frac{\text{lb}}{\text{hr-ft}^2} \right];$$

$$(N_{\text{Re}}) = \left[\frac{D G}{\mu} \right] = 38,800 \left[\frac{\text{lb}}{\text{hr-ft}^2} \right] \times \left[\frac{0.255 \text{ ft}}{0.0845 \text{ cps}} \right] \times \left[\frac{1 \text{ cps-ft-hr}}{2.42 \text{ lb}} \right]$$

$$(B_{\text{Re}}) = 4.8 \times 10^4 \Rightarrow \text{flujo turbulento.}$$

$$\text{De la fig. 24 (Kern). con } \frac{L}{D} = \frac{12 \text{ ft}}{0.255 \text{ ft}} = 47;$$

$$\text{obtenemos: } J_H = 140;$$

Calculamos ahora:

$$\left[\frac{C \mu}{K} \right]^{1/3} = \left[\frac{0.2437 \times 0.0845 \times 2.42}{0.0495} \right]^{1/3} = 1.002;$$

sustituyendo en la ecuación:

$$h_i = J_H \frac{K}{D} \left[\frac{C \mu}{K} \right]^{1/3}$$

$$h_i = 140 \times \left[\frac{0.0495}{0.2550} \right] \times 1.002$$

$$h_i = 27.228 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{hr} \cdot ^\circ\text{F} \cdot \text{ft}^2} \right];$$

Para el agua:

$$t_2 = 111.518 \text{ } ^\circ\text{F} = 44.17 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$C_{p111^\circ\text{F}}^{\text{H}_2\text{O}} = 0.9 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb} \cdot ^\circ\text{F}} \right];$$

$$\mu_{111^\circ\text{F}}^{\text{H}_2\text{O}} = 0.625 \text{ cps}; \rho_{111^\circ\text{F}}^{\text{H}_2\text{O}} = 61.933 \left[\frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} \right];$$

$$K = 0.364 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{hr} \cdot \text{ft}^2 \cdot (^\circ\text{F}/\text{ft})} \right];$$

Diámetro equivalente:

$$\text{Deq} = \left[\frac{D_2^2 - D_1^2}{D_1} \right]; \quad D_1 = \text{diám. ext. del tubo int.} = 0.29166 \text{ ft};$$

$$D_2 = \text{diám. inte. del tubo ext.} = 0.3355 \text{ ft};$$

$$\text{Deq} = \left[\frac{(0.3355)^2 - (0.29166)^2}{0.29166} \right] = 0.0942 \text{ ft};$$

Area de flujo en el ánulo:

$$A_{\text{flujo ánulo}} = \frac{\pi (D_2^2 - D_1^2)}{4} = 0.785 (0.0274945)$$

$$A_{\text{flujo ánulo}} = 0.0215831 \text{ ft}^2;$$

$$G_{\text{agua}} = \frac{W_{\text{H}_2\text{O}}}{A_{\text{flujo ánulo}}} = \frac{12,432.6}{0.0215831} \left[\frac{\text{lb}}{\text{ft}^2 \cdot \text{hr}} \right] = 576,000 \left[\frac{\text{lb}}{\text{hr} \cdot \text{ft}^2} \right];$$

$$v_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{G}{\rho} = 576000 \left[\frac{\text{lb}}{\text{hr} \cdot \text{ft}^2} \right] \times \left[\frac{1 \text{ ft}^3}{61.933 \text{ lb}} \right] = 9,000 \text{ ft/hr};$$

$$v_{\text{H}_2\text{O}} = 9000 \left[\frac{\text{ft}}{\text{hr}} \right] \times \left[\frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ seg}} \right] = 2.5 \text{ ft/seg};$$

$$(N_{\text{Re}})_{\frac{DG}{\mu}} = \left[\frac{0.0942 \text{ ft}}{0.625 \text{ cps.}} \right] \times \left[\frac{576,000 \text{ lb}}{\text{hr} \cdot \text{ft}^2} \right] \times \left[\frac{1 \text{ cps}}{2.42 \text{ lb}} \right]$$

$(N_{Re}) = 3.5 \times 10^4$; \implies flujo turbulento.

$L/D = 12/0.3355 = 35$; De la fig. 24 (Kern); $J_H = 110$;

calculando el prandtl:

$$\left[\frac{C\mu}{k} \right]^{1/3} = \left[\frac{0.9 \times 0.625 \times 2.42}{0.364} \right]^{1/3} = (3.73)^{1/3}$$

$$\left[\frac{C\mu}{k} \right]^{1/3} = 1.5505;$$

sustituyendo los valores en la ecuación:

$$h_o = J_H \frac{K}{D_{Eq}} \left[\frac{C\mu}{K} \right]^{1/3}; h_o = 110 \times \left[\frac{0.364}{0.0942} \right] \times 1.5505$$

$$h_o = 658.342 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{hr-ft}^2-\text{°F}} \right]; U_h = \left[\frac{h_o h_{oi}}{h_o + h_{oi}} \right] = \left[\frac{(27.2283)(658.342)}{(27.2283 + 658.342)} \right]$$

$$U_h = 26;$$

TERMINAL FRIA DEL CAMBIADOR:

Para el gas:

$$T_2 = 176^\circ \text{F} = 80^\circ \text{C};$$

se obtiene en: (34) $\left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb } ^\circ \text{F}} \right];$

$$C_{p\text{SiF}_4} = 0.174; C_{p\text{N}_2} = 0.2535;$$

$$C_{p\text{CO}_2} = 0.2635.$$

$$C_{p176^\circ \text{F}} = (0.3216 \times 0.174) + (0.28649 \times 0.2635) + (0.3919 \times (0.2535))$$

$$C_{p176^\circ \text{F}} = 0.230795 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb } ^\circ \text{F}} \right]; \mu_{176^\circ \text{F}} = 0.0275 \text{ cps};$$

$$D_i = 0.255 \text{ ft}; \rho_{176^\circ \text{F}} = \left[\frac{1 \times 42.38}{0.082 \times 353} \right] = 1.465 \left[\frac{\text{gr}}{\text{Lt}} \right] = 0.0913 \left[\frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} \right];$$

$$K_{176^\circ \text{F}} = 0.0175; G = 38,800 \left[\frac{\text{lb}}{\text{hr-ft}^2} \right];$$

$$(N_{Re}) = \frac{DG}{\mu} = \frac{0.255 \times 38,800}{0.0275 \times 2.42} = 233,000; L/D = 47;$$

Fig. 24 (Kern) (3)

$$J_H = 500;$$

$$\left[\frac{C\mu}{K} \right]^{1/3} = \left[\frac{0.230795 \times 0.0275 \times 2.42}{0.0175} \right]^{1/3}$$

$$\left[\frac{C\mu}{K} \right]^{1/3} = 0.8298; \quad h_1 = J_H \frac{K}{D} \left[\frac{C\mu}{K} \right]^{1/3};$$

$$h_1 = 500 \times \left[\frac{0.0175}{0.255} \right] \times 0.8298 \quad h_1 = 29.05$$

Para el agua:

$$t_1 = 75^\circ\text{F} = 23.8^\circ\text{C}; \quad C_P 75^\circ\text{F} = 0.9902 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb} \cdot ^\circ\text{F}} \right];$$

$$\mu_{75^\circ\text{F}} = 0.95 \text{ Cps}; \quad \rho_{\text{H}_2\text{O}} 75^\circ\text{F} = 0.99733 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{Lt}} \right] = 62.1374 \text{ lb/ft}^3;$$

$$K 75^\circ\text{F} = 0.358 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{hr-ft}^2 (^\circ\text{F/ft})} \right];$$

$$(N_{Re}) = \frac{D_{eq} v \rho}{\mu} = \frac{0.0942 \text{ ft} \times 9000 \frac{\text{ft}}{\text{hr}}}{0.95 \text{ Cps} \times 2.42 \frac{\text{lb}}{\text{Cps ft-hr}}} \times \left[\frac{62.1374 \text{ lb}}{\text{ft}^3} \right]$$

$$(N_{Re}) = 2.29 \times 10^4; \quad L/D = 35; \quad \text{De la Fig. 24 (KERN).}$$

$$J_H = 76; \quad \left[\frac{C\mu}{K} \right]^{1/3} = \left[\frac{0.9902 \times 0.95 \times 2.42}{0.358} \right]^{1/3} = (6.35)^{1/3}$$

$$\left[\frac{C\mu}{K} \right]^{1/3} = 1.8405; \quad h_o = J_H \left[\frac{K}{D_o} \right] \left[\frac{C\mu}{K} \right]^{1/3}$$

$$h_o = 76 \times \left[\frac{0.3580}{0.0942} \right] \times 1.8405; \quad h_o = 531 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{hr-ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}} \right]$$

$$U_c = \frac{h_o \cdot h_{oi}}{h_o + h_{oi}} = \frac{(29.05)(531)}{(531 + 29.05)} = \frac{15425.5}{560.05} \quad U_c = 27.54;$$

calculamos:

$$K_C = \frac{U_2 - U_1}{U_1} = \frac{27.54 - 26}{26} = 0.05923;$$

que está graficado en la fig. 17 (KERN) contra Re ;

se obtiene:

$$K_c = 0.05923; \text{ y } \frac{\Delta T_c}{\Delta T_h} = 0.10; \quad F_c = 0.295;$$

CALCULO DE LA TEMPERATURA CALORICA (23)

Temperatura calórica del fluido caliente:

$$T_c = T_2 + F_c (T_1 - T_2) \\ = 176 + 0.295 (1112 - 176)$$

$$T_c = 452.12^\circ \text{F};$$

Temperatura calórica del fluido frío:

$$t_c = t_1 + F_c (t_2 - t_1) \\ = 75 + 0.295 (111.5186 - 75)$$

$$t_c = 85.7729^\circ \text{F};$$

con las temperaturas calóricas, se vuelve a calcular el coeficiente de transmisión de calor.

Para el gas:

$$T_c = 452.12^\circ \text{F}; \quad C_{452^\circ \text{F}} = 0.2337 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}^\circ \text{F}}; \quad K_{452^\circ \text{F}} = 0.02448$$

$$\mu_{452^\circ \text{F}} = 0.043 \text{ cps};$$

$$R_{ep} = \frac{D G_p}{\mu} = \frac{0.255 \times 38,800}{0.043 \times 2.42} = 9.5 \times 10^4;$$

$$L/D = 47;$$

$$\left[\frac{\text{Btu}}{\text{hr-ft}^2 (\text{F/ft})} \right]$$

De la fig. 24 (KERN). $J_H = 240;$

$$\left[\frac{C\mu}{K} \right]^{1/3} = \left[\frac{(0.2337)(0.043)(2.42)}{(0.02448)} \right]^{1/3} = (0.99)^{1/3}$$

$$\left[\frac{C\mu}{K} \right]^{1/3} = 0.9966$$

sustituyendo valores:

$$h_i = J_H \frac{K}{D} \left[\frac{C\mu}{K} \right]^{1/3}$$

$$h_i = 240 \times \frac{0.02448}{0.2550} \times 0.9966 = \left[\frac{58.5522}{2.55} \right]$$

$$h_i = 22.96 ; h_{oi} = h_i \left[\frac{PI}{DE} \right] + 22.96 \times \left[\frac{0.25566}{0.29166} \right]$$

$$h_{oi} = 20.1;$$

Para el agua:

$$t_c = 85.7729^\circ F; a_a = 0.0215831 \text{ ft}^2 ; \text{ \u00c1rea de flujo.}$$

$$D_{eq} = 0.0942 \text{ ft}; \quad \mu_{85.77^\circ F} = 0.835 \text{ cps};$$

$$\text{Velc. m\u00e1sica } G_{\text{agua}} = \frac{W}{a_a} = \left[\frac{12,432.6 \text{ lb}}{2.15831 \times 10^{-2} \text{ ft}^2 \text{ -hr}} \right]$$

$$G_a = 576,000 \left[\frac{\text{lb}}{\text{hr -ft}^2} \right]; \quad K = 0.356;$$

$$Re = \frac{De G_a}{\mu} = \left[\frac{0.0942 \times 576,000}{0.835 \times 2.42} \right] = \left[\frac{54.2592 \times 10^4}{20.2070} \right]$$

$$Re = 26,850; \quad L/D = 35; \quad \text{KERN fig. 24}$$

$$J_H = 88 ;$$

$$\left[\frac{c \mu}{K} \right]^{1/3} = \left[\frac{1 \times 0.835 \times 2.42}{0.356} \right]^{1/3} = (5.67)^{1/3}$$

$$\left[\frac{c \mu}{K} \right]^{1/3} = 1.783$$

sustituyendo en la ecuaci\u00f3n:

$$h_o = J_H \frac{K}{De} \left[\frac{c \mu}{K} \right]^{1/3}$$

$$h_o = 88 \times \left[\frac{0.356}{0.0942} \right] (1.783) = \left[\frac{55.8578}{0.0942} \right]$$

$$h_o = 592$$

COEFICIENTE TOTAL:

$$U_c = \frac{h_{oi} h_o}{(h_{oi} + h_o)} = \left[\frac{(20.1) (592)}{(612.10)} \right] \quad U_c = 19.45;$$

$$\text{con } R_d = 0.003; \quad \frac{1}{U_D} = \frac{1}{U_c} + R_d;$$

$$\frac{1}{U_D} = \left[\frac{1}{19.45} \right] + 0.003 = (0.05141) + (0.003)$$

$$\frac{1}{U_D} = 0.05441 ; U_D = \left[\frac{1}{0.05441} \right] = 18.38;$$

Como:

$$Q = U_D A \Delta t; \text{ ó } Q = m c_p \Delta t; Q = 12,432.6;$$

$$A = \frac{Q}{U_D \Delta t} = \frac{-Q_{\text{gas}}}{U_D \Delta t} = \frac{Q_{\text{H}_2\text{O}}}{U_D \Delta t} = 12,432.6 \left[\frac{\text{lb}}{\text{hr}} \right] \times \left[\frac{1 \text{ Btu}}{\text{lb } ^\circ\text{F}} \right] \times$$

$$Q = (1.24326 \times 10^4 \times 3.65186 \times 10)$$

$$Q = 4.540211 \times 10^5 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{hr}} \right];$$

$$(36.5186) ^\circ\text{F}$$

$$Q = 454,021.1 \text{ Btu};$$

$$A = \left[\frac{454,021.1 \text{ hr}}{18.38 \times 366.3471} \right] = 67.427 \text{ ft}^2;$$

superficie externa/ ft lineal "a" = 0.917 ft²/ft;

$$\left[\frac{67.427 \text{ ft}^2}{0.917 \text{ ft}^2/\text{ft}} \right] = 73.53 \text{ ft}$$

se necesitan 4 horquillas, que son 96 ft lineales, pues 3 horquillas serían apenas 72 ft.

Por otro lado la U_D , corregida queda:

$$U_D = \frac{Q}{A \Delta t} = \left[\frac{454,021.1}{96 \times 0.917 \times 366.3471} \right] = \left[\frac{454,021.1}{322.502 \times 10^2} \right]$$

$$U_D = 1.40 \times 10 = 14 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{hr -ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}} \right];$$

ABSORCION DEL TETRAFLUORURO PARA FORMAR EL ACIDO FLUOROSILICICO.

El SiF_4 se disuelve en agua con reacción química, no obstante, las mediciones hechas sobre columnas de pared húmeda, muestran que la absorción de este gas puede --

ser explicada en base a la teoría de la doble capa y sugieren que la difusión del SiF_4 a través de la película gaseosa controla la velocidad de absorción. (41)

Bajo condiciones dadas de presión, se ha hallado -- que la fuerza de una solución de H_2SiF_6 , depende sobre -- todo de:

- 1.-) La cantidad de SiF_4 en los gases.
- 2.-) La cantidad de vapor de H_2O presente en los gases (en este caso no existe).
- 3.-) La temperatura a la cual los gases se absorben.

Una consideración importante es que la presión parcial del SiF_4 en el equilibrio sobre una solución de H_2SiF_6 , se incrementa rápidamente en la región de 30-35 % en peso, limitando la concentración obtenida por absorción a estos límites, (20)(2) y sólo por destilación puede obtenerse hasta un 60% en peso aproximadamente, sólo que esto se ría mas costoso y no tendría caso puesto que una solución entre 30-35% da un rendimiento entre 95-99% y producto de muy alta pureza (26).

Varios equipos pueden ser usados en la obtención del ácido fluorosilícico, pero debido a las dificultades encontradas por la precipitación de la sílica, puede usarse una torre de platos perforados, con una separación adecuada y registros o agujeros de hombre para facilitar -- la limpieza.

La operación se lleva a cabo a unos 70°C , provista la torre de un sistema de enfriamiento para eliminar -- el calor generado por la reacción y mantener la temperatura de absorción constante.

La solución del ácido es recirculada hasta que alcanza la concentración adecuada, siendo importante mantener un volumen grande de ácido en recirculación para que sea más efectivo el burbujeo de los gases y mantener la constancia de la temperatura, y el arrastre de la sílica, al fondo cónico (de 60°) de la torre, donde



te es descargada.

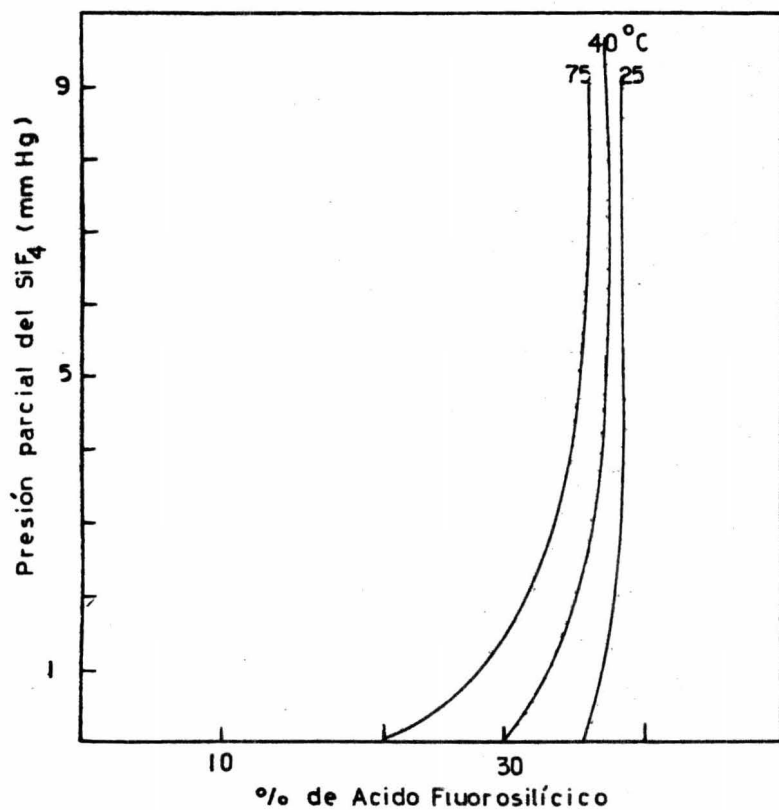
La torre trabajará a contracorriente, a la presión de 1 atm, o cercano a ella, y estará recubierta de neopreno.

La absorción conreacción ocurre de acuerdo con la ecuación: $3\text{SiF}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{SiF}_6 + \text{SiO}_2 \downarrow$

Para los cálculos de la absorción del tetrafluoruro fué necesario conocer las presiones de vapor a varias concentraciones del ácido para un rango de temperaturas. Ya que el ácido anhidro no es conocido, debería esperarse que el vapor de H_2O , HF y SiF_4 estuvieran presentes sobre las soluciones de H_2SiF_6 en el equilibrio.

La disociación ocurre presumiblemente de acuerdo a la ecuación: $\text{H}_2\text{SiF}_6 \rightleftharpoons \text{SiF}_4 + 2\text{HF}$;

Siendo determinante la presión parcial del SiF_4 en el equilibrio como puede observarse en la gráfica obtenida de los valores experimentales calculados. (†)



VALORES DE EQUILIBRIO DE LA PRESIÓN PARCIAL DEL TETRAFLUORURO DE SILICIO SOBRE SOLUCIONES DE ACIDO FLUROSILICICO.

SOLUCION DEL ACIDO FLUROSILICICO
75°C

% PE SO	ρ Sol Kg/Lt	En 1000 Lt Mo-- les de- H ₂ SiF ₆	En 1000Lt Moles de- H ₂ O	Moles to- tales.	Fracción Mol. del ácido X _A	Presión cial de F ₄ en el	Par Si- Eq	P _t = 1 atm. frac. Mol. de SiF ₄ en- el equilibrio.
22	1.1942	1.8235	51.7522	53.5757	0.03403	0.145		0.00019
24	1.2137	2.0217	51.2477	53.2694	0.03795	0.357		0.00046
25	1.2235	2.1229	50.9794	53.1023	0.03997	0.500		0.00065
26	1.2336	2.2261	50.7166	52.9427	0.04204	0.643		0.00084
28	1.2539	2.4367	50.1572	52.5939	0.04633	1.000		0.00131
30	1.2742	2.6531	49.5522	52.2053	0.05082	1.400		0.00197
32	1.2952	2.8765	48.930	51.8065	0.05552	2.357		0.00315
34	1.3119	3.1059	48.2611	51.3670	0.06046	3.285		0.00432
35	1.3267	3.2227	47.545	51.1315	0.06302	3.714		0.00488

MOLES DE GAS EN LA ENTRADA:

21.3242 Moles Gas ; FRAC. MOL. DEL SiF₄ EN LA ENTRADA:
hr

$$Y_{N+1} = 0.13 ; \quad \text{EN RAZON MOL : } Y_{N+1} = \frac{Y_{n+1}}{(1 - Y_{n+1})}$$

$$Y_{N+1} = \frac{0.13}{(1 - 0.13)} = 0.14942 ;$$

Para un 99 % de recuperación del gas de la entrada, el gas en la salida tiene :

$$n_1 = (21.3242) (0.13) (0.01) ; \quad n_2 = (21.3242)(0.13)(0.01)$$

$$n_1 = 0.0277 \text{ Kg Moles de SiF}_4 ;$$

Como el aire es constante, se tiene:

$$V_1^l = V_{n+1}^l = (0.99) (21.3242) = 21.1109 = n_{t1};$$

La fracción mol. del tetrafluoruro a la salida es:

$$Y_1 = \frac{n_1}{N_{t1}} = \frac{0.0277}{21.1109} = 0.00131;$$

y en razón mol queda: $Y_1 = \frac{0.00131}{(1-0.00131)} = 0.00131;$

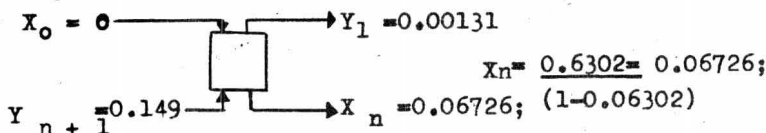
Por lo tanto se cuenta con los puntos siguientes:

$X_0 = 0$; Líquido en la entrada.

$Y_{n+1} = 0.149$; Entrada del gas.

$Y_1 = 0.00131$; Salida del gas.

Puesto que es una operación a contracorriente, el líquido de salida estará en equilibrio con el gas de entrada, en este caso, la fracción mol. del ácido en el líquido de salida es $X_n = 0.067$; o sea un ácido del 35% en peso.



La relación mínima o pendiente de la línea de operación sería:

$$\frac{L^l}{V_{\min}^l} = \frac{Y_{n+1} - Y_1}{X_n - X_0} = \frac{(0.149 - 0.00131)}{(0.067 - 0)} = \frac{0.14769}{0.06726}$$

$$\frac{L^l}{V_{\min}^l} = 2.196;$$

Si la relación del H_2O es 1.5 veces la mínima.

$$\frac{L^l}{V^l_{\text{real}}} = 1.5 \frac{L^l}{V^l_{\min}}; \quad = 1.5 (2.196); \quad \frac{L^l}{V^l_{\text{real}}} = 3.294$$

$$L^l_{\text{real}} = (3.294) (21.1109) (18) = 1,251.70 \frac{\text{Kg } H_2O}{\text{hr}} = \frac{\text{Lt } H_2O}{\text{hr}};$$

Para calcular el número de etapas teóricas analíticamente:

$$N_p = \frac{\log \left[\frac{Y_N + 1 - mX_0}{Y_1 - mX_0} \left[1 - \frac{1}{A} \right] + \frac{1}{A} \right]}{\log A}$$

(30) Por consideraciones económicas se ha encontrado que el factor de absorción A fluctúa entre A = 1.25 y 2;

Por lo tanto si: A = 1.5;

y sustituyendo la ecuación anterior.

$$N_p = \frac{\log \left[\frac{0.149 - (3.294)(0)}{(0.00131) - (3.294)(0)} \left[1 - \frac{1}{1.5} \right] + \frac{1}{1.5} \right]}{\log 1.5}$$

$$N_p = \frac{\log \left[\frac{0.149}{0.00131} \left[1 - \frac{1}{1.5} \right] + \frac{1}{1.5} \right]}{\log 1.5}$$

$$N_p = \frac{\log \left[(113.74) (1 - 0.66666) + (0.66666) \right]}{\log 1.5}$$

$$N_p = \frac{\log (38.5806)}{\log 1.5} = \frac{1.585}{0.1751} = 9.05197;$$

Ahora, para calcular la eficiencia real de plato, — utilizamos la gráfica 6 - 15 Treybal.

Calculamos primero: $\frac{m M_L \mu_L}{\rho_L}$;

Donde:

μ_L = viscosidad del líquido Absorbente. (cps).

M_L = Peso molecular del Líquido Absorbente.

ρ_L = densidad del líquido absorbente. (lb/ft³).

m = pendiente de la línea de operación.

$$\text{sustituyendo: } \frac{m M_L \mu_L}{\rho_L} = \frac{(3.294)(18)(0.35)}{(60.7393)} = 0.34$$

que corresponde a un rendimiento de bandeja de:

$$E_0 = 0.5;$$

que coincide con (ocón-tojo (30) refiriendo se que el rendimiento por etapa en absorción es relativamente bajo, variando entre: $E_0 = 0.2$ y 0.5

sabiendo que: (30)

$$E_o = \frac{\# \text{ de bandejas ideales requeridas}}{\# \text{ de bandejas reales requeridas}};$$

de bandejas reales requeridas = # de bandejas —
 -----ideales requeridas.
 Sustituyendo : E_o

$$\# \text{ bandejas reales requeridas} = \frac{9.05197}{0.5} = 18.1039$$

etapas reales.

Cuando durante la absorción hay precipitación de un sólido se recomienda un espaciamento entre plato entre - 16 - 18 pulg, para facilitar la limpieza. ()

ALTURA DE LA TORRE:

$$Z_{\text{torre}} = 18.1039 \times 16 \text{ pulg} \times 0.0254 \frac{\text{m}}{1 \text{ pulg}} = 7.357 \text{ m};$$

Los platos poseen perforaciones circulares de 3/16 - pulg. de diámetro, con una distancia entre centros de — 1/2 pulg.

DIAMETRO DE LA TORRE

Para un espaciamento de platos de 16 pulg. se obtiene K_v (29) de la gráfica 19-32(29) y calcular así la — velocidad máxima permisible del gas en ft/seg.

$$K_v = 0.11; \quad \rho_v = 1.465 \text{ gr/Lt} = 0.0913 \text{ lb/ft}^3;$$

$$U_c = K_v \sqrt{\frac{\rho_L - \rho_v}{\rho_v}} \quad \rho_L = 1.3267 \text{ Kg/Lt} = 82.6 \text{ lb/ft}^3$$

$$U_c = 0.11 \sqrt{\frac{(82.6 - 0.0913)}{0.0913}};$$

$$U_c = 3.307 \frac{\text{ft}}{\text{seg}} = 1.00863 \frac{\text{m}}{\text{seg}};$$

se calcula el diámetro (30)

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 21.3242 \times 348}{3.1416 \times 1.00863 \times 3600}}$$

$$D = \sqrt{\frac{29.6832 \times 10^3}{11.4073 \times 10^3}} = \sqrt{2.60}$$

D = 1.6. m;
torre

En el gas de salida se tienen:

$$n_1 = 0.0277 \text{ Kg. Mol de SiF}_4;$$

o sean :

$$0.02772 \text{ Kg Mol SiF}_4 \times \left[\frac{104.08 \text{ Kg SiF}_4}{\text{Kg Mol SiF}_4} \right] = 2.89 \text{ Kg de SiF}_4 =$$

o sea que se absorben:

$$290.62 \text{ Kg SiF}_4 - 2.89 \text{ Kg SiF}_4 = 287.73 \text{ Kg. de SiF}_4;$$

que significan:

$$287.73 \text{ Kg. SiF}_4 \times \left[\frac{288 \text{ Kg H}_2\text{SiF}_6}{312 \text{ Kg SiF}_4} \right] = 265 \text{ Kg. de H}_2\text{SiF}_6;$$

Pero como forman una sol. del 35%:

Peso total de la solución formada

$$265 \text{ Kg H}_2\text{SiF}_6 \times \left[\frac{100}{35} \right] = 758.86 \text{ Kg};$$

o sea que son:

$$265.6 \text{ Kg H}_2\text{SiF}_6 \quad (35\% \text{ PESO})$$

$$\text{y } 493.26 \text{ Kg de H}_2\text{O} \quad (65\% \text{ PESO})$$

$$758.86 \text{ Kg de Sol.}$$

La densidad de la solución es:

$$= 1.32 \frac{\text{Kg}}{\text{Lt}};$$

El volumen de la solución es:

$$V = \frac{758.86 \text{ Kg}}{\text{sol. } 1.32 \frac{\text{Kg}}{\text{Lt}}} = 579.89 \frac{\text{Lt}}{\text{hr}}$$

TANQUE DE SEDIMENTACION.

La solución se manda a reposar 4 hrs. a un tanque -- de sedimentación. (24).

La forma más sencilla de un espesador, es un tanque de sedimentación ordinario, arreglado convenientemente-- para la eliminación del líquido después del asentamiento

de los sólidos. Los tanques de sedimentación continuos, no mecánicos, tienen un fondo cónico, con la pendiente de sus generatrices mayor que el ángulo del reposo o talud natural de sedimentación, de modo que al abrir la válvula de extracción, escurran todos los sedimentos. Las extracciones deberán cerrarse con grifos colocados cerca del cono del tanque o con válvulas de compuerta, de modo que las obstrucciones por coagulaciones puedan remediarse fácilmente, empujándolas con una varilla.

El espesador más ampliamente usado es el tipo comercial de Dorr.

Como la solución reposa 4 hrs. la solución que contiene el tanque es:

$$579.89 \frac{[\text{Lt}]}{[\text{hr}]} \times 4 \text{ hr} = 2,319.56 \text{ Lt};$$

y si el cuerpo del tanque es cilíndrico vertical, el volumen del tanque, dándole un margen de seguridad de 20% sería:

$$V_{\text{tanque}} = 2,319.56 \times 1.20 = 2,783.5 \text{ Lt};$$

y si se hace: $h = D$;

$$V = \left[\frac{\pi}{4} D^3 \right] = 0.785 D^3 ; \quad D = \sqrt[3]{\frac{V}{0.785}}$$

sustituyendo:

$$D = \sqrt[3]{\frac{2,783.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{0.785}} ; \quad D = 1.525 \text{ m};$$

El tanque estará recubierto de neopreno.

FILTRO DEL VACIO.

La solución se descarga cada 4 horas, pasándose por un filtro de vacío, para eliminar totalmente las partículas de sílica. La solución posee un porcentaje muy bajo de sólidos, pues parte se queda en el fondo de la torre absorción y otro gran porcentaje en el tanque de sedimentación.

Para la clarificación de la solución, se recomienda

un filtro de vacío de recubrimiento previo, que es en realidad un filtro de tambor rotatorio modificado, para filtrar pequeñas cantidades de sólidos finos o gelatinosos ($\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) que ordinariamente obstruyen las telas-filtrantes. Las tortas formadas sobre filtros rotatorios de vacío industriales tienen un espesor de 0.3 a 4 cms. (29)

Los tamaños normales de tambores varían entre 0.3m (30 cms.) de diámetro y 0.3 m (30 cms.) de longitud, -- hasta 3m de diámetro y 5m de longitud.

En este caso se usará un filtro rotatorio de vacío según especificaciones dadas por "Dorr Oliver filters".

Diámetro = 3 ft = 0.91 m;

Longitud = 1 ft = 0.305m;

Area de filtración = $9 \text{ ft}^2 = 0.836 \text{ m}^2 \dagger$

Tiempo total de -

operación = 30 min. ;

TANQUE DE NEUTRALIZACION.

La solución filtrada pasa a un tanque, donde se va a neutralizar con una solución de cloruro de sodio al 25 % (). El tiempo de residencia es entre 20 -30 min.

$V_{\text{sol. } 35\%} = 2,319.56 \text{ Lt}$;

Peso total de la sol. = $2,319.56 \text{ Lt} \times 1.32 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{Lt}} \right] = 3,061.81 \text{ Kg.}$

De los cuales son:

$(3,061.81 \times 0.35) = 1,071.63 \text{ Kg. de } \text{H}_2\text{SiF}_6$;

$(3,061.81 \times 0.65) = 1,990.18 \text{ Kg. de } \text{H}_2\text{O}$;

De acuerdo con la reacción:



y considerando un exceso de 5% en peso y eficiencia del 95 %:

$$\left[1,071.63 \text{ Kg. } \text{H}_2\text{SiF}_6 \right] \times \left[\frac{117 \text{ Kg NaCl}}{144 \text{ Kg } \text{H}_2\text{SiF}_6} \right] \times [1.05] \times \left[\frac{1}{0.95} \right] =$$

962.643 Kg. NaCl.

que están en solución al 25%, con:

$$962.643 \text{ Kg NaCl} \times \left[\frac{75 \text{ Kg H}_2\text{O}}{25 \text{ Kg NaCl}} \right] = 2,887.92 \text{ Kg o Lt de H}_2\text{O}$$

Como la densidad de una sol. de cloruro de sodio -
al 25% es:

$$\rho_{\text{NaCl } 25\%} = 1.186 \frac{\text{Kg}}{\text{Lt}} ;$$

el vol. de la solución de cloruro es :

$$V_{\text{sol. NaCl } 25\%} = (962.463 + 2,887.92) \text{ Kg} \times \frac{1 \text{ Lt sol.}}{1.186 \text{ Kg}}$$

$$V_{\text{sol. NaCl}} = 3,246.67 \text{ Lt};$$

y el volumen del tanque de neutralización queda:

$$V_t = (V_{\text{acido}} + V_{\text{nacl}}); \quad V_t = 2,319.56 \text{ Lt} + 3,246.67 \text{ Lt};$$

$$V_t = 5,566.23 \text{ Lt};$$

dando un margen de seguridad del 25%, el volumen de diseño será:

$$V_d = 5,566.23 \times 1.25 \quad V_d = 6.96 \text{ m}^3;$$

$$V_d = 6,957.78 \text{ Lt} = 6.96 \text{ m}^3$$

PARA UN TANQUE CILINDRICO VERTICAL, CON AGITACION Y CON

$$h = 1.25 D_t;$$

El diámetro del tanque neutralizador:

$$V = \pi r^2 h; \quad V = \left[\frac{D_t^2}{2} \right] [1.25 D_t]; \quad V = 0.785 (1.25) D_t^3$$

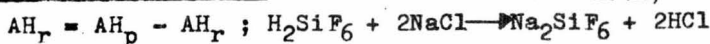
$$D_t^3 = \frac{V}{0.98};$$

$$D_t = \sqrt[3]{\frac{6.96}{0.98}}$$

$$D_t = 1.922 \text{ m}; \quad y$$

$$h = 2.4 \text{ m};$$

BALANCE DE ENERGIA:



$$AH_{\text{H}_2\text{SiF}_6} = 545 \text{ Kcal/Mol.}$$

$$AH_{\text{NaCl}} = 2(-97.32) = -194.64 \text{ Kcal/Mol.}$$

$$AH_{\text{Na}_2\text{SiF}_6} = 658 \text{ Kcal/Mol.}$$

$$AH_{\text{HCl}} = 2(-39.85) = -79.72 \text{ Kcal/mol};$$

$AH_R = (658.31 - 79.72) - (545 - 194.64)$
 $AH_R = 228.13 \text{ Kcal/Mol} = 410.63 \text{ Btu/Mol};$
 La reacción es exotérmica.

AGITADOR DEL REACTOR:

El impulsor será de 3 aspas, de acuerdo con los siguientes cálculos para (4) la potencia necesaria para la agitación.

Diámetro del tanque $D_t = 1.922 \text{ m} = 6.30 \text{ ft};$

Altura del líquido $Z_1 = 1.922 \text{ m} = 6.30 \text{ ft};$

Diámetro del impulsor D^1

$D^1 = (1/3 \text{ a } 1/2 D_t) = 0.64066 \text{ m} = 2.10 \text{ ft};$

Elevación del impulsor

Revoluciones $N = 180 \text{ r.p.m.} = 3 \text{ r.p.s.}$

calculamos:

$$\frac{D_t}{D^1} = \frac{6.30}{2.10} = 3; \quad \frac{Z_1}{D^1} = \frac{6.30}{2.10} = 3; \quad \text{y}$$

$$\frac{Z_1}{D^1} = \frac{2}{2.10} = 0.95238;$$

Por lo que las especificaciones encajan, en las del tipo # 4. (14)

TIPO DE IMPULSOR	$\frac{D_t}{D^1}$	$\frac{Z_1}{D^1}$	$\frac{Z_1}{D^1}$	a	b	curva No.
IMPULSOR MARINO DE 3 ASPAS. PASO = D^1	3	2.7-3.9	0.75-1.3	2.1	18	4

$$\mu = 1.9 \text{ cps.}$$

$$t = 86^\circ \text{F} = 30^\circ \text{C};$$

$$\rho = 1.32 \frac{\text{Kg}}{\text{Lt}} = 82.24 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}; \quad N = 180 \text{ r.p.m.} = 3 \text{ r.p.s.}$$

Para calcular la potencia requerida para este impulsor marino de 3 hojas; se calcula primero:

de Reynolds:

$$N_{re} = \frac{D^1 \cdot 2 \cdot N \rho}{\mu} = \frac{(210)^2 (3) (82.24)}{(1.9 \times 6.72 \times 10^{-4})}$$

$N_{re} = 85.2153 \times 10^4$; y con este Reynolds, se obtiene de la gráfica: (14)

$$\frac{(N_{po})}{(N_{fr})^b (a - \log N_{re})} = 0.22;$$

sustituyendo los valores conocidos se tiene que:

$$\left[\frac{a - \log N_{re}}{b} \right] = \left[\frac{21 - \log 8.5215 \times 10^5}{18} \right]; = -0.21283$$

o sea que:

$$\frac{(N_{po})}{(N_{fr})^{-0.21283}} = 0.22; \quad (N_{po}) = \frac{0.22}{(N_{fr})^{-0.21283}};$$

y por otro lado: el número de Froude:

$$(N_{fr}) = \frac{N^2 D^1}{g} = \frac{(3)^2 (2.10)}{32.2}; \quad (N_{fr}) = 0.58695;$$

que sustituyendo en la ecuación anterior:

$$(N_{po}) = \frac{0.22}{10.58695^{0.21283}}; \quad (N_{po}) = 0.24644;$$

donde:

$$(N_{po}) = \frac{P g}{N^3 D^{15} \rho} = 0.24644;$$

y la potencia requerida será:

$$P = \frac{(N_{po}) N^3 D^{15} \rho}{g} = \frac{(0.24644) (3)^3 (2.1)^5 (82.24)}{32.2}$$

$$P = \frac{694.059 \text{ ft-lbf}}{\text{seg}} = \frac{694.059}{550} = 1.262 \text{ HP.}$$

ESPESOR DE LA PARTE RECTA DEL REACTOR O NEUTRALIZADOR.

$$t = \frac{P_d D}{2SE} + C;$$

t = espesor.

P_d = presión de diseño.

D = diámetro del tanque

S = esfuerzo de trabajo.

E = eficiencia de la soldadura.

C = coeficiente de seguridad.

P_t = presión de trabajo.

d = densidad de la mezcla.

h = Altura de la mezcla.

$$P_d = 2.5 P_t ;$$

$$\rho_{\text{mezcla}} = 1.37 \frac{\text{Kg}}{\text{Lt}} ;$$

$$P_t = \frac{hd}{10} = \left[\frac{1.922 \times 1.37}{10} \right]$$

$$P_t = 0.263 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right] ;$$

$$\text{siendo: } S = 18,750 \left[\frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} \right] = 1,320 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right] ; \text{ y } E=0.8;$$

$$C = 0.125 \text{ pulg} = 0.318 \text{ cm};$$

$$P_d = 2.5 P_t = 2.5 \times 0.263 = 0.6582 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right] ;$$

$$t = \frac{P_d \times D}{2 S E} + C = \left[\frac{0.6582 \times 1.922}{2 \times 1320 \times 0.8} \right] + 0.318 ;$$

$$t = 0.0598 + 0.3180 ; \quad t = 0.3778 \text{ cm};$$

por lo cual se selecciona un espesor comercial de 3/16 - pulg.

TANQUE DE DISOLUCION DEL NaCl.

El volumen de la solución del NaCl, sacado anteriormente es:

$$V_{\text{sol. NaCl}} = 3,246.67 \text{ Lt}; = 3.246 \text{ m}^3 ;$$

25%

este tanque será cilíndrico vertical con $h=1.25 D_t$; y - con un mezclador o agitador de hélice.

Dando un margen de seguridad del 25% se tiene que el volumen de diseño es:

$$V_d = 3,246.67 \times 1.25 = 4,058.33 \text{ Lt.}$$

$$V_d = 4.06 \text{ m}^3 ;$$

para este tipo de tanques : $V = 0.98 D_t^3$;

$$D_t = \sqrt[3]{\frac{V_o}{0.980}} = \sqrt[3]{\frac{4.06}{0.98}}$$

$$D_t = 1.606 \text{ m}; \quad \therefore h = 2.0075 \text{ m};$$

y para calcular la potencia y especificaciones del mezclador se obtiene:

$$D_t = 1.6 \text{ m} = 5.2459 \text{ ft}; \quad \left[\frac{D_t}{D^I} \right] = \left[\frac{5.2459}{1.74754} \right] = 3;$$

$$Z_1 = 1.6 \text{ m} = 5.2459 \text{ ft}; \quad \left[\frac{Z_1}{D^I} \right] = \left[\frac{5.2459}{1.74754} \right] = 3;$$

$$D = 0.533 \text{ m} = 1.7475 \text{ ft};$$

$$Z_i = 0.610 \text{ m} = 2 \text{ ft};$$

$$N = 180 \text{ r.p.m.} = 3 \text{ r.p.s.}; \quad \left[\frac{Z_i}{D^I} \right] = \left[\frac{2}{1.74754} \right] = 1.144;$$

$$\left[\frac{Z_i}{D^I} \right] = \left[\frac{2}{1.74754} \right] = 1.144;$$

encajando estas especificaciones, en el tipo # 4, de la tabla, de la pag. 528 ().

o sea:

Impulsor marino de 3 aspas.

$$\text{con } \left[\frac{D_t}{D^I} \right] = 3; \quad \left[\frac{Z_1}{D^I} \right] = (2.7 - 3.9); \quad \left[\frac{Z_i}{D^I} \right] = (0.75 - 1.3);$$

y $a=2.1$; $b=18$; representado por la curva número 4.

$$\mu_{25^\circ\text{C}} = 2 \text{ cps}; \quad \rho_{25^\circ\text{C}} = 1.186 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{Lt}} \right] = 73.8997 \text{ lb/ft}^3;$$

$$N=180 \text{ r.p.m.} = 3 \text{ r.p.s.}$$

El número de Reynolds:

$$N_{re} = \left[\frac{D^I{}^2 N \rho}{\mu} \right] = \left[\frac{(1.74754)^2 (3) (73.8987)}{(2 \times 6.72 \times 10^{-4})} \right]$$

$N_{re} = 5.031 \times 10^5$; y de la gráfica, curva # 4 se obtiene:

$$\frac{(N_{po})}{(N_{fr}) (a - \log N_{re})} = 0.235 ;$$

$$\frac{(N_{po})}{(N_{fr}) (a - \log N_{re})} = 0.235 ;$$

$$\left[\frac{a - \log N_{re}}{b} \right] = \left[\frac{2.1 \log 5.03 \times 10^5}{18} \right]$$

$$\left[\frac{a - \log N_{re}}{b} \right] = -0.20011 ;$$

$$(N_{po}) = 0.235 ;$$

$$\frac{(N_{po})}{(N_{fr})} = 0.20011$$

El número de Froude:

$$(N_{fr}) = \left[\frac{N^2 D^3}{g} \right] = \left[\frac{(3)^2 (1.74754)}{32.2} \right]$$

$$(N_{fr}) = 0.48844 ; (N_{po}) = \frac{0.235}{(N_{fr})^{0.20011}} ;$$

$$(N_{po}) = \left[\frac{0.235}{(0.48844)^{0.20011}} \right] ; (N_{po}) = 0.27123 ;$$

$$(N_{po}) = \left[\frac{P g}{N^3 D^{15}} \right] = 0.27123 ;$$

$$P = \left[\frac{(N_{po})^3 N^3 D^{15}}{g} \right] = \left[\frac{(0.27123)^3 (27)(1.74754)^{15} (73.898)}{32.2} \right]$$

$$P = 273.812 \left[\frac{\text{ft} \cdot \text{lb}}{\text{seg}} \right] ; P = 0.4978 \text{ HP} ; P = 1/2 \text{ HP} ;$$

TANQUE DE SEDIMENTACION DEL FLUOROSILICATO. ()

El proceso recomienda un tanque de sedimentación para el producto de la neutralización y mandar el líquido al tanque de alimentación del NaCl; que puede obtenerse por reacción del Na_2CO_3 con el ácido HCl formado por la neutralización.

El peso total es de 6,912.37 Kg;
y como se tiene una densidad de:

$$\rho = \frac{1.37 \text{ Kg}}{\text{Lt}} ;$$

el volumen es de:

$$V = \frac{6,912.37 \text{ Kg}}{1.37 \text{ Kg/Lt}} = 5,045.52 \text{ Lt};$$

para este tipo de tanques : H = D; $V_d = 5,045 \times 1.25$

$$D = \sqrt[3]{\frac{6.307 \text{ m}^3}{0.785}} = 2 \text{ m}; \quad V_d = 6,306.9 \text{ Lt}$$

CENTRIFUGACION DE LA SAL;

Fluorosilicato formado:

$$1,071.63 \text{ Kg } H_2SiF_6 \times \frac{(188 \text{ Kg } Na_2SiF_6)}{(144 \text{ Kg } H_2SiF_6)} \times 0.95 = 1,329.11 \text{ Kg. de } Na_2SiF_6 ;$$

como las cristales tendrán una humedad del 22% en base húmeda cuando salgan de la centrifuga. Entonces su humedad en base seca será: $\frac{0.22}{(1-0.22)} = 0.28205; ()$

Por lo que el sólido húmedo que sale de la centrifuga pesa:

$$1,329.11 \times 1.28205 = 1,703.98 \left[\frac{\text{Kg Sal húmeda}}{\text{hr}} \right];$$

Por lo que se elige una centrifuga:

capacidad de la centrifuga : 1,800 $\left[\frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \right]$;

Tipo: de canasta perforada

discontinua.

Diámetro de la canasta: 1 m;

Volumen por carga: $0.22 \text{ m}^3 = 220 \text{ Lt}$;

Ciclo de tiempo (min): 10- 15 min;

Carga de la canasta: 159-318 Kg;

Capacidad TON/hr : 0.6 -2.5 TON/hr;

potencia: 8 H P.

Material de construcción: Acero forrado de polietileno. PO -801. Velocidad: 1,000 R.P.M.

SECADO DE LA SAL.

La sal se lleva a un secador rotatorio, donde entra con una humedad del 22% y sale con una del 0.3%.

SAL HUMEDA: 1,703.98 Kg

contenido de agua en la alimentación:

$$1,703.98 \text{ Kg SAL HUMEDA} \times 0.22 \text{ Kg H}_2\text{O} = 374.875 \text{ Kg de}$$

$\frac{\text{Kg Sal Hum.}}{\text{H}_2\text{O/hr}}$

$$\text{Sal seca: } 1,703.98 - 374.875 = 1,329.11 \text{ Kg.};$$

El contenido de agua del producto - $\frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$

$$\text{será: } \frac{X}{(1,329.11 + x)} = 0.003; \quad X = 3.999 = 4 \text{ Kg H}_2\text{O/hr};$$

$$(1,329.11 + x)$$

Producto total:

$$(1,329.11 + 4) = 1,333.11 \text{ Kg/hr};$$

Evaporación:

$$(374.875 - 4) = 370.875 \text{ Kg/hr};$$

Se cuenta con aire con una temperatura de bulbo seco de $t_g = 25^\circ\text{C}$, el cual se calienta hasta 150°C a humedad constante. Por lo tanto el aire de entrada tendrá una humedad de $H_1 = 0.007 \frac{\text{Kg Agua}}{\text{Kg AIRE SECO}}$;
y $t_{b1} = 15^\circ\text{C}$

La humedad, está presente en los cristales en forma de solución saturada, por lo que la temperatura de termómetro húmedo del aire es la correspondiente al caso en que se utiliza una solución saturada de la sal en lugar de la que se tendría para el agua líquida. Sin embargo la temperatura de termómetro húmedo del aire, cuando está en contacto con agua líquida, es un valor satisfactorio para los cálculos de secado, pudiendo calcularse este valor, por aproximaciones sucesivas.

Primera aproximación:

$$\text{se supone, } t_w = 43.33^\circ\text{C} = 110^\circ\text{F};$$

$$\text{y se utiliza: } \frac{\text{hg}}{29 \text{ KgP}} = 0.26; \text{ y siendo: } t_g = 150^\circ\text{C};$$

$$W_g = 0.007; \quad W_w = 0.0594; \quad \lambda_w = 572.636;$$

W_g = humedad inicial del aire. $\left[\frac{\text{Kg Agua}}{\text{Kg Aire Seco}} \right]$;

W_w = humedad de saturación, a t_w supuesta $\left[\frac{\text{Kg Agua.}}{\text{Kg. A. Seco}} \right]$;

λ_w = calor latente de vaporización del agua a t_w supuesta. $\left[\frac{\text{Kcal.}}{\text{Kg}} \right]$;

$$W_w - W_g = 0.05944 - 0.007 = 0.05244 \leftarrow$$

se hace que: $\varphi = \left[\frac{h_g (t_g - t_w)}{29 \text{ Kg P } \lambda_w} \right]$;

y se sustituye :

$$\varphi = \left[\frac{(0.26)(150 - 43.33)}{572.636} \right] = 0.04843 \leftarrow$$

por lo tanto t_w supuesta es elevada.

Haciendo otras aproximaciones, se llega a que, si se supone $t_w = 42.25^\circ\text{C}$; (108.05°F) .

y de tablas: $W_w = 0.05587$; $\lambda_w = 573.24$;

$$W_w - W_g = (0.05587 - 0.007) = 0.04887; \leftarrow$$

y $\varphi = \left[\frac{(0.26)(107.75)}{573.24} \right] = \left[\frac{28.015}{573.24} \right] = 0.04887; \leftarrow$

se igualan valores, o sea que la temperatura de bulbo húmedo, para una solución saturada de fluorosilicato y las condiciones del aire a la entrada son:

$$t_w = 42.25^\circ\text{C} = 108.05^\circ\text{F};$$

Si todo el calor fuera transmitido directamente del aire al sólido seco, la temperatura de salida de la sal sería $t = 42.25^\circ\text{C}$, por lo cual para asegurar una capacidad de secado adecuada, se supone que la sal que sale del secadero está a 83°C .

Por otro lado empíricamente, se ha encontrado que los secaderos rotatorios operan más económicamente cuando el número total de unidades de transferencia está comprendido entre 1.5 y 2.5 ().

$$NTU = \ln \left[\frac{t_{g1} - t_w}{t_{g2} - t_w} \right] ;$$

suponiendo: $NTU = 1.5$; y sustituyendo los valores:

$$1.5 = \ln \left[\frac{150 - 42.25}{t_{g2} - 42.25} \right] ;$$

resolviendo se tiene que: $t_{g2} = 66.194 \text{ } ^\circ\text{C}$;

Balance de energía:

Calor necesario para elevar hasta la temperatura de descarga, el producto.

$$\begin{aligned} q_1 &= (1,329.11) (0.22) (83 - 25) + (4) (1) (83 - 25) \\ &= 17,191.4 \left[\frac{\text{Kcal}}{\text{hr}} \right] ; \end{aligned}$$

calor necesario para eliminar la humedad:

$$\begin{aligned} q_2 &= 370.875 \left[(42.25 - 25) + 573.24 + 0.45(66.194 - 42.25) \right] \\ &= 222,993 \left[\frac{\text{Kcal}}{\text{hr}} \right] ; \end{aligned}$$

calor total: $q_t = q_1 + q_2 = 222,993 + 17,191.4$

$$q_t = 240,184 \left[\frac{\text{Kcal}}{\text{hr}} \right] ;$$

AIRE NECESARIO:

Calor húmedo del aire que entra $= 0.24 + 0.45(0.007)$
 $= 0.24315$;

Utilizando un calor húmedo medio de 0.255;

$$G_g^1 S (0.255) (150 - 66.194) = 240,184.4 ;$$

$$G_g^1 S = 11,239 \left[\frac{\text{Kg A.S.}}{\text{hr}} \right] ;$$

$$W_2 = \left[\frac{370.875}{11,239} \right] + 0.007 ;$$

$$W_2 = 0.03999 ;$$

$$S_2 = 0.24 + 0.45 (0.03999); \quad S_2 = 0.25799;$$

$$S_{\text{medio}} = \left[\frac{0.24315 + 0.25799}{2} \right] = 0.25057; \quad \text{que comprueba -}$$

la suposición hecha, del calor húmedo medio.

El aire saturado a $66.19^\circ\text{C} = 151.149^\circ\text{F}$, tiene una-humedad de 0.22088 $\left[\frac{\text{Kg Agua}}{\text{Kg Aire S.}} \right]$;

Por lo que el porcentaje de humedad del aire que se le es:

$$\% \text{ de humedad} = \left[\frac{(0.03999) (100)}{(0.22088)} \right] = 18.105 \%$$

Diámetro del secador:

Calculando un exceso del 9% , sobre el aire necesario calculado anteriormente, para considerar las pérdidas de calor, se tiene :

$$11,239 \times 1.09 = 12,251 \quad \left[\frac{\text{Kg Aire Seco}}{\text{hr}} \right]$$

$$G_g S = 12,251 \left[1 + (0.0399) \frac{11,239}{12,251} \right]$$

$$G_g S = 12,700.3 \quad \left[\frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \right];$$

La velocidad del aire, para que no ocasione grandes arrastres de polvo, debe oscilar entre: $G = \left[\frac{400-1400 \text{ lb}}{\text{hr} - \text{ft}^2} \right]^2$
 $= \left[1,955 - 19,550 \frac{\text{Kg}}{\text{hr} - \text{m}^2} \right]$;

y si se selecciona una velocidad másica de :

$$G = \left[\frac{4,800 \text{ Kg}}{\text{hr} - \text{m}^2} \right]; \quad S = \frac{12,700.3 \text{ Kg/hr}}{4,800 \frac{\text{Kg}}{\text{hr} - \text{m}^2}} = 2.6459 \text{ m}^2;$$

$$D = \sqrt{\frac{S}{0.785}} = \sqrt{\frac{2.6459}{0.785}} \quad D = 1.837 \text{ m}$$

Coefficiente global de transmisión de calor.

Coefficiente global de transmisión de calor:

$$U_a = \left[\frac{57 \text{ G}^{0.16}}{D} \right]; \quad (3); \quad U_a = \frac{57(4,800)^{0.16}}{1.837} = 120.407;$$

Cálculo del volumen del secadero;

Sea:

q_p = calor necesario para precalentar el sólido mojado desde la temperatura de entrada hasta la del termómetro húmedo.

q_s = calor necesario para calentar el producto desde la temperatura del termómetro húmedo hasta la de descarga.

q_v = calor necesario para evaporar el agua a la temperatura del termómetro húmedo.

Período de precalentamiento:

$$q_p = 1,329.11 (0.22) (42.25 - 25) + 374.875(1)(42.25 - 25)$$

$$q_p = 11,510.5 \approx 11,511 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}} ;$$

$$\text{cambio de temp. del aire} = \left[\frac{11,511}{240,184.4} \right] (150 - 66.1944)$$

$$= 4.01559 = 4^\circ \text{C};$$

Temp. del aire al final del período de precalentamiento = $(66.1944 + 4) = 70.1944^\circ\text{C}$;

Diferencia media de temperaturas:

$$(70.1944 - 4) = 66.1944 ; (25 - 4) = 21; -$$

$$\text{Atm} = \left[\frac{(66.1944 - 21)}{2.3 \log \frac{66.1944}{21}} \right] = 39.418^\circ \text{C}$$

$$\text{Atm} = 39^\circ\text{C};$$

Período de calentamiento:

$$q_s = 1,329.11 (0.22)(83 - 42.25) + 4(1) (83 - 42.25)$$

$$q_s = 12,078.4 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}} ;$$

$$\text{cambio en la temperatura del aire} = \left[\frac{12,078.4}{240,184.4} \right] (150 - 66.1944)$$

$$= 4.213^\circ\text{C} = 4^\circ\text{C};$$

temperatura del aire al principio de este período:

$$(150 - 4) = 146^\circ\text{C};$$

diferencia media de la temperatura:

$$(146 - 4) = 142; \quad (42.25 - 4) = 38.25;$$

$$\Delta t_m = \frac{(142 - 38.25)}{2.3 \log \frac{142}{38.25}} = 79.1924$$

$$\Delta t_m = 79^\circ\text{C};$$

Periodo de evaporación:

$$q_v = 240,184.4 - (11,511 + 12,078.4)$$

$$q_v = 216,595 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}; \quad (\text{por diferencia}).$$

diferencia media de temperaturas:

$$(70.1944 - 42.25) = 27.9444; \quad (146 - 42.25) = 103.75;$$

$$\Delta t_m = \frac{(103.75 - 27.9444)}{2.3 \log \frac{103.75}{27.944}} = 58^\circ\text{C};$$

suponiendo que U_a es constante a todo lo largo del secador, la diferencia media de temperatura para el total -- del secadero es:

$$\frac{1}{(\Delta t)_m} = \left[\frac{q_p}{q_t} \right] \left[\frac{1}{\Delta t_p} \right] + \left[\frac{q_v}{q} \right] \left[\frac{1}{\Delta t_m} \right] + \left[\frac{q_s}{q_t} \right] \left[\frac{1}{\Delta t_s} \right];$$

$$\frac{1}{(\Delta t)_m} = \left[\frac{11,511}{240,184.4} \right] \left[\frac{1}{39} \right] + \left[\frac{216,595}{240,184.4} \right] \left[\frac{1}{58} \right] + \left[\frac{12,078}{240,184.4} \right] \left[\frac{1}{79} \right]$$

$$\frac{1}{(\Delta t)_m} = 0.01739;$$

$$(\Delta t)_m = 57.5^\circ\text{C}; \quad U_a (\Delta t)_m S Z = 240,184.4$$

$$Z = \frac{240,184.4}{(120.407) (57.5) (2.646)}$$

$$Z = 13.11 \text{ m};$$

si se utiliza una longitud de 13 m;

$$L/D = \frac{13}{1.837} = 7.076;$$

Coincidiendo este valor con lo establecido en Perry sec. (20) para secadores de este tipo, donde la relación- L/D debe estar comprendida entre L/D = 4 - 10.

El número total de unidades de transferencia para el secador es:

$$(NTU)_p = \frac{(66.1944 - 25) - (70.1944 - 42.25)}{39} = 0.33974;$$

$$(NTU)_v = \ln \left[\frac{146 - 42.25}{70.1944 - 42.25} \right] = 1.3107;$$

$$(NTU)_s = \frac{(146 - 42.25) - (150 - 83)}{79} = 0.46518;$$

$$(NTU)_{total} = 2.11 ;$$

Como este valor está comprendido en la zona de 1.5 y 2.5, se considera aceptable.

$$L = 13 \text{ m} = 42.62 \text{ ft};$$

$$D = 1.837 \text{ m} = 72.32 \text{ pulg};$$

$$S = 2.646 \text{ M}^2$$

$$\text{Evaporación: } 370 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} = 815.93 \approx 816 \frac{\text{lb}}{\text{hr}} ;$$

$$q_t = 240,184.4 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}} = 953,111 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}} ;$$

o sea que el tamaño del secador en pulg. de diámetro — por ft de largo es: 72" x 43' ;

$$\text{Velocidad en ft/min. } 200 \text{ ft/min.};$$

$$\text{Potencia del ventilador} = 10 - 15 \text{ HP.}$$

$$\text{Potencia del manejador del secador} = 10 - 20 \text{ HP.}$$

$$\text{Revoluciones/ minuto del secador} = 3.5 - 4 ;$$

C A P I T U L O

E S T U D I O E C O N O M I C O

INVERSION EN ACTIVO FIJO

UNIDADES	DESCRIPCION	\$
1 HRN	Horno trifásico de arco - - - - - Diámetro del crisol 1.5m. Método de carga: tolva. Carga normal 681 - 908 Kg. Material de electrodo: grafito. Consumo de electrodo 8 Kg/TON. Estructura de Hierro. Forrado de carbón refractario Cubierta aislante, losetas de magnesia. Presión sub-atmosférica Potencia del transformador 500-750 K.V.A. Diámetro nominal de electrodo 10 pulg.	255,000
1 CC	Cambiador de calor de doble tubo - - - Tubería exterior 4 pulg. I.P.S. Tubería interior 3 pulg. - I.P.S. Superficie de intercambio - 67.43 ft ² Superficie externa/ ft lineal 0.917 ft ² /ft Pies lineales 73.53 ft. Número de horquillas 4 Longitud de las horquillas 12 ft	6,000
1 T-1	Torre de Absorción De platos perforados 3/16 pulg. Distancia entre centros 1/2 pulg. - - - Número de platos 18 Altura de la torre 7.4 m. Distancia entre platos 16 pulg.	100,000

UNIDADES.	DESCRIPCION	\$
	<p>Diámetro de la torre 1.61 m. Material de construcción, acero inoxidable tipo 316-L. Recubrimiento de neopreno- - - - - Fondo cónico de 60°.</p>	11,000
1	<p>Tanque de sedimentación - - - - - Volumen del tanque 2.78 m³</p>	18,000
TQS	<p>Diámetro del tanque 1.53 m Material de construcción, acero inoxidable tipo 316 - L Fondo cónico de 60° Recubrimiento de neopreno- - - - -</p>	2,000
1	<p>Filtro de vacío- - - - - Diámetro 3 ft = 0.91 m.</p>	40,000
R-1	<p>Longitud 1 ft = 0.305 m. acero inox. 316-L Area de filtración 9 ft² = 0.836m²; Tiempo total de operación 30 min. Recubierto de polietileno PO -801- - - - -</p>	4,500
1	<p>Tanque de neutralización Volumen del tanque 6.96 m³- - - - -</p>	43,000
TQN	<p>Diámetro 1.92 m. Altura 2.4 m acero inox. 316-L Recubrimiento de neopreno.- - - - -</p>	4,700
1	<p>Mezclador del neutralizador- - - - -</p>	4,500
AGN	<p>Tipo de 3 hojas. Potencia del agitador (1.26 HP). Revoluciones por seg. 3 acero inox. 304-L Recubrimiento de neopreno. - - - - -</p>	500

UNIDA- DES.	DESCRIPCION	\$
1 TQD	Tanque de disolución.----- Volumen del tanque 4.1 M ³ Diámetro del tanque 1.6m Altura del tanque 2m. acero inox. 316-L Recubrimiento de neopreno.-----	30,000 3,300
1 AGD	Mezclador del tanque de disolución.----- Tipo de 3 aspas Potencia del mezclador 1/2 HP. Revoluciones por seg. 3 acero inox. 304-L Recubrimiento de neopreno.-----	4,000 450
1 TQR	Tanque de sedimentación.----- Volumen del tanque 6.3 m ³ Diámetro del tanque 2m. Fondo cónico de 60° acero inox. 316-L Recubrimiento de neopreno.-----	35,000 3,850
1 CF	Centrífuga de canasta perforada discontinua Diámetro de la canasta 1m. Volumen de carga 0.22 m ³ . Ciclo de tiempo (10 - 15 min.) Carga de la canasta 159 -318 Kg. Capacidad 0.6 -2.5 TON/hr. Potencia 8 HP. Material de construcción acero inoxidable Recubrimiento de polietileno PO -801.-----	41,000 5,500
1 TB	Transportador de banda.-----	45,000
1 E.C.	Elevador de cangilones .-----	40,000

UNIDA- DES.	DESCRIPCION	\$
1 SA.	Silo de almacenamiento (hasta 20 TON.)- - - -	60,000
1 S.R.	Secador rotatorio. - - - - - Longitud 13 m. Diámetro 1.84 m. Evaporación 816 lb/hr. Calor total 953,111 Btu/hr Velocidad 200 ft/min. Potencia del ventilador 10 -15 HP. Potencia del manejador 10 - 20 HP. Revoluciones / min. 3.5 - 4.	165,000
1 B-1	Bomba de 1/4 H.P. - - - - - De fierro colado Material que maneja: agua. Diámetro de succión 2 pulg. Diámetro de descarga 1 1/2 pulg. Motor eléctrico trifásico 60 ciclos. 180 r.p.m.	1,300
1 B-2	Bomba de recirculación 3 HP. - - - - - Material de construcción: Monel(impulsor) Material que maneja : H ₂ SiF ₆ Diámetro de succión 2 pulg. Diámetro de descarga 1 1/2 pulg. Motor eléctrico trifásico 60 ciclos 1800 r.p.m.	4,000
1 B-3	Bomba de 1/4 HP- Material de construcción (impulsor)monel. - - Material que maneja : H ₂ SiF ₆ Diámetro de succión 1 1/2 pulg. Diámetro de descarga 1 pulg.	2,000

UNIDA- DES.	DESCRIPCION	\$
1 B-4	Motor eléctrico trifásico. 60 ciclos 1800 r.p.m. Bomba de 1/3 HP. Material de construcción (impulsor) ace- ro inoxidable. - - - - - Material que maneja: solución de sales. Diámetro de succión 1 1/2 pulg. Diámetro de descarga 1 pulg. Motor eléctrico trifásico. 60 ciclos. 1800 r.p.m.	2,500
1 B-5	Bomba de 1/3 HP. Material de construcción (impulsor) monel. --- Material que maneja: mezcla de reactor. Diámetro de succión 2 pulg. Diámetro de descarga 1 1/2 pulg. Motor eléctrico trifásico 60 ciclos. 1800 r.p.m.	2,500
	TOTAL: - - - - -	934,600

INSTALACION

	Costo	Instalación de Maq. y Equipos:	
HRN	255,000	70 %	178,500
CC	6,000	20 %	1,200
T 1	111,000	45 %	49,950
TQS	20,000	25 %	5,000
P-1	44,500	35 %	15,575
TQN	47,700	30 %	14,310
AGN	5,000	10 %	500
TQD	33,300	30 %	9,990
AGD	4,450	10 %	445
TQR	38,850	30 %	11,655
CF	46,500	25 %	11,655
TB	45,000	30 %	13,500
EC	40,000	40 %	16,000
SA	60,000	10 %	6,000
SR	165,000	45 %	74,250
B-1	1,300	5 %	65
B-2	4,000	5 %	200
B-3	2,000	5 %	100
B-4	2,500	5 %	125
B-5	2,500	5 %	125
	<u>934,600</u>	TOTAL:	<u>413,615</u>

Tubería (15 % maq. y Eq.) - - - - - 140, 190

Instrumentación instalada (20% maq.-
Eq.) - - - - - 186, 920

327, 110

Fletes y servicios varios, como for-
mación de sociedad, notario, etc. (6%

Maq. Eq.) - - - - - 56,076

Ingeniería, Supervisión y dise-

ño (15% Maq. Eq.) - - - - - 140,190

Contingencias(15 % Maq. Eq.) - - - - 140,190

II TERRENO Y ACONDICIONAMIENTO:

Terreno: 1,000 m².

$$60 \frac{\$}{\text{m}^2} \times 1,000 \text{ m}^2 = 60,000 \$;$$

costo de edificios:

500 m ² fábrica	x 600	$\frac{\$}{\text{m}^2}$	=	300,000
40 m ² laboratorio	x 1,000	$\frac{\$}{\text{m}^2}$	- - - - -	40,000
300 m ² oficinas	x 1,000	$\frac{\$}{\text{m}^2}$	- =	300,000
				640,000
	Ing. Civil (10 %)			64,000
				<u>704,000</u>

TOTAL: 764,000 \$

CONSIDERACIONES ECONOMICAS.

Hasta ahora se tiene, primero, un estudio de mercado, en donde se valoraron la demanda de fluorosilicatos su correlación, pronóstico, principales consumidores en el país, y recursos de materia prima en el mismo; segundo, un estudio técnico, con la consiguiente selección de un proceso para la realización de un diseño de equipo, que pueda proporcionar, un valor aproximado de su costo y así calcular la inversión en activo fijo.

En esta etapa, se pretende establecer el flujo de efectivo, capital de trabajo y estado de resultados, con la consiguiente rentabilidad y conclusiones que proporcione este estudio de pre-inversión.

Primeramente se establecen los costos para la producción, en base a los estudios realizados anteriormente, así como las ventas a realizar.

COSTO DE LA MATERIA PRIMA.

Combinando, los costos unitarios de materia prima --- obtenidos del balance en el cálculo del equipo, con el--- precio de la misma y el pronóstico de ventas en 1976, -- se va a establecer una relación entre costo de materia - prima a ventas, que se va a utilizar para los cálculos - de costo de materia prima en años posteriores, Para fi--- nes prácticos, no se considera aumento en el costo de ma--- terias primas, así como de los productos.

Materia prima para el año de 1976:

Total de ácido producido ese año: 1,689.875 TON. --- H_2SiF_6 el cual significa:

Fluoro-silica-to.	% neutrali-zado para - cada sal:	Total de--- ácido pro-ducido(TON)	Relación: Sal $\frac{H_2SiF_6}{H_2SiF_6}$	Cantidad (TON)
Na_2SiF_6	87.38	x 1689.975	x1.17498	1,735.1282
K_2SiF_6	11.58	x 1689.975	x1.37599	269.1282
$MgSiF_6$	00.77	x 1689.975	x1.03931	13.4591
$ZnSiF_6$	00.27	x 1689.975	x1.29584	5.8313

Ventas 1976:

cantidad:	Precio de venta:	\$
1735.1282 TON Na_2SiF_6	x 4500 \$/TON. =	7,808,076
269.4051 TON N_2SiF_6	x 5500 \$/TON. =	1,481,728
13.4591 TON $MgSiF_6$	x 8500 \$/TON. =	114,402
5.8313 TON $ZnSiF_6$	x 10500 \$/TON. =	61,226
	TOTAL:	9,465,432

MATERIA PRIMA:

FLUORITA:

$$1,689.975 \text{ TON } (H_2SiF_6) \times 2.03268 \frac{\text{TON(MIN F)}}{\text{TON}(H_2SiF_6)} \times 200 \frac{\$}{\text{TON. (MINF)}}$$

=687,032

CARBON:

$$1,689.875 \text{ TON}(\text{H}_2\text{SiF}_6) \times \left[\frac{0.740517 \text{ TON}(\text{C})}{\text{TON}(\text{H}_2\text{SiF}_6)} \right] \times \frac{360 \text{ \$}}{\text{TON}(\text{C})}$$

$$= 450,522$$

C (electrodo):

$$1,689.975 \text{ TON}(\text{H}_2\text{SiF}_6) \times 0.0162614 \left[\frac{\text{TON C(elect.)}}{\text{TON}(\text{H}_2\text{SiF}_6)} \right]$$

$$\times \frac{500 \text{ \$}}{\text{TON C(elect.)}} = 13,741$$

quarzita (SiO₂):

$$1,689.975 \text{ TON}(\text{H}_2\text{SiF}_6) \times 0.38757 \left[\frac{\text{TON}(\text{SiO}_2)}{\text{TON}(\text{H}_2\text{SiF}_6)} \right] \times \frac{480 \text{ \$}}{\text{TON}(\text{SiO}_2)} =$$

$$= 314,391$$

SALES PARA LA NEUTRALIZACION:

$$1476.73 \text{ TON} \text{H}_2\text{SiF}_6 \times 0.89803 \left[\frac{\text{TON}(\text{NaCl})}{\text{TON}(\text{H}_2\text{SiF}_6)} \right] \times \left[\frac{700 \text{ \$}}{\text{TON}(\text{NaCl})} \right] =$$

928,298

$$195.79 \text{ TON} \text{H}_2\text{SiF}_6 \times 1.1444 \left[\frac{\text{TON}(\text{KCl})}{\text{TON}(\text{H}_2\text{SiF}_6)} \right] \times \frac{980 \text{ \$}}{\text{TON}(\text{KCl})} =$$

219,581

$$12.95 \text{ TON} \text{H}_2\text{SiF}_6 \times 0.73078 \left[\frac{\text{TON}(\text{Mg Cl}_2)}{\text{TON}(\text{H}_2\text{SiF}_6)} \right] \times \frac{3,200 \text{ \$}}{\text{TON}(\text{Mg Cl}_2)} =$$

3,0284

$$4.50 \text{ TON} \text{H}_2\text{SiF}_6 \times 1.04593 \left[\frac{\text{TON}(\text{ZnCl}_2)}{\text{TON}(\text{H}_2\text{SiF}_6)} \right] \times \frac{1,350 \text{ \$}}{\text{TON}(\text{ZnCl}_2)} =$$

6,354

Total de materia prima: \$2,650,203;

$$\% \text{ sobre ventas: } \frac{\text{materia prima}}{\text{ventas}} \times 100 = \frac{2,650,203}{8,453,524} \times 100$$

= 30%

Por lo tanto en años sucesivos se considera el costo de materia prima como el 30% de ventas.

MANO DE OBRA DIRECTA:		\$/DIA	\$/DIA TOTALES
6 operadores	A -	80	480
6 operadores	B -	70	420
			<u>900</u>

$$\frac{\$}{\text{mes}} = 900 \frac{\$}{\text{DIAS}} \quad 30 \text{ DIA} = 27,000/\text{mes}$$

Las ventas mensuales para 1976:

$$\frac{9,455,432}{12} = 788,786$$

Por lo que la relación a ventas

$$\frac{27,000}{788,786} \times 100 = 34.22 \%$$

porcentaje que se asigna, para el cálculo del costo de mano de obra directa.

SUPERVISION.

La supervisión se considerará constante para cada mes durante un año por ser un costo indirecto y sólo se incrementará, por el aumento en personal de supervisión o aumento en los salarios asignados a dicho personal.

	\$/mes	\$/ mes. total
1 supervisor general	5,700	5,700
3 supervisores	3,600	10,800
3 Ing. de turno	4,500	<u>13,500</u>
		30,000

Por lo cual en 1976, el costo de supervisión será de \$360,000.00

SERVICIOS:

AGUA:

Por los balances realizados anteriormente, se estableció el gasto de agua por TON de ácido neutralizado y se llegó a: 15 m³ de Agua
TON H₂SiF₆ neutralizado .

y considerando el costo de agua por m^3 en $0.90 \frac{\$}{m^3}$ obtenemos:

$$\frac{15 m^3 \text{ de Agua}}{\text{TON H}_2\text{SiF}_6 \text{ (neut.)}} \times 0.9 \frac{\$}{m^3} = 13.5 \frac{\$}{\text{TON H}_2\text{SiF}_6 \text{ (neut.)}}$$

ELECTRICIDAD:

El mayor consumo en este caso la constituye el horno eléctrico, por lo cual se toman como base para el cálculo de dicho consumo, los aspectos eléctricos que sobre hornos eléctricos trifásicos de arco se dan en (25) para diferentes tamaños de hornos.

En este caso, el horno que se adapta a las necesidades de éste estudio, es un horno pequeño y que posee, las siguientes características:

Tamaño del horno. - - - -	- 3 TON (netas)
Potencia teórica requerida para la fusión - -	- 330 Kw-hr.
Porcentaje de eficiencia como calor - - - -	- 72%
Potencia real necesaria para la fusión - - -	- 460 Kw-hr.
Tiempo para la fusión - - - - - - - - - -	- 60 min.
Potencia promedio requerida por el arco - -	- 460 KW.
Potencia del circuito de abastecimiento - -	- 552 KW
Relación de la potencia del circuito a la potencia del arco - - - - - - - - - -	- 1.2
Factor de potencia promedio. - - - - - - -	- 0.80
Capacidad del transformador. - - - - - - -	- 690 KVA.

Como la capacidad de carga es de 3 TON, el horno trabajará, aproximadamente 7 horas, por lo cual podemos establecer lo siguiente:

PRINCIPALES CONSUMIDORES	HP	Nº F./DIA	KW	KW-Hr./DIA.
HORNO - - - - -		7	460	3220.0000
BOM.-C.CALOR. - - - -	1/4	20	(0.2132)	4.2640
BOM.-REC. TORRE - - - -	3	20	(2.2064)	44.1280
BOM.-FILTRO - - - - -	1/3	3	(0.2452)	0.7356

B.M.-TQ. NEUTR. - - - -	- 1/3.	3	(0.2452)	0.7356
MOT. AGIT. NEUT. - - - -	1 1/3	3	(1.1032)	3.3096
MOT. AGIT. DIS. - - - -	1/2	2	(0.2316)	0.4632
MOB.-TQ. SED. - - - -	1/4	3	(0.2132)	0.6396
CENTRIFUGA. - - - -	.8	4	(5.5163)	22.0652
SEC. ROT. VENT. - - - -	10	7	(7.3550)	51.4850
MANEJADOR. - - - -	12	7	(8.6614)	60.6298

TOTAL: 3,408.4556 Kw-hr

DIA

todo ese consumo para producir según el balance 6.3743 -
TON. H_2SiF_6 ; siendo el precio de Kw-hr de 0.21 \$;

$$\left[\frac{3,408.4556 \text{ Kw-hr}}{\text{DIA}} \right] \times 0.21 \frac{\$}{\text{Kw-hr}}$$

$$\left[\frac{6.3743 \text{ TON } H_2SiF_6}{\text{DIA}} \right]$$

$$= 112.29 \left[\frac{\$ \text{ (de electricidad)}}{\text{TON } H_2SiF_6} \right]$$

VAPOR:

953,111 $\frac{\text{Btu}}{\text{hr}}$ se necesitan para el proceso, tomando vapor de 140 lb/pulg², con una temperatura de saturación de 353.02 °F y una entalpía de $h=1,275 \frac{\text{Btu}}{\text{lb}}$ obtenemos:

$$953,111 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{hr}} \right] \times \left[\frac{1 \text{ lb vapor}}{1,275 \text{ Btu}} \right] = 747.42 \frac{\text{lb}}{\text{hr}}$$

$$= 340 \text{ Kg (vap.)} = 0.340 \left[\frac{\text{TON. (vapor)}}{\text{hr}} \right]$$

$$3.4 \times 10^{-1} \frac{\text{TON. (vap.)}}{\text{hr}} \times 6 \times 10^3 \frac{\text{hr}}{\text{año}} \times \frac{\text{año}}{1,689 \times 10^3 \text{ TON } (H_2SiF_6)}$$

$$\times \frac{1.9 \times 10 \text{ \$}}{\text{TON. (vap.)}} = 29.45 \left[\frac{\$}{\text{TON. } (H_2SiF_6)} \right]$$

MANTENIMIENTO:

El mantenimiento se calcula generalmente como un 5 % sobre costo de maquinaria y equipo.

LABORATORIO:

	\$/ mes	\$/ mes
1 Jefe de laboratorio	5,000	5,000
3 laboratoristas	3,800	11,400
Reactivos	1,000	<u>1,000</u>
		17,400

Annual el egreso por concepto de laboratorio será de - — \$208,800.

AMORTIZACION:

Se obtiene como el 1% sobre ventas por pago de regalías sobre la patente para la obtención del tetrafluoruro de Silicio, ya que la obtención del ácido fluorosilícico así como de sus sales, son procesos ya conocidos.

DEPRECIACION:

Se calcula como una depreciación acelerada de 20% sobre maquinaria y equipo, por ser un proceso que maneja sustancias corrosivas, y 5% sobre edificios.

EMPAQUE:

Los productos se introducirán al mercado en sacos de plástico de 50 Kg. de capacidad, con un costo aproximado de \$2.40 cada uno. Por lo cual en cada año se calcula el costo del empaque, de acuerdo con las Ton. de sales producidas.

IMPUESTOS PEDIALES:

Se obtienen como el 1% sobre el costo del terreno.

SEGUROS Y PRESTACIONES:

Este renglón se calcula como el 30% sobre la suma de los renglones de mano de obra directa, supervisión y gastos de Administración.

GASTOS DE ADMINISTRACION:

Se calculan como el 8% sobre ventas.

GASTOS DE VENTA:

Representan un 7% sobre las mismas.

CUENTAS INCOBRABLES:

Las cuentas incobrables se consideran que son un 2% - sobre ventas.

PRIMAS DE SEGUROS SOBRE PLANTA:

Las primas de seguros sobre planta se calcula como el 3 % anual sobre la inversión fija.

IMPUESTOS MERCANTILES:

Estos impuestos constituyen el 4 % sobre ventas.

GASTOS FINANCIEROS:

El capital propio lo constituye el 40 % sobre la inversión total realizada sobre equipo y maquinaria, instalación, terreno, edificio etc., y el 60% un préstamo a 5 años, al 15 % anual sobre saldos insolutos.

Inversión total en Equipo , maquinaria, terreno etc.- es \$2,775,781 por lo que el préstamo será de \$1,665,48000 Las primas a pagar serán de \$33,096.00 y los intereses sobre el crédito serán de: 248,828; 199,860; 149,896; - - - 99,928 y 49,964, para los años 1976 - 1980 respectivamente.

En suma:

AÑO	PAGOS SOBRE PRESTAMO BANCO.	INTERESES SOBRE PRESTAMO.
1976	333,096	249,828
1977	333,096	199,860
1978	333,096	149,896
1979	333,096	99,928
1980	333,096	49,964

INGRESOS.

Los ingresos los constituyen las ventas; primeramente se evalúa por medio de la recta de regresión las cantidades de ácido fluorosilícico que deberán producirse en los años futuros para la fabricación de los fluoro silicatos, y a partir de ese pronóstico, se toma en ---

sal constituye un % en ácido fluorosilícico que deberá neutralizarse y constituir la cantidad de fluorosilicato correspondiente, como se hizo anteriormente, para homogenizar las sales a ácido fluorosilícico y poder obtener la recta de regresión. Todo lo anterior queda resumido en el cuadro siguiente.

Ecuación de la recta de regresión:

$$Y=2.42748 + 0.964818 X;$$

Coefficiente de correlación: $=0.951334$;

AÑOS		1976	1977	1978	1979	1980
FLUOROSILICATOS.	% DE ACIDO PARA CADA SAL.	ACIDO CORRESPONDIENTE A CADA SAL EN (TON.)				
Na_2SiF_6	87.38	1476.73	1561.05	1645.4	1730.16	1814.05
K_2SiF_6	11.58	195.79	206.97	218.2	229.39	240.52
$MgSiF_6$	00.77	12.95	13.69	14.4	15.17	15.91
$ZnSiF_6$	00.27	4.50	4.75	5.0	5.27	5.52
TOTAL DE ACIDO PRODUCIDO.		1689.97	1786.46	1883.0	1979.79	2076.00

COMO FLUOROSILICATOS	1976	1977	1978	1979	1980
Na_2SiF_6	1735.128	1834.203	1933	2032.90	2131.47
K_2SiF_6	269.405	284.789	300	315.64	331.00
$MgSiF_6$	13.459	14.228	15	15.77	16.54
$ZnSiF_6$	5.831	6.155	6.5	6.83	7.15
PESO TOTAL DE LAS SALES.	2023.823	2139.375	2254.5	2371.14	2486.16

El precio de venta de los fluorosilicatos, fué determinado por su precio en el mercado nacional, obtenido como un precio promedio de cotizaciones locales. Quedando como sigue:

Na_2SiF_6	- - - - -	4,500	\$/TON.
K_2SiF_6	- - - - -	5,500	\$/TON.
$MgSiF_6$	- - - - -	8,500	\$/TON.
$ZnSiF_6$	- - - - -	10,500	\$/TON.

sal constituye un % en ácido fluorosilícico que deberá neutralizarse y constituir la cantidad de fluorosilicato correspondiente, como se hizo anteriormente, para homogenizar las sales a ácido fluorosilícico y poder obtener la recta de regresión. Todo lo anterior queda resumido en el cuadro siguiente.

Ecuación de la recta de regresión:

$$Y=2.42748 + 0.964818 X;$$

Coefficiente de correlación: =0.951334;

AÑOS		1976	1977	1978	1979	1980
FLUOROSILICATOS.	% DE ACIDO PARA CADA SAL.	ACIDO CORRESPONDIENTE A CADA SAL EN (TON.)				
Na_2SiF_6	87.38	1476.73	1561.05	1645.4	1730.16	1814.05
K_2SiF_6	11.58	195.79	206.97	218.2	229.39	240.52
MgSiF_6	00.77	12.95	13.69	14.4	15.17	15.91
ZnSiF_6	00.27	4.50	4.75	5.0	5.27	5.52
TOTAL DE ACIDO PRODUCIDO.		1689.97	1786.46	1883.0	1979.79	2076.00

COMO FLUOROSILICATOS	1976	1977	1978	1979	1980
Na_2SiF_6	1735.128	1834.203	1933	2032.90	2131.47
K_2SiF_6	269.405	284.789	300	315.64	331.00
MgSiF_6	13.459	14.228	15	15.77	16.54
ZnSiF_6	5.831	6.155	6.5	6.83	7.15
PESO TOTAL DE LAS SALES.	2023.823	2139.375	2254.5	2371.14	2486.16

El precio de venta de los fluorosilicatos, fué determinado por su precio en el mercado nacional, obtenido como un precio promedio de cotizaciones locales. Quedando como sigue:

Na_2SiF_6	- - - - -	4,500	\$/TON.
K_2SiF_6	- - - - -	5,500	\$/TON.
MgSiF_6	- - - - -	8,500	\$/TON.
ZnSiF_6	- - - - -	10,500	\$/TON.

Las ventas a realizar en 1976 son según el pronóstico:

Na ₂ SiF ₆	- - - - -	7,808,076
K ₂ SiF ₆	- - - - -	1,481,728
Mg SiF ₆	- - - - -	114,402
Zn SiF ₆	- - - - -	61,226
		<u>9,465,432</u>

con ventas mensuales por \$704,460, si se vendiera toda la producción inmediatamente. Por lo cual considerando que los primeros meses no se abastece totalmente el mercado, se les asigna un porcentaje sobre ventas totales, y queda resumido como sigue:

MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
% - VEN DI- DO.	30	45	75	95	100	100	100	100
EN \$	236,636	354,954	591,590	749,347	788,786	788,786	788,786	788,786

SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
		100	
		788,786	

Para los años subsecuentes, se considera que el mercado Nal. es cubierto y por lo tanto, todas las ventas del pronóstico se realizan. Para evitar más complejidades se considera también que la venta anual es realizada por partes iguales durante cada mes o sea que las ventas mensuales son constantes.

La política de ventas será: las ventas contado el 20% - - - de las totales, y las ventas crédito el resto siendo estas a su vez pagaderas a 30 y 60 días.

Con todas las consideraciones expuestas anteriormente, se presentan los flujos de efectivo para los años 1976 - 1980, haciéndose mensual para el primer año y trimestral para los siguientes.

Primeramente se presentan sin considerar financiamiento.

INGRESOS:	MES DE EJECUTIVO PARA EL AÑO DE 1976 SIN FINANCIAMIENTO.												CONCEPTOS ANUALES.	
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.		
VENTAS TOTALES	236,636	354,954	391,500	749,347	788,786	788,786	788,786	788,786	788,786	788,786	788,786	788,786	788,786	1,648,568
Ventas contadas 20% de ventas totales	47,328	70,990	118,318	149,869	157,798	157,798	157,798	157,798	157,798	157,798	157,798	157,798	157,798	2,871,176
Ventas creditadas de ventas totales, 30/60 días.	189,308	283,964	273,182	599,478	630,988	630,988	630,988	630,988	630,988	630,988	630,988	630,988	630,988	2,776,526
TOTAL DE INGRESOS MENSUALES.	47,328	165,644	354,954	528,487	694,133	773,011	788,786	788,786	788,786	788,786	788,786	788,786	788,786	7,296,273
EGRESOS:														
Maquinaría y equipo.	934,600													
tubería e instrumentación para línea.	327,110													
Instalación de maquinaria y equipo.	413,613													
Planes y servicios varios.	36,076													
Ing. Supervisión y diseño.	140,190													
Contingencias.	60,000													
Terrazo.	60,000													
Construcción.	640,000													
Ing. Civil.	64,000													
INVERSION INICIAL.		2,775,781												2,775,781
Materia prima	66,298	99,387	165,645	209,817	220,860	220,860	220,860	220,860	220,860	220,860	220,860	220,860	220,860	2,307,987
Mano de obra directa.	8,100	12,150	20,250	25,650	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	282,150
Supervisión	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	360,000
Servicios agua	270	856	1,466	1,806	1,901	1,901	1,901	1,901	1,901	1,901	1,901	1,901	1,901	18,866
electricidad.	4,744	7,116	11,861	15,023	15,814	15,814	15,814	15,814	15,814	15,814	15,814	15,814	15,814	163,296
vapor	1,244	1,866	3,110	3,940	4,147	4,147	4,147	4,147	4,147	4,147	4,147	4,147	4,147	43,336
Mantenimiento.	3,895	3,895	3,895	3,895	3,895	3,895	3,895	3,895	3,895	3,895	3,895	3,895	3,895	46,740
Laboratorio	17,400	17,400	17,400	17,400	17,400	17,400	17,400	17,400	17,400	17,400	17,400	17,400	17,400	208,800
Amortización	2,366	3,550	5,916	7,493	7,888	7,888	7,888	7,888	7,888	7,888	7,888	7,888	7,888	82,429
Depreciación	18,510	18,510	18,510	18,510	18,510	18,510	18,510	18,510	18,510	18,510	18,510	18,510	18,510	222,120
Sumos.	2,429	3,543	6,071	7,690	8,095	8,095	8,095	8,095	8,095	8,095	8,095	8,095	8,095	84,293
Impuestos Prediales.	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	7,200
Seguros y prestaciones.	17,199	21,267	29,273	34,679	36,031	36,031	36,031	36,031	36,031	36,031	36,031	36,031	36,031	390,476
Prima de seguros sobre planta.	4,227	4,227	4,227	4,227	4,227	4,227	4,227	4,227	4,227	4,227	4,227	4,227	4,227	50,724
Gastos de Administración.	18,931	28,396	47,328	59,948	63,103	63,103	63,103	63,103	63,103	63,103	63,103	63,103	63,103	658,427
Gastos de Venta.	16,285	24,847	41,411	58,454	55,215	55,215	55,215	55,215	55,215	55,215	55,215	55,215	55,215	576,997
Cuentas Incobrables.	4,733	7,099	11,832	14,987	15,776	15,776	15,776	15,776	15,776	15,776	15,776	15,776	15,776	164,859
Impuestos sobre ingresos mercantiles.	9,465	14,198	23,664	29,974	31,551	31,551	31,551	31,551	31,551	31,551	31,551	31,551	31,551	329,709
TOTAL DE EGRESOS MENSUALES	206,270	276,847	417,991	512,090	535,615	535,615	535,615	535,615	535,615	535,615	535,615	535,615	535,615	5,698,120
INGRESOS	47,328	165,644	354,954	528,487	694,133	773,011	788,786	788,786	788,786	788,786	788,786	788,786	788,786	7,296,273
EGRESOS	206,270	276,847	417,991	512,090	535,615	535,615	535,615	535,615	535,615	535,615	535,615	535,615	535,615	5,698,120
UTILIDAD NETA	366,958	111,203	35,039	86,397	158,518	237,396	253,171	253,171	253,171	253,171	253,171	253,171	253,171	1,598,153
INVERSION INICIAL						2,775,781								
INVERSION TOTAL.						2,775,781								2,775,781

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS AÑO 1976 (sin financiamiento).

VENTAS NETAS	7,296,273
- Costo de producción	3,518,728
= Gastos de Administración	1,107,827
- Gastos de Venta	1,071,565
	5,698,120
- Depreciación	222,120
	1,998,193
	304,549
	304,549
Utilidad antes de Imp. y Rep. de U.	1,998,193
- Imp. y Rep. de U.	646,802
UTILIDAD NETA	646,802

$R = \frac{646,802}{3,108,965} \times 100 = 20.80\%$

1985

FLUJO DE EFECTIVO PARA EL AÑO DE 1977					
INGRESOS	MARZO	JUNIO	SEPTIEM BRE.	DICIEMBRE	CONCEPTOS ANUALES.
VENTAS TOTALES	2,501,460	2,501,460	2,501,460	2,501,460	
VENTAS CONTADO: 20% DE VENTAS TOTALES.	500,292	500,292	500,292	500,292	2,001,168
VENTAS CREDITO: 80% DE VENTAS TOTALES. 30/60	1,000,584	2,001,168	2,001,168	2,001,168	7,004,088
COBRO VENTAS AÑO - PASADO. (1976)	(E) 631,028 (F) 315,514				631,028 315,514
TOTAL DE INGRESOS TRIMESTRALES .	2,447,418	2,501,460	2,501,460	2,501,460	9,951,798
EGRESOS					
MATERIA PRIMA	700,408	700,408	700,408	700,408	2,801,632
MANO DE OBRA DIREC TA.	85,625	85,000	85,625	85,625	342,500
SUPERVISION	102,000	102,000	102,000	102,000	408,000
SERVICIOS: AGUA	6,030	6,030	6,030	6,030	24,120
ELECTRICIDAD	50,150	50,150	50,150	50,150	200,600
VAPOR	13,612	13,612	13,612	13,612	54,448
MANTENIMIENTO	11,685	11,685	11,685	11,685	46,740
LABORATORIO	54,000	54,000	54,000	54,000	216,000
AMORTIZACION					
DEPRECIACION					
EMPAQUE	25,673	25,673	25,673	25,673	102,692
IMPUESTOS PREDIA- LES.	1,800	1,800	1,800	1,800	7,200
SEGUROS Y PRE-TA- CIONES.	116,322	116,322	116,322	116,322	465,288
PRIMAS DE SEGUROS SOBRE PLANTA	12,681	12,681	12,681	12,681	50,724
GASTOS DE ADMINIS TRACION.	200,116	200,116	200,116	200,116	800,464
GASTOS DE VENTA	175,102	175,102	175,102	175,102	700,408

CUENTAS INCOBRABLES.	50,029	50,029	50,029	50,029	200,116
IMPUESTO SOBRE ING. MERCANTILES.	100,058	100,058	100,058	100,058	400,232
TOTAL DE EGRESOS TRIMESTRALES	1,705,291	1,705,291	1,705,291	1,705,291	6,821,164
INGRESOS	2,447,418	2,501,460	2,501,460	2,501,460	9,951,798
<u>EGRESOS</u>	<u>1,705,291</u>	<u>1,705,291</u>	<u>1,705,291</u>	<u>1,705,291</u>	<u>6,821,164</u>
	742,127	796,169	796,169	796,169	3,130,634

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS. 1985

VENTAS NETAS. - - - - -	9,951,798
-Costo de Producción. - - - - -	4,196,732
-Gastos de Administración. - - - - -	1,323,676
-Gastos de Venta. - - - - -	<u>1,300,756</u>
	6,821,164 - - - - - <u>6,821,164</u>
	3,130,634
Depreciación. - - - - -	222,120
Amortización. - - - - -	<u>100,060</u>
	322,180 - - - - - <u>322,180</u>
	2,808,454
IMPS. Y REP. DE UTILIDADES. - - - - -	<u>1,404,227</u>
UTILIDAD NETA: - - - - -	<u>1,404,227</u>

$$R = \frac{1,404,227}{3,108,965} \times 100 = 45.17$$

71986

FLUJO DE EFECTIVO PARA EL AÑO DE 1978.

INGRESOS	MARZO	JUNIO	SEPTIEM BRE.	DICIEMBRE	CONCEPTOS ANUALES.
VENTAS TOTALES	2,636,064	2,636,064	2,636,064	2,636,064	
VENTAS CONTADO:20%	527,212	527,212	527,212	527,212	2,108,848
VENTAS CREDITO:80%	1,054,426	2,108,852	2,108,852	2,108,852	7,380,982
COBRO VENTAS -- AÑO PASADO(1977)	(E)667,056 (F)333,528				667,056 333,528
TOTAL DE INGRESOS TRIMESTRALES.	2,582,222	2,636,064	2,636,064	2,636,064	10,490,414
EGRESOS					
MATERIA PRIMA	738,097	738,097	738,097	738,097	2,952,388
MANO DE OBRA DI- RECTA.	90,496	90,496	90,496	90,496	361,984
SUPERVISION	111,000	111,000	111,000	111,000	444,000
SERVICIOS: AGUA	6,355	6,355	6,355	6,355	25,000
ELECTRICIDAD	52,858	52,858	52,858	52,858	211,432
VAPOR	13,863	13,863	13,863	13,863	55,452
MANUTENIMIENTO	11,685	11,685	11,685	11,685	46,740
LABORATORIO	57,000	57,000	57,000	57,000	228,000
AMORTIZACION	26,361	26,361	26,361	26,361	105,444
DEPRECIACION	55,530	55,530	55,530	55,530	222,120
EMPAQUE	27,054	27,054	27,054	27,054	108,216
IMPUESTOS PREDIA LES.	1,800	1,800	1,800	1,800	7,200
SEGUROS Y PRESTA CIONES.	123,714	123,714	123,714	123,714	494,856
PRIMAS DE SEGUROS SOBRE PLANTA.	12,681	12,681	12,681	12,681	50,724
GASTOS DE ADMINIS TRACION.	210,885	210,885	210,885	210,885	843,540
GASTOS DE VENTA	184,524	184,524	184,524	184,524	738,096

CUENTAS INCOBRABLES	52,721	52,721	52,721	52,721	210,884
IMPUESTOS SOBRE INGRESOS MERCANTILES.	105,442	105,442	105,442	105,442	421,768
TOTAL DE EGRESOS -- TRIMESTRALES.	1,800,175	1,800,175	1,800,175	1,800,175	7,200,700
INGRESOS	2,582,222	2,636,064	2,636,064	2,636,064	10,490,414
EGRESOS	1,800,175	1,800,175	1,800,175	1,800,175	7,200,700
	782,047	835,889	835,889	835,889	3,289,714

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS. 1978 ¹⁹⁸⁶

VENTAS NETAS. - - - - -					10,490,414
-Costo de Producción. - - - -	4,433,632				
-Gastos de Administración. - - - -	1,396,320				
-Gastos de Venta. - - - -	1,370,748				
	7,200,700				7,200,700
					3,289,714
Depreciación. - - - -	222,120				
Amortización. - - - -	105,444				
	327,564				327,564
					2,962,150
IMPS. Y REPARTO DE UTILIDAD DES. - - - - -					1,481,075
UTILIDAD NETA. - - - - -					1,481,075

$$R = \frac{1,481,075}{3,108,965} \times 100 = 47.64$$

M

1987

FLUJO DE EFECTIVO PARA EL AÑO 1979					
INGRESOS	MARZO	JUNIO	SEPTIEM BRE	DICIEMBRE	CONCEPTOS ANUALES.
VENTAS TOTALES	2,773,830	2,773,830	2,773,830	2,773,830	
VENTAS CONTADO: 20% DE VENTAS TOTALES.	554,766	554,766	554,766	554,766	2,219,064
VENTAS CREDITO: 80% DE VENTAS TOTALES.	1,109,532	2,219,064	2,219,064	2,219,064	7,766,724
COBRO VENTAS AÑO- PASADO. (1978)	(E) 702,951				702,951
	(P) 351,475				351,475
TOTAL DE INGRESOS TRIMESTRALES.	2,718,724	2,773,830	2,773,830	2,773,830	11,040,214
EGRESOS					
MATERIA PRIMA.	776,672	776,672	776,672	776,672	3,106,688
MANO DE OBRA DIREC TA.	94,948	94,948	94,948	94,948	379,792
SUPERVISION	117,000	117,000	117,000	117,000	468,000
SERVICIOS: AGUA	6,682	6,682	6,682	6,682	26,728
ELECTRICIDAD	55,584	55,584	55,584	55,584	222,336
VAPOR	14,578	14,578	14,578	14,578	58,312
MANEJO DE	11,685	11,685	11,685	11,685	46,740
LABORATORIO	58,500	58,500	58,500	58,500	234,000
UTILIZACION.	27,738	27,738	27,738	27,738	110,952
DEPRECIACION.	55,530	55,530	55,530	55,530	222,120
REPARACION	28,432	28,432	28,432	28,432	113,728
IMPUESTOS PREDIA- LES.	1,800	1,800	1,800	1,800	7,200
SEGUROS Y PRESTA- CIONES.	130,156	130,156	130,156	130,156	520,624
PREMIAS DE SEGURO SOBRE PLANTA.	12,681	12,681	12,681	12,681	50,724
GASTOS DE ADMINIS TRACION.	221,906	221,906	221,906	221,906	887,624
GASTOS DE VENTA	194,168	194,168	194,168	194,168	776,672

CUENTAS INCORRIBLES.	55,477	55,477	55,477	55,477	221,908
IMPUESTOS SOBRE INGRESOS MERCANTILES.	110,953	110,953	110,953	110,953	443,812
TOTAL DE EGRESOS TRIMESTRALES.	1,891,222	1,891,222	1,891,222	1,891,222	7,564,888
INGRESOS	2,718,724	2,773,830	2,773,830	2,773,830	11,040,214
<u>EGRESOS</u>	<u>1,891,222</u>	<u>1,891,222</u>	<u>1,891,222</u>	<u>1,891,222</u>	<u>7,564,888</u>
	827,502	882,608	882,608	882,608	3,475,326

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS. 1979 ¹⁹⁸⁷

VENTAS NETAS. - - - - -					11,040,214
-Costo de Producción. - - -	-4,656,324				
-Gastos de Admón. - - -	-1,466,172				
-Gastos de Venta. - - -	-1,442,392				
	7,564,888				<u>7,564,888</u>
					3,475,326
-Depreciación. - - -	222,120				
Amortización. - - -	<u>110,952</u>				
	333,072				<u>333,072</u>
					3,142,254
IMPUESTOS Y REPARTO DE UTILIDAD					
DES. - - - - -					<u>1,571,127</u>
UTILIDAD NETA. - - - - -					1,137,749

$$R = \frac{1,571,127}{3,108,965} \times 100 = 50.54$$

71988

FLUJO DE EFECTIVO PARA EL AÑO 1980					
INGRESOS	MARZO	JUNIO	SEPTIEM BRE	DICIEM BRE.	CONCEPTOS ANUALES.
VENTAS TOTALES	2,906,946	2,906,946	2,906,946	2,906,946	
VENTAS CONTADO: 20% DE VENTAS TOTALES.	581,390	581,390	581,390	581,390	2,325,560
VENTAS CREDITO: 80 % DE VENTAS TOTALES.	1,162,778	2,325,556	2,325,556	2,325,556	8,139,446
COBRO DE VENTAS — AÑO PASADO (1979)	(E) 739,688 (F) 369,844				739,688 369,844
TOTAL DE INGRESOS— TRIMESTRALES.	2,853,700	2,906,946	2,906,946	2,906,946	11,574,538
EGRESOS					
MATERIA	813,946	813,946	813,946	813,946	3,255,784
MANO DE OBRA DIREC TA.	99,505	99,505	99,505	99,505	398,020
SUPERVISION	122,000	122,000	122,000	122,000	488,000
SERVICIO: AGUA	7,000	7,000	7,000	7,000	28,000
ELECTRICIDAD	58,270	58,270	58,270	58,270	233,080
VAPOR	15,200	15,200	15,200	15,200	63,600
MANTENIMIENTO	11,685	11,685	11,685	11,685	46,740
LABORATORIO	64,500	64,500	64,500	64,500	258,000
AMORTIZACION.	29,069	29,060	29,069	29,069	116,276
DEPRECIACION.	55,530	55,530	55,530	55,530	222,120
EMPAQUE	29,800	29,800	29,800	29,800	119,200
IMPUESTOS PREDIALES	1,800	1,800	1,800	1,800	7,200
SEGUROS Y PRESTACIO NES.	136,218	136,218	136,218	136,218	544,872
PRIMAS DE SEGUROS — SOBRE PLANTA.	12,681	12,681	12,681	12,681	50,724
GASTOS DE ADMINIS — TRACION.	232,555	232,555	232,555	232,555	230,220
GASTOS DE VENTA.	203,485	203,485	203,485	203,485	813,940

CUENTAS INCOBRABLES.	58,139	58,139	58,139	58,139	232,556
IMPUESTOS SOBRE INGRESOS MERCANTILES.	116,278	116,278	116,278	116,278	465,112
TOTAL DE EGRESOS - TRIMESTRALES.	1,983,762	1,983,762	1,983,762	1,983,762	7,935,048
INGRESOS	2,853,700	2,906,946	2,906,946	2,906,946	11,574,538
EGRESOS	<u>1,983,762</u>	<u>1,983,762</u>	<u>1,983,762</u>	<u>1,983,762</u>	<u>7,235,048</u>
	869,938	923,184	923,184	923,184	3,639,490

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS. 1980 ¹⁹⁸⁸

VENTAS NETAS. - - - - -	11,574,538
-Costo de Producción. - - - - -	4,890,424
-Gastos de Administración. - - - - -	1,533,016
-Gastos de Venta. - - - - -	<u>1,511,608</u>
	7,935,048 - - - - -
	<u>7,935,048</u>
	3,639,490
-Depreciación. - - - - -	222,120
-Amortización. - - - - -	<u>116,276</u>
	338,396 - - - - -
	<u>338,396</u>
IMPUESTOS Y REPARTO DE UTILIDADES. - - - - -	<u>3,301,094</u>
	<u>1,650,547</u>
UTILIDAD NETA. - - - - -	1,650,547

$$R = \frac{1,650,547}{3,108,965} \times 100\% = 53.09\%$$

INGRESOS:	PLANEO DE EFECTIVO PARA EL AÑO DE 1976 CON FINANCIAMIENTO.											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	CONCEPTOS ANUALES.
Ventas totales	236,636	354,954	591,590	749,347	788,786	788,786	788,786	788,786	788,786	788,786	788,786	
Ventas creditadas	47,328	70,990	118,118	149,869	157,798	157,798	157,798	157,798	157,798	157,798	157,798	1,648,569
Ventas totales	189,308	283,964	473,472	599,478	630,988	630,988	630,988	630,988	630,988	630,988	630,988	2,271,178
Ventas creditadas	47,328	70,990	118,118	149,869	157,798	157,798	157,798	157,798	157,798	157,798	157,798	2,776,526
TOTAL DE INGRESOS MENSUALES.	47,328	165,644	354,954	528,487	694,133	773,011	788,786	788,786	788,786	788,786	788,786	7,296,273
EGRESOS:												
Maquinaria y equipo.	934,600											
Tubería e instrumentación instalada.	327,110											
Instalación de maquinaria y equipo.	413,615											
Plata y servicios varios.	56,076											
Eng. supervisión y diseño.	140,190											
Dotaciones.	60,000											
Petrol.	640,000											
Ingr. Civil	64,000											
INVERSION INICIAL.	2,775,781 = CAPITAL PROPIO (1,110,301)					+ PRSTAMO BANCO (1,665,480)						2,775,781
Materia prima.	66,298	99,387	165,645	209,817	220,860	220,860	280,860	220,860	220,860	220,860	220,860	2,307,987
Mano de obra directa.	8,100	12,150	20,290	25,690	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	27,000	282,150
Supervisión	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	360,000
Servicios agua	570	856	1,426	1,806	1,901	1,901	1,901	1,901	1,901	1,901	1,901	19,856
electricidad	4,744	7,116	11,861	15,023	15,814	15,814	15,814	15,814	15,814	15,814	15,814	185,256
vapor	1,244	1,866	3,110	3,940	4,147	4,147	4,147	4,147	4,147	4,147	4,147	41,316
Mantenimiento.	3,825	3,895	3,895	3,895	3,895	3,895	3,895	3,895	3,895	3,895	3,895	46,740
Laboratorio	17,400	17,400	17,400	17,400	17,400	17,400	17,400	17,400	17,400	17,400	17,400	208,600
Asesoración.	2,366	3,550	5,316	7,493	7,888	7,888	7,888	7,888	7,888	7,888	7,888	82,429
Depreciación.	18,510	18,510	18,510	18,510	18,510	18,510	18,510	18,510	18,510	18,510	18,510	222,120
Deposito.	2,420	3,643	6,071	7,900	8,095	8,095	8,095	8,095	8,095	8,095	8,095	84,293
Impuestos prediales.	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	7,200
Seguros y prestaciones.	17,109	21,167	29,273	34,879	36,031	36,031	36,031	36,031	36,031	36,031	36,031	390,476
Primas de seguros sobre planta.	4,227	4,227	4,227	4,227	4,227	4,227	4,227	4,227	4,227	4,227	4,227	50,724
Gastos de administración.	18,931	28,396	47,328	59,948	63,103	63,103	63,103	63,103	63,103	63,103	63,103	659,477
Gastos de venta.	16,565	24,847	41,411	52,494	55,215	55,215	55,215	55,215	55,215	55,215	55,215	576,997
Cuentas incobrables.	4,733	7,099	11,832	14,987	15,776	15,776	15,776	15,776	15,776	15,776	15,776	164,859
Impuestos sobre ingresos mercantiles.	9,465	14,198	23,664	29,974	31,951	31,951	31,951	31,951	31,951	31,951	31,951	329,709
Pagos préstamo Banco.	27,798	27,798	27,798	27,798	27,798	27,798	27,798	27,798	27,798	27,798	27,798	333,096
Gastos financieros.	20,819	20,819	20,819	20,819	20,819	20,819	20,819	20,819	20,819	20,819	20,819	249,828
TOTAL DE EGRESOS MENSUALES.	294,847	325,424	466,570	560,667	584,192	584,192	584,192	584,192	584,192	584,192	584,192	6,281,044
- INGRESOS	47,328	165,644	354,954	528,487	694,133	773,011	788,786	788,786	788,786	788,786	788,786	7,296,273
- EGRESOS	294,847	325,424	466,570	560,667	584,192	584,192	584,192	584,192	584,192	584,192	584,192	6,281,044
UTILIDAD NETA	2,775,781	2,775,781	2,775,781	2,775,781	2,775,781	2,775,781	2,775,781	2,775,781	2,775,781	2,775,781	2,775,781	27,757,229
CAPITAL DE TRABAJO	511,095											
INVERSION INICIAL	2,775,781											
INVERSION TOTAL	3,286,876											
ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS AÑO 1976 (Con financiamiento)												
VENTAS NETAS	7,296,273											
- Costo de producción	3,518,728											
- Gastos de Administración	1,440,923											
- Gastos de venta	1,071,565											
- Gastos financieros	7,281,044											
UTILIDAD NETA	6,281,044											
- Depreciación	222,120											
- Amortización	82,429											
Utilidad antes de Imp. y Rep. de U.	104,549											
- Imp. y Rep. de U.	155,140											
UTILIDAD NETA	355,140											

$$R = \frac{355,140}{3,286,876} \times 100 = 10.81\%$$

FLUJO DE EFECTIVO PARA EL AÑO DE 1977.					
INGRESOS	MARZO	JUNIO	SEPTIEM- BRE.	DICIEM- BRE.	CONCEPTOS ANUALES.-
VENTAS TOTALES	2,501,460	2,501,460	2,501,460	2,501,460	
VENTAS CONTADO: 20 % DE VENTAS TOTALES.	500,292	500,292	500,292		2,001,168
VENTAS CREDITO: 80 % DE VENTAS TOTALES - 30/60	1,000,584	2,001,168	2,001,168	2,001,168	7,004,088
COBRO VENTAS AÑO (1976)	(E) 631,028 (P) 315,514				631,028 315,514
TOTAL DE INGRESOS - TRIMESTRALES.	2,447,418	2,501,460	2,501,460	2,501,460	9,951,798
EGRESOS					
MATERIA PRIMA	700,408	700,408	700,408	700,408	2,801,632
MANO DE OBRA DIRECTA.	85,625	85,625	85,625	85,625	342,500
SUPERVISION	102,000	102,000	102,000	102,000	408,000
SERVICIO DE AGUA.	6,030	6,030	6,030	6,030	24,120
ELECTRICIDAD	50,150	50,150	50,150	50,150	200,600
VAPOR	13,612	13,612	13,612	13,612	54,448
MANTENIMIENTO	11,685	11,685	11,685	11,685	46,740
LABORATORIO	54,000	54,000	54,000	54,000	216,000
AMORTIZACION	25,015	25,015	25,015	25,015	100,060
DEPRECIACION	55,530	55,530	55,530	55,530	222,120
EMPAQUE	25,673	25,673	25,673	25,673	102,692
IMPUESTOS PREDIALES	1,800	1,800	1,800	1,800	7,200
SEGUROS Y PRESTACIONES	116,322	116,322	116,322	116,322	465,288
PRIMAS DE SEGUROS - - SOBRE PLANTA.	12,681	12,681	12,681	12,681	50,724
GASTOS DE ADMINISTRA- CION.	200,116	200,116	200,116	200,116	800,464
GASTOS DE VENTA	175,102	175,102	175,102	175,102	700,408

CUENTAS INCOBRABLES	50,029	50,029	50,029	50,029	200,116
IMPUESTOS SOBRE INGRESOS MERCANTILES.	100,058	100,058	100,058	100,058	400,232
PAGOS PRESTAMO BANCO	83,274	83,274	83,274	83,274	333,096
GASTOS FINANCIEROS	49,965	49,965	49,965	49,965	199,860
TOTAL DE INGRESOS TRIMESTRALES.	1,838,530	1,838,530	1,838,530	1,838,530	7,354,120
INGRESOS	2,447,418	2,501,460	2,501,460	2,501,460	9,951,798
<u>EGRESOS</u>	<u>1,838,530</u>	<u>1,838,530</u>	<u>1,838,530</u>	<u>1,838,530</u>	<u>7,354,120</u>
	608,888	662,930	662,930	662,930	2,597,678

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS. 1977

VENTAS NETAS	-----	9,951,798
-Costo de Producción.	----- 4,196,732	
-Gastos de Administración.	--- 1,656,772	
-Gastos de Venta.	----- 1,300,756	
-Gastos Financieros.	----- 199,860	
	7,354,120 -----	<u>7,354,120</u>
		2,597,678
-Depreciación.	----- 222,120	
-Amortización.	----- 100,060	
	<u>322,180</u> -----	<u>322,180</u>
		2,275,498
IMPS. Y REP. DE UTILIDAD.	-----	<u>1,137,749</u>
UTILIDAD NETA.	-----	1,137,749

$$R = \frac{1,137,749}{3,286,876} \times 100 = 34.61$$

FLUJO DE EFECTIVO PARA EL AÑO 1978					
INGRESOS	MARZO	JUNIO	SEPTIEM BRE	DICIEM BRE.	CONCEPTOS ANUALES
VENTAS TOTALES	2,636,064	2,636,064	2,636,064	2,636,064	
VENTAS CONTADO: 20% DE VENTAS TOTALES.	527,212	527,212	527,212	527,212	2,108,848
VENTAS CREDITO: 80% DE VENTAS TOTALES.	1,054,426	2,108,852	2,108,852	2,108,852	4,380,982
COBRO VENTAS AÑO PA SADO (1977)	(E) 667,056				667,056
	(F) 333,528				333,528
TOTAL DE INGRESOS- TRIMESTRALES.	2,582,222	2,636,064	2,636,064	2,636,064	10,490,414
EGRESOS					
MATERIA PRIMA	738,097	738,097	738,097	738,097	2,952,388
MANO DE OBRA DIREC- TA	90,496	90,496	90,496	90,496	361,984
SUPERVISION	111,000	111,000	111,000	111,000	444,000
SERVICIO DE AGUA	6,355	6,355	6,355	6,355	25,420
ELECTRICIDAD	52,858	52,858	52,858	52,858	211,432
VAPOR	13,863	13,863	13,863	13,863	55,452
MANTENIMIENTO	11,685	11,685	11,685	11,685	46,740
LABORATORIO	57,000	57,000	57,000	57,000	228,000
AMORTIZACION	26,361	26,361	26,361	26,361	105,444
DEPRECIACION	55,530	55,530	55,530	55,530	222,120
EMPAQUE	27,054	27,054	27,054	27,054	108,216
IMPUESTOS PREDIALES	1,800	1,800	1,800	1,800	7,200
SEGUROS Y PRESTACIO NES.	123,714	123,714	123,714	123,714	494,856
PRIMAS DE SEGUROS - SOBRE PLANTA.	12,681	12,681	12,681	12,681	50,724
GASTOS DE ADMINIS- TRACION.	210,885	210,885	210,885	210,885	843,540
GASTOS DE VENTA.	184,524	184,524	184,524	184,524	738,096

CUENTAS INCOBRABLES	52,721	52,721	52,721	52,721	210,884
IMP. SOBRE INGRESOS MERCANTILES.	105,442	105,442	105,442	105,442	421,768
PAGOS PRESTAMO BANCO	83,274	83,274	83,274	83,274	333,096
GASTOS FINANCIEROS	37,474	37,474	37,474	37,474	149,896
TOTAL DE EGRESOS-TRIMESTRALES.	1,920,923	1,920,923	1,920,923	1,920,923	7,683,692
INGRESOS	2,582,222	2,636,064	2,636,064	2,636,064	10,490,414
<u>EGRESOS</u>	<u>1,920,923</u>	<u>1,920,923</u>	<u>1,920,923</u>	<u>1,920,923</u>	<u>7,683,692</u>
	661,299	715,141	715,141	715,141	2,806,722

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS. 1978

VENTAS NETAS - - - - -	10,490,414
-Costo de Producción. - - - - -	4,433,632
-Gastos de Admón. - - - - -	1,729,416
-Gastos de Venta. - - - - -	1,370,748
-Gastos Financieros - - - - -	149,896
	<u>7,683,692</u> - - <u>7,683,692</u>
	2,806,722
-Depreciación. - - - - -	-222,120
-Amortización. - - - - -	<u>-105,444</u>
	<u>327,564</u> - - - - - <u>327,564</u>
	2,479,158
IMPS. Y REP. DE UTILIDAD- - - - -	<u>1,239,579</u>
UTILIDAD NETA: - - - - -	<u>1,239,579</u>

$$R = \frac{1,239,579}{3,286,876} \times 100 = 37.71$$

FLUJO DE EFECTIVO PARA EL AÑO 1979					
INGRESOS	MARZO	JUNIO	SEPTIEM BRE	DICIEMBRE	CONCEPTOS ANUALES .
VENTAS TOTALES	2,773,830	2,773,830	2,773,830	2,773,830	2,773,830
VENTAS CONTADO: 20% DE VENTAS TOTALES	554,766	554,766	554,766	554,766	2,219,064
VENTAS CREDITO: 80% DE VENTAS TOTALES	1,109,532	2,219,064	2,219,064	2,219,064	7,766,724
COBRO VENTAS AÑO - PASADO. (1978)	(E) 702,951 (F) 351,475				702,951 351,475
TOTAL DE INGRESOS TRIMESTRALES.	2,718,724	2,773,830	2,773,830	2,773,830	11,040,214
EGRESOS					
MATERIA PRIMA	776,672	776,672	776,672	776,762	3,106,688
MANO DE OBRA DIREC TA.	94,948	94,948	94,948	94,948	379,792
SUPERVISION	117,000	117,000	117,000	117,000	468,000
SERVICIOS: AGUA	6,682	6,682	6,682	6,682	26,728
ELECTRICIDAD	55,584	55,584	55,584	55,584	222,336
VALOR	14,578	14,578	14,578	14,578	58,312
MANTENIMIENTO	11,685	11,685	11,685	11,685	46,740
LABORATORIO	58,500	58,500	58,500	58,500	234,000
AMORTIZACION	27,738	27,738	27,738	27,738	110,952
DEPRECIACION	55,530	55,530	55,530	55,530	222,120
EMPAQUE	28,432	28,432	28,432	28,432	113,728
IMPUESTOS PREDIA- LES.	1,800	1,800	1,800	1,800	7,200
SEGUROS Y PRESTA- CIONES.	130,156	130,156	130,156	130,156	520,624
PRIMAS DE SEGUROS SOBRE PLANTA	12,681	12,681	12,681	12,681	50,724
GASTOS DE ADMINIS- TRACION.	221,906	221,906	221,906	221,906	887,624
GASTOS DE VENTA	194,168	194,168	194,168	194,168	776,672
CUENTAS INCOBRA- BLES.	55,477	55,477	55,477	55,477	55,477

IMP. SOBRE INGRESOS MERCANTILES.	110,953	110,953	110,953	110,953	443,812
PAGOS PRESTAMO BANCO	83,274	83,274	83,274	83,274	333,096
GASTOS FINANCIEROS	24,982	24,982	24,982	24,982	99,928
TOTAL DE EGRESOS TRIMESTRALES.	1,999,478	1,999,478	1,999,478	1,999,478	7,997,912
INGRESOS	2,718,724	2,773,830	2,773,830	2,773,830	11,040,214
EGRESOS	1,999,478	1,999,478	1,999,478	1,999,478	7,997,912
	719,246	774,352	774,352	774,352	3,042,302

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS. 1979

VENTAS NETAS - - - - -					11,040,214
-Costo de Producción. - - - -	-4,656,324				
-Gastos de Admón. - - - - -	-1,799,268				
-Gastos de Venta. - - - - -	-1,442,392				
-Gastos Financieros. - - - - -	99,928				
	7,997,912				7,997,912
					3,042,302
-Depreciación. - - - - -	-222,120				
-Amortización. - - - - -	-110,952				
	333,072				333,072
					2,709,230

IMPS. Y REP. DE UTIL. - - - - -	1,354,615
UTILIDAD NETA - - - - -	1,354,615

$$R = \frac{1,354,615}{3,286,876} \times 100 = 41.21$$

FLUJO DE EFECTIVO PARA EL AÑO 1980					
INGRESOS	MARZO	JUNIO	SEPTIEM BRE.	DICIEMBRE	CONCEPTOS ANUALES.
VENTAS TOTALES	2,906,946	2,906,946	2,906,946	2,906,946	
VENTAS CONTADO:20% DE VENTAS TOTALES.	581,390	581,390	581,390	581,390	2,325,560
VENTAS CREDITO:80% DE VENTAS TOTALES.	1,162,778	2,325,556	2,325,556	2,325,556	8,139,446
COBRO DE VENTAS AÑO PASADO.(1979	(E)739,688				739,688
	(P)369,844				369,844
TOTAL DE INGRESOS TRIMESTRALES.	2,853,700	2,906,946	2,906,946	2,906,946	11,574,538
EGRESOS					
MATERIA PRIMA	813,946	813,946	813,946	813,946	3,255,784
MANO DE OBRA DIREC TA.	99,505	99,505	99,505	99,505	398,020
SUPERVISION	122,000	122,000	122,000	122,000	488,000
SERVICIOS: AGUA	7,000	7,000	7,000	7,000	28,000
ELECTRICIDAD	58,270	58,270	58,270	58,270	233,080
VAPOR	15,900	15,900	15,900	15,900	63,600
MANTENIMIENTO	11,685	11,685	11,685	11,685	46,740
LABORATORIO	64,500	64,500	64,500	64,500	258,000
AMORTIZACION	29,069	29,069	29,069	29,069	116,276
DEPRECIACION	55,530	55,530	55,530	55,530	222,120
EMPAQUE	29,800	29,800	29,800	29,800	119,200
IMPUESTOS PREDIA- LES.	1,800	1,800	1,800	1,800	7,200
SEGUROS Y PRESTA- CIONES.	136,218	136,218	136,218	136,218	544,872
PRIMAS Y SEGUROS SOBRE PLANTA.	12,681	12,681	12,681	12,681	50,724
GASTOS DE ADMINIS- TRACION.	232,555	232,555	232,555	232,555	230,220
GASTOS DE VENTA	203,485	203,485	203,485	203,485	813,940
CUENTAS INCOBRABLES	58,139	58,139	58,139	58,139	232,556

IMPUESTOS SOBRE INGRESOS MERCANTILES.	116,278	116,278	116,278	116,278	465,112
PAGOS PRESTAMO BANCO	83,274	83,274	83,274	83,274	333,096
GASTOS FINANCIEROS	12,491	12,491	12,491	12,491	49,964
TOTAL DE EGRESOS TRIMESTRALES.	2,079,527	2,079,527	2,079,527	2,079,527	8,318,108
INGRESOS	2,853,700	2,906,946	2,906,946	2,906,946	11,574,538
<u>EGRESOS</u>	2,079,527	2,079,527	2,079,527	2,079,527	8,318,108
	774,173	827,419	827,419	827,419	3,256,430

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS.1980

VENTAS NETAS - - - - -		11,574,538
-Costo de producción - - - - -	4,890,424	
-Gastos de Admón. - - - - -	1,866,112	
-Gastos de Venta. - - - - -	1,511,608	
-Gastos Financieros. - - - - -	49,964	
	8,318,108	8,318,108
		3,256,430
-Depreciación. - - -	222,120	
-Amortización. - - -	116,276	
	338,396	338,396
		2,918,034
IMPS. Y REP. DE UTIL. - - - - -		1,459,017
UTILIDAD NETA: - - - - -		1,459,017

$$R = \frac{1,459,017}{3,286,876} \times 100 = 44.39\%$$

RECUPERACION DE LA INVERSION.

(milos de pesos)

SIN FINANCIAMIENTO

AÑO	INVERSION	UTILIDADES	RESERVAS PARA DEPREC. Y AMORTIZ.	FLUJO TOTAL	SALDO FINAL
1975	-3,108,965	- - - - -	- - - - -		-3,108,965
1976		646,802	304,549	951,351	-2,157,614
1977		1,404,227	322,180	1,726,407	- 431,207
1978		1,481,075	327,564	1,808,639	+1,377,432
1979		1,571,127	333,072	1,904,199	+3,281,631
1980		1,650,547	338,396	1,988,943	+5,270,574

Por lo cual obtenemos que la inversión se recupera a los 2.3 años aproximadamente, o sea a los 2 años 4 meses, a partir de que se empieza a avanzar la fábrica.

CON FINANCIAMIENTO

AÑO	INVERSION	UTILIDAD NETA	RESERVAS PARA DEPREC. Y AMORTIZ. + PAGOS CAPITAL.	FLUJO TOTAL	SALDO FINAL
1975	-3,312,489	- - - - -	- - - - -		-3,312,489
1976		355,340	304,549 + 333,096	992,985	-2,319,504
1977		1,137,749	322,186 + 333,096	1,793,025	- 526,479
1978		1,239,579	327,564 + 333,096	1,900,239	+1,373,760
1979		1,354,615	333,072 + 333,096	2,020,783	+3,394,543
1980		1,459,017	338,396 + 333,096	2,130,509	+5,525,052

Se ve que la recuperación de la inversión se obtiene aproximadamente a los ^{2.0} 2.3 años, concluyendo que el tiempo de recuperación de la inversión es el mismo, con financiamiento o sin él.

ROTACION DEL ACTIVO FIJO.

I = Índice de rotación del activo.

A = Activo fijo (neto)

V = Ventas Netas.

$$1976: I = \frac{V}{Af} = \frac{8,242,815}{1,634,600} = 5.04$$

1977:

$$I = \frac{10,005,840}{1,634,600} = 6.12$$

1978:

$$I = \frac{10,544,256}{1,634,600} = 6.45$$

El índice de rotación es el mismo, para la inversión con --
financiamiento o sin él.

TABLA DE RESULTADOS				
	SIN FINANCIAMIENTO		CON FINANCIAMIENTO	
CAPITAL DE TRABAJO	333,184		511,095	
INVERSION TOTAL	3,108,965		3,286,876	
PUNTO DE EQUILIBRIO	4º Mes (Abril)	R	5º Mes (Mayo)	R
UTILIDAD NETA (1976)	646,802	20.80	355,340	10.81
UTILIDAD NETA (1977)	1,404,227	45.17	1,137,749	34.61
UTILIDAD NETA (1978)	1,481,075	47.64	1,239,579	37.71
UTILIDAD NETA (1979)	1,571,127	50.54	1,354,615	41.21
UTILIDAD NETA (1980)	1,650,547	53.09	1,459,017	44.39
RECUPERACION DE LA INVERSION.	2.25 años		2.27 años	
FLUJO DE RECURSOS DESPUES DE LA RECUPERACION DE LA INVERSION (1980)	5,270,574		5,525,052	
R Promedio	43.45		33.75	
UTILIDAD NETA PROMEDIO.	1,350,754		1,109,260	

Los conceptos anteriores se obtuvieron, de acuerdo a lo siguiente:

CAPITAL DE TRABAJO: El capital de trabajo se considera como -- la suma de los fondos que necesita la Compañía para solventar sus pagos, mientras empiezan a ser mayores los ingresos que los egresos, o sea hasta que, el dinero o efectivo que se recauda por --

concepto de las ventas, sea suficiente, para todos los costos y gastos, que resultan desde su fabricación hasta su venta. Por lo tanto, el capital de trabajo, es el efectivo que se necesita para que la planta opere normalmente, sin que tenga que suspender sus actividades por falta de fondos. Esto necesariamente, incluye suposiciones, como son programación de realización y cobro de las ventas, pero, que para este estudio de factibilidad, se considera que es suficiente. Ya que en caso, de considerarse, la posibilidad de instalación de esta planta, tendrían que realizarse estudios más precisos, no sólo en este punto.

INVERSION TOTAL: La inversión total, es la suma del activo fijo más el capital de trabajo o el efectivo de que se dispone, para que la Compañía se realice, tanto en su total instalación, como para que funcione adecuadamente, hasta que resulte un saldo positivo, entre sus entradas y salidas de efectivo, es decir el dinero total mínimo, con que se debe contar, para que el proyecto se consolide.

PUNTO DE EQUILIBRIO. El punto de equilibrio, es como su nombre lo dice, el punto donde se equilibran los ingresos con los egresos.

R o RENTABILIDAD. Del estado de pérdidas y ganancias anual, realizado con los datos obtenidos por el flujo de efectivo, se obtuvo la rentabilidad o razón de retorno sobre la inversión total, para los primeros cinco años del proyecto.

La rentabilidad o retorno sobre inversión, resulta de dividir, la utilidad neta anual, entre la inversión total, lo cual representa la fracción retornada que multiplicada por cien, nos da el porcentaje de retorno sobre la inversión.

El mínimo ROI, admitido en evaluación de proyectos es el 15%, un ROI entre 18 y 20% se considera bueno, aunque esto no es definitivo, para decidir si el pro-

yecto es realmente bueno, pues existen factores no cuantificables que pueden afectarlo, como son, aumento excesivo de materiales, mano de obra, cambio de la demanda-etc.

Pero es importante conocerlo, para ver que posibilidades de ganancias promete, la realización de la inversión.

UTILIDAD NETA: La utilidad neta, es la ganancia que se obtiene, después de deducirle a los ingresos o ventas, los costos y gastos que se realizaron para la elaboración del producto, así como los impuestos y reparto de utilidades de acuerdo con la Ley.

La ganancia o utilidad bruta, se obtiene de deducirle a las ventas, los costos y gastos y cuando se le restan los impuestos y reparto de utilidades, se obtiene la utilidad neta o utilidad después de Impuestos y reparto de utilidades.

TIEMPO DE RECUPERACION DE LA INVERSION: El tiempo de recuperación de la inversión, será cuando el flujo de recursos generados por el proyecto, sean suficientes para compensar la inversión que se realizó para la consolidación del proyecto.

Estos recursos serán, tanto la utilidad neta, como las reservas por depreciación y amortización, así como los pagos de capital en caso de existir financiamiento, ya que tiene como fin recuperar o pagar el 60% de la inversión total que fue hecha por medio de un préstamo bancario.

ROTACION DEL ACTIVO FIJO: La rotación sobre activo fijo, resulta de dividir las ventas, entre el activo fijo neto, y nos indica, cuantas veces se retorna el activo fijo, con respecto a las ventas que se realizan es decir cuantas veces da vuelta la inversión hecha en activo fijo relacionada a las ventas; la mínima rotación que se admite es de 1 y entre mayor rotación arroje el proyecto, es mejor.

C A P I T U L O

V I

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

RESUMEN Y COMENTARIOS.

En la etapa de generalidades, se expusieron las principales propiedades, químicas y físicas, toxicidad, usos y métodos generales de obtención de los fluorosilicatos; así como del ácido fluorosilícico que es básico en su obtención.

Se observa que la sal más importante es el fluorosilicato de sodio, por su variedad de usos, mientras que las otras sales tienen menos y más específicos, y que en algunos casos pueden ser sustituidas por el fluorosilicato de sodio.

Por otro lado, todos los fluorosilicatos se obtienen por neutralización del ácido fluorosilícico, con una solución de la sal correspondiente.

En el segundo capítulo, se realizó un estudio de mercado. Primeramente; se obtuvieron los datos de importación de los fluorosilicatos, que constituye la demanda nacional, ya que estas sales no se producen en el país. Se observó que la sal de mayor demanda es la de sodio, siguiéndole la de potasio, magnesio y zinc respectivamente.

Considerando que todos los fluorosilicatos se obtienen a partir del ácido fluorosilícico, se homogenizaron los datos a dicho ácido, tomando en cuenta las razones estequiométricas y eficiencias de reacción. Por el método de mínimos cuadrados se ajustaron los datos obtenidos, obteniéndose un coeficiente de correlación de 0.95, que se considera bastante bueno para pronosticar la demanda en estudios de preinversión.

Con la ecuación de regresión establecida, se obtuvieron las cantidades de ácido fluorosilícico que necesitarán producirse en los años futuros, para satisfacer la demanda de estos fluorosilicatos que actualmente se importan.

El mercado de estas sales en México, s

que lo constituyan las principales compañías que las importan y las cuales se resumieron en un cuadro, donde se observó que de las 19 compañías, 11 se encuentran en el Distrito Federal, 5 en Monterrey, 2 en Guadalajara -- Jal., y 1 en Naucalpan estado de México, o sea que prácticamente 12 Compañías se encuentran en el Distrito Federal. Por lo cual el mercado se encuentra concentrado en el Distrito Federal.

Los principales yacimientos de fluorita en México, se expusieron a continuación, así como las especificaciones químicas y físicas que deben reunir los diferentes grados de la misma, y los usos principales a los que se destinan cada uno de ellos. Además de la posición de México por sus reservas en el ámbito Mundial.

De todo esto se observó que, materia prima proporcionadora de flúor existe abundantemente y en todos los grados en el país.

En el tercer capítulo se realizó la selección del proceso, en base a la materia prima que se utiliza, volúmenes que se manejarían, la sencillez de obtención y su prácticamente total conversión en ácido fluorosilícico. Llegándose a la conclusión de que el proceso más adecuado por lo anteriormente expuesto, es el que parte de fluorita de bajo grado, que existe abundantemente en el país, sin tener la necesidad por lo tanto, de recurrir a la purificación por medio de procesos de flotación, que repercuten en el precio de la misma, en donde prácticamente el flúor se recupera como ácido fluorosilícico disponible para ser neutralizado con la consiguiente obtención de las sales. Seleccionado el proceso se procedió a calcular el tamaño del equipo, en base a la demanda que se necesitará satisfacer aproximadamente el cuarto año, debido a que originalmente no se tenían los 2 últimos datos de importación de estas sales y la demanda pronosticada, por lo tanto, era ligeramente diferente

a la dada por la ecuación de regresión obtenida con la inclusión de estos datos. A todo esto siguió, la obtención de las especificaciones y precios para todo el equipo a fin de obtener la inversión en activo fijo por ese concepto. Después se determinaron, los otros conceptos, que constituyen la inversión total inicial, como son, terreno, construcciones, instalaciones etc.

Aquí se vió, que la inversión inicial que tendría que hacerse, no es muy grande, comparada con la inversión de otros proyectos.

Con todo esto llegamos al siguiente capítulo, en donde se determinaron, los flujos de efectivo, de acuerdo con los ingresos y egresos que resultan de las ventas y de los costos y gastos respectivamente, determinando éstos últimos como un porcentaje de ventas en su mayoría. En un caso el flujo de efectivo se determinó, considerando que no había financiamiento, y en otro caso, que el 60% de la inversión inicial era financiada. Obteniéndose un cuadro de resultados donde se exponen el capital de trabajo que se necesitaría en ambos casos, así como las inversiones totales, las rentabilidades y utilidades netas anuales, punto de equilibrio, tiempo de recuperación de la inversión total, flujo de recursos después de la recuperación de la inversión hasta el último año de vida del proyecto, Utilidad y rentabilidad promedio durante la vida del proyecto.

De las tablas que resumen los flujos de efectivo, se observa que durante los cuatro primeros meses, los egresos son menores que los ingresos, lo cual se traduce en un falta de fondos, que son necesarios como capital de trabajo, para solventar los pagos que hay que efectuar y que la Compañía siga trabajando hasta que sus ingresos sean mayores que su egresos y pueda disponer del suficiente efectivo para pago de todas sus necesidades.

El punto en donde sus ingresos son iguales a sus egresos es el punto de equilibrio y puede comprobarse este gráficamente, en el caso de financiamiento se presenta en el quinto mes o sea en mayo y en el otro caso en el cuarto mes, por lo que prácticamente, se presenta al mismo tiempo y desde ese punto de vista resulta indiferente que el proyecto sea financiado o no.

La inversión total, como se observa en la tabla de resultados, es ligeramente mayor, cuando existe financiamiento, debido a que el capital de trabajo, el cual forma parte de ella es algo mayor por los pagos que deben hacerse al banco y que durante los primeros meses repercuten como una necesidad más de fondos, sin embargo, esta no es decisivo para inclinarse por el proyecto sin financiamiento, ya que la recuperación de la inversión, se alcanza prácticamente al mismo tiempo, -- aproximadamente en el cuarto mes del segundo año, o sea a los 2.3 años, lo cual nos indica que el valor total de la inversión no es decisivo.

En el ROI se observa, que cuando existe financiamiento baja, debido en parte al aumento de la inversión total.

Respecto a las utilidades netas, cuando hay financiamiento, son menores, debido a los pagos de capital y financieros que tienen que hacerse al banco, y que son deducidos antes de impuestos, mientras que en caso de no haber financiamiento -- estos pagos no existen, por lo cual utilidades netas son mayores. Pero por otro lado, los pagos al banco tienen como objeto pagar el 60 % de la inversión inicial, con la ventaja que son deducibles de impuestos, aumentando esto los recursos para la recuperación, aunque las utilidades, sean menores.

Por otro lado el flujo de recursos, hasta el quinto año, después de la recuperación de la inversión, resulta ser mayor en caso de haber financiamiento, el cual parece mejor desde este punto de vista.

El ROI y la utilidad promedio, se ven afectados --

de la misma manera, que los anuales pues para determinarlos, se tomaron en cuenta estos.

Con todos los resultados obtenidos, podemos tomar -- una decisión respecto, a si sería conveniente, o no realizar un estudio más a fondo para determinar como podría -- afectarse el proyecto con el cambio en algunos aspectos-- del mismo, como por ejemplo aplicandole un factor de descuento a los flujos de recursos, o aplicando otros índices que puedan orientar más hacia una decisión final.

Por lo pronto con los resultados obtenidos se puede llegar a algunas conclusiones que se expondrán enseguida.

CONCLUSIONES:

El estudio del mercado, nos dice que el proyecto de instalación de una planta elaboradora de fluorosilicatos, sería muy bueno, por un lado, porque su demanda es creciente y puede pronosticarse con bastante aproximación y por otro lado no existe producción de fluorosilicatos en México, por lo que sus importaciones representan su mercado a cierre de fronteras, se conseguiría apoderarse de -- todo el mercado nacional en un tiempo relativamente corto.

Todo esto, ayudaría al país en cuanto a una disminución de fuga de divisas, así como a una mejor explotación de sus recursos, obteniendo productos necesarios para su mercado, con miras a dejar de ser simplemente uno de los principales exportadores de materias primas.

El análisis del proceso, recomienda en todos aspectos la instalación de la fábrica, por su sencillez, materia prima y altos rendimientos.

Así también, el análisis económico, recomienda el -- proyecto, por relativamente pequeña inversión y su corto tiempo de recuperación de la inversión con una buena cantidad de utilidades durante toda la vida del proyecto.

En suma todos los aspectos analizados en este estudio recomiendan la instalación de una planta elaboradora de fluorosilicatos.

B I B L I O G R A F I A

- 1.-) Anuarios Estadísticos del Comercio Exterior
Años 1962-1974, importaciones, fracciones arancelarias para :
Fluorosilicato de Sodio - 500.30.12 (hasta 1964) y 28.29.B.001 (desde 1965).
Fluorosilicato de Potasio - 500.27.22 (hasta 1964) y 28.29.B.002 (desde 1965).
Fluorosilicato de Magnesio - 28.29.B.003.
Fluorosilicato de Zinc - 28.29.B.004.
- 2.-) Atkin Sydney and Pelitti Enrico
Industrial and Engineering Chemistry
Vol. 53, No. 9 Sept. 1961, Pags. 705 - 707.
"A method for recovering fluorine as sodium silicofluoride".
- 3.-) Badger Walter L. y Banchemo Julius T.
"Introducción a la Ingeniería Química "
Copyright, 1964, Ediciones Castillo, S.A. Madrid.
Pags. 520 - 528.
- 4.-) Baud Paul
Traite de Chimie Industrielle
Tomo I Pags. 776 - 777
"L'Acide Fluosilicique et Fluosilicates ".
- 5.-) Bauman H. Carl
" Fundamentals of Cost Engineering in the Chemical Industry"
Ed. Reinhold Publishing Corporation, 1964, N.Y.
Pags. 27 - 41 , 45 - 76 .
- 6.-) Carter R. H.
Industrial and Engineering Chemistry
Vol. 22, No. 8, August 1930, Pags. 886- 887
" Solubilities of Fluosilicates in water "
- 7.-) Cecil Mills Frederick
" Métodos estadísticos aplicados a la economía y a los negocios "
Pags. 212 - 242 ; 474 - 498 .
Ed. Aguilar 1965.
- 8.-) Chemical Marketing Reporter Newspaper
Julio 1975.

- 9.-) Chilton Cecil H.
" Cost Engineering in the process Industries "
Mc. Graw - Hill Book Co. Inc. 1960
Pags. 40 - 41; 52; 67 - 84; 93 - 94;
- 10.-) Chohey W. P.
Chemical Engineering
April 30, 1962, Pags. 94 - 96 .
" Hydrofluoric Acid Process gives New role
to Kneader "
- 11.-) Departamento de Estudios Económicos
Boletín de Nov. 1967
" Fluorita "
Comisión de Fomento Minero.
- 12.-) Engelson George B, Kenberma and Secord Robert N.
United States Patent Office 2,631,083
Mar. 10, 1953 Appl. Boston Mass. January 19, 1952
" Production of Calcium Fluoride and Silica "
- 13.-) Excélsior Mex. D.F.
Sábado 5 de Abril de 1975 Sec. A.
" México principal productor Mundial de Fluorita
constituye organismo para promover esta industria."
- 14.-) Foust Alan S.
"Principios de operaciones unitarias ".
Co. Ed. Continental S. A. 1970
Pags. 343 - 362; 523 - 529 .
- 15.-) Frans Baumert Paul August
Pat. Brit. 888,844 Feb. 7, 1962
Ger. Appl. Aug. 28, 1957
" Electric Furnace for obtaining Fluorine compounds."
- 16.-) Gunn E. F. Jr.
United States Patent Office 3,273,963
Sep. 20, 1966
" Silicon Tetrafluoride From Fluosilicic Acid "
- 17.-) Hampel Clifford A.
Chemical and Engineering News.
Vol. 27, No. 34, Aug. 22, 1949.
Pags. 2420 - 2422, 2456.
" Sodium Fluorosilicate!"

- 18.-) Heller G. L.
United States Patent Office 2,861,872
Nov. 25, 1958
" Silicon Tetrafluoride from Silica ".
- 19.-) Hignett T.P. and Striplin M. M. Jr.
Chemical Engineering Progress
Vol. 63, No. 5, May. 1967, Pags. 85 - 92 .
- 20.-) Jacobson C. A.
J. Phys. Chem. 27, 577 - 580 (1923)
" Fluosillicic Acid. The Maximum concentration of
the acid at room temperatures ".
- 21.-) Jacobson C. A.
J. Phys. Chem. 27, 761 - 770 (1923)
" Fluosillicic Acid II ".
- 22.-) Jones Leonard William, and Lihou David Anthony
United States Patent Office 3,369,863
Feb. 20, 1968
" Process for the Manufacture of a Fluosilicate
of a metal ".
- 23.-) Kern Donald Q.
Procesos de transferencia de calor
Co. Ed. Continental S.A. 1972
Pags. 131 - 155 .
- 24.-) Kirk E. Raymond y Othmer F. Donald
" Enciclopedia de Tecnología Química "
Primera Ed. español UTHEA 1963
Vol. IX Pags. 301 - 303; 321; 348 - 362; 381 - 388
y revisión de la segunda edición en inglés.
- 25.-) Kuka K. S.
Iron and Steel Engineer
Oct. 1963, Pags. 137 - 148
" Electrical Aspects of Arc Furnaces "
- 26.-) Lang Warren H, and Bartow, Gould Howard P.
United States Patent Office 3,055,733
Sep. 25, 1962
" Up grading Alkali Metal Silico-fluoride "
- 27.-) Lihou David A.
Chemical and Process Engineering
Nov. 1964, Pags. 604 - 611

" Fluorine Compounds as By - Products of Phosphoric Acid Manufacture ".

- 28.-) Lopatkina G. A. and Kolosova T. N.
 " Zhurnal Prikladnoi Khimii
 Vol. 41, No.7, Pags. 1608 - 1611, julio 1968
 Traducción al inglés: J. Applied Chem. (U. S. S. R.)
 Pags. 1527 - 1530
 " Preparation of Technical Magnesium Fluosilicate --
 from concentrated Fluosilicic Acid "
- 29.-) Mc. Cabe Warren L.
 Operaciones básicas de Ingeniería Química
 Ed. Reverté S. A. 1968
 Tomo I, Pags. 250 - 263
 Tomo II, Pags. 669 - 671; 921 - 946, 615 - 617
- 30.-) Ocoón G. Joaquín y Tojo B. Gabriel
 Problemas de Ingeniería Química
 Ed. Aguilar S. A. 1971
 Tomo I, Pags. 326 - 330
 Tomo II, Pags. 282 - 311, 32
- 31.-) Ojeda Rivera Jesús
 Boletín No. 61; 1961 del C.R.N.R.
 " Depósitos de Fluorita con berilio en Aguachile Coah! "
- 32.-) Olstowski F.
 United States Patent Office 2,968,599
 Enero 17, 1961.
 " Silicon Tetrafluoride Electrolytic "
- 33.-) Penfield Walker
 United States Patent Office 1, 938,533
 Dic. 5, 1933; Appl. Philadelphia Feb. 17, 1931
 " Process of Manufacturing Hydrofluosilicic Acid "
- 34.-) Perry John H.
 Manual del Ingeniero Químico
 Tercera edición, Tomo II Pags. 1503 - 1548
 UTHEA 1966.
 Cuarta edición en inglés, Pags. 13-74; 14, 15 a 14-35;
 18-5 a 18-25; 18-40 a 18-49; 19-54 a 19-88.
 Mc. Graw - Hill Book Co.

- 35.-) Pictor J. W. D. And Young P. A.
Journal of Metals junio 1964 Pags. 516 - 519
" An Economic Evaluation of process, detailed analyses of capital and operating costs for fuel-oxygen-scrap (FOS) Furnaces Vs. Electric Arc Furnaces (EAF)."
- 36.-) Rodríguez Enrique
Geología y Metalurgia (SLP. Mex)
Dic. 1967,3 (22) Pags. 67-98
" Obtención de fluorita grade ácido por medio de flotación ".
- 37.-) Sherwin K. A., B. Sc. (Eng)
Chemistry and Industry
Oct. 8,1955; Pags. 1274 - 1281
"Effluents from the Manufacture of Superphosphate and compound fertilizers."
- 38.-) Simons J. H.
" Fluorine Chemistry "
Vol. I y II.
Academic Press, Inc. Publishers N. Y. 1950
- 39.-) Van Alstine Ralph E.
Boletín No. 62,1962 del C.R.N.R.
" Principales depósitos de Fluorita en México "
- 40.-) Vilbrandt Frank C. y Dryden Charles E.
" Ingeniería Química del Diseño de Plantas industriales ".
Ed. Grijalbo S.A. 1963
Pags. 118 - 120,211-237.
- 41.-) Whynes A. L.
Trans. Instn. Chem. Engrs.
Vol. 34,1956 Pags. 117 - 126.
" Some aspects of the Absorption of Silicon Tetrafluoride gas in water ".
- 42.-) Worthington Katherine K, with Haring Malcolm M.
Industrial and Engineering Chemistry
Enero 15,1931; Pags. 7 - 9.
"Methods for Determining the solubilities of some Fluosilicates ".
- 43.-) Zoltan de Cserna
Bol. Soc. Geol. Mex. XXX No. 2 1967-1969
Minerales para fertilizantes en México, Pags. 169-192.