

C.N.F.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1984

CNEA - NT 15/84

REPUBLICA ARGENTINA

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

Dirección Proyectos Agua Pesada

Resumen de Actividades

1950 - 1983

BUENOS AIRES - ARGENTINA

JULIO 1984

REPUBLICA ARGENTINA
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

Dirección Proyectos Agua Pesada

Resumen de Actividades

1950 - 1983

BUENOS AIRES - ARGENTINA

JULIO 1984

INTRODUCCION

Nuestro país sostiene el desarrollo de la energía eléctrica de origen nuclear mediante la construcción de centrales de uranio natural, moderadas y enfriadas con agua pesada.

Este Resumen trata sobre obras de la C.N.E.A. en AGUA PESADA. Las realizaciones inmediatamente localizables son la Planta Industrial de Arroyito (P.I.A.P.), en Neuquén, y la Planta Experimental de Atucha (P.E.A.P.), en Buenos Aires. Para llevarlas a cabo se movilizan importantes recursos humanos: profesionales, técnicos y operarios; unos cuantos de ellos han debido adquirir especialización en temas de ingeniería y de ciencias básicas, con lo cual el 'saber hacer' agua pesada va incorporándose al patrimonio nacional. Otro tanto sucede en el seno de las numerosas empresas del país que participan en la construcción de las plantas.

Han colaborado en la preparación de este trabajo el Ing. Ramón JIMENEZ DEL TORO (P.I.A.P.), el Lic. Luis ESCOBAR (P.E.A.P.) y el Dr. Enrique GARCIA (P.M.-80); además, dactilógrafos, dibujantes y revisores de la Dirección Agua Pesada, con la coordinación del Dr. Amílcar J. FUNES.

INDICE

INTRODUCCION

PRIMERA PARTE : 1950 - 1982

- 1- OBJETO
 - 2- ANTECEDENTES HISTORICOS
 - 2.1- Período 1950-1973
 - 2.2- Período 1974-1976
 - 2.3- Período 1976-1982
 - 3- PLANTA INDUSTRIAL
 - 3.1- Descripción técnica
 - 3.2- La planta en números
 - 3.3- Organización propia
 - 3.4- Contratación de la obra (contrato principal)
 - 3.5- Evolución de la obra
 - 3.5.1- Obra civil
 - 3.5.2- Montaje electromecánico
 - 4- PLANTA EXPERIMENTAL
 - 4.1- Descripción técnica
 - 4.2- La planta en números
 - 4.3- Organización propia
 - 4.4- Contratación de la obra (contrato principal)
 - 4.5- Evolución de la obra
 - 4.5.1- Contrato C.N.E.A.-C.O.N.I.C.E.T.-U.N.I.
 - 4.5.2- Contrato C.N.E.A.-I.N.V.A.P.
 - 5- PLANTA MODULO 80
 - 5.1- Introducción
 - 5.2- Descripción técnica
 - 5.3- La planta en números
 - 5.4- Evolución del proyecto
 - 5.5- Otras actividades de la Gerencia
 - 6- TAREAS CONTRIBUYENTES DE INVESTIGACION Y DESARROLLO
 - 6.1- Fisicoquímica
 - 6.2- Metalurgia
 - 6.3- Desarrollo de Procesos
- ANEXO I: Fisicoquímica - Lista de informes internos (1975-1982)
- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

PRIMERA PARTE
1950 - 1982

DIRECCION DE PROYECTOS AGUA PESADA

RESUMEN DE ACTIVIDADES

PRIMERA PARTE : 1950 - 1982

1- OBJETO

En esta Primera Parte se incluyen las actividades de la C.N.E.A. en agua pesada desde la iniciación de las mismas en la década de los años cincuenta.

Hasta 1982 inclusive, se presenta un relato histórico seguido de la descripción de los proyectos. En la Segunda Parte, a partir de 1983, se establece un esquema que permite seguir la evolución de los trabajos en forma de memoria anual.

2- ANTECEDENTES HISTORICOS

2.1- Período 1950-1973

Entre 1950 y 1955, Juan Mac Millan y colaboradores, con el auxilio del investigador italiano Marchetti, diseñaron una columna de destilación para obtener agua pesada a partir del agua natural, valiéndose de sus distintos puntos de ebullición (101,5°C y 100°C, respectivamente). Mac Millan dirigía el Laboratorio de Isótopos estables, pero hubo de trasladarse a Bariloche (Planta Experimental de Altas Temperaturas, luego Centro Atómico) para colaborar con el Dr. Balseiro. De modo que la construcción y el montaje de la columna de destilación continuaron en la Sede Central, a cargo de los Dres. Enrique Silberman y Walter Barán. La instalación tenía por objeto el estudio de problemas en escala semi-piloto. Se emplearon placas verticales de aluminio como elementos de relleno, siguiendo la orientación canadiense.

Como fuente de energía, se había previsto emplear vapor de calefacción a 3 kg/cm², pero el responsable de la caldera informó que la misma no soportaría esa presión. Se pensó en la adquisición de una caldera ad hoc, pero no existía lugar físico donde instalarla. Sobrevienen luego la espera desgastante, la clausura del local que alojaba la columna, su desmantelamiento posterior para atender a otras necesidades de espacio y finalmente su donación al Departamento de Industrias de la Facultad de Ingeniería. Pero mientras los intentos prácticos embicaban en las playas de la dilación, Enrique Silberman y Carjuzaa, valiéndose de pequeñas columnas de vidrio, estudiaban problemas de difusión térmica aplicada

a la separación isotópica. En 1959, publicaron su Informe C.N.E.A. No. 16 (1). Carlos Español, en 1960, también realizó estudios de separación isotópica sobre una columna de vidrio Pyrex de 10 mm de diámetro interno y casi 2 m de longitud, refrigerada exteriormente con agua, con un filamento caliente (400°C) en su centro (2). "Se establece en ella, informa Español, un gradiente radial de temperatura que origina, primero, difusión térmica en la dirección del gradiente y, segundo, corrientes de convección axiales" (Clausius y Dickel, 1938). Español emplea una mezcla de argón y anhídrido carbónico al 50 %).

El componente liviano se acumula en la cabeza de la columna y el más pesado, en el pie de la misma.

Por su parte, Walter Barán y Rubén Cretella se abocan al estudio del intercambio isotópico de deuterio entre hidrógeno y vapor de agua, centrándose en la medición de la actividad catalítica del platino y del aluminio (3). Los experimentos se realizan en una columna de vidrio de 5,5 cm de diámetro y 33 cm de altura, rellena en parte con malla de bronce fosforado, con caudales del orden de gramo/hora. Qué transición debemos enfrentar con las nuevas plantas en construcción, donde -si bien empleando procesos diferentes- tendremos caudales de intercambio de más de 15.000 kg/h en un caso (planta experimental) y de casi 300.000 kg/h en el otro (planta industrial).

Por entonces, el Dr. Cretella había desarrollado su tesis doctoral sobre la permeabilidad de aceros inoxidables al hidrógeno en función de la presión y la temperatura, probablemente en procura de datos sobre separación isotópica.

Mientras sus colegas trabajan en temas vinculados con el enriquecimiento isotópico, en 1960 Lucía Cannavale adquirió experiencia en la determinación isotópica de mezclas H_2O-D_2O empleando el método del flotador de vidrio (4), que reduce el problema a la medición de temperaturas al centésimo de °C.

Como es natural en un país con nuestra ubicación geográfica, las fértiles relaciones internacionales entre los científicos son dificultosas. A la distancia física, se une cierto recelo del medio al ver partir algunos de sus miembros hacia lugares que tienen el aura de las civilizaciones más desarrolladas. Pero de todos modos, los científicos logran concretar los indispensables contactos personales, centrífugos o centrípetos. Entre estos últimos

ubicamos el de Marchetti, ya citado, y el de Walter Schnurr (Alemania) quien, en conversaciones con Silberman, insinúa la posibilidad de construir una planta de agua pesada en la Argentina. Silberman, Zanetta y Cretella se abocan al estudio de una planta para 20 t/a. Escogen el método de intercambio isotópico entre SH_2 y H_2O porque no depende de otra producción, como NH_3 , por ejemplo; solamente requiere amplia disponibilidad de agua con alto contenido natural de deuterio y de gas como fuente de energía térmica. Este último suministro empezaba a evidenciar su abundancia en esa época (1962). La tecnología del método había sido desarrollada con éxito en U.S.A. y se habían publicado informes reveladores como el de Proctor y Thayer (5).

Silberman, Zanetta y Schnurr viajan hacia el sur en busca de ubicación apropiada para la planta y escogen uno en las cercanías del lago Munster. Allí se dispondría de agua muy pura y con alto contenido isotópico de deuterio, como se confirmó por análisis químicos posteriores. Además, existían importantes yacimientos gasíferos y podría hallarse mano de obra especializada en la zona de Comodoro Rivadavia.

El trabajo realizado por Silberman y Zanetta fue elevado a las autoridades nacionales y aparentemente no tuvo respuesta favorable en el Ministerio de Economía.

Por entonces, el Dr. Español pasa al Centro Atómico Bariloche y el Dr. Barán parte para Italia, donde trabajará por dos años en el Centro de Informaciones, Estudios y Experiencias (C.I.S.E.) en el cálculo de una planta de intercambio $\text{SH}_2\text{-H}_2\text{O}$, con los Dres. Silvestri, Villoni y Brigoli. Otros dos años, en Roma, los dedicará luego al estudio de problemas de intercambio térmico.

Entretanto, Zanetta pasa al Laboratorio de Espectrometría de masas y posteriormente se retira de la C.N.E.A.. Casi puede palparse el decaimiento del apoyo institucional a las ideas de estos precursores. A la espera de mejores tiempos, Silberman y Cretella redactaron una importante revisión sobre las plantas de agua pesada existentes en el mundo (Informe C.N.E.A. N° 90, ref. 6). En ella cuantifican los costos de operación y los de inversión y proponen para nuestro país una unidad de 200 t/a, porque a partir de esa capacidad los beneficios derivados del aumento de tamaño resultan sólo marginales. El trabajo también incluye consi

deraciones sobre ubicación de la planta (Río Senguer en Chubut o Río Chico en Tierra del Fuego).

Poco tiempo después Silberman parte en busca de horizontes más propicios, radicándose en Norteamérica, hacia donde también se dirige la señorita Cannevale.

El Laboratorio de Isótopos Estables es desmantelado y Cretella, más apegado a su tierra y a su ambiente de trabajo, continúa en la C.N.E.A., ahora en el Laboratorio de Espectrometría de Masas. Pero su interés en la producción industrial de agua pesada no decae y felizmente mantiene la actualización de su archivo sobre ese tema, lo cual tiene importancia en relación con el Estudio de Factibilidad mencionado más adelante (ver 2.2.1).

En un momento dado, el Presidente Quihillalt le pide un estudio sobre una instalación combinada, con una planta de síntesis de NH_3 acoplada a otra de agua pesada, del tipo NH_3/H_2 . El resultado es negativo, por la baja capacidad del sistema de NH_3 propuesto. Por ese entonces regresa Barán al país (1964) y momentáneamente trabaja en la Gerencia de Tecnología, donde Sábato nunca dejó de albergar a los profesionales calificados que llegaban sin rumbo fijo. Posteriormente Barán pasa al Departamento Factibilidad, cuyo estudio sobre la Central Atucha I incluye un capítulo suyo sobre el tema agua pesada. Allí figuran los costos de instalación y de operación para una planta local del tipo $\text{SH}_2/\text{H}_2\text{O}$, de 100 t/a.

Hacia 1970, el Ing. Cosentino encomienda al Ing. Núñez, del Dpto. Reactores (Gerencia de Energía) la búsqueda de antecedentes sobre producción industrial de agua pesada. Al empezar 1972 Núñez conoce a Barán y su trabajo se acelera. Según van desarrollándose las ideas en el nivel directivo de la C.N.E.A., el Ing. Csik, Gerente de Factibilidad de CC.NN. requiere al binomio Núñez-Cretella una actualización de costos de inversión y operación de una planta para 400 t/a. Estos profesionales concluyen que resulta conveniente un trabajo sistemático, porque la producción local de agua pesada constituirá un pilar de cualquier plan futuro. Proponen entonces al Gerente de Investigación y Desarrollo M.B. Crespi la creación de un grupo de trabajo permanente, el cual se constituye en 1973 bajo la responsabilidad del Dr. Gerardo Videla.

2.2- Período 1974-1976

A principios de 1974, el grupo de trabajo se organiza como Area, con rango de Dirección y aproximadamente 20 personas, entre profesionales y técnicos.

Además del estudio y la experimentación en F.Q. del D_2O que significaban la continuidad histórica de los trabajos de laboratorio de los años cincuenta y sesenta, el Area Agua Pesada adopta puntos de vista que revelan la influencia de ingenieros sobre los químicos precursores. En efecto, los objetivos claramente diferenciados son una planta industrial P.I.1, seguramente importada, para resolver los problemas coyunturales; y una segunda planta P.I.2 con tecnología nacional.

Ya en 1973 se había tomado la decisión de continuar con la línea de reactores de uranio natural y agua pesada, cuyo 1er. exponente, Atucha I, se inauguró en 1974. Y justamente ese año India produjo su primera "explosión nuclear pacífica". Este hecho provocó restricciones en la transferencia de tecnología nuclear desde los países más avanzados y se hizo evidente que nuestras compras de agua pesada al principal productor (Canadá) podrían estar inaceptablemente condicionadas.

De manera que la producción local de agua pesada apareció en el camino crítico de nuestras realizaciones nucleoelectricas.

La P.I.1 estaría precedida por un Estudio de Factibilidad y en cuanto a la P.I.2, demandaría la realización de tres etapas: laboratorio, piloto e industrial.

2.2.1 Planta P.I.1

El Estudio de Factibilidad (7) con sus Anexos (500 págs) constituye todavía un documento de consulta y abarca: mercado mundial, demanda argentina, métodos de producción, satisfacción de la demanda, análisis de localización, participación nacional, cronogramas, aspectos económicos y financieros y modalidades de contratación (Vol. I). Los Volúmenes II y III son anexos técnicos.

La hipótesis de trabajo para estimar la demanda de agua pesada fue de 10 centrales hasta 1990, 8 de las cuales requerirían la producción local de D_2O (aprox. 4.000 t, incluyendo la reposición de pérdidas). La capacidad de la planta se acotó entre 250 y 500 t/a, y su ubicación fue propuesta en Arroyito (Neuquén).

2.2.2 Planta P.I.2

Debía ser el resultado de la secuencia laboratorio-semipiloto, piloto, P.I.2. Sólo se estableció el cronograma tentativo para la primera etapa, que fue acotada entre 2 y 6 años.

El trabajo se desarrolló hasta la preparación de la licitación para dicha primera etapa, que se instalaría en Ezeiza y fue suspendido por los sucesos de marzo de 1976.

Por otra parte, el Dr. Videla decidió adelantar la gestión referente a la planta piloto y trató de localizar qué grupo podría colaborar con la C.N.E.A. en el diseño. Los candidatos lógicos fueron aquellos de ingeniería química, entre los cuales se destacaban los de una escuela tradicional: la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral, en Santa Fe. En junio de 1975, cuando se visitó la Facultad, su Departamento de Graduados contaba con profesionales como los Dres. Cerro y Cassano, con excelente formación en universidades muy prestigiosas de un país más avanzado; y dicho Departamento estaba en proceso de conversión en Instituto de Desarrollo para la Industria Química (I.N.T.E.C.). El Instituto surgía en el marco de un convenio entre la U.N.L. y el C.O.N.I.C.E.T. y podría asumir el compromiso del diseño de la planta piloto sobre las bases siguientes:

- Convenio C.N.E.A.-C.O.N.I.C.E.T.-U.N.L.
- Responsabilidad total sobre el proyecto

El convenio fue preparado durante los últimos meses de 1975.

2.3- Período 1976-1982

En 1976 asumió la presidencia de la C.N.E.A. Carlos Castro Madero, quien se desempeñaba como Jefe del Servicio Naval de Investigación y Desarrollo (S.E.N.I.D.), donde estuvo en contacto con el asesor científico Héctor Antúnez, físico de Bariloche. Los Dres. Cassano y Cerro, en su búsqueda de comprensión sobre los problemas vinculados con su naciente I.N.T.E.C., habían hallado en el S.E.N.I.D. esos dos buenos interlocutores. En particular, Antúnez los apoyaba en la gestión ante el C.O.N.I.C.E.T. Cuando Castro Madero asumió la presidencia de la C.N.E.A., Antúnez integraba su grupo asesor.

De este modo resulta que la gestión C.N.E.A.-I.N.T.E.C. iniciada bajo el gobierno anterior, continuó sin interrupción bajo las nuevas autoridades.

El convenio C.N.E.A.-U.N.L. fue firmado en mayo de 1976

por las respectivas autoridades: Castro Madero, Lic. Molero y Cnel. J.H. Núñez, y se lo consideró vigente desde el 1° de marzo de 1976. Allí se estableció que las tres instituciones llevarían a cabo "en forma conjunta el proyecto de diseño, la ingeniería de de talle, la construcción, el montaje y la puesta a punto de una plan ta piloto de agua pesada, apta para obtener toda la información técnica factible y la experiencia necesaria para diseñar, construir y operar una planta industrial...". El C.O.N.I.C.E.T. y la U.N.L. delegaron la ejecución de las tareas científico-técnicas que les competían, en el I.N.T.E.C. dirigido por Cassano, con Cerro como Director Técnico del proyecto. La C.N.E.A. se reservó la dirección general del programa de trabajo, cuyo cronograma se estableció para 58 meses, con un máximo de 60 meses. El convenio no especifica el presupuesto tentativo ni la capacidad de la planta, aunque existe un documento del 16 de marzo de 1976, donde el Director del Programa C.N.E.A., Ing. Carchidi, a requerimiento del Dr. Cerro, le manifiesta que "no existen restricciones con respecto al monto total a invertir en el desarrollo del Proyecto" y que "la capacidad de la planta piloto y consecuentemente su costo, deberá obtenerse de la determinación óptima de una serie de alternativas"..., que se basan en algunas premisas: información y experiencia obtenibles de la obra, máxima participación de la industria nacional y existencia de una "producción útil", la cual sería de 20 t/año, según documentos del I.N.T.E.C. (diciembre 21, 1976).

Por otra parte, el Director del Area Agua Pesada, Dr. Videla, presenta a las autoridades, el 30 de abril de 1976, 4 alternativas para el Programa Agua Pesada. Transcribimos la segunda de ellas, porque la misma, en las palabras de Videla, "corresponde al criterio sustentado por el Area hasta la fecha". Dice así: "Adquisición de la planta (de intercambio $\text{SH}_2/\text{H}_2\text{O}$, de 400 t/a) y al mismo tiempo, instalación de una planta piloto, de construcción nacional, destinada al entrenamiento, conocimiento técnico y desarrollo de personal, capacitación nacional para operación de la planta industrial y para el diseño y construcción de nuevas plantas de agua pesada o ampliación de la existente".(...). "La instalación de la planta de 400 t aportaría suficiente información como para acortar los plazos de instalación de la planta piloto y para consolidar el desarrollo tecnológico posterior".

A pesar de ese criterio sustentado por el Area sobre adquisición de la planta de 400 t/a, en junio de 1976, las partes C.N.E.A.-C.O.N.I.C.E.T.-U.N.L. firmantes del convenio de mayo de 1976 (Convenio I en lo sucesivo) suscribieron una carta de intención, según la cual "se proponen llevar a cabo en forma conjunta un Programa de Desarrollo Tecnológico denominado Planta Industrial de Agua Pesada, como continuación del (...) Programa (...) Planta Piloto de Agua Pesada"; éste..." tiene por objeto "el proyecto de diseño, la ingeniería de detalle, la construcción, el montaje y la puesta a punto de una planta industrial de agua pesada, que (la) produzca en grado reactor (99,8 % de D_2O), estimativamente con una capacidad de 400 t/año por el método de intercambio isotópico H_2S/H_2O ". En otro artículo la carta dice que "las partes proponen tentativamente tener finalizado este Programa para el 30 de diciembre de 1984" y que en el 4° trimestre de 1976 la C.N.E.A. y el I.N.T.E.C. se reunirían para "elaborar el cronograma tentativo de ejecución y los detalles operativos correspondientes al Programa Planta Industrial de Agua Pesada".

La salud del Dr. Videla le impuso un alejamiento temporario de su actuación en la C.N.E.A., que se convirtió luego en permanente, hasta su deceso en 1977. En un momento de cambio político como el acaecido, el Area quedó virtualmente acéfala y su disgregación durante el transcurso de 1976 era palpable. El personal empezó a buscar otros horizontes y hasta el patrimonio (oficinas, mobiliario, vehículo) fue redistribuido entre quienes pensaron darle mejor uso. Pero como el suministro confiable de agua pesada era una condición sine qua non para cualquier plan nuclear basado en uranio natural, las autoridades de la C.N.E.A. resolvieron reconstituir el frente interno y centralizaron la responsabilidad en un nuevo Jefe con rango de Director, contratado al efecto el 1° de diciembre de 1976.

El nuevo funcionario (A.J. Funes) contó con la colaboración del Ing. Núñez, ascendido a 2° Jefe, para asegurar la continuidad del programa; a lo cual también contribuyó el Dr. Cretella con el valioso archivo de publicaciones. Se consideró el Programa vigente, a saber:

- requerimiento de D_2O hasta el año 2000: 10.600 a 11.000 t;
- planta piloto de 20 t/a, operativa a fines de 1980;
- planta industrial de 400 t/a, basada en la anterior, operativa en 1984;
- ubicación de ambas plantas: Arroyito (Neuquén)
- producción de ambas plantas hasta 1985: aprox. 480 t (satisface Atucha II).

Sobre la base de datos más actualizados del Dpto. Factibilidad de Centrales Nucleares y de la Subsecretaría de Energía Térmica e Hidráulica, se estimó la demanda en aproximadamente 6.000 t (año 2000). Asimismo la Dirección apreció que "la provisión de agua pesada para la C.N. Atucha II no se puede asegurar sino por adquisición de la carga o de una planta industrial llave en mano, con alta participación de la industria nacional" (Informe N° 1 al Sr. Presidente). En este punto, la apreciación coincide con la del Dr. Videla (abril de 1976).

En cuanto a la planta piloto de 20 t/a, se estimó que los requerimientos tecnológicos (torres de 3.80 m de diámetro; carga de 60 t de SH_2 ; compresores de 1000 HP) eran demasiado fuertes para "una combinación de diseño sin precedentes locales y de diseñadores sin antecedentes en planta industrial alguna" (8). Se retomó entonces la 'corriente histórica' descrita en 2.2.2 y a falta de la prueba de factibilidad de laboratorio, se propuso una planta experimental del mínimo tamaño que permitiese realizar el acoplamiento de etapas; y la postergación del enriquecimiento final (del 15 % al 99,8 %) para cuando se estuviese cerca del enriquecimiento primario (desde 145 ppm hasta 15 %). El carácter de planta experimental influyó en el cambio de localización, para acercar el desarrollo a los centros proveedores de conocimiento y de capacidad tecnológica.

El nuevo emplazamiento elegido fue en los terrenos de Atucha, en las proximidades de la central nuclear.

El Convenio C.N.E.A.-C.O.N.I.C.E.T.-U.N.L. fue modificado y en su nueva forma (Convenio II, 3 de enero, 1977) dejó sin efecto la carta de intención.

La reorientación del Programa Agua Pesada alcanzó a la capacidad de la Planta Industrial, para la cual se propusieron

dos módulos de 200 t/a cada uno: el primero de origen foráneo (para 1983), que debía ser contratado inmediatamente; y el segundo, a construir localmente (para 1987) sobre la base de la tecnología adquirida con el primer módulo y con la planta experimental. La división de la planta industrial en dos unidades, propuesta en enero de 1977 (8), fue ratificada por un estudio independiente del Dpto. Factib. de CC.NN. (9), que figura como Anexo I en el informe específico del Jefe de Proyecto (10).

Posteriormente, el estudio de proyectos extranjeros, indujo a pensar que las condiciones del desarrollo nacional sólo permitían emprender la construcción local de una unidad industrial de 60-80 t/a, de donde la 2a. planta sería un agregamiento de módulos de esa capacidad.

Posteriormente, la unidad fue denominada 'Módulo 80' y constituyó uno de los tres proyectos de la Dirección Agua Pesada (1980). Su realización fue prevista hasta completar la ingeniería básica. Entre octubre y noviembre de 1977, Funes pudo visitar la planta piloto rumana, ubicada a 200 km al N.O. de Bucarest y comprobó que los rumanos habían escogido una capacidad de 2-4 t/a, tamaño mínimo que permitía ensayar el acoplamiento de etapas.

La gestión de este Director continuó con la licitación y contratación de la obra Planta Experimental; el pedido de ofertas y su evaluación, para la Planta Industrial de 200 t; y la concepción de un laboratorio de SH_2 donde, en una columna de simple pasaje, se probaría la manipulación de ese gas en cantidades de kg, antes de inyectarlo en la Planta Experimental en cantidades de tonelada. El desarrollo de estos temas está incluido en los apartados correspondientes a cada Proyecto por separado, que se incluyen en la parte siguiente de esta Memoria (puntos 3 y sig.).

Pero el Director actuante consideró que existía "una desproporción entre los proyectos vigentes y los medios para desarrollarlos" y propuso una organización de carácter empresarial para atender los problemas de ingeniería, inspección de obra y operación de plantas. La misma no fue considerada oportuna y en cambio, surgió la propuesta de una ley especial para contrataciones de personal y viajes, esencialmente. Pero antes de lograrla el deterioro físico llevó al funcionario a solicitar su relevo del cargo (junio de 1979).

Como es lógico, "estos programas son el resultado del trabajo de un grupo de hombres y el recambio de algunos de ellos es previsible y, biológicamente, inevitable". Por otra parte, cabe pensar que la C.N.E.A. no pudo tomar en consideración la infraestructura necesaria para desarrollar el proyecto industrial de agua pesada y también el de la planta experimental, hasta que no se hizo efectiva la decisión gubernamental sobre el Plan Nuclear (4 centrales más la Planta Industrial), traducida en el Decreto 302/79. A éste siguió la Ley Especial N° 22.142/80, con su Decreto Reglamentario N° 115/80, fruto de la gestión del Director que sucedió a Funes. Cabe mencionar que entre 1967 y 1976 hubo 19 ofertas de plantas de agua pesada, presentadas a C.N.E.A. por empresas extranjeras. El Cuadro I sintetiza las características principales de dichas ofertas. Aún cuando las mismas fueron estudiadas, no se tomó la decisión sobre construcción de una planta industrial por cuanto no existía una definición sobre el número y la secuencia de las centrales a instalar.

El siguiente Director, Dr. J.M. García Bourg, además de la Ley citada, gestionó otros instrumentos legales, 2 leyes y 8 decretos, cada uno de los cuales también requirió la firma de la máxima autoridad de la República. El Cuadro II contiene todas las citas de estos documentos.

Dentro del nuevo marco de referencia, la estructura de la Dirección de Agua Pesada fue establecida como muestra el Cuadro III y su personal pasó de una decena de personas a casi dos centenas, según lo fueron requiriendo los proyectos en ejecución (11).

Toda la Dirección se estableció, al promediar 1980, en el edificio de Monroe 825.

Estas breves líneas apenas evidencian la ímproba tarea desarrollada en organización y administración.

A partir de este año 1980 el relato de la evolución de los tres proyectos (Planta Industrial, Planta Experimental y Módulo 80) continúa en forma separada.

CUADRO I

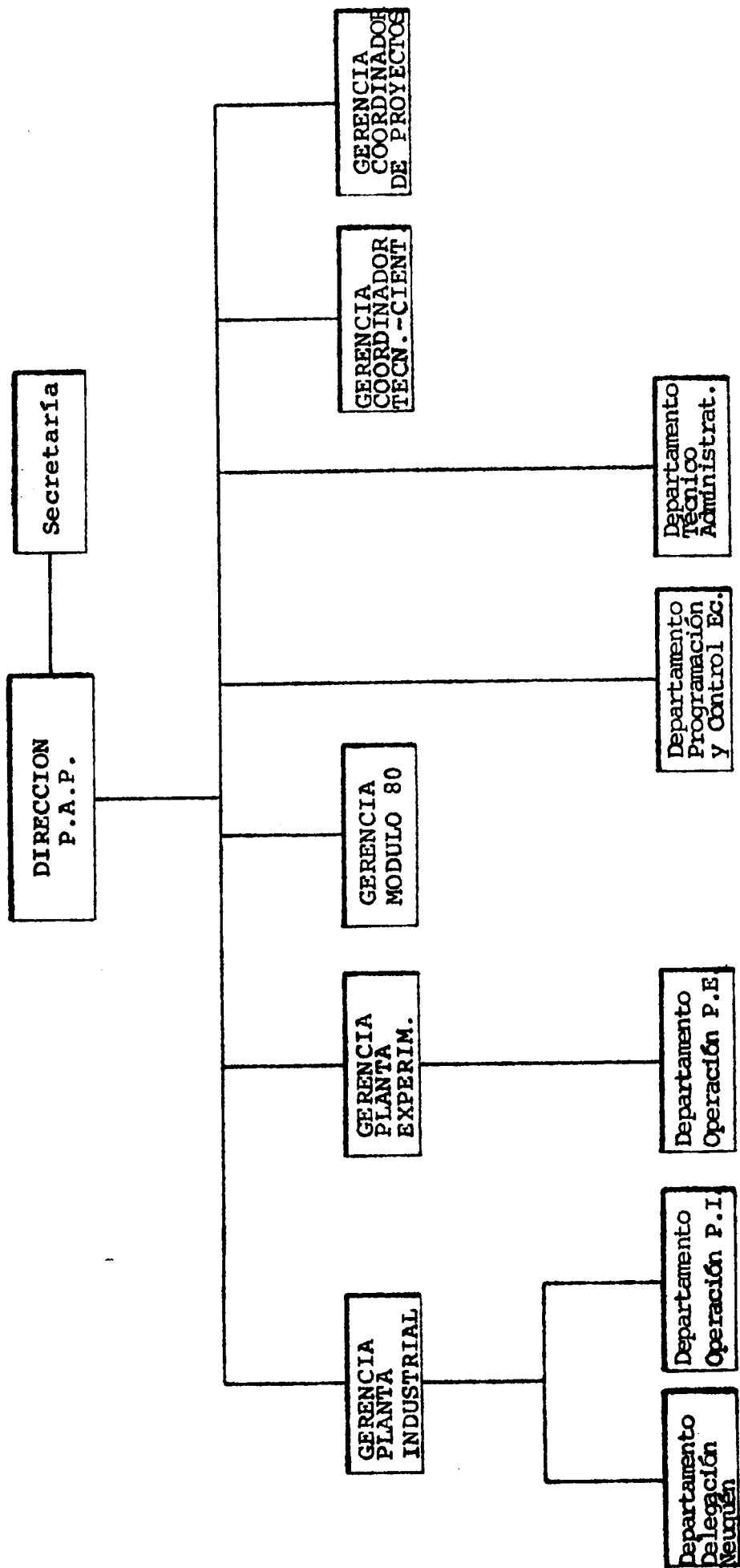
OFERTAS PRESENTADAS A C.N.E.A. (1967-1976)

AÑO	FIRMA	PRODUC. t/año	METODO	INVERSION (Precios del año de la oferta)	GRADO DE DESARROLLO	PROCESO	OTRAS CARACTERISTICAS
1967	SULZER	100	N H ₃ / H ₂	105 M.F.S.	PLANTA INDUST. (prototipo)	DEPEND.	MONOTERMICO
1967	SULZER	100	N H ₃ / H ₂ H ₂ O / H ₂	135 M.F.S.	PLANTA INDUST. (prototipo)	DEPEND.	MONOTERMICO
1968	SULZER	65	N H ₃ / H ₂	70 M.F.S.	PLANTA INDUST.	DEPEND.	MONOTERMICO (características similares o la ofertada para Baroda, India)
1969	GELPRA	12,5	N H ₃ / H ₂	7 M.U.\$S	PLANTA INDUST. (acoplada a Petrosur)	DEPEND.	MONOTERMICO (Experiencia en Mazingarbe)
1969	GELPRA	3,5	N H ₃ / H ₂	3,2 M.U.\$S	PLANTA PILOTO	DEPEND.	MONOTERMICO
1969	UHDE	11,5	N H ₃ / H ₂	22 M.D.M.	PLANTA INDUST. (acoplada a Petrosur)	DEPEND.	BITERMICO
1969	LINDE	11,8	DEST. DE H ₂	17,5 M.D.M.	PLANTA INDUST. (acoplada a Petrosur)	DEPEND.	EXPERIENCIA EN NANGAL, INDIA
1972	CANATOM	400	SH ₂ / H ₂ O	50 M.U.\$S.	PLANTA INDUST.	INDEPEND.	EXPERIENCIA EN RECONSTRUCCION DE GLACE BAY
1972	LUMMUS	400	SH ₂ / H ₂ O	78 M.U.\$S.	PLANTA INDUST.	INDEPEND.	EXP. EN DANA, SAVANNAH RIVER, PORT HAWKESBURY, CONSTRUCCION DE BRUCE
1972	SIEMMENS	400	AMINA / H ₂ O	—	PLANTA INDUST. (Prototipo)	INDEPEND.	FUE PRESENTADO DENTRO DEL PLIEGO DE LA C.N. EMBALSE COMO UNA INTENCION
1974	CANATOM	180 360 540	SH ₂ / H ₂ O	90 150 M.DOLCAN 213	PLANTA INDUST.	INDEPEND.	EXPERIENCIA EN GLACE BAY
1975	PROMATON	12	NH ₂ / H ₂	6 M.U.\$S	PLANTA INDUST. (Cesión de equipos)	DEPEND.	TRANSFERENCIA DE MAZINGARBE A PETROSUR
1975	LUMMUS	400	SH ₂ / H ₂ O	277 M.U.\$S	PLANTA INDUST.	INDEPEND.	EXP. PH., BRUCE A, BRUCE B y D (En construcción)
1975	BURNS & ROE	—	—	120 M.U.\$S.	PLANTA INDUST.	—	SOLO OFRECIO FINANCIACION Y SERVICIO, SIN ESPECIFICAR TIPO DE PLANTA
1975	UHDE	63	NH ₃ / H ₂	45 M.U.\$S.	PLANTA INDUST.	DEPEND.	EXP. EN INDIA (En construcción)
1975	LINDE	70	DEST. H ₂	80 M.D.M.	PLANTA INDUST.	DEPEND.	EXP. EN INDIA (Nangal)
1975	SULZER	70	NH ₃ / H ₂	—	PLANTA INDUST.	DEPEND.	EXP. EN INDIA (Baroda y otra en construcción)
1976	SULZER	5 400	NH ₃ / H ₂ / H ₂ O AMINA / H ₂ O	275 M.D.M. —	PLANTA PILOTO PLANTA INDUST.	INDEPEND.	OFRECIMIENTO MUY INFORMAL
1976	LUMMUS	400	SH ₂ / H ₂ O	300 M.U.\$S.	PLANTA INDUST.	INDEPEND.	CESION DE EQUIPOS Y MATERIALES DE BRUCE C

CUADRO II

INSTRUMENTOS LEGALES PARA REALIZAR LA OBRA
PLANTA INDUSTRIAL DE AGUA PESADA

CONCEPTO	APROBADO A TRAVES DE		
	LEY	DECRETO	FECHA DE APROBACION
ACEPTACION OFERTA SULZER BROTHERS LTD.	—	2441	28-9-79
LEY DE AGUA PESADA Y DECRETO REGLAMEN TARIO	22142	115	11-1-80 18-1-80
AUMENTO DEL TOPE DE LA CARTA DE INTEN CION ESTABLECIDO EN EL ARTICULO 3° DEL DECRETO N° 2441/79 HASTA EL MONTO DE FR.S.Z. 50.000.000.- CON AVAL DEL TE- SORO NACIONAL	—	426	25-2-80
OTORGAMIENTO DE CONFORMIDAD PREVIA PRE VISTA EN ARTICULO 13 DE LA LEY 21550.	RESOLUCION DE LA SE- CRETARIA DE ESTADO DE PROGRAMACION Y COORDI NACION ECONOMICA N° 159 Y RESOLUCION DE LA SE- CRETARIA DE PLANEAMIE NTO N° 101		23-5-80
EXENCION AL ARTICULO 5° DE LA LEY - 22016	22244	—	26-6-80
AUMENTO DEL TOPE DE LA CARTA DE INTEN- CION ESTABLECIDO EN EL ARTICULO 3° DEL DECRETO 2441/79 HASTA EL MONTO DE FR.SZ 100.000.000.-	—	1279	26-6-80
APROBACION DEL CONTRATO CELEBRADO ENTRE LA C.N.E.A. Y SULZER BROTHERS LTD.	—	1338	8-7-80
EXENCION A LAS LEYES 18875, 19326 Y DE CRETO 5340	22249	—	10-7-80
EXPROPIACION TERRENOS PLANTA AGUA PESADA LOCALIDAD ARROYITO _ PROVINCIA DEL NEU- QUEN	—	1349	11-7-80
CONTRATO DE PRESTAMOS SUSCRITO ENTRE EL SINDICATO DE BANCOS SUIZOS CON LA UNION DE BANCOS SUIZOS COMO AGENTE Y LA C.N.E.A.	—	1372	11-7-80
EXIMICION DE LA C.N.E.A. DEL PAGO DEL IM PUESTO DE SELLOS	—	1501	28-7-80



CUADRO III - ORGANIGRAMA

DIRECCION PROYECTOS AGUA PESADA

3- PLANTA INDUSTRIAL

3.1- Descripción técnica

El proceso utilizado en la P.I.A.P. está basado en el método de intercambio isotópico monotérmico entre hidrógeno y amoníaco. El amoníaco circula en un circuito cerrado y la fuente de alimentación de deuterio es agua común del río Limay, previamente tratada.

El proceso se muestra esquemáticamente en la fig. 1 y consta de dos secciones fundamentales: una de extracción y otra de enriquecimiento.

El principio básico es el siguiente:

En la torre de extracción ingresan aproximadamente 300.000 kg/hora de agua tratada, con un contenido de 145 ppm de deuterio, que se ponen en contacto en contra-corriente a 150°C y 20 bar de presión con amoníaco gaseoso empobrecido proveniente de la sección de enriquecimiento.

Esta reacción $\text{HDO} + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ tiene un factor de separación de 0,98 por lo que el amoníaco gaseoso emerge por el tope de la columna con un contenido de deuterio cercano al del agua de alimentación y el agua sale por la base con unos 45 ppm de deuterio.

De esta manera se transfieren aproximadamente 6 kg D/hora del agua de alimentación a la corriente de amoníaco.

El amoníaco cargado con deuterio, luego de ser condensado y enfriado, se bombea a la cabeza de la torre de enriquecimiento que opera a -30°C y 220 bar, donde se pone en contacto a contracorriente con la mezcla de gases proveniente de la descomposición térmica del amoníaco líquido enriquecido que ha salido de la base de la misma torre; en estas condiciones la fase gaseosa transfiere su deuterio a la fase líquida.

Las condiciones de operación son tales que de la base de la torre sale amoníaco deuterado con una concentración de deuterio de prácticamente 100 %.

Como el factor de separación es aproximadamente 5, por el tope de la torre sale una mezcla de gases con una relación D/H de 30 ppm. Este gas pasa por una unidad de síntesis donde se convierte en amoníaco gaseoso empobrecido en deuterio, que luego se contacta con el agua de alimentación.

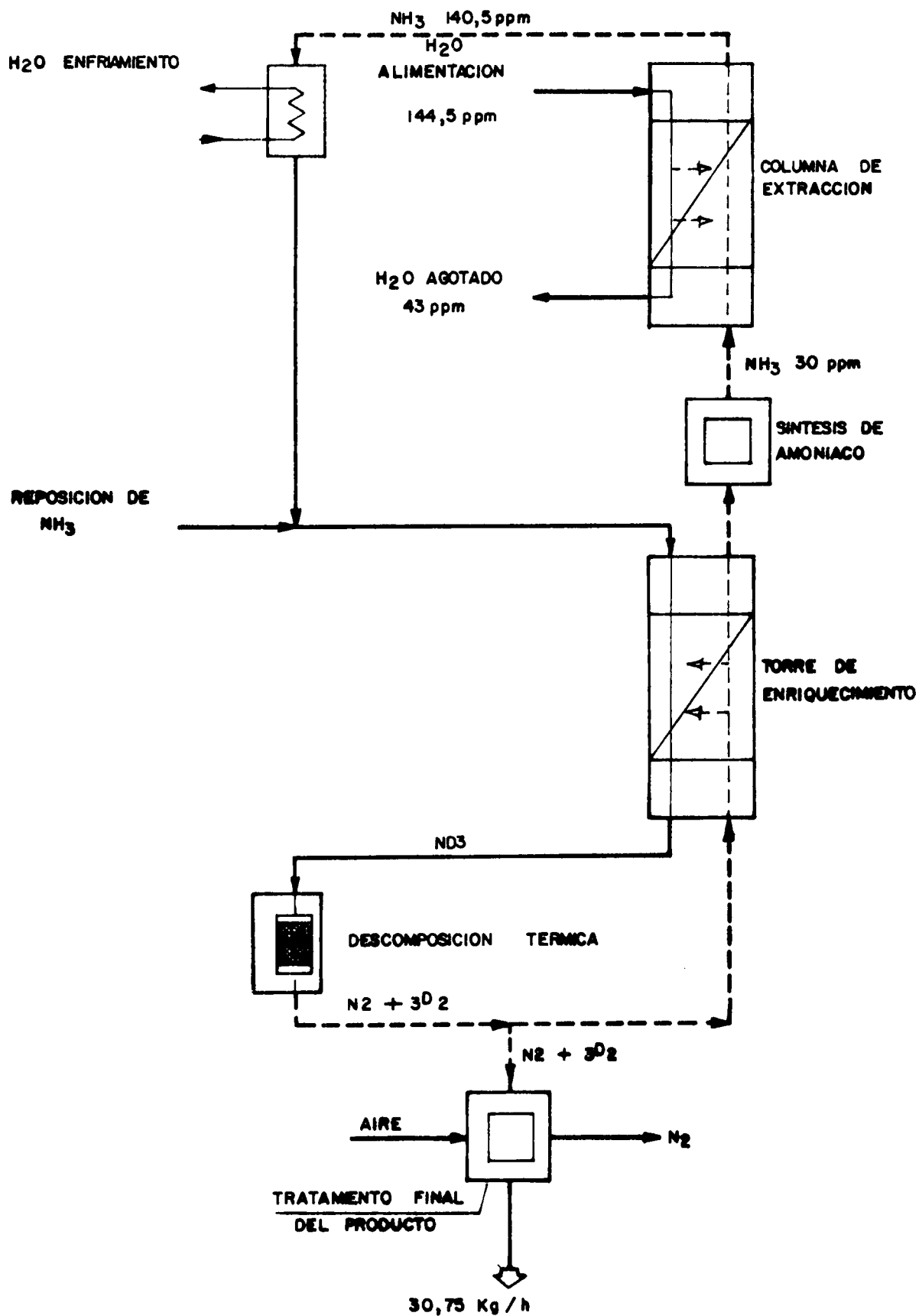


Fig.1-PRINCIPO BASICO DEL PROCESO PIAP

(——— SENTIDO DE LA TRANSFERENCIA DE DEUTERIO)

El amoníaco deuterado que sale de la torre de enriquecimiento es sometido a descomposición térmica en horno a 600°C que emplea gas natural como combustible para generar, como ya se ha dicho, la fase gaseosa $3\text{D}_2 + \text{N}_2$. Una pequeña porción de esta mezcla de gases es desviada a la unidad de tratamiento final, donde se la somete a combustión con aire seco, para generar unos 30 kg D_2O /hora. Para mantener el balance, se repone al circuito una cantidad equivalente de amoníaco.

En la práctica, la sección de enriquecimiento opera en realidad en tres etapas, en las que se alcanzan enriquecimientos del orden del 1 %, 10 % y 100 %. Esto permite disminuir el inventario total de deuterio y minimizar el efecto de las pérdidas normales de operación.

Además, dado que la reacción de intercambio es muy lenta, es necesario usar un catalizador.

Se utiliza amiduro de potasio (KNH_2) disuelto en amoníaco, que se agrega a la corriente líquida que ingresa a la sección de enriquecimiento. Este catalizador debe ser separado antes que el amoníaco que sale de cada torre sea sometido a descomposición térmica. Para ello se emplea una etapa de recuperación del catalizador.

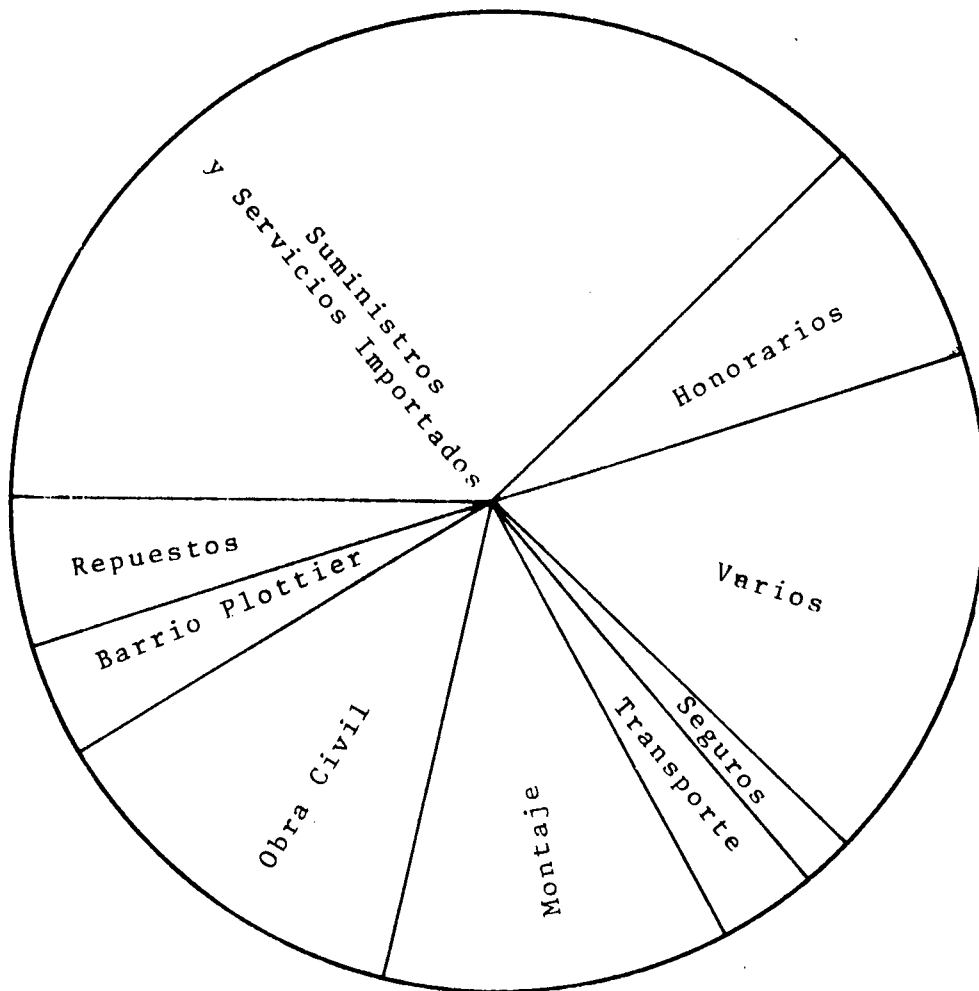
Fundamentalmente debido a una limitación tecnológica en las dimensiones de la unidad de síntesis de amoníaco, las unidades de síntesis, enriquecimiento y descomposición térmica están diseñadas como dos líneas en paralelo; de este modo mejora también la confiabilidad operativa de la planta.

La misma se completa con unidades auxiliares tales como las de obtención de potasio metálico, producción de catalizador, generación de vapor, sistemas de tratamiento de agua de alimentación y efluentes y edificios de servicios administrativos y auxiliares.

3.2- La planta en números

El cuadro IV incluye una síntesis informativa que da idea sobre el volumen de la obra y su constitución física.

La fig. 2 ilustra cómo se distribuye el monto total de la inversión entre los rubros principales:



MONTO TOTAL: equivalente a 640 MU\$S (1983)

Fig. 2: Distribución de la inversión total.

RUBRO		MAGNITUD		
OBRA CIVIL Y ESTRUCTURA		HORMIGON ARMADO 6.000 m ³	ESTRUCTURA METALICA 6.000 ton.	ELEMENTOS PREMOLDEADOS 8.000 m ³
EQUIPOS 22.000 ton. (INCLUYE CAÑERIAS DE PROCESO)		EQUIPO DE MAYOR TAMAÑO: EVAPORADOR CON SEPARADOR DE GOTA CORRESPONDIENTE A LA UNIDAD DE RECUPERACION DEL CATALIZADOR CON 122 ton. Y 20 m. DE LARGO.		
BOMBAS		CAUDAL MAXIMO 110 m ³ /h	POTENCIA MOTORES: 10 a 13.000 Kw.	CANTIDAD 360
CAÑERIAS DE SERVICIO		LARGO: 25 Km.	DIAMETROS 3/4" - 20"	MATERIALES FUNDICION DUCTIL Ac ^o Y COBRE
COMPRESORES DE PROCESO		CAUDAL MAXIMO 27 Kg/SEG.	POTENCIA MOTORES: 10 a 500 Kw.	CANTIDAD 32
ELECTRICIDAD		POTENCIA INSTALADA 81.000 Kw.	CABLES 100 Km	TABLEROS DE ALTA MEDIA Y BAJA TENSION 87
INSUMOS		GAS: 900.000 Nm ³ DIA	AGUA: 690 ton. HORA	VAPOR: 50 ton. HORA

CUADRO IV

3.3- Organización propia

El desarrollo del Plan Nuclear Argentino (Decreto N° 302, 29/01/79) requiere el suministro de aproximadamente 2.500 toneladas de agua pesada entre 1987 y 1997. Para satisfacerlo, se definieron dos líneas de acción, como fue explicado anteriormente (ver punto 2.3).

i) Asegurar el suministro nacional contratando "llave en mano" la construcción de una Planta Industrial de una capacidad de diseño de 250 t/año, que entrará en operación en 1987.

ii) Desarrollar la tecnología nacional a través del diseño construcción y operación de una Planta Experimental que permitirá en el futuro la construcción a escala industrial de una planta con tecnología propia.

Referente al punto i) la C.N.E.A. requirió oportunamente, de firmas especializadas de diversos países, la presentación de propuestas para la materialización de la obra mencionada.

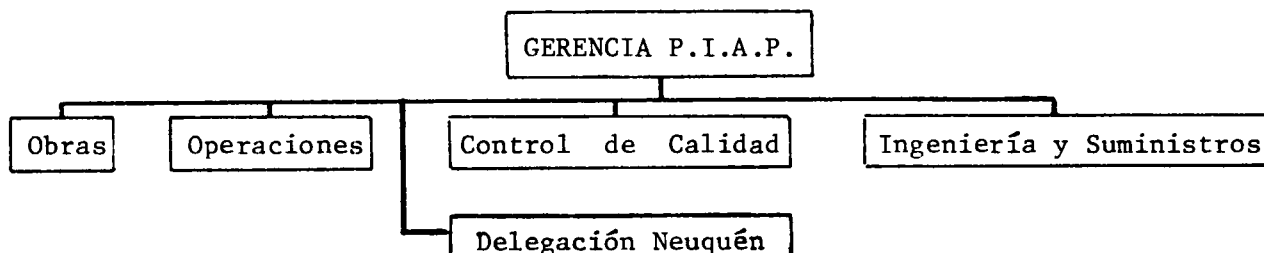
Efectuado el análisis de las ofertas recibidas, en base al estudio de los aspectos técnicos, económicos, financieros y políticos asociados al desarrollo del Plan Nuclear, la C.N.E.A. propone la aceptación de la oferta presentada por la firma Sulzer Brothers Limited de Winterthur, Suiza. El Decreto 2441 del 28/09/79 autoriza a la C.N.E.A. a aceptar esa oferta y a mantener las negociaciones tendientes a la firma del respectivo contrato.

Posteriormente, a través de la Resolución N° 979 del 31/10/79, el Presidente de C.N.E.A. designa grupos de trabajo para llevar a cabo las negociaciones con la empresa Sulzer Brothers Limited.

Por medio de la Ley 22.142 del 11/01/80 y su Decreto reglamentario N° 115 del 18/01/80, se declara de interés nacional la construcción y puesta en servicio de la Planta de Agua Pesada en Arroyito, Provincia del Neuquén.

Finalmente, con fecha 14/03/80 se firma el contrato entre C.N.E.A. y Sulzer Brothers Limited, avalado por el Decreto N° 1338 del 08/07/80.

Para la realización de las obras, la Dirección de Proyectos Agua Pesada instituyó la Gerencia de Planta Industrial, de acuerdo al siguiente esquema:



Las responsabilidades de tareas se han dividido de la siguiente forma:

Obras:

- Realiza la dirección y control de las obras, supervisando las tareas de construcción y montaje de las instalaciones.
- Fiscaliza el cumplimiento de las disposiciones contractuales establecidas para las obras.
- Controla y ejecuta la certificación mensual.

Operaciones:

- Realiza la selección y capacitación del personal para la puesta en marcha y operación de la planta.
- Ejerce la dirección y control del personal que participa en la puesta en marcha de la planta e instalaciones afines.
- Realiza la recepción, clasificación, registro, distribución y archivo de toda la documentación e información técnica.
- Participa en las recepciones provisoria y final de la planta e instalaciones afines.

Control de Calidad:

- Realiza el control de calidad en base al programa establecido.
- Realiza la aprobación de programas de fabricación, instalación inspección, ensayos y vigilancia.
- Promueve y participa en auditorías a contratistas y obra.
- Redacta el informe respecto del programa de garantía de calidad en la obra.

Ingeniería y Suministros:

- Interviene en el desarrollo de la ingeniería de la Planta e instalaciones afines.
- Interviene en los procesos de elaboración de los suministros de la planta en el extranjero.
- Entiende en lo relacionado con el transporte de los suministros de origen extranjero.

Delegación Neuquén:

- Realiza todas las tareas de apoyo necesarias para la construcción y puesta en funcionamiento de la Planta.
- Interviene en la provisión de la infraestructura y servicios, como así también en la prestación y mantenimiento de bienes y servicios.
- Realiza la conformación de las mediciones y certificaciones de avance de obras de infraestructura.
- Planifica y realiza el mantenimiento de edificios y bienes de infraestructura y servicios.

3.4- Contratación de la Obra (Contrato Principal)

El objeto es la realización de las obras de la P.I.A.P. ubicada en Arroyito, Pcia. del Neuquén, incluyendo: la ingeniería básica y de detalle, la fabricación y adquisiciones, el transporte desde FOB hasta el Emplazamiento, el montaje, la obra civil, la puesta en marcha y el mantenimiento, el ensayo de recepción, el control de calidad de todas las obras mencionadas y la dirección de obra, la confección de manuales de operación y mantenimiento, las listas de repuestos y materiales de uso, la asistencia de operación y mantenimiento y la asistencia técnica general.

El plazo fue establecido en 48 meses contados a partir de la fecha de iniciación (15/12/79).

En cuanto al sistema de contratación, la parte importada fue por ajuste alzado con variación de precios; en la parte local, Sulzer Brothers contrata por cuenta y orden de C.N.E.A. con un 20 % en concepto de honorarios. En el caso de la Obra Civil, del Montaje Electromecánico y del Transporte en territorio argentino, el contrato es por precios unitarios y medición de lo hecho.

AVANCE DE OBRA

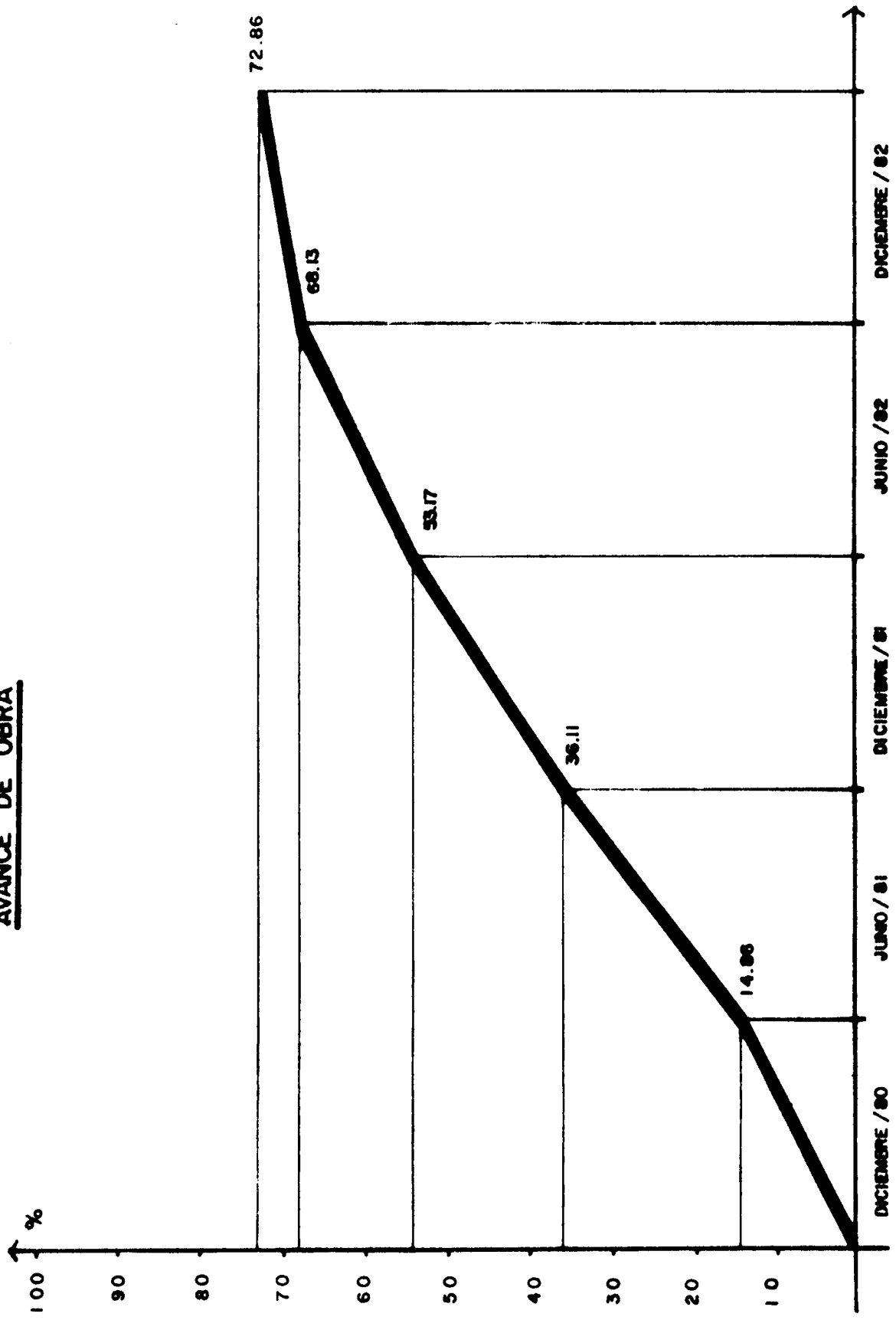


Fig. 3

INVERSIONES

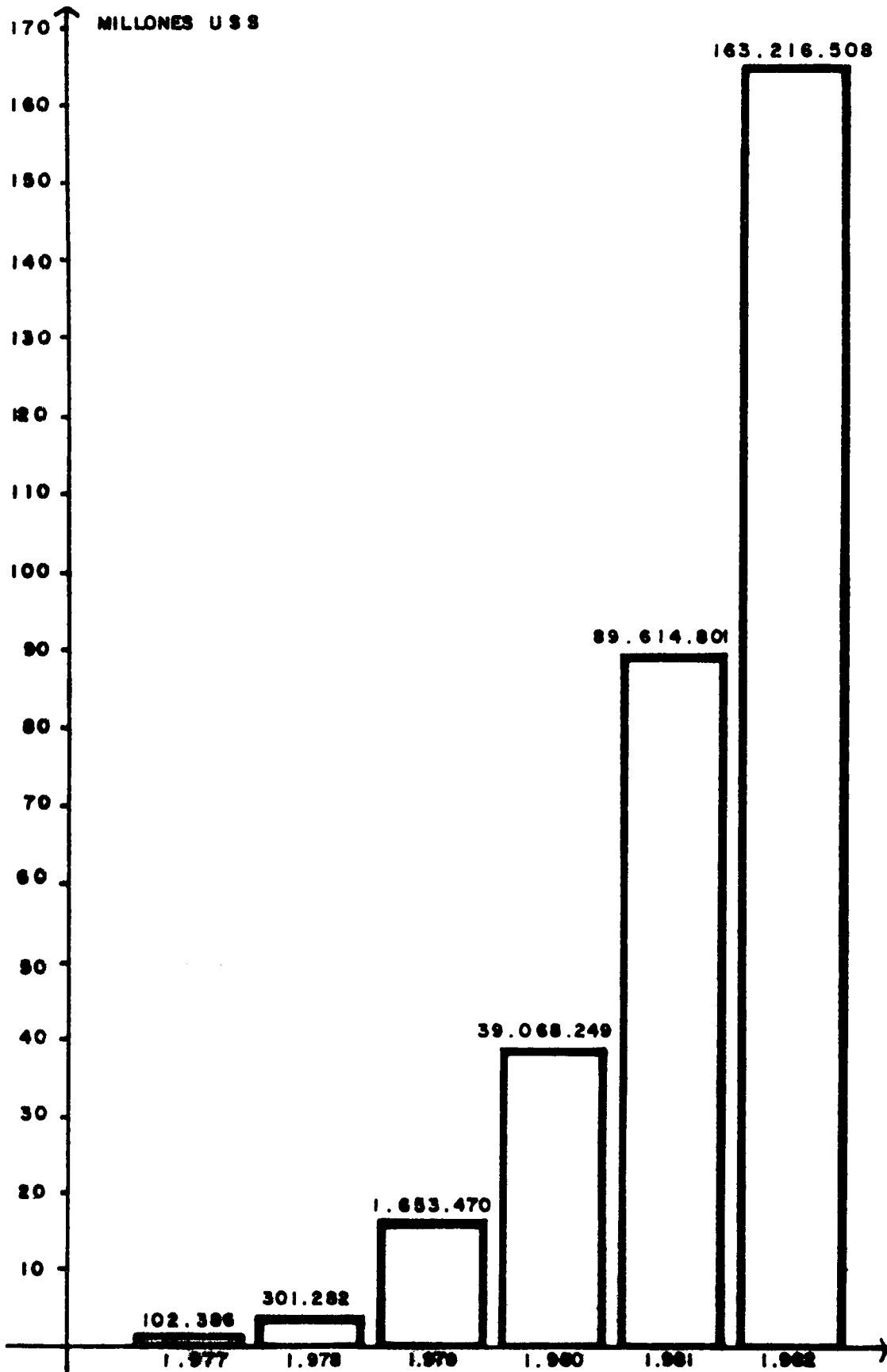


Fig. 4

3.5- Evolución de la obra

Además del contrato principal (C.N.E.A.-Sulzer), la realización de la planta industrial requirió otros complementarios, entre los que se mencionan fundamentalmente:

3.5.1- Obra Civil

Fue adjudicado al Consorcio formado por las empresas Sideco Americana/Dycasa/Losinger.

La Obra Civil, comenzada en septiembre/80, es de gran dimensión y comprende, incluido suministros y servicios, la infraestructura de emplazamiento, la obra civil para la planta industrial propiamente dicha y los servicios de ingeniería.

Paralelamente la C.N.E.A. ha tomado a su cargo una serie de obras de infraestructura entre las que se cuentan el suministro permanente de energía eléctrica a la planta (81 Mw), el camino de acceso (1,6 km); la construcción de un gasoducto (longitud 15 km; $\varnothing$ 8"; caudal 34.000 m³/hora) y una planta reductora de presión de gas. Además, la C.N.E.A. tiene a su cargo la construcción de un barrio para el alojamiento de su personal (194 viviendas), localizado en Plottier, a unos 30 km de la obra.

3.5.2- Montaje Electromecánico

Su realización está programada a partir de 1983.

La evolución general de la obra puede apreciarse en los gráficos de las figuras 3 y 4.

4- PLANTA EXPERIMENTAL

4.1- Descripción técnica

La planta consta de dos unidades principales, una unidad de preenriquecimiento, que utiliza el procedimiento bitérmico sulfuro de hidrógeno-agua, con agua común como fuente de alimentación y cuyo producto es agua enriquecida hasta un 15 % en agua pesada, y una unidad de concentración final por destilación a presión reducida que da como producto agua pesada 99.8 mol %.

En la fig. 5 se da un esquema simplificado del proceso de la unidad de preenriquecimiento, que opera en dos etapas en cascada. Cada una de ellas consiste en una torre que opera a 30°C ("torre fría") y otra que opera a 130°C ("torre caliente") conectadas en serie. La presión en el sistema es de 21 bar.

Aproximadamente 16 m³ por hora de agua tratada se introducen en el tope de la torre fría de la primera etapa, donde

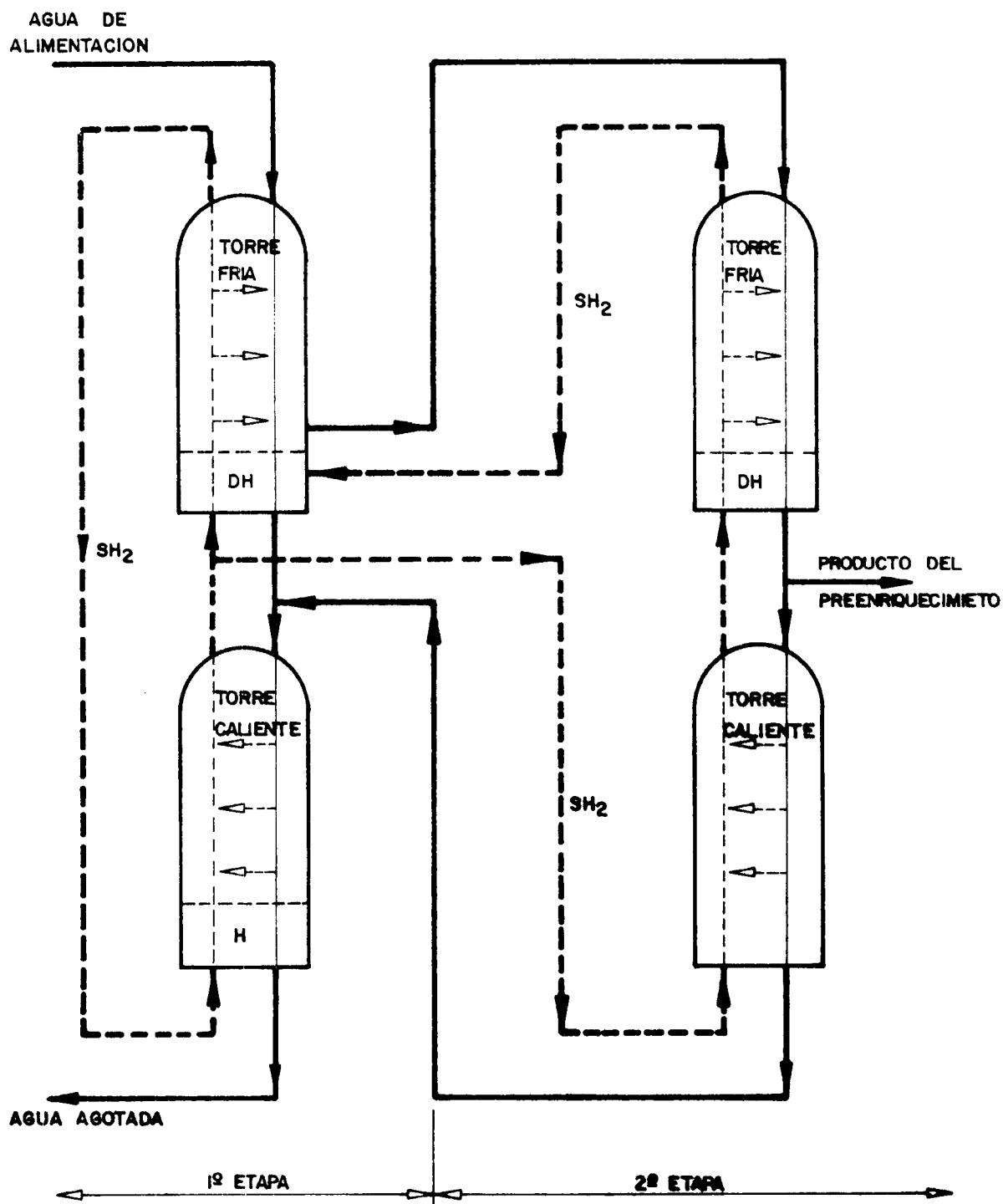


Fig.5 - PRINCIPIO BASICO DEL PROCESO P.E.A.P.

se pone en contacto a contracorriente con sulfuro de hidrógeno gaseoso proveniente de la torre caliente. En la torre fría se produce una transferencia de deuterio del gas al agua. Una fracción (alrededor de $1/3$) del caudal de agua enriquecida que sale por la base de la torre es alimentada a la torre fría de la segunda etapa y el caudal restante ingresa a la torre caliente, donde se contacta a contracorriente con sulfuro de hidrógeno pobre en deuterio que proviene de la cabeza de la torre fría de la primera etapa. En esta torre el gas se enriquece en deuterio a expensas del agua, la cual sale de la torre con una concentración de deuterio inferior a la de la alimentación y, luego de un tratamiento para eliminar el sulfuro de hidrógeno, se desecha.

En la segunda etapa se repite un esquema similar; el líquido que sale del punto medio entre las torres fría y caliente es de enriquecimiento máximo; y constituye la alimentación de la unidad de concentración final.

En la primera etapa el agua se enriquece desde 150 ppm hasta alrededor de 900 ppm. El producto de la segunda etapa contiene alrededor de 15 mol % de agua pesada con lo que el enriquecimiento total en esta unidad es de unas 1.000 veces.

La concentración final está prevista en primera instancia realizarla por destilación al vacío en tres etapas en serie, hasta lograr la concentración requerida de 99.8 mol %. La presión absoluta de condensación será de 0,2 bar. La realización de esta etapa se encuentra en la fase de estudio y experimentación preliminares.

La planta se completa con unidades auxiliares, tales como las de generación, almacenamiento y recuperación de sulfuro de hidrógeno, tratamiento de agua, generación de vapor, gas inerte y aire, tratamiento de efluentes líquidos, antorcha para descarga de gases de proceso, y edificios para laboratorios, talleres, administración, etc.

A pesar de tratarse de una planta piloto, las características del proceso hacen que la P.E.A.P. sea una instalación de dimensiones considerables. Una idea de ello la dan el peso de estructuras metálicas y equipos que llega a casi 2.000 toneladas, el empleo de más de 18.000 toneladas de hormigón, y el tamaño de ciertas unidades de proceso, tales como las seis columnas de intercambio isotópico, de 46 a 56 m de altura y de 1.2 a

2.0 m de diámetro, o la antorcha de 105 m de altura.

4.2- La planta en números

El Cuadro V incluye una síntesis informativa que da idea sobre el volumen de la obra y su constitución física.

4.3- Organización propia

En el momento del comienzo de la obra (febrero 1979) el Proyecto Agua Pesada contaba con un plantel muy exiguo.

En esas circunstancias, vista la necesidad de asumir la dirección y la inspección de la obra, y ante la imposibilidad de realizar incorporaciones, se debió acudir a soluciones de compromiso.

Para resolver el problema de la inspección de obra se contrató a INVAP S.E., siguiendo instrucciones directas del Sr. Presidente y sobre la base de la Resolución N° 551/77.

Similarmente, para poder ejercer la dirección de la obra se tomó a INTEC como principal fuente de asesoramiento técnico.

Esto trajo como resultado una organización poco ágil para el Comitente (el circuito INVAP-INTEC-CNEA) que debía manejar una obra de carácter experimental, basada en una ingeniería novedosa.

Desde el comienzo de la ejecución de la Ingeniería de Detalle se fue evidenciando la necesidad de complementar la ingeniería básica, que no había podido ser detectada anteriormente. Esto trajo aparejada la necesidad de modificaciones.

Puede considerarse que el objetivo buscado al adelantar la fecha de licitación de la P.M.E.A.P. fue logrado, ya que en 1979 se tuvieron ofertas para la provisión de una planta industrial, las que dieron lugar a las negociaciones que culminaron con la firma de un contrato, a principios de 1980, entre C.N.E.A. y Sulzer Brothers Ltd. para construir una planta en Arroyito, Provincia del Neuquén.

La situación comenzó a cambiar a fines de 1979 -principios de 1980- debido a dos hechos:

i) La aprobación del Plan Nuclear y en particular el logro de la Ley 21.142 del 11 de enero de 1980 y su decreto reglamentario N° 115/80 del 18 de enero de 1980;

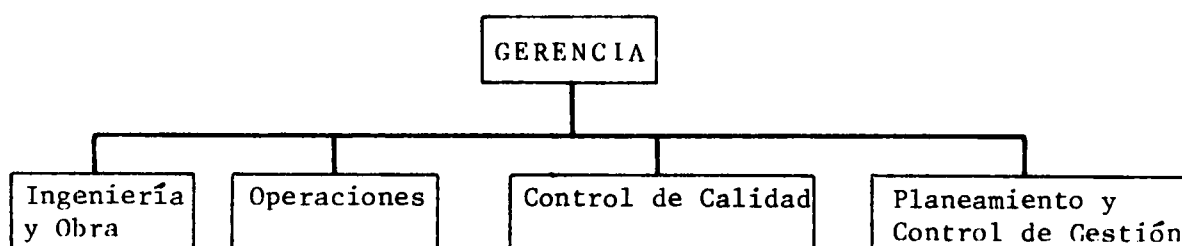
ii) Los instrumentos legales mencionados en i) permitieron en menos de un año implementar un equipo técnico de sufi

RUBRO	MAGNITUD		
OBRA CIVIL Y ESTRUCTURA	HORMIGON ARMADO 7.600 m ³	ESTRUCT. METALICA 700 Ton	PILOTES 4.500 m
EQUIPOS (1200 Ton)	COLUMNAS DE PLATOS Altura Diám. Cent.	COLUMNAS RELLENAS 2	INTERCAMBIADORES 41
	46 - 56 1,2 - 2 7 (m) (m)		
CANERIAS	LARGO 20 Km	DIAMETROS 1/2" - 12"	MATERIALES AC. C° e Inoxidable
BOMBAS	CAUDAL TOTAL 3.500 m ³ /h	POTENCIA MOTORES 3 a 25 CV - 380 V	CANTIDAD 120
COMPRESORES DE PROCESO	CAUDAL TOTAL 87 Ton/h	POTENCIA MOTORES 880 CV - 6,6 Kv	CANTIDAD 2
INSTRUMENTACION	SISTEMA DE CONTROL SIEMENS "TELEPERM" 1	LAZOS DE CONTROL 160	SENSORES DE VARIABLES OPERATIVAS 500
ELECTRICIDAD	POTENCIA INSTAL. 2,8 Mw	CABLES 40 Km	TABLEROS DE ALTA MEDIA Y BAJA TENS. 16
COMBUSTIBLES	GAS-OIL 24 Ton/día	FUEL-OIL	PROPANO 11 Nm ³ /h

CUADRO V

ciente envergadura dentro del Proyecto, como para poder ir tomando paulatinamente las responsabilidades del Comitente. De esta manera, se ha asumido efectivamente la dirección de la Obra, se ha redimensionado la participación de INTEC y, de común acuerdo con INVAP, desde octubre de 1980 la C.N.E.A. se ha hecho cargo de la Inspección de Obra.

La Gerencia de Planta Experimental quedó estructurada de acuerdo al siguiente esquema:



Las responsabilidades de tareas, en grandes rasgos, se han dividido de la siguiente manera:

Ingeniería y Obra

- Analiza toda la documentación técnica emitida por la Contratista, comunicándole los resultados por Orden de Servicio.
- Controla y ejecuta la Certificación Mensual.
- Efectúa la inspección del desarrollo de la obra.

Operaciones

- Analiza toda la documentación técnica emitida por la Contratista e informa a Ingeniería sus observaciones.
- Analiza los manuales de puesta en marcha y operaciones de la Planta.
- Analiza las necesidades de repuestos e insumos y eleva pedidos de adquisición.
- Capacita personal en la operación de las instalaciones.

Control de Calidad

- Analiza toda la documentación técnica emitida por la Contratista e informa a Ingeniería sus observaciones.
- Inspecciona y califica instalaciones de proveedores.
- Inspecciona y supervisa estados de producción.
- Libera elementos y equipos para su certificación.

Planeamiento y Control de Gestión

- Ejecuta el seguimiento y Control de Contratos.
- Efectúa el Control del presupuesto oficial.
- Ingresa, distribuye y archiva toda la documentación.
- Efectúa el seguimiento y control de actividades del Programa por Camino Crítico.

4.4- Contratación de la Obra (Contrato Principal)

Se realizó una licitación pública por la ingeniería de detalle, construcción, montaje y asistencia en la puesta en marcha de la P.M.E.A.P., dentro de la Ley de Obras Públicas, utilizando la modalidad de ajuste alzado. La documentación entregada por I.N.T.E.C. en marzo de 1978 conformó el Pliego de Condiciones Técnicas. Las características de esta ingeniería básica, estrictamente encuadrada dentro de la norma del Instituto Argentino del Petróleo IAP-IP-1, hubieran hecho difícil la comparación de ofertas si se hubiera adoptado la modalidad de unidad de medida. En particular, se carecía de datos métricos sobre cañerías de servicios de planta y se contaba sólo con diagramas preliminares de cañerías de proceso y de la parte eléctrica. Si bien se admite que la contratación por ajuste alzado no era la más adecuada para la realización de una obra con las características de desarrollo de la P.M.E.A.P., se la consideró como un compromiso que permitía una mejor comparación de las ofertas y daba una idea más clara del precio final.

La C.N.E.A. se reservó la ejecución de tareas complementarias tales como: Plantas de Generación de SH_2 y de Destilación final, adquisición de compresores y servicios de alimentación de agua y vapor desde la C.N.A. I hasta el cerco. También, alimentación eléctrica y perforación para provisión de agua de obra. Salvo la planta de Destilación final (en estudio), todas estas tareas se realizaron posteriormente, mediante licitaciones privadas.

La licitación, con fecha de apertura 31-07-78, se realizó por el sistema de doble sobre (antecedentes para todos los oferentes y precio sólo para aquellos que pasaron el concurso de antecedentes). Se presentaron siete consorcios de los cuales se precalificaron tres. Cuando se abrió el segundo sobre, la oferta del Consorcio Astra-Evangelista resultó la de menor precio: 73 %

del precio cotizado por el segundo oferente y 60 % del precio del tercero.

4.5- Evolución de la Obra

Además del Contrato Principal (Astra-Evangelista), la realización de la planta experimental ha requerido otros complementarios:

4.5.1- C.N.E.A.-C.O.N.I.C.E.T.-U.N.L. (I.N.T.E.C.), para complementar la ingeniería básica, definir el sistema de control, desarrollar la ingeniería de detalle de la Planta de Generación de SH_2 , estudiar aspectos básicos de la etapa de destilación final, determinar la política de puesta en marcha y colaborar con el seguimiento del contrato principal.

4.5.2- C.N.E.A.-I.N.V.A.P., para el suministro de los equipos de control y su montaje en la sala correspondiente, cuya ingeniería y construcción están incluidas en el mismo contrato. Así como también el suministro y construcción de una Planta de Generación de Sulfuro de Hidrógeno.

A continuación, nos referimos a la evolución del contrato principal, que tiene la mayor incidencia económica (Ver Figura 6) y, lógicamente, abarca el mayor volumen de obra.

Como se mencionó anteriormente, durante el desarrollo de la Ingeniería de Detalle se fueron incorporando elementos adicionales y efectuando cambios sobre la Ingeniería Básica. Ello ha originado erogaciones complementarias y economías, que se sumaron a las dificultades surgidas en la toma de decisiones para resolver con rapidez los reclamos de la Contratista. Los inconvenientes para la importación de elementos críticos, fueron generando también sucesivas modificaciones en el contrato original. En esas negociaciones se convinieron corrimientos de plazos y montos. El plazo de ejecución ha quedado establecido actualmente en 67 meses y el monto contractual, en pesos argentinos 3.282.500 (julio '78).

En la Fig. 7 se muestra la evolución de los rubros ingeniería, suministro de materiales, obra civil, montaje y certificaciones hasta el año 1982. En la Fig. 8 se muestra la evolución numérica del personal vinculado al Proyecto Planta Experimental Agua Pesada.

Las actividades programadas y su concatenación en el tiempo pueden apreciarse en el gráfico de la Fig. 9.

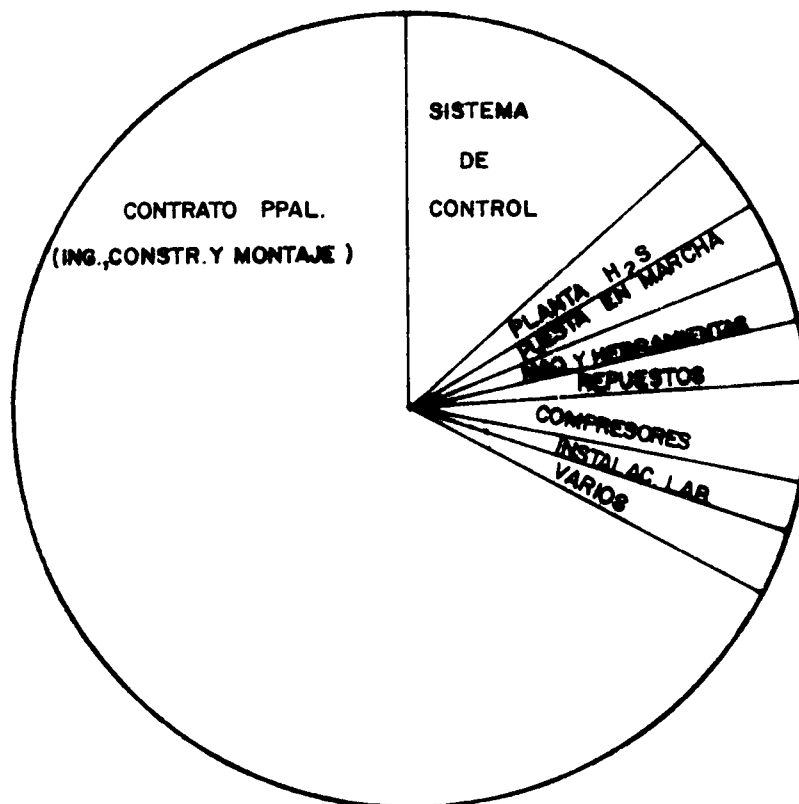


FIG.6- DISTRIBUCION DE LA INVERSION TOTAL (RUBROS PRINCIPALES)

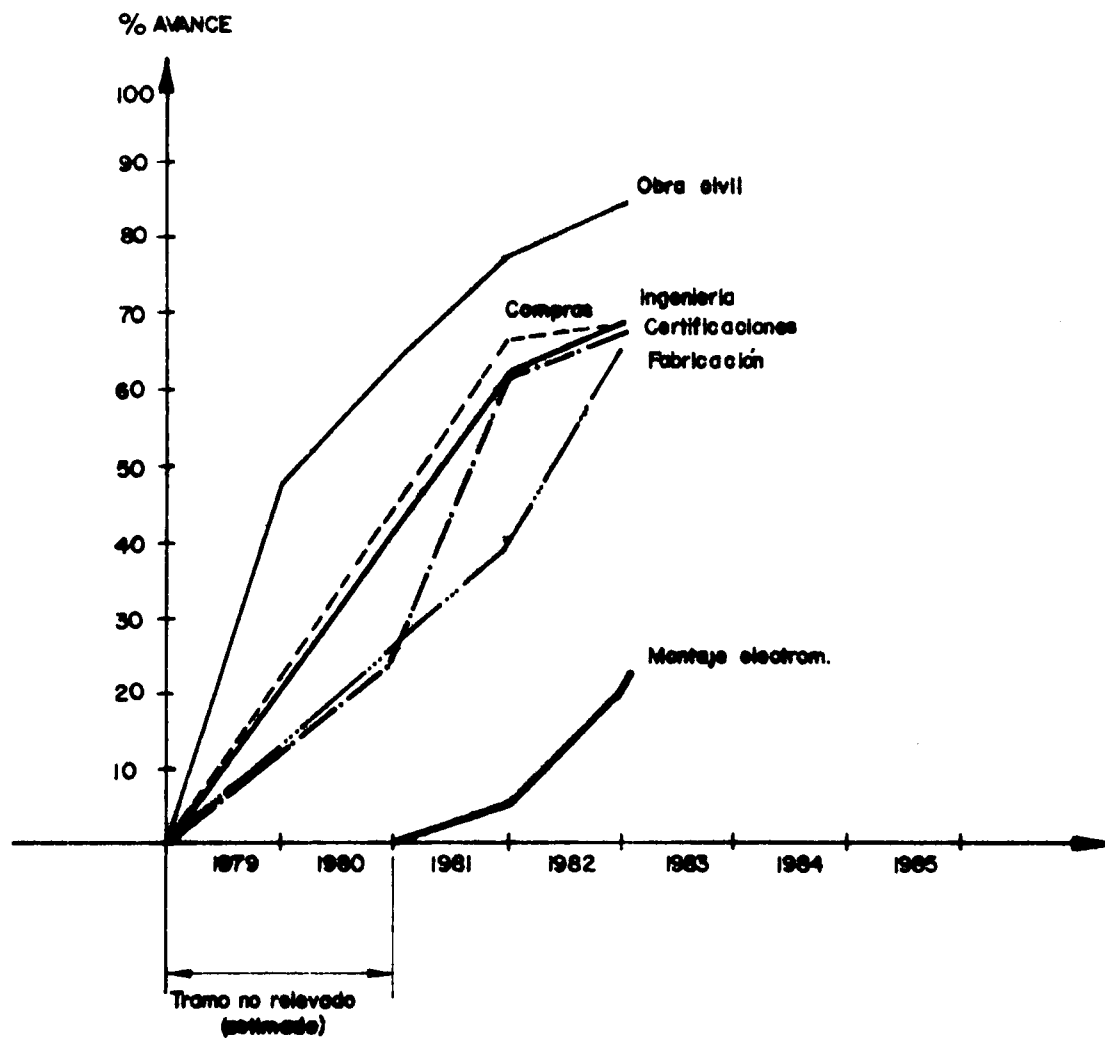


Fig. 7- EVOLUCION DE LA OBRA P.E.A.P

LEGENDA: INGENIERIA - COMPRAS - FABRICACION - MONTAJE - OBRA CIVIL

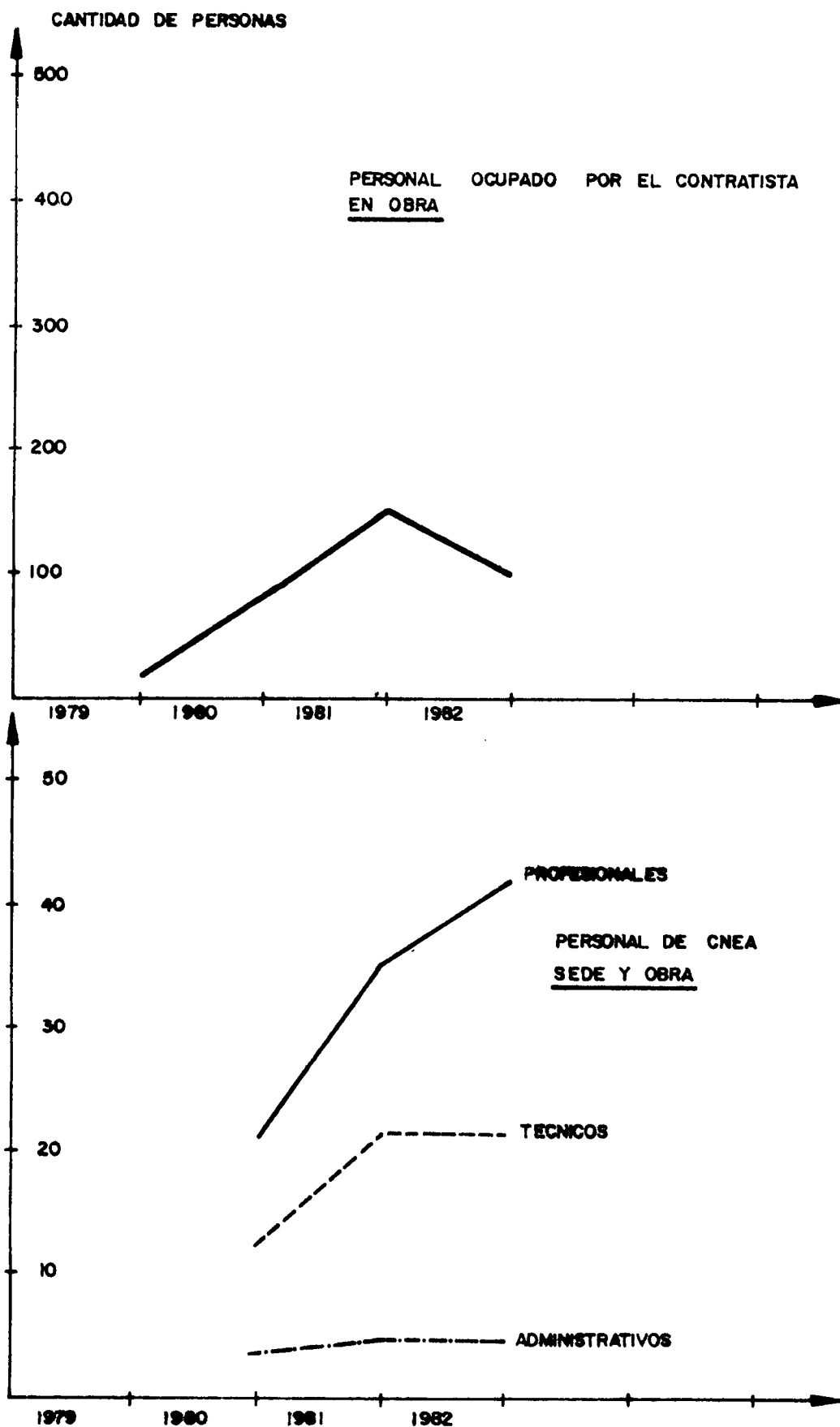


FIG.8 - EVOLUCION DEL PERSONAL OCUPADO

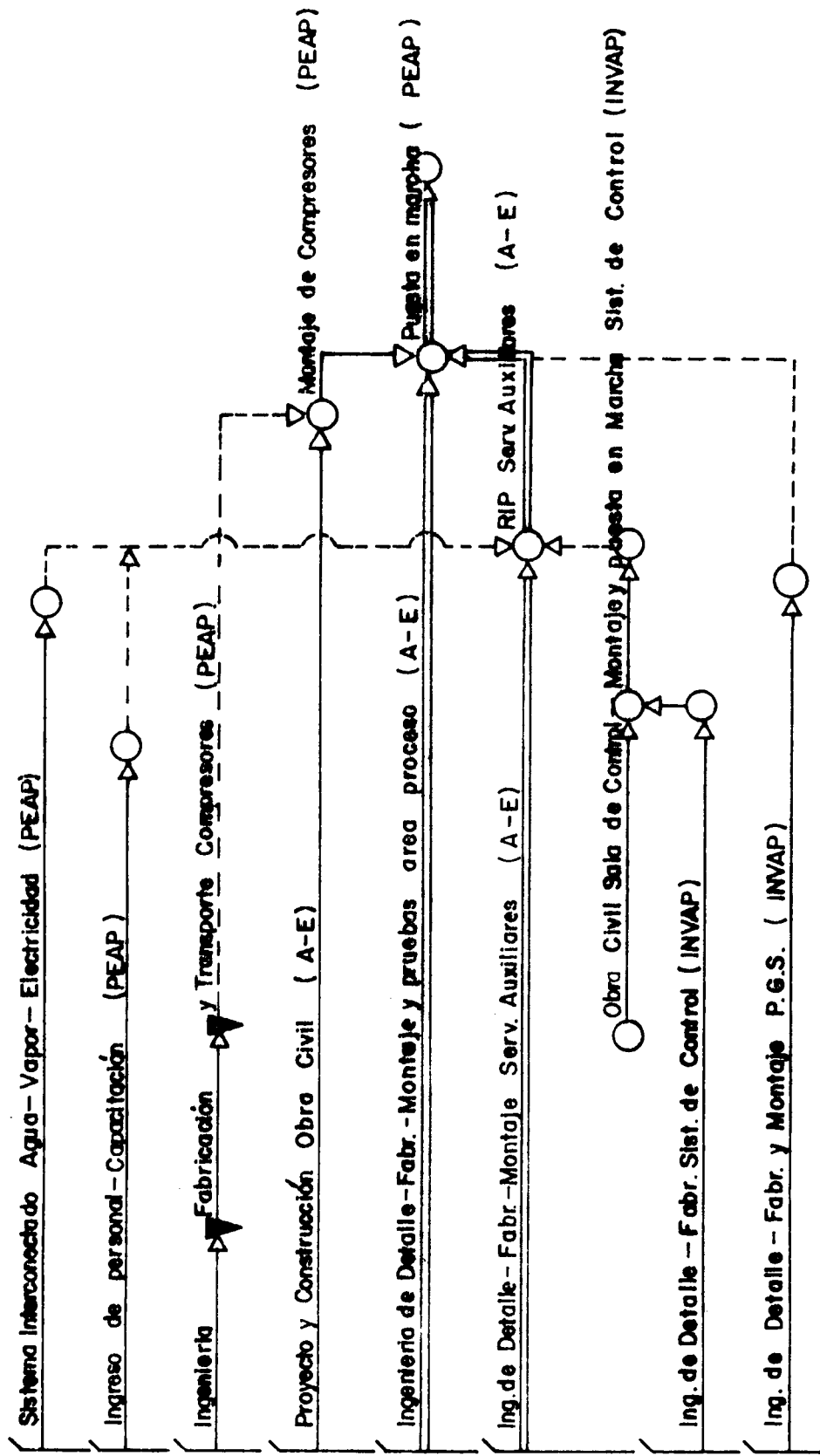


Fig. 9 - PLAN DE TIEMPOS PROYECTO P.E.A.P.

5- PLANTA MODULO 80

5.1- Introducción

Uno de los principales objetivos de las actividades en el campo de agua pesada desde su reanudación en 1974 fue el de alcanzar la capacidad de construir plantas industriales utilizando tecnología nacional. Para ello no sólo se encaró la construcción de la Planta Experimental sino también se consideró necesario desarrollar la ingeniería de una planta de producción basada en esa misma tecnología y en los resultados experimentales que se obtuvieran de su operación.

Ya en 1975, cuando se contrató con I.N.T.E.C. la ingeniería básica de una planta piloto de 20 t/a, se suscribió una carta de intención para la realización de la ingeniería básica de una planta industrial de 400 t/a. Posteriormente, al renegociar el contrato con I.N.T.E.C. en 1977, si bien la carta de intención quedó sin efecto, se acordó que además de realizar la ingeniería básica de una planta experimental de 2-3 t/a se preparase el anteproyecto de un módulo industrial de capacidad de producción 80 t/a, que pasó a denominarse "Módulo 80". Este anteproyecto fue entregado en agosto de 1980.

En marzo de 1980, por resolución N° 229/80 (B.A.P. 24/80), se creó dentro de la Dirección Proyectos Agua Pesada el Proyecto Planta Módulo 80. Su objetivo fundamental fue desarrollar la ingeniería básica y de detalle de la planta y generar los estudios económicos y de factibilidad que permitieran, llegado el momento adecuado, tomar decisiones acerca de su construcción.

Si bien se sabía que muy probablemente los resultados de la operación de la Planta Experimental iban a requerir la introducción de modificaciones posteriores, se consideró que éstas sólo afectarían aspectos parciales del proyecto y que la mayor parte de la ingeniería que se desarrollara mantendría su vigencia.

En un principio se pensó que el proyecto sería desarrollado íntegramente a través de un contrato externo, posiblemente con I.N.T.E.C. ó I.N.G.A.R., y que se constituiría dentro de la Dirección Proyectos Agua Pesada un pequeño equipo destinado a la auditoría técnica y el seguimiento del desarrollo del proyecto.

Consideraciones posteriores mostraron la conveniencia de cambiar esta idea inicial y a mediados de 1980 se decidió que

el proyecto fuera realizado por C.N.E.A. con los apoyos externos que fueran necesarios.

5.2- Descripción técnica

El método de producción es el de intercambio bitérmico sulfuro de hidrógeno-agua, que consiste en el enriquecimiento de deuterio en la fase líquida (agua) a baja temperatura, seguido por una extracción del producto y por un enriquecimiento de la fase gaseosa (sulfuro de hidrógeno) a alta temperatura.

Se produce así el aporte continuo de deuterio por parte del agua, actuando el sulfuro de hidrógeno únicamente como transportador. Por este mecanismo se alcanzan concentraciones de deuterio del orden del 15 % pasándose luego al proceso de enriquecimiento final, por destilación a presión reducida.

Aún cuando el proceso ha sido descripto someramente en el punto 4.1, consideramos conveniente incluir en este caso una explicación basada en el diseño que se está realizando.

La unidad de preenriquecimiento (hasta el 15 %) consta de 2 etapas (Fig. 10).

La primera está compuesta por dos columnas, una fría (CP-1101) que opera a 30°C y otra caliente (CP-1201) que opera a 130°C. La segunda etapa está formada por cuatro columnas, dos frías en serie (CP-1301 y CP-1302) y dos calientes también en serie (CP-1401 y CP-1402).

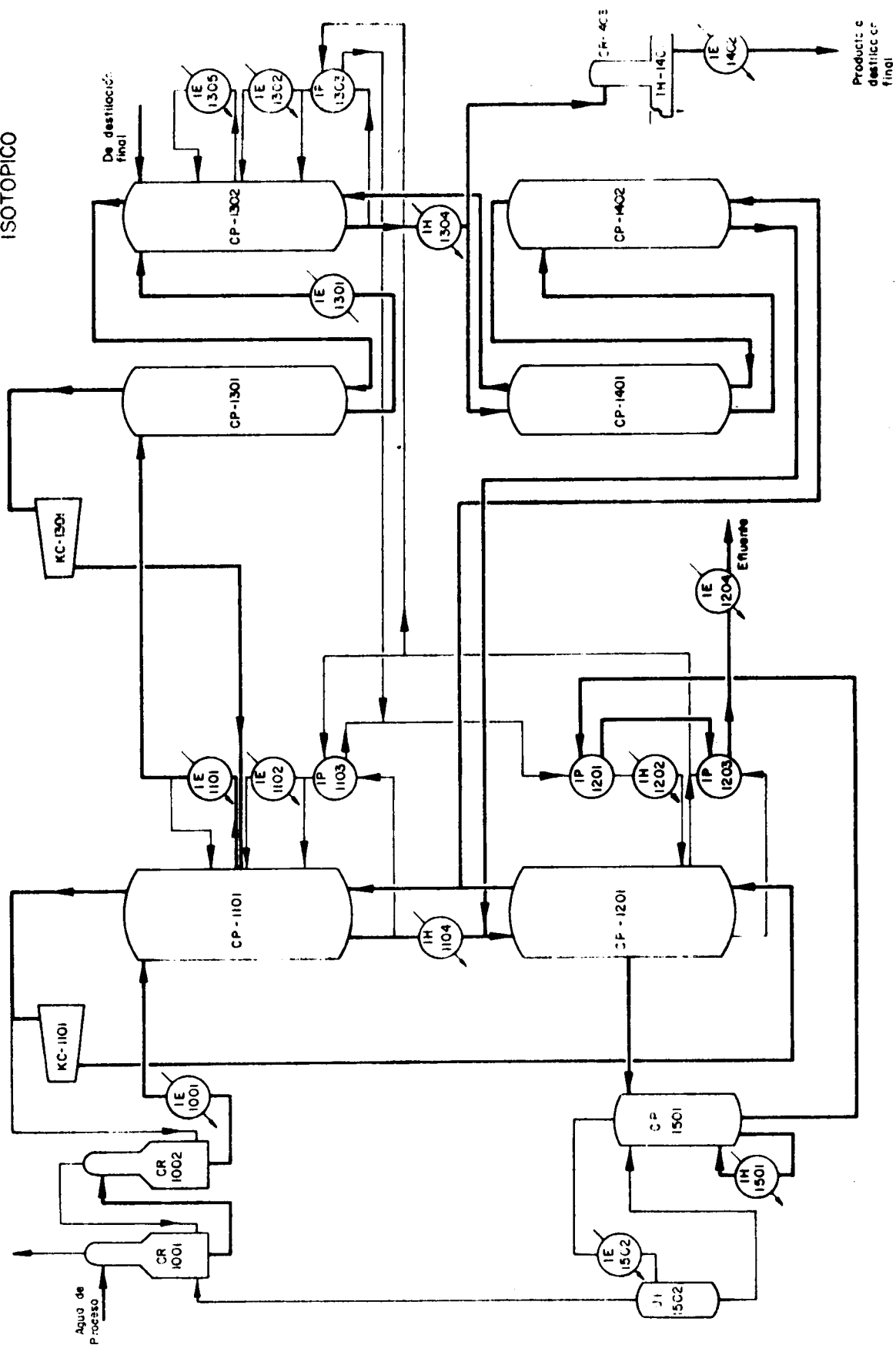
Las columnas tanto de primera como de segunda etapa operan a una presión de 20 ata aproximadamente.

El gas que circula en circuito cerrado es impulsado por medio de los compresores centrífugos (KC-1101 y KC-1301).

El líquido ingresa al proceso con una concentración de 145 ppm de D_2O , y se satura con H_2S en las columnas rellenas (CR-1001 y CR-1002). La primera trabaja a 7 ata y en ella se absorbe el gas H_2S proveniente del stripper de efluente. La segunda opera a 20 ata y allí se completa la saturación de la corriente de alimentación con gas H_2S proveniente de la CP-1101. De esta forma también se purgan los gases inertes de la planta.

Una vez saturada en SH_2 , el agua de alimentación se envía a la primera etapa donde incrementa su concentración de deuterio unas 6 veces. En la segunda se completa el preenriquecimiento hasta alcanzar una concentración final de D_2O del 15 % (unas 1000 veces mayor que la concentración inicial).

FIG.10 PLANTA de INTERCAMBIO ISOTOPICO



El funcionamiento general de cada una de las etapas es el siguiente: en las columnas frías el deuterio se transfiere desde la fase líquida (que se enriquece). En las columnas calientes el proceso es inverso.

Las zonas inferiores de las columnas frías CP-1101 y CP-1302 operan como deshumidificadores de la. y 2a. etapa respectivamente. El gas proveniente de la columna caliente se enfría y condensa su humedad, al ponerse en contacto con el líquido frío que desciende por la columna. Este líquido aumenta su temperatura hasta aquella de operación de la columna caliente. Del balance térmico en los deshumidificadores surge que es necesario extraer calor. Esto se realiza por medio de ciclos. Se incrementa el caudal de líquido que circula por la torre, recirculando hacia arriba parte del líquido de fondo. Estos ciclos se enfrían mediante intercambiadores de calor refrigerados por agua o por otra corriente de proceso (IE-1102, IP-1103, en la. etapa, IE-1302, IP-1303, en 2a. etapa).

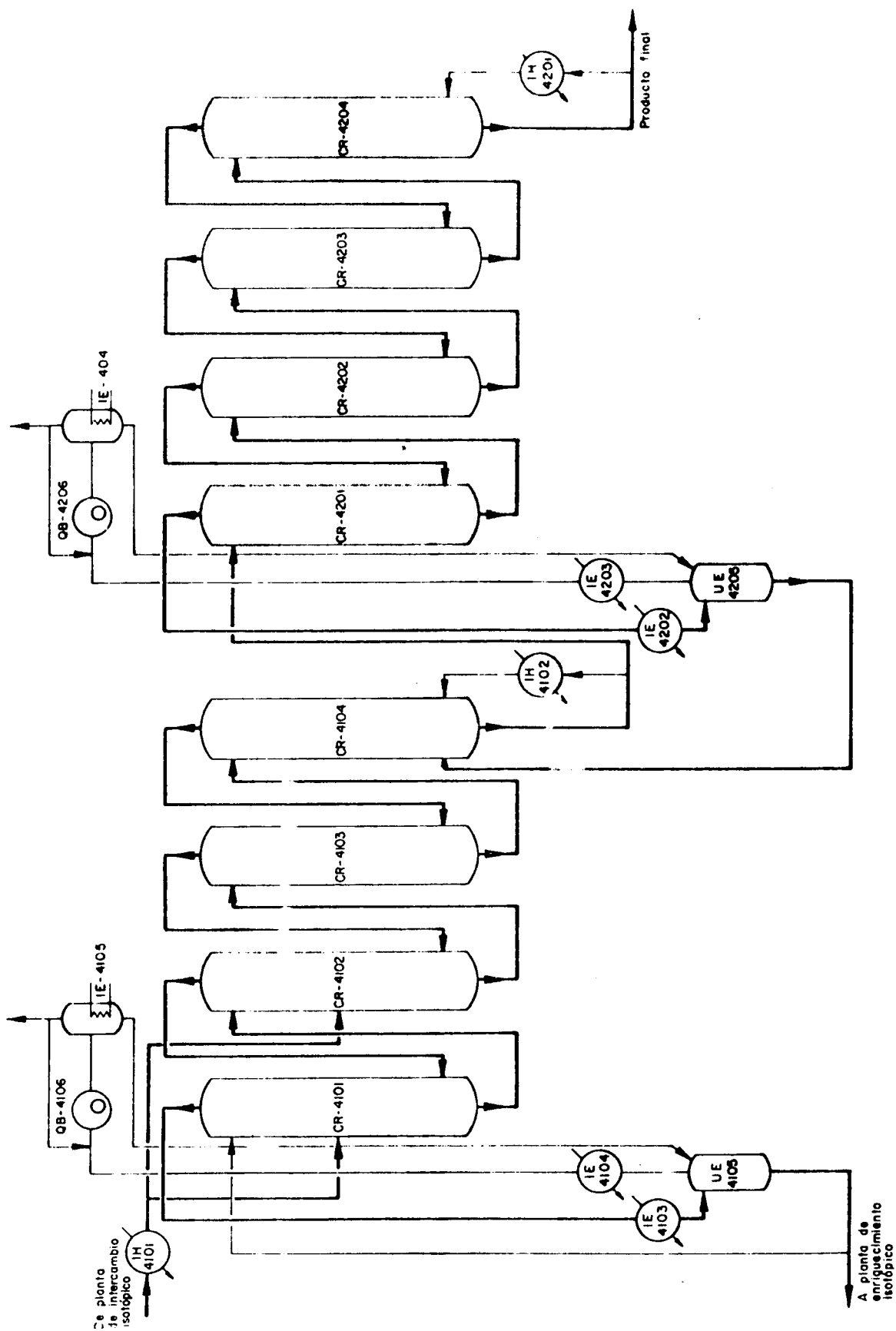
En los platos inferiores de la columna caliente de la. etapa (CP-1201), el gas frío se calienta hasta 130°C y humidifica al ponerse en contacto con el líquido que desciende. Como en esta sección es necesario entregar calor, el líquido de fondo se recircula hacia arriba, en dos ciclos que se calientan en intercambiadores de calor con otras corrientes de proceso (IP-1203, IP-1103, IP-1303, IP-1201) o calentadores de vapor (IH-1202).

De la torre caliente de la. etapa se extrae la corriente de desecho, que se envía al stripper de efluente (CP-1501). Esta columna trabaja a 9 ata y en ella se reduce el contenido de SH_2 en el agua residual a un valor inferior a 1 ppm. Los vapores resultantes se realimentan al proceso en la CR-1001. El aporte de calor a la CP-1501 se realiza mediante calefacción indirecta en el IH-1501.

El efluente ya libre de SH_2 se utiliza para calentar los ciclos del humidificador (IP-1201, IP-1203) y el agua a desgaseificar; luego se enfría hasta 40°C en el IE-1204 antes de descargarse nuevamente al río.

La extracción del producto con 15 % aproximadamente de deuterio se realiza entre las columnas CP-1301 y CP-1302. Este producto se agota en SH_2 en la CR-1403 mediante aporte indirecto

FIG.11 PLANTA de DESTILACION FINAL



de calor que se realiza en el IH-1401. El producto ya agotado en SH_2 se transfiere a destilación final, mientras que los vapores se realimentan a la CP-1302.

La planta de enriquecimiento final por destilación al vacío (Fig. 11) consta de dos etapas, cada una compuesta por cuatro columnas rellenas conectadas en serie, un condensador en la salida de la primera columna y un hervidor en la base de la cuarta.

El líquido proveniente del área de preenriquecimiento es descomprimido e ingresado a un vaporizador (IH-4101) que provee a la primera etapa de una alimentación gaseosa. Cada una de las etapas puede considerarse como una única columna de destilación, donde el líquido desciende a través del relleno, enriqueciéndose en D_2O al ponerse en contacto con vapor ascendente, que se empobrece. El vapor que alcanza el tope de las columnas es condensado; parte retorna como reflujo mientras que el resto se alimenta a la etapa anterior. A su vez, el líquido que llega al fondo de la columna, parte se recicla a la columna a través del hervidor, donde se produce el aporte de energía, y el resto se alimenta a la etapa siguiente.

El producto de cabeza de la primera columna (el de menor concentración de D_2O) retorna al área de intercambio isotópico.

El producto extraído por el fondo de la última columna es agua pesada de 99,75 % de pureza. Luego de una evaporación y condensación para eliminar impurezas, se almacena en tanques.

5.3- La planta en números

El diagrama en bloques de la Fig. 12 incluye los principales datos que caracterizan la planta, los cuales se complementan con los datos del área de proceso, Cuadro VI.

5.4- Evolución del proyecto

Para poder cumplir con las metas fijadas, el equipo inicial formado durante 1980, constituido fundamentalmente por ingenieros jóvenes, fue reforzado a lo largo de 1981 por profesionales y técnicos con experiencia en el desarrollo de las distintas áreas de proyectos de ingeniería.

En enero de 1981 se completó un primer estudio de inversión. Durante ese año se cumplieron otras tareas preliminares tales como: la transferencia y preparación de manuales de lógica

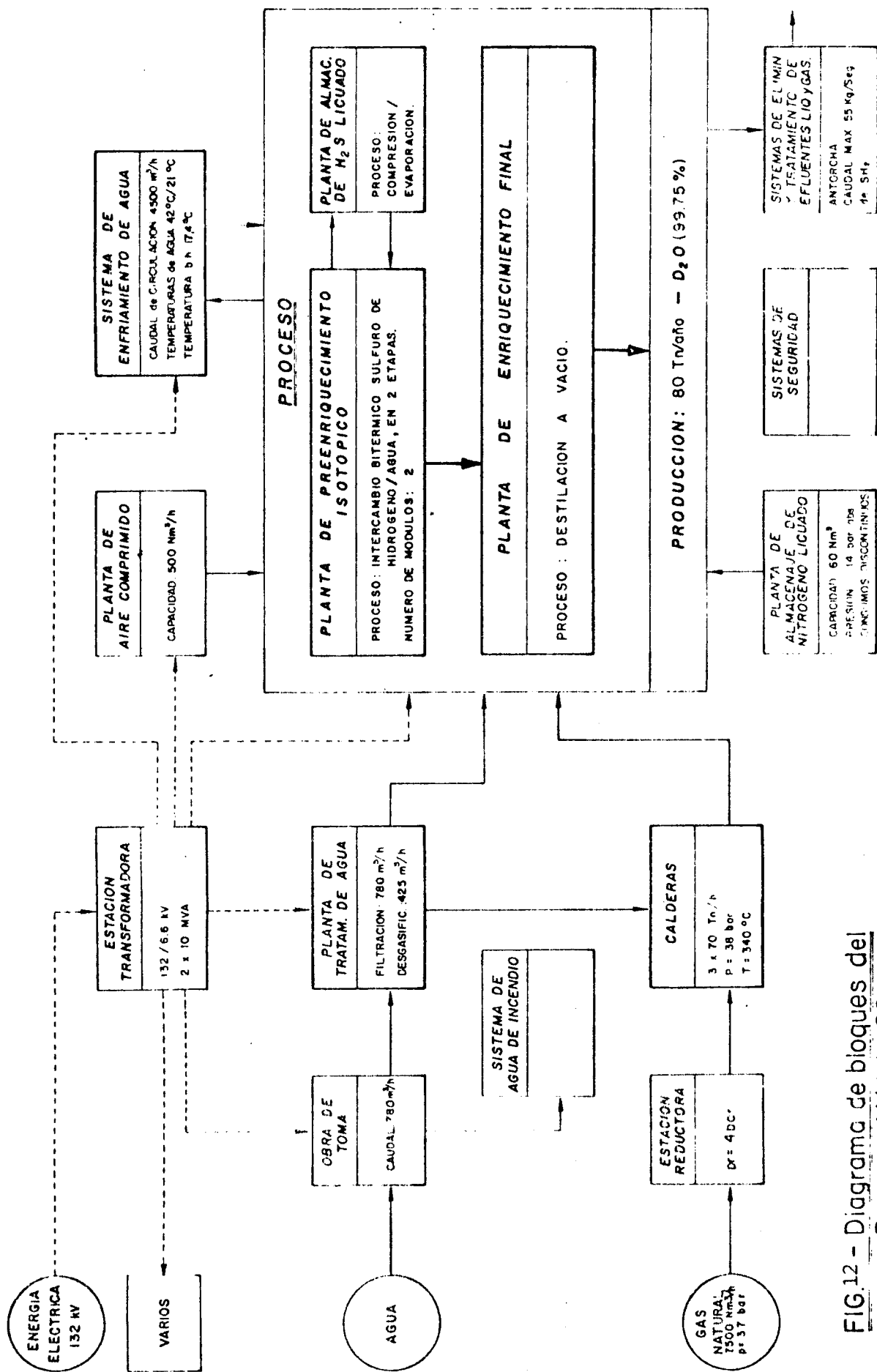


FIG.12 - Diagrama de bloques del Proyecto Módulo 80

CUADRO VI - DATOS DEL AREA DE PROCESO

PLANTA DE PREENRIQUECIMIENTO ISOTOPICO

COLUMNAS: Código de diseño ASME Sección VIII Div. 2
Pa = 25 bar - Temperatura = 135 / 30°C - Ø = 5,5 m a 2,8 m
Hc = 50 m
Pesos totales: 3000 Tn Acero al Carbono
500 Tn Acero Inoxidable Austenítico de bajo Carbono

RECIPIENTES A PRESION Y TANQUES: 1000 Tn Acero al Carbono

INTERCAMBIADORES DE CASCO Y TUBO: Código de diseño: ASME -API
Material básico: Acero Inox. Austenítico de bajo C.
Area de Intercambio: 7500 m²

ESTRUCTURAS: 2000 Tn Acero al Carbono

COMPRESORES CENTRIFUGOS: Fluido: Sulfuro de Hidrógeno saturado con vapor de Agua

Material básico: Acero Inoxidable	2,4	3,8
Δp: (bar)	20,4	17,7
Presión: (bar abs)	2044	1107
Potencia estimada: (kw)	2	2
Cantidad:		

BOMBAS CENTRIFUGAS: Fluido: Solución de Sulfuro de Hidrógeno

Material básico: Acero Inoxidable	380 a 480	100 a 225	5 a 70
Caudal: (m³/h)	880	2,5 a 10	8 a 30
Δp: (bar)	9	2 x 16 = 32	2 x 16 = 12
Cantidad:	2 x 4 = 8		

PLANTA DE ENRIQUECIMIENTO FINAL

COLUMNAS: Código de diseño: ASME Sección VIII Div. I
Pesos totales: 150 Tn Acero al Carbono

ESTRUCTURAS: 400 Tn Acero al Carbono

BOMBAS DE VACIO: 2

PLANTA DE ALMACENAJE DE H₂S LICUADO

RECIPIENTES A PRESION: Código de diseño: ASME Sección VIII Div. 2
Pa = 30 bar - Temperatura = 40°C
Volumen total: 1200 m³
Peso total: 750 Tn Acero al Carbono

y guía del usuario del programa de simulación de procesos "PROSPRO", desarrollado originariamente por I.N.T.E.C. en conexión con la ingeniería de la Planta Experimental; el desarrollo de subrutinas adicionales; planificación del desarrollo de la ingeniería básica; el listado de los documentos que la compondrían y las normas básicas para su preparación, revisión y archivo; los mecanismos de consulta con proveedores nacionales y extranjeros y el entrenamiento y capacitación de personal.

En 1982 se comenzaron las tareas de ingeniería básica propiamente dicha, lográndose un avance global ponderado del 19 % sobre un 33 % programado. Esta discrepancia se debió fundamentalmente a limitaciones presupuestarias que impidieron el cumplimiento de los programas de incorporación de personal que habían sido anteriormente previstos. Se emitieron 182 documentos incluyendo 29 planos, y se iniciaron contactos con 57 firmas nacionales y extranjeras. A fines de 1982 el personal asignado al proyecto estaba formado por 21 profesionales y 4 técnicos.

5.5- Otras actividades de la Gerencia Planta Módulo 80

Desde su constitución, la Gerencia tomó a su cargo algunas otras actividades vinculadas a diversos aspectos de los Proyectos Agua Pesada.

Entre éstas, cabe mencionar: la coordinación general de la capacitación de personal de la Dirección; la coordinación del plan de participación en la ingeniería de la Planta Industrial de Agua Pesada (en el cual tomaron parte 4 agentes de esta Gerencia); la supervisión general de los contratos con I.N.V.A.P. S.E. (PT 148 y PT 386); la conducción de las tratativas sobre los aspectos técnicos de las salvaguardias de la Planta Industrial; el apoyo a Planta Experimental en distintos aspectos vinculados a la ingeniería y la preparación de la puesta en marcha, etc.

6- TAREAS CONTRIBUYENTES DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

6.1- Fisicoquímica

Una inspección del Informe Anual de 1982 del Departamento de Química (Dirección I. y D., Gcia. de Procesos Químicos), revela que en la Div. Fisicoquímica, sobre un total de 22 personas (científicos, técnicos y un becario), 12 (o sea el 54%) provienen de la Dirección Agua Pesada. Por otra parte, de las

20 tareas citadas en el informe, 15 (o sea el 75 %) se vinculan con Agua Pesada. En la Jefatura del Departamento Química están incluidos los Dres. Molinari (Jefe) y Cretella (Asesor).

La continuidad histórica, que hemos tratado de destacar en las tres décadas resumidas en esta primera parte, resulta evidente.

En efecto, como fue señalado en los puntos 2 y 3, Cretella venía interesándose en temas de separación isotópica desde que hizo su tesis. Molinari también se sintió atraído por el tema desde los años '70, cuando el Dr. Videla asumió la Jefatura del área (12). Como es lógico que sucediera, los trabajos orientados por el interés potencial de la C.N.E.A. en agua pesada, dieron paso a un esfuerzo en F.Q. más sostenido cuando se decidió la instalación de la planta experimental. El presupuesto del Proyecto Agua Pesada permitió disponer de apoyo económico y de personal calificado adicional. El efecto logrado se refleja en la lista de publicaciones internas incluida como ANEXO I, que da idea de la naturaleza de los trabajos y contiene los nombres de los demás científicos y técnicos que los realizaron.

De la referencia (13) tomamos un apretado resumen sobre esas actividades, que fueron planeadas e iniciadas entre 1976/77.

i) Se proyectó un laboratorio equipado para simular el funcionamiento por períodos de algunos minutos, de un tramo de intercambio de proceso $\text{SH}_2/\text{H}_2\text{O}$. El objeto es efectuar mediciones de parámetros de diseño y operación, ensayar instrumentos de planta y estudiar la acción del SH_2 sobre los materiales de la planta experimental. La realización de este proyecto es el lazo experimental con sulfídrico (LECS), instalación que puede ser adosada a la planta experimental P.E.A.P. y que por el momento está alojada en una unidad transportable.

ii) Estudios y experimentos sobre obtención de SH_2 , para fundamentar el diseño de una planta de generación de este gas (cuya ingeniería básica se decidió en 1979). Ver Anexo I.

iii) Estudios y experimentos varios vinculados con el diseño, la operación y el mantenimiento de la planta experimental y de la planta industrial, como por ejemplo:

- determinación de parámetros fisicoquímicos para el diseño de la planta experimental;

- control químico del efluente líquido;
- generación de espuma en las torres (prevención y control);
- selección y ensayo de métodos y redacción del "Manual de métodos para el análisis químico y físico de aguas (100 págs.);
- medición periódica de composiciones química e isotópica del Paraná (Atucha) y del Limay (Arroyito, Neuquén);
- proyecto y gestión de equipamiento del laboratorio de la P.E.A.P.

6.2- Metalurgia

Este capítulo fue concebido en el segundo semestre de 1980, con el objeto de estimular la formación de una capacidad de ensayo, experimentación y estudio para resolver problemas de materiales y algunos de operación, que surgen durante el diseño la operación y el mantenimiento de las plantas de agua pesada. En realidad, se trataba de un programa que incluía Fisicoquímica, Fractomecánica y Metalurgia Física, con los siguientes alcances:

i) Fisicoquímica: corrosión en medio SH_2 ; pasivación de aceros de torres; medición de SH_2 en efluentes líquidos; problemas de formación de espumas en las torres de la P.E.A.P., etc.

ii) Metalurgia: efectos del hidrógeno sobre las propiedades mecánicas de los aceros al carbono e inoxidables y de sus soldaduras.

iii) Fractomecánica: empleo de parámetros fractomecánicos para evaluar el efecto del hidrógeno en aceros y sus soldaduras.

iv) Metalurgia Física: estudios sobre la interacción metal-hidrógeno.

Por diversas circunstancias, los dos últimos capítulos no llegaron a ser desarrollados hasta 1982, en tanto que Metalurgia pudo superar la difícil iniciación que caracteriza a nuestros grupos experimentales y establecer una buena relación con Fisicoquímica.

El grupo Metalurgia se nucleó alrededor del Dr. Ovejero García, quien regresó en 1980, luego de haber realizado su tesis

en Francia sobre el tema "hidrógeno en aceros inoxidables". El lugar de trabajo es el Dpto. Materiales del Centro Constituyentes (Dirección I. y D., Gerencia Desarrollo), donde se cuenta con la infraestructura necesaria (microscopía óptica y electrónica, metalografía, máquinas para ensayos mecánicos, laboratorio químico, etc.). Hay 4 profesionales y dos técnicos aportados por la Dirección P.A.P., la cual aporta también un presupuesto anual, con cesiones de crédito semestrales al Dpto. Materiales. El plan de trabajo es acordado con la Dirección P.A.P. la cual ejerce la supervisión técnica.

La producción del grupo, que es reconocido por la denominación de grupo DPH (Daño por Hidrógeno), puede evaluarse por los informes internos de avance y de servicios cumplidos a requerimiento de las gerencias de Agua Pesada; presentaciones a congresos nacionales e internacionales y publicaciones en revistas locales y extranjeras. El Cuadro VII resume las actividades mencionadas.

6.3- Desarrollo de Procesos

El Departamento Desarrollo de Procesos (Gerencia Procesos Químicos, Dirección I. y D.) comenzó a colaborar activamente con Proyectos Agua Pesada desde comienzos de 1979.

La contribución de mayor envergadura ha sido en la Planta de Generación de Sulfuro de Hidrógeno (PGS), destinada a satisfacer los requerimientos de la Planta Experimental. Se trata de una planta de régimen continuo de operación, con una capacidad nominal de producción de 125 kg H₂S/h. El producto final es sulfuro de hidrógeno líquido a 29 ata, con una pureza mínima de 99,7 %. En este proyecto, la definición del proceso a emplear fué realizada por el Departamento Química; la responsabilidad de la realización de la Ingeniería Básica, aprobación de la Ingeniería de Detalle, dirección técnica de la obra y puesta en marcha, fue asumida por el Departamento Desarrollo de Procesos; la realización de la Ingeniería de Detalle fue contratada a I.N.G.A.R. (Instituto de Desarrollo y Diseño dependiente de ARCIEN y CONICET) y finalmente la construcción y el montaje han sido confiados a I.N.V.A.P. S.E. a través de un contrato (PT 386) que entró en vigor en enero de 1982.

El proceso se basa en la reacción entre bisulfuro de

AÑO	TRABAJO	AUTOR	REFERENCIA
1980	Revisión bibliográfica	OVEJERO - (PEREZ)	I
II SEM.	Solubilidad inox. austenítico 304L/316L-Exptal.-Influencia de la ferrita delta y del S.	(T. PEREZ)	I
	H-Induced cracking in aust. St.St-weld metals	(PEREZ-SOLARI)-OVEJERO	C (Miami)
1981	Desarrollo técnica microimpresión	OVEJERO - (PEREZ)	I
	% Ferrita delta vs.suscept. fisuración soldaduras inox. aust. Ensayos plegado-Chapa 304L - Distintos electrodos	(PEREZ) - OVEJERO - MERLONE	I
	Susceptibilidad ASTM A 516-60 a la FPH (SFPH) . Análisis metalográfico metal base . Ensayo Jominy metal base (simulación Zona Af. Térm.) . Eval. SFPH en microestr. fuera del equilibrio (temple) . Análisis metalográfico cordones soldadura . Ensayo cordones en medio SH ₂ (chapa flexionada) . Ensayo ampillado - Tasa Atenuación Ultrasónica (TAU)	OVEJERO - (PEREZ) - MERLONE	I
	Iniciación Lab. SH ₂ en galpón No. 1	OVEJERO - MERLONE	
	Granallado pretensionado. Ens. doblado (70 probetas) - A 516-60 (I)	MERLONE - OVEJERO	I
1982	Desarrollo dispositivo ensayo biaxial - (I)	OVEJERO - MERLONE - (BOSCHI)	
	Consultorías varias - C.N. Embalse, Y.P.F., P.A.P.	OVEJERO - (SEMINO) - FUNES	
	Técnica microimpresión - Influencia ferrita	OVEJERO - (PEREZ) - FUNES	C (París)
	Granallado pretensionado (II)	MERLONE - OVEJERO	C (Rosario)
	Consultorías varias y Docencia	OVEJERO y colaboradores	
	Daño por hidrógeno - C.N.E.A. - NT 3/82	FUNES	P

sodio y ácido sulfúrico, que genera sulfuro de hidrógeno gaseoso y sulfato de sodio. Luego de varias etapas de purificación el gas puro, a una presión de 1 ata, es comprimido hasta la presión de almacenamiento de 29 ata y condensado, obteniéndose sulfuro de hidrógeno líquido y purificado.

A fines de 1982 se había completado la obra civil, se había recibido el compresor alternativo, y se encontraban en construcción los equipos principales

Otras contribuciones importantes del Departamento han sido la participación en la transferencia y adaptación del programa de simulación de procesos PROSPRO, desarrollado originariamente por el I.N.T.E.C. y la ingeniería básica de la instrumentación de la Planta Módulo 80, iniciada a fines de 1982.

ANEXO I

FISICOQUIMICA - INFORMES INTERNOS
RELACIONADOS CON AGUA PESADA (1975 - 1982)

- AP/FQ/10 "Oxidación de soluciones acuosas diluidas de sulfuros". J. Botbol, A.M. LG de Batistoni y R. Aprile; 1975.
- AP/FQ/11 "Cálculos teóricos de constantes de equilibrio para reacciones de intercambio isotópico". G. Finkelsztejn de Milchberg; 1975.
- AP/FQ/12 "Contribución a la evaluación de métodos de enriquecimiento isotópico (1)". J.C. Masotta; 1976.
- AP/FQ/15 "Constantes de equilibrio y factor de distribución de deuterio en el intercambio sulfuro de hidrógeno-agua" M.A. Molinari, E.A. Rojo y J. Botbol; 1976.
- AP/FQ/16 "Calor de disolución y de intercambio isotópico del sistema sulfuro de hidrógeno-agua". J.C. Masotta y M.A. Molinari; 1976.
- FQ-17 "Formación de espuma en el proceso GS". M.A. Molinari.
- FQ-18 "Análisis de sulfuro de hidrógeno (por cromatografía de gases)". S.L.E. Hild y A.J. Barreto Mascort; 1977.
- FQ-19 "Solubilidad de sulfuro de hidrógeno en agua". E.A. Rojo, O.A. Lires.
- FQ-20 y Adenda "Calor de solución de sulfuro de hidrógeno en agua" A.M. LG de Batistoni y M.A. Molinari; 1977.
- PQ/Q/FQ-21 "Método para la determinación colorimétrica del calor de solución de sulfuro de hidrógeno en agua". A.M. LG de Batistoni, R. Aprile y Marcelo A. Molinari; 1977.
- PQ/Q/FQ-22 "Método experimental para determinaciones de solubilidad de sulfuro de hidrógeno en agua". E.A. Rojo, M.A. Molinari y O.A. Lires; 1977.
- PQ/Q/FQ-23 "Selección de métodos para la determinación de humedad del sulfuro de hidrógeno gaseoso". O.A. Lires, E.A. Rojo y M.A. Molinari; 1977.

- PQ/Q/FQ-24 "Comparación de resultados experimentales de solubilidad de sulfuro de hidrógeno en agua". E.A. Rojo; 1978.
- PQ/Q/FQ-25 "Estudio preliminar de eficiencia de antiespumantes" E.A. Rojo y C.A. Delfino; 1978.
- PQ/Q/FQ-26 "Cálculo por computación de la solubilidad y calor de solución del sulfuro de hidrógeno en agua". J.C. Masotta; 1977.
- PQ/Q/FQ-28 "Correlación entre demanda química de oxígeno y absorción U.V. en agua". H.D. Buscemi, C.A. Delfino y E.A. Rojo; 1978.
- PQ/Q/FQ-29 "Comparación de carbones activados para eliminar materia orgánica en agua". C.A. Delfino y E.A. Rojo; 1978.
- PQ/Q/FQ-30 "Formación de fases mixtas en torres de intercambio" N. Strehar, M.A. Molinari y E.A. Rojo; 1977.
- PQ/Q/FQ-31 "Sistema de recirculación de sulfuro de hidrógeno a alta presión, para el estudio de su interacción con solución acuosa". N. Strehar, P. Bruzzoni, A. Lamirato y M.A. Molinari; 1978.
- PQ/Q/FQ-32 "Tratamiento del efluente líquido en la planta modelo experimental de agua pesada". N. Strehar, P. Bruzzoni, J.R. Collet y M.A. Molinari; 1978.
- PQ/Q/FQ-33 "Métodos para el estudio de contaminantes en aguas naturales". H.D. Buscemi; 1978.
- PQ/Q/FQ-35 "Propiedades espumantes de materia orgánica natural" H.D. Buscemi, C.A. Delfino y E.A. Rojo; 1978.
- PQ/Q/FQ-36 "Evaluación de datos sobre la posibilidad de formación de espuma en las torres de la P.M.E.A.P.". E.A. Rojo y M.A. Molinari; 1978.
- PQ/Q/FQ-37 "Desarrollo de métodos para estudio de impurezas en sulfuro de hidrógeno por cromatografía gaseosa". A.D. Zonis y O.A. Lires; 1978.

- PQ/Q/FQ-38 "Provisión de sulfuro de hidrógeno para la P.E.A.P." A.D. Zonis, R. Aprile, O.A. Lires y M.A. Molinari; 1978.
- PQ/Q/FQ-42 "Caudalímetros". A. Lamirato; 1979.
- PQ/Q/FQ-45 "Determinación de sulfuro de hidrógeno en efluentes líquidos de la P.M.E.A.P. con detector en fase gaseosa". A.D. Zonis y E.A. Rojo; 1979.
- PQ/Q/FQ-46 "Ensayo de espuma con agua del río Paraná y sulfuro de hidrógeno". N. Strehar, R. Aprile y M.A. Molinari; 1979.
- PQ/Q/FQ-47 "Absorción de sulfuro de hidrógeno gaseoso mediante suspensiones acuosas de cal". P. Bruzzoni, J.R. Collet y M.A. Molinari, 1979.
- PQ/Q/FQ-49 "Propiedades fisicoquímicas requeridas para el diseño básico de una planta generadora de sulfuro de hidrógeno". A.D. Zonis y M.A. Molinari. ANEXO "Método de análisis para soluciones de NaSH". V. Alliotto y H. Laspina; 1979.
- PQ/Q/FQ-50 "Métodos de obtención de agua pesada". M.A. Molinari; 1979.
- PQ/Q/FQ-51 "Daños por sulfuro de hidrógeno y permeación de hidrógeno en aceros. I. Antecedentes bibliográficos. II. Ensayo experimental de un equipo de permeación de hidrógeno". C.A. Delfino y M.A. Molinari; 1979.
- PQ/Q/FQ-52 "Análisis de agua pesada por espectrofotometría infrarroja". H.D. Buscemi; 1980.
- PQ/Q/FQ-54 "Sorción de sulfuro de hidrógeno en carbón activado". J.R. Collet y M.A. Molinari; 1980.
- PQ/Q/FQ-56 "Obtención y propiedades de carbón activado impregnado para retención de sulfuro de hidrógeno en aire". J.R. Collet y M.A. Molinari; 1980.
- PQ/Q/FQ-58 "Lazo experimental de circulación de sulfuro de hidrógeno. Ensayo dinámico". N. Strehar, P. Bruzzoni, J.J. Moras, E. Cogozzo y M.A. Molinari; 1980.

- PQ/Q/FQ-60 "Retención de bajas concentraciones de sulfuro de hidrógeno en aire". J.R. Collet y M.A. Molinari; 1981.
- PQ/Q/FQ-61 "Pasivación de aceros al carbón y monitoreo instantáneo de la corrosión en plantas GS de agua pesada. Antecedentes y ensayos preliminares". P. Bruzzoni, A. L. Burkart y R. Garavaglia; 1981.
- PQ/Q/FQ-62 "Determinación de sulfuro de hidrógeno en efluentes líquidos en Planta Experimental de Agua Pesada. Parte II". A. Zonis y E.A. Rojo; 1981.
- PQ/Q/FQ-63 "Tratamiento de efluentes de la Planta Experimental de Agua Pesada. Parte II". J.R. Collet, A. Zonis y E.A. Rojo; 1981.
- PQ/Q/FQ-64 "Estudio mecánico de uniones de apriete". J.J. Moras N. Strehar, E. Cogozzo y O.N. Cancela; 1981.
- PQ/Q/FQ-65 "Lazo experimental de circulación de sulfuro de hidrógeno. Sellos del soplador de gases". N. Strehar, J.J.Moras, E. Cogozzo y N.O. Cancela; 1981.
- PQ/Q/FQ-66 "Protección de aceros al carbono en plantas GS. Condiciones de formación de capas protectoras de sulfuro de hierro". P. Bruzzoni, A.L. Burkart y R.Garavaglia; 1981.
- PQ/Q/FQ-67 "Eliminación de H_2S en muestras líquidas". A.D.Zonis y E. Gautier; 1981.
- PQ/Q/FQ-68 "Teoría y medición de la tensión superficial y su relación con la formación de espumas". J.R. Collet y G.S. Duffo; 1982.
- PQ/Q/FQ-72 "Informe sobre decapado de superficies de acero al carbono con productos químicos. Pruebas de aplicación de "rast stripper" y solución TT". A.L. Burkart; 1982.
- PQ/Q/FQ-73 "Hidrógeno en aceros". G. Duffo; 1982.

REFERENCIAS

- 1- Silberman, Enrique y Carjuzaa, Carlos: METODO GRAFICO PARA DETERMINAR LA DISTRIBUCION DE CONCENTRACIONES EN COLUMNAS DE DIFUSION TERMICA. Informe CNEA No. 16 (1959).
- 2- Español, Carlos E.: INFLUENCIA DEL REGIMEN NO LAMINAR SOBRE LA EFICIENCIA DE UNA COLUMNA DE DIFUSION TERMICA. Informe CNEA No. 26 (1960).
- 3- Barán, Walter y Cretella, Rubén: INTERCAMBIO ISOTOPICO DE DEUTERIO ENTRE EL HIDROGENO Y EL AGUA EN FASE VAPOR. Informe CNEA No. 56 (1961).
- 4- Cannavale, Lucía: DETERMINACION DE BAJAS CONCENTRACIONES DE D₂O EN AGUA POR EL METODO DEL FLOTADOR. Informe CNEA No. 27 (1960).
- 5- Proctor y Thayer: ECONOMICS OF HEAVY WATER PRODUCTION. Chem. Eng. Progress 58; 53 (abril 1962).
- 6- Silberman, E. y Cretella, R.: POSIBILIDADES ARGENTINAS PARA LA PRODUCCION DE AGUA PESADA. Informe CNEA No.90 (1963).
- 7- Núñez, Aníbal D. y Colaboradores: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UNA PLANTA DE AGUA PESADA, Volúmenes I, II, III CNEA (1975).
- 8- Funes, A.J. y Colab.: INFORME No. 1 DEL JEFE DE PROYECTO A.P., CNEA (enero-febrero, 1977).
- 9- Barán, Marrero y Colab.: EVALUACION TECNICO-ECONOMICA DE LAS VARIANTES PARA LA INSTALACION EN EL PAIS DE UNA FABRICA PRODUCTORA DE AGUA PESADA-Dpto. Factib. de Centrales Nucleares, CNEA (mayo 1977).
- 10- Funes, A.J. y Colab.: INFORME No. 2 DEL JEFE DEL PROYECTO A.P., (CONFIDENCIAL), CNEA, (junio 1977).

- 11- García Bourg, J.M. y García, E.E.: LOS PROYECTOS PARA PRODUCCION DE AGUA PESADA DE LA CNEA, Energía Nuclear No. 9, (set.-oct. 1982).
- 12- Molinari, Marcelo: FISICOQUIMICA DEL AGUA PESADA, Ciencia e Investigación, (mayo-junio 1975).
- 13- Funes, A.J.: EL AGUA PESADA (...) EN NUESTRO DESARROLLO. Boletín de Centro Naval, Vol.43, No.722 (enero-marzo 1980) y CNEA-AC 52/80.

SEGUNDA PARTE
1983

INDICE

SEGUNDA PARTE : 1983

- 1- OBJETO
- 2- PLANTA INDUSTRIAL
 - 2.1- Descripción técnica
 - 2.2- La planta en números
 - 2.3- Organización propia
 - 2.4- Evolución de la obra
 - 2.4.1- Subcontrato de obra civil
 - 2.4.2- Subcontrato de montaje
 - 2.5- Información económica
- 3- PLANTA EXPERIMENTAL
 - 3.1- Descripción técnica
 - 3.2- La planta en números
 - 3.3- Organización propia
 - 3.4- Evolución de la obra
 - 3.4.1- Contrato con ASTRA-EVANGELISTA
 - 3.4.2- Contrato con INVAP S.E.
 - 3.4.2.1- Planta de generación de SH₂
 - 3.4.2.2- Sistema de control
 - 3.4.3- Contrato con Fundación ARCIEN (INGAR)
 - 3.4.4- Actividades propias de la Gerencia
 - 3.5- Información económica
- 4- PLANTA MODULO 80
 - 4.1- Introducción
 - 4.2- Descripción técnica
 - 4.3- La planta en números
 - 4.4- Evolución del proyecto
 - 4.4.1- Movimiento de personal
 - 4.4.2- Tareas desarrolladas
 - 4.5- Actividades de apoyo a otras Gerencias
- 5- TAREAS CONTRIBUYENTES DE INVESTIGACION Y DESARROLLO E ING.
 - 5.1- Fisicoquímica y química
 - 5.2- Metalurgia
 - 5.3- Desarrollo de procesos

ANEXO I: Fisicoquímica - Lista de informes internos

DIRECCION DE PROYECTOS AGUA PESADA

RESUMEN DE ACTIVIDADES

SEGUNDA PARTE : 1983

1- OBJETO

En esta Segunda Parte se describen las actividades desarrolladas durante 1983. Para que el trabajo pueda constituir un modelo para los años sucesivos, se han repetido, con ligeras variaciones, las descripciones técnicas de la Primera Parte.

2- PLANTA INDUSTRIAL

2.1- Descripción Técnica

La Planta Industrial de Agua Pesada se basa en el método de intercambio isotópico monotérmico Amoníaco-Hidrógeno.

Como se aprecia en el esquema de la figura 1, el proceso consiste en la extracción del deuterio del agua, previamente tratada, a través del intercambio isotópico con amoníaco gaseoso empobrecido en deuterio.

La corriente de amoníaco derivada de la etapa de extracción es licuada en el enfriador y luego enriquecida en deuterio a través del intercambio isotópico con gas de síntesis proveniente del retorno de una etapa subsiguiente de 'cracking'.

Una parte de este amoníaco enriquecido es derivada a dos etapas posteriores de enriquecimiento a través del mismo principio de intercambio isotópico.

De la última etapa de enriquecimiento se retira una fracción de gas de síntesis deuterado que será oxidado catalíticamente con aire, obteniéndose agua pesada.

Por último, el gas de síntesis empobrecido en deuterio es sintetizado nuevamente obteniéndose amoníaco empobrecido que reinicia el ciclo de extracción.

La descripción más completa del proceso está incluida en la Primera Parte de este trabajo. (1950-1982).

2.2- La planta en números

El Cuadro I incluye una síntesis informativa que da idea sobre el volumen de la obra y su constitución física.

La fig. 2 ilustra cómo se distribuye el monto total de la inversión entre los rubros principales

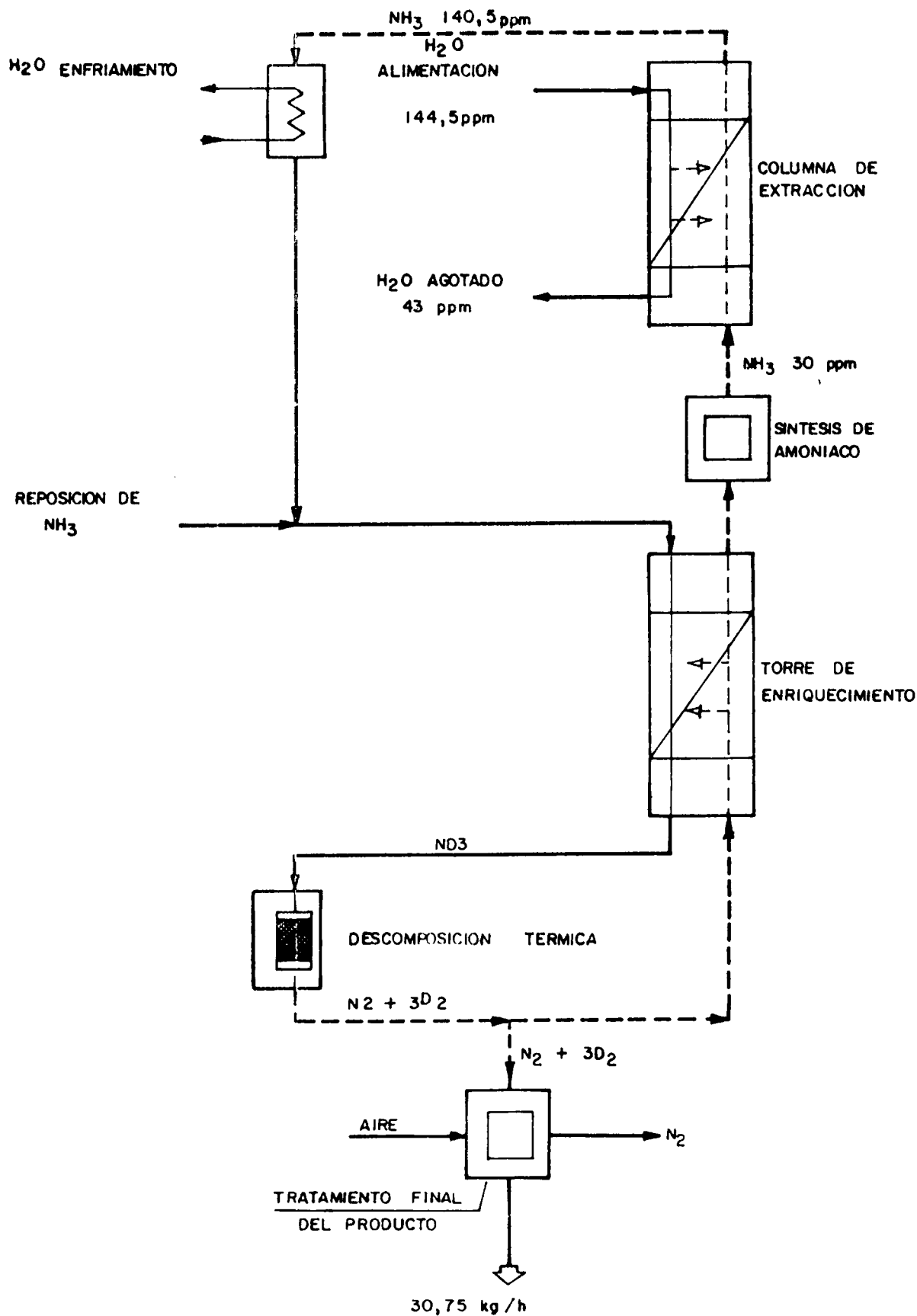
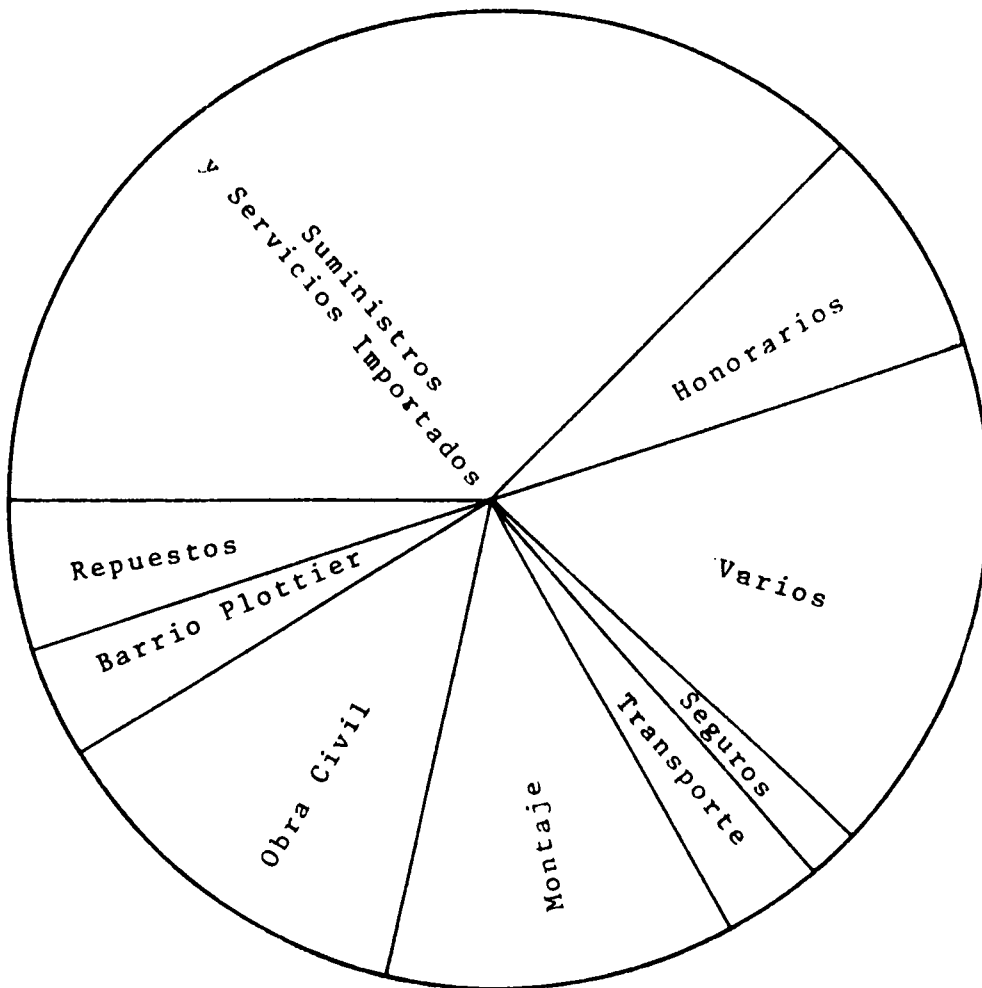


Fig. 1: PRINCIPIO BASICO DEL PROCESO PIAP
 (→----- SENTIDO DE LA TRANSFERENCIA DE DEUTERIO)

MAGNITUD				
RUBRO				
OBRA CIVIL Y ESTRUCTURA	HORMIGON ARMADO 6.000 m ³	ESTRUCTURA METALICA 6.000 ton.	ELEMENTOS PREMOLDEADOS 8.000 m ³	
EQUIPOS 22.000 ton. (INCLUYE CAÑERIAS DE PROCESO)	EQUIPO DE MAYOR TAMAÑO: EVAPORADOR CON SEPARADOR DE GOTA CORRESPONDIENTE A LA UNIDAD DE RECUPERACION DEL CATALIZADOR CON 122 ton. Y 20 m. DE LARGO.			
BOMBAS	CAUDAL MAXIMO 110 m ³ /h	POTENCIA MOTORES: 10 a 13.000 Kw.	CANTIDAD 360	
CAÑERIAS DE SERVICIO	LARGO: 25 Km.	DIAMETROS 3/4" - 20"	MATERIALES FUNDICION DUCTIL AcC° Y COBRE	
COMPRESORES DE PROCESO	CAUDAL MAXIMO 27 Kg / SEG.	POTENCIA MOTORES: 10 a 500 Kw.	CANTIDAD 32	
ELECTRICIDAD	POTENCIA INSTALADA 81.000 Kw.	CABLES 100 Km	TABLEROS DE ALTA MEDIA Y BAJA TENSION 87	
INSUMOS	GAS: 900.000 Nm ³ DIA	AGUA: 690 ton. HORA	VAPOR: 50 ton. HORA	

CUADRO I

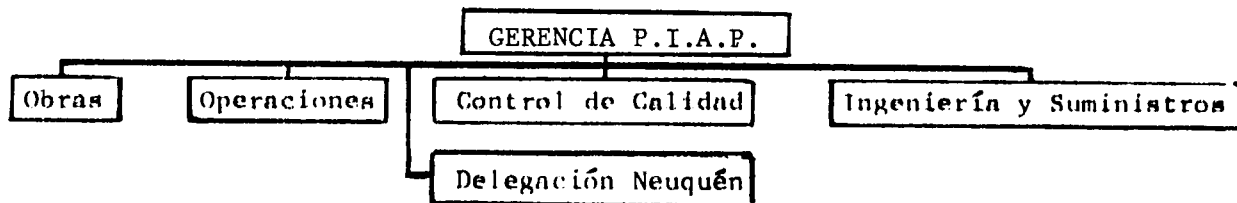


MONTO TOTAL: equivalente a 640 MU\$S (1983)

Fig. 2: Distribución de la inversión total.

2.3- Organización propia

La Gerencia Planta Industrial de Agua Pesada está estructurada de acuerdo con el siguiente esquema:



Las responsabilidades de tareas se han dividido de la siguiente forma:

Obras:

- Realiza la dirección y control de las obras; supervisa las tareas de construcción y montaje de las instalaciones.
- Fiscaliza el cumplimiento de las disposiciones contractuales establecidas para las obras.
- Controla y ejecuta la certificación mensual.

Operaciones:

- Realiza la selección y capacitación del personal para la puesta en marcha y operación de la planta.
- Ejerce la dirección y control del personal que participa en la puesta en marcha de la planta e instalaciones afines.
- Realiza la recepción, clasificación, registro, distribución y archivo de toda la documentación e información técnica.
- Participa en las recepciones provisoria y final de la planta e instalaciones afines.

Control de Calidad:

- Realiza el control de calidad en base al programa establecido.
- Realiza la aprobación de programas de fabricación, instalación inspección, ensayos y vigilancia.
- Promueve y participa en auditorías a contratistas y obra.
- Redacta el informe respecto del programa de garantía de calidad en la obra.

Ingeniería y Suministros:

- Interviene en el desarrollo de la ingeniería de la Planta e instalaciones afines.
- Interviene en los procesos de elaboración de los suministros de la planta en el extranjero.

- Entiende en lo relacionado con el transporte de los suministros de origen extranjero.

Delegación Neuquén:

- Realiza todas las tareas de apoyo necesario para la construcción y puesta en funcionamiento de la Planta.
- Interviene en la provisión de la infraestructura y servicios, como así también en la prestación y mantenimiento de bienes y servicios.
- Realiza la conformación de las mediciones y certificaciones de avance de obras de infraestructura.
- Planifica y realiza el mantenimiento de edificios y bienes de infraestructura y servicios.

2.4- Evolución de la Obra

Objeto del contrato principal: Realización de las obras de la Planta Industrial de Agua Pesada ubicada en Arroyito, Pcia. del Neuquén, incluyendo: la ingeniería básica y de detalle, la fabricación y adquisiciones, el transporte desde FOB hasta el Emplazamiento, el montaje, la obra civil, la puesta en marcha y el mantenimiento, el ensayo de recepción, el control de calidad de todas las obras mencionadas y la dirección de obra, la confección de manuales de operación y mantenimiento, las listas de repuestos y materiales de uso, la asistencia de operación y mantenimiento y la asistencia técnica en general.

Plazo: 48 meses contados a partir de la fecha de iniciación (15/12/79).

Sistema de contratación:

Parte importada: Ajuste alzado con variación de precios.

Parte local: Sulzer Brothers contrata por cuenta y orden de C.N.E.A. con un 20 % en concepto de honorarios. En el caso de la Obra Civil, del Montaje Electromecánico y del Transporte en territorio argentino, el contrato es por precios unitarios y medición de lo hecho.

Realizaciones de 1983:

- Durante el año arribaron a la obra 2.575 toneladas de suministros importados, que totalizan, con los envíos anteriores, 18.750 toneladas (80 % del total). Al 31/12/83 se encontraban 800 toneladas de equipos almacenadas en puertos de origen, que no pudieron embarcarse debido a inconvenientes con la ampliación

del crédito de exportación que financia el 85 % del valor de los mismos.

- A partir de agosto de 1983 comenzó en Europa el entrenamiento del personal de conducción de planta, el que fue finalizado en diciembre de 1983.
- Finalizó en julio de 1983 el programa de auditorías de calidad efectuado en proveedores europeos y continúa el de proveedores locales, verificándose documentación, etapas de fabricación y ensayos finales.
- Se licitó la forestación principal de la zona aledaña a la planta.
- El avance total de la obra en el curso del año fue de 6,5 %, dando un acumulado de 80 % hasta el 31 de diciembre.

2.4.1- Subcontrato de Obra Civil

Fue adjudicado al Consorcio formado por las empresas: Sideco Americana/Dycasa/Losinger; el contrato fue aprobado por Resolución N° 635 del 21/10/81.

La Obra Civil comenzada en setiembre de 1980, es de gran dimensión y comprende, incluído suministros y servicios, la infraestructura de emplazamiento, la obra civil propiamente dicha para la planta industrial y servicios de ingeniería.

Los edificios, que suman 15.000 m² de superficie cubierta, se construyen en hormigón armado y entre ellos se destacan la sala de compresores con estructura básica hecha in situ y cubierta de asbesto-cemento con aislación especial, sobre cabreadas metálicas; la sala de control eléctrico que cuenta con entrepiso bajó nivel, estructura de hormigón premoldeado en su totalidad y vigas de hormigón pretensado, prefabricado, con una longitud de casi 20 m. El núcleo central de la planta, denominado estructura principal y que constituye el lugar físico donde se desarrollará la parte fundamental del proceso, está compuesto por una estructura metálica aporticada, cuyo desarrollo en planta es de 250 x 45 m con altura máxima de 60 m. y un peso de 6.000 ton.

Para el transporte de conductos eléctricos se construyeron más de 1.000 m. de canales de hormigón hechos in situ, bajó nivel, de secciones variables entre 5 x 5 m y 2 x 2 m.

Las fundaciones responden a tres tipos fundamentales según se destinan a estructuras metálicas, edificios premoldeados o

edificios monolíticos de hormigón in situ.

Para el montaje de tales estructuras debieron emplearse grúas de hasta 300 ton. nominales de capacidad, que izaron donde era posible, pórticos prearmados completos.

Por su parte el hormigón es procesado en tres plantas hormigoneras de $30 \text{ m}^3/\text{h}$ de capacidad cada una. El volumen estimado de hormigón alcanza los 60.000 m^3 .

Paralelamente la C.N.E.A. ha tomado a su cargo una serie de obras de infraestructura, entre las que se cuentan el suministro permanente de energía eléctrica a la planta, el camino de acceso, la construcción de un gasoducto y una planta reductora de presión de gas. Además, la construcción de un barrio para el alojamiento de su personal, localizado en Plottier, a unos 30 km de la planta.

Realizaciones de 1983:

- Se completó la elaboración de la parte europea de la Ingeniería de Detalle, quedando aún pendientes algunos ajustes locales.
- Se elaboró la Ingeniería de Detalle para la ampliación de los siguientes edificios: Tratamiento Final de Producto, Oficinas, Vestuarios y Portería, además de las adaptaciones del edificio de Talleres y Almacenes.

- Dentro de las obras civiles tomadas a cargo por C.N.E.A. debe destacarse las siguientes realizaciones:

Finalizó la construcción del gasoducto y estación reductora de presión destinados a la alimentación de la planta.

Finalizó la construcción de la segunda etapa (88 viviendas con infraestructura) en el Barrio Plottier, para el personal de la planta. En octubre '83 se contrató la construcción de otras 68 viviendas.

La escuela primaria con jardín de infantes que se construye en Plottier para absorber el incremento de población escolar debido a la presencia de C.N.E.A., alcanzó un avance del 90 % y posibilitará atender el curso lectivo 1984.

- Durante el curso del año se vió afectada la actividad en obra por inconvenientes en los pagos, lo que ocasionó reiterados reclamos del contratista. Las negociaciones culminaron con la firma de un Acta acordando un programa mínimo a fin de no paralizar la obra, que entrará en vigencia en enero '84.

- El avance de la obra civil fue de 12 % en 1983, dando un acumulado del 78 % hasta el 31 de diciembre.

2.4.2- Subcontrato de Montaje:

Fue adjudicado a Techint -Compañía Técnica Internacional- S.A.C.I.; el contrato fue aprobado por Resolución N° 652 del 1/12/82.

A principios de febrero/83 se comenzó con la instalación del obrador y la recepción por el contratista de los materiales depositados en el emplazamiento.

A mediados de 1983 se habían montado ya algunos equipos desgasificadores e intercambiadores de calor correspondientes a la unidad de intercambio isotópico.

Paralelamente se efectuaban tareas de clasificación y movimiento de equipos, materiales e instrumentos.

En un galpón de más de 2.000 m² de superficie, se procede al alistamiento y prearmado de cañerías para diversas aplicaciones. Se realizan trabajos de corte y biselado por diferentes métodos y de soldadura eléctrica convencional o protegida con atmósfera de argón, según las exigencias de cada caso.

Entre los equipos de mayor tamaño merece mencionarse el evaporador con separador de gota correspondiente a la unidad de recuperación del catalizador.

Este equipo, con un peso de 122 toneladas y un largo de 20 m., es la pieza más pesada que se haya transportado hasta el emplazamiento y su montaje se completó en mayo de 1983.

El avance acumulado en el montaje electromecánico al 31/12/83 es de 10 %.

Como se ve, el Proyecto Planta Industrial ha sufrido atrasos en su cronograma de ejecución original, debido a las siguientes causas:

- El contrato de montaje electromecánico que debía firmarse en abril de 1982 fue firmado recién en enero de 1983, debido a la restricción presupuestaria impuesta al proyecto para el ejercicio 1982.
- Una vez firmado el contrato con Techint S.A.C.I., debido a los problemas del sector externo de nuestro país, esta firma no pudo abrir las cartas de crédito por los importes y períodos de

AVANCE DE ITEMS DE OBRA - AÑO 1983

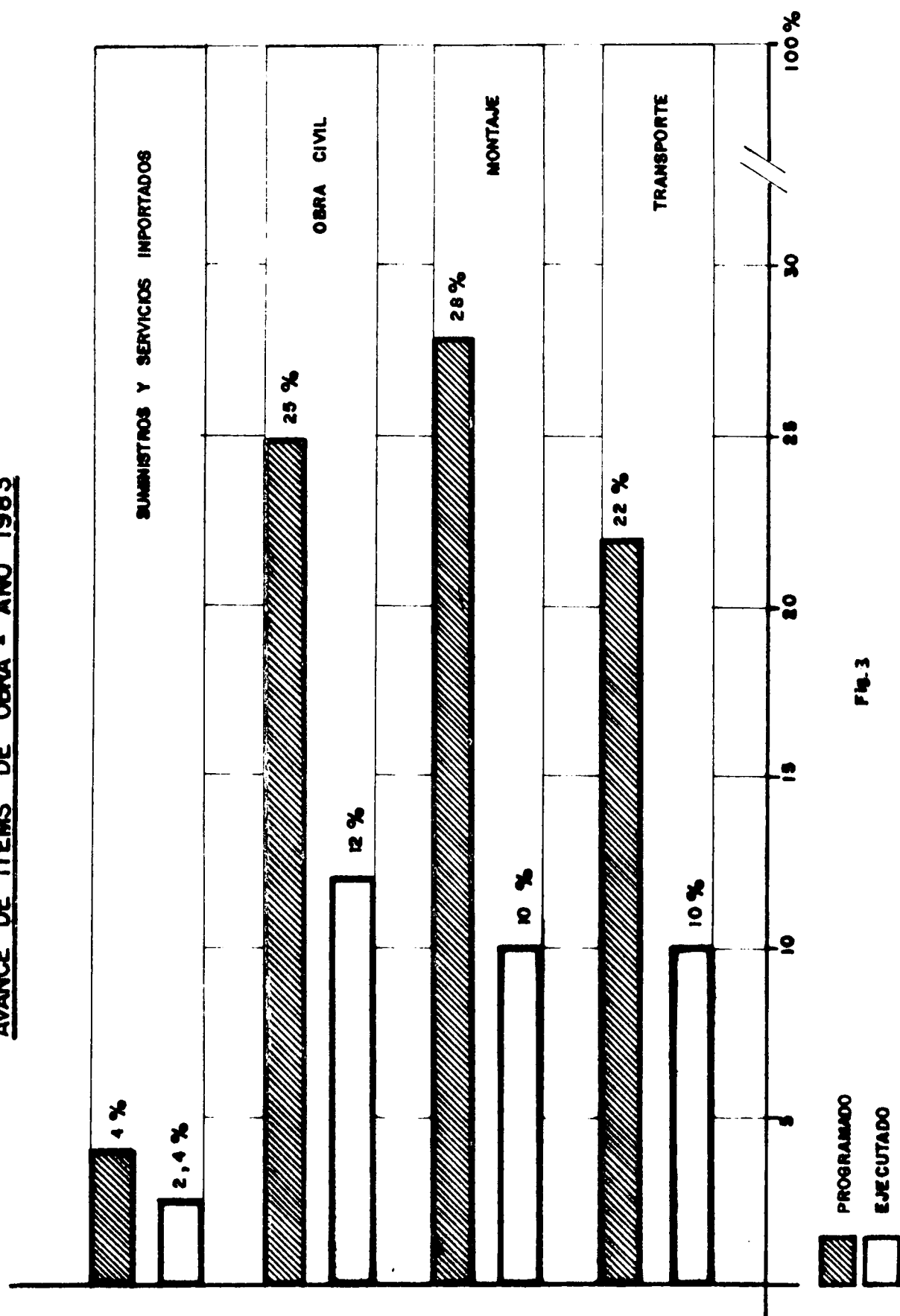


Fig. 3

FLUJO DE FONDOS AÑO 1983

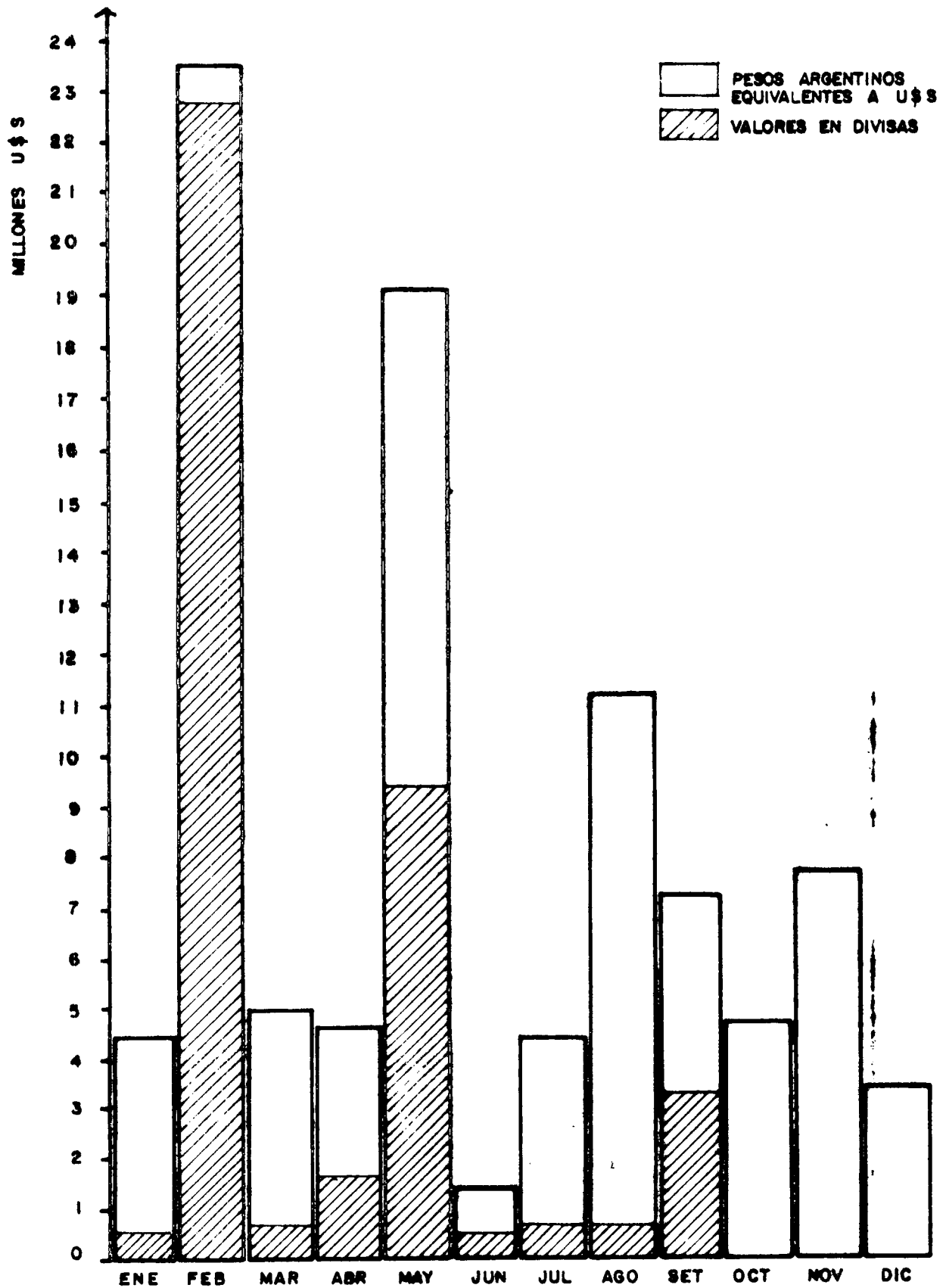


Fig. 4

vigencia necesarios, para la contratación y comienzo de los trabajos de los subcontratistas extranjeros, que deben efectuar el montaje de unidades que se encuentran en el camino crítico de la obra.

- A lo mencionado anteriormente debe agregarse la mora incurrida por C.N.E.A. en abonar las certificaciones de obra en moneda argentina, superior a los 90 días, lo que ha llevado a los contratistas de obra civil y montaje a reducir la actividad a valores mínimos de inversión.

Estas circunstancias hacen que la fecha de terminación de la obra, que debía alcanzarse en el segundo trimestre de 1984, se traslade, tentativamente, hasta mediados de 1986. Esta situación origina costos adicionales que pueden estimarse en alrededor de 30 millones de dólares,

En la fig. 3 se muestra el gráfico de avance de los items principales de la obra durante 1983.

2.5- Información económica

En la fig. 4 se muestra el flujo de fondos durante el año 1983.

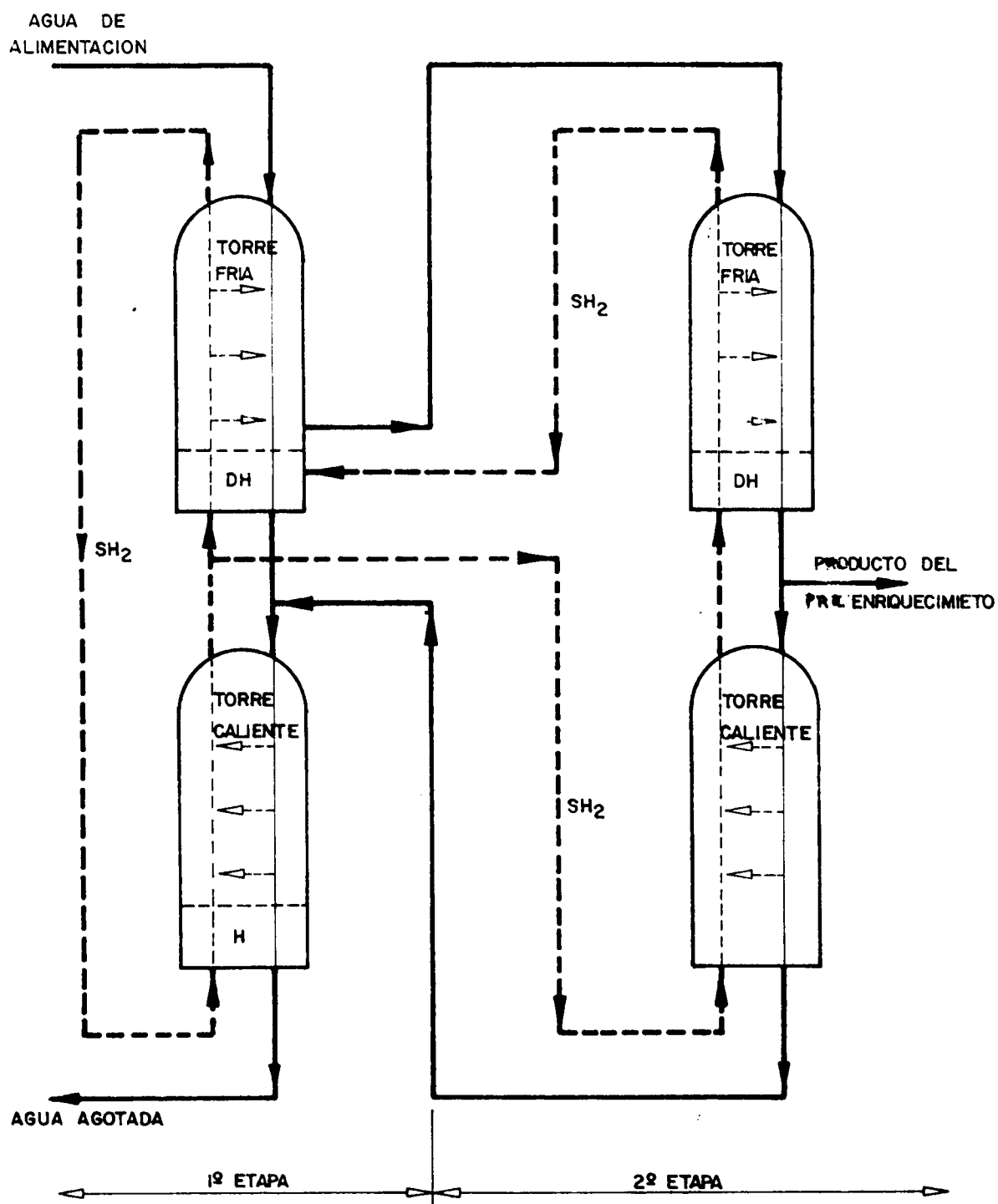
3- PLANTA EXPERIMENTAL

3.1- Descripción técnica

La planta consta de dos unidades principales: una unidad de preenriquecimiento, que utiliza el procedimiento bitérmico sulfuro de hidrógeno-agua, con agua común como fuente de alimentación y cuyo producto es agua enriquecida hasta un 15 % en agua pesada; y una unidad de concentración final por destilación a presión reducida que da como producto agua pesada 99.8 mol %.

En la fig. 5 se da un esquema simplificado del proceso de la unidad de preenriquecimiento, que opera en dos etapas en cascada. Cada una de ellas consiste en una torre que opera a 30°C ("torre fría") y otra que opera a 130°C ("torre caliente") conectadas en serie. La presión en el sistema es de 21 bar.

Aproximadamente 16 m³ por hora de agua tratada se introducen en el tope de la torre fría de la primera etapa, donde se pone en contacto a contracorriente con sulfuro de hidrógeno gaseoso proveniente de la torre caliente. En la torre fría se produce una transferencia de deuterio del gas al agua; una fracción (alrededor de 1/3) del caudal de agua enriquecida que sale



PRINCIPIO BASICO DEL PROCESO P.E.A.P.

(--- Sentido de la transferencia de Deuterio)

Fig.5 - PRINCIPIO BASICO DEL PROCESO P.E.A.P.

por la base de la torre es alimentada a la torre fría de la segunda etapa y el caudal restante ingresa a la torre caliente, donde se contacta a contracorriente con sulfuro de hidrógeno pobre en deuterio, que proviene de la cabeza de la torre fría de la primera etapa. En esta torre el gas se enriquece en deuterio a expensas del agua, la cual sale de la torre con una concentración de deuterio inferior a la de la alimentación y, luego de un tratamiento para eliminar el sulfuro de hidrógeno, se desecha.

En la segunda etapa se repite un esquema similar; el líquido que sale del punto medio entre las torres fría y caliente es de enriquecimiento máximo, y constituye la alimentación de la unidad de concentración final.

En la primera etapa el agua se enriquece desde 150 ppm hasta alrededor de 900 ppm. El producto de la segunda etapa contiene alrededor de 15 mol % de agua pesada con lo que el enriquecimiento total en esta unidad es de unas 1.000 veces.

La concentración final está prevista en primera instancia realizarla por destilación al vacío, en tres etapas en serie, hasta lograr la concentración requerida de 99.8 mol %. La presión absoluta de condensación será de 0,2 bar. La realización de esta etapa se encuentra en la fase de estudio y experimentación preliminares.

La planta se completa con unidades auxiliares, tales como las de generación, almacenamiento y recuperación de sulfuro de hidrógeno, tratamiento de agua, generación de vapor, gas inerte y aire, tratamiento de efluentes líquidos, antorcha para descarga de gases de proceso, y edificios para laboratorios, talleres, administración, etc.

En la fig. 6, se puede apreciar la distribución de áreas.

3.2- La planta en números

El Cuadro II incluye una síntesis informativa que da idea sobre el volumen de la obra y su constitución física.

En la Fig. 7, se puede ver la distribución estimada de la inversión actualizada a diciembre de 1983.

3.3- Organización propia

La Gerencia de Planta Experimental está estructurada de acuerdo al esquema de la fig. 8.

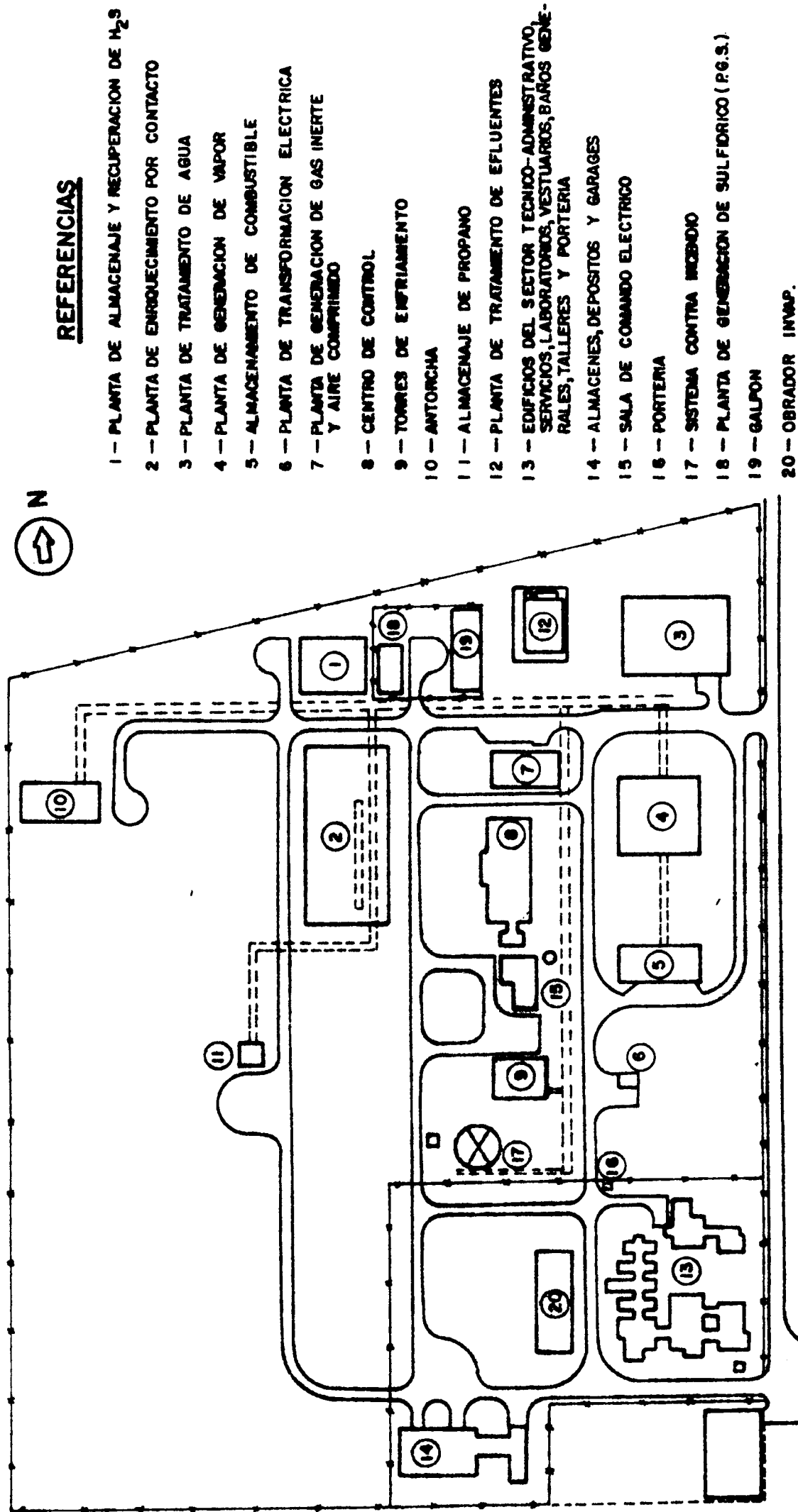
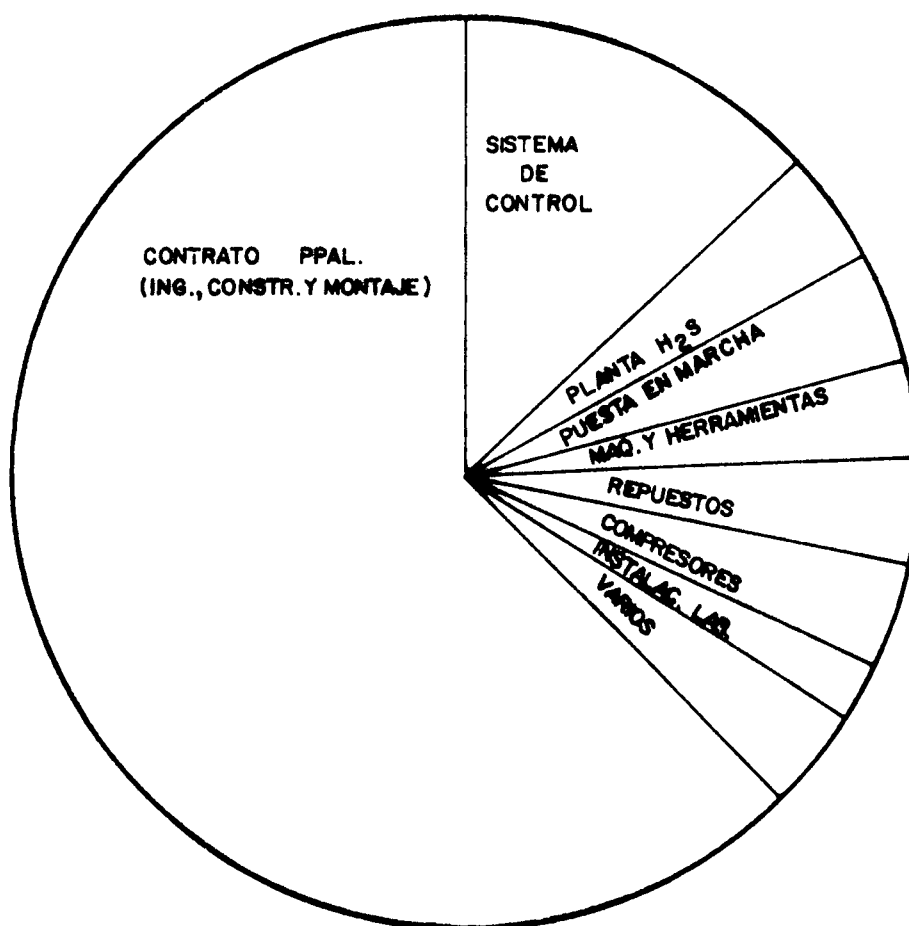


Fig.6- PLANTA EXPERIMENTAL DE AGUA PESADA-DISTRIBUCION DE AREAS

RUBRO	MAGNITUD		
OBRA CIVIL Y ESTRUCTURA	HORMIGON ARMADO 7.600 m ³	ESTRUCT. METALICA 700 Ton	PILOTES 4.500 m
EQUIPOS (1200 Ton)	COLUMNAS DE PLATOS Altura Diám. Cant.	COLUMNAS RELLENAS 2	INTERCAMBIADORES 41
	46 - 56 1,2 - 2 7 (m) (m)		
CAÑERIAS	LARGO 20 Km	DIAMETROS 1/2" - 12"	MATERIALES AC. C° • Inoxidable
BOMBAS	CAUDAL TOTAL 3.500 m ³ /h	POTENCIA MOTORES 3 a 25 CV - 380 V	CANTIDAD 120
COMPRESORES DE PROCESO	CAUDAL TOTAL 87 Ton / h	POTENCIA MOTORES 880 CV - 6,6 Kv	CANTIDAD 2
INSTRUMENTACION	SISTEMA DE CONTROL SIEMENS "TELEPERM" 1	LAZOS DE CONTROL 160	SENSORES DE VARIABLES OPERATIVAS 500
ELECTRICIDAD	POTENCIA INSTAL. 2,8 Mw	CABLES 40 Km	TABLEROS DE ALTA MEDIA Y BAJA TENS. 16
COMBUSTIBLES	GAS-OIL 24 Ton/día	FUEL-OIL	PROPANO 11 Nm ³ /h

CUADRO II



MONTO ESTIMADO U S \$ 79 x 10⁶

Fig. 7 - DISTRIBUCION DE LA INVERSION TOTAL (RUBROS PRINCIPALES)

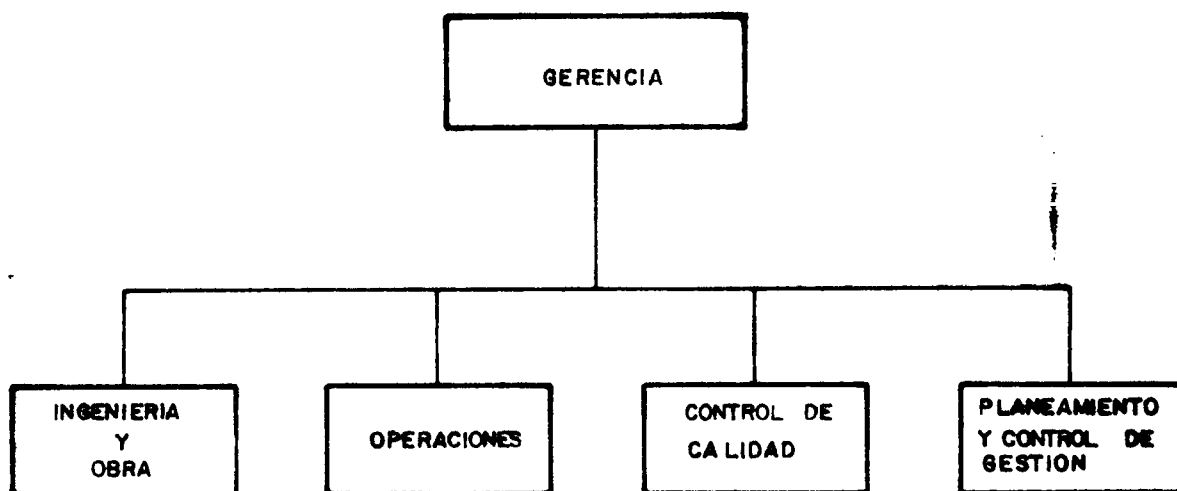


Fig. 8 - GERENCIA PLANTA EXPERIMENTAL

Las responsabilidades de tareas en grandes rasgos se han dividido de la siguiente manera:

Ingeniería y Obra

- Analiza toda la documentación técnica emitida por la Contratista, comunicándole los resultados por Orden de Servicio.
- Controla y ejecuta la Certificación Mensual.
- Efectúa la inspección del desarrollo de la obra.

Operaciones

- Analiza toda la documentación técnica emitida por la Contratista e informa a Ingeniería sus observaciones.
- Analiza los manuales de puesta en marcha y operaciones de la Planta.
- Analiza las necesidades de repuestos e insumos y eleva pedidos de adquisición.
- Capacita personal en la operación de las instalaciones.

Control de Calidad

- Analiza toda la documentación técnica emitida por la Contratista e informa a Ingeniería sus observaciones.
- Inspecciona y califica instalaciones de proveedores.
- Inspecciona y supervisa estados de producción.
- Libera elementos y equipos para su certificación.

Planeamiento y Control de Gestión

- Ejecuta el seguimiento y control de contratos.
- Efectúa el control del presupuesto oficial
- Ingresa, distribuye y archiva toda la documentación
- Efectúa el seguimiento y control de actividades del Programa por camino crítico.

3.4- Evolución de la obra

Para llevar a cabo el objetivo del Proyecto P.E.A.P. la Gerencia del mismo tiene la responsabilidad de coordinar las actividades que surgen de la firma de tres contratos y las tareas que son propias de la C.N.E.A., viéndose reflejadas las tareas programadas y su concatenación en el tiempo en la fig. 9.

El avance de los contratos principales al 31-12-83 es el siguiente:

- | | |
|---|-----------|
| - Contrato con el Consorcio Astra-Evangelista | : 79,50 % |
| - Contrato con I.N.V.A.P. S.E. | : 76,40 % |
| - Contrato con I.N.G.A.R. (Fundación ARCIEN) | : 40,00 % |
| Avance global | : 76,90 % |

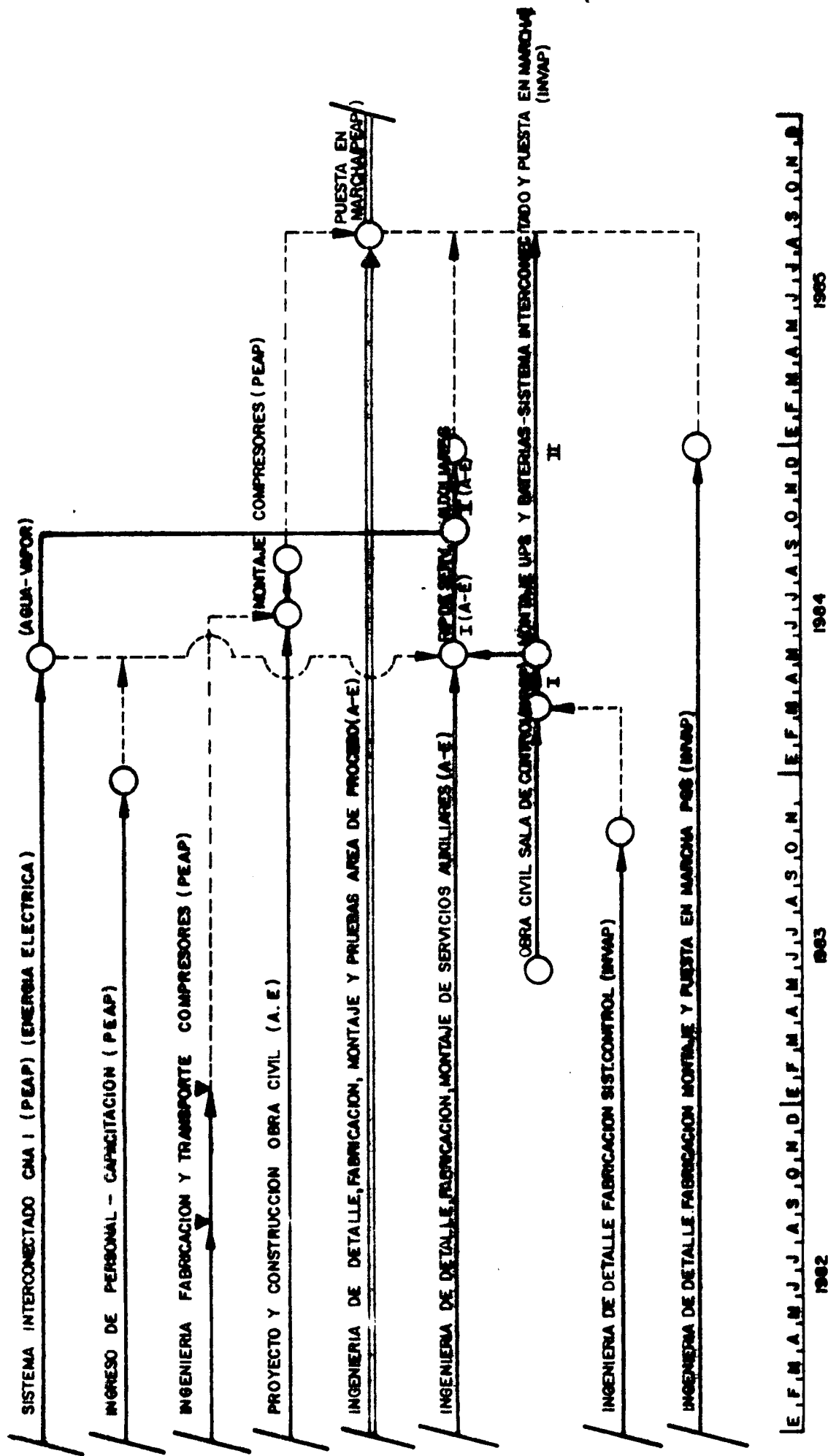


Fig.9 PLAN DE TIEMPOS PROYECTO PEAP

A continuación se hace una breve referencia a dichos contratos.

3.4.1- Contrato con Astra-Evangelista

El Consorcio ASTRA CAPSA y ALFREDO EVANGELISTA y Cía. S.A. tiene a su cargo la ejecución de los trabajos de: Ingeniería de Detalle, Suministro de Materiales y Equipos, Construcción, Montaje, Asistencia a la puesta en marcha y Conducción de la Obra de la P.E.A.P. a partir de la ingeniería básica suministrada por la C.N.E.A.

Expte. 80.340 - Licitación Pública N° 96/78

Monto contractual: \$a 999.635.420,01 (Diciembre/83)

Plazo de ejecución: 73 meses

Forma de pago: mediante certificados acumulativos de obra

Principales realizaciones de 1983

- Se montaron las seis torres de acero al carbono para proceso (CP-1001-1002-1003-1004-1005-1006), con un peso total aproximado de 400 ton.
- Se avanzó hasta un 75 % en el montaje de la EMSAT (estructura Maestra de soporte a las Torres).
- Se avanzó hasta un 70 % en el montaje de los sistemas de Servicios Auxiliares: Grupos Electrógenos, Generación de Vapor, Agua de Enfriamiento, Tratamiento de Agua, Antorcha, Efluentes, Aire Comprimido, Gas Inerte, Propano, Combustibles Líquidos e Incendio.

Las recepciones provisionales están previstas para el primer semestre de 1984.

- Se alcanzó un 89 % de la Ingeniería de Detalle.
- Se completó un 87 % de la Obra Civil.

En la fig. 10 se muestra la evolución de los rubros ingeniería, suministro de materiales, obra civil, montaje y certificaciones hasta diciembre de 1983.

3.4.2- Contrato con I.N.V.A.P. S.E.

I.N.V.A.P. S.E. toma a su cargo las siguientes tareas complementarias para la construcción de la P.E.A.P.

- Suministro y construcción de una Planta de Generación de Sulfuro de Hidrógeno.
- Suministro y construcción del Sistema de Control para la P.E.A.P.

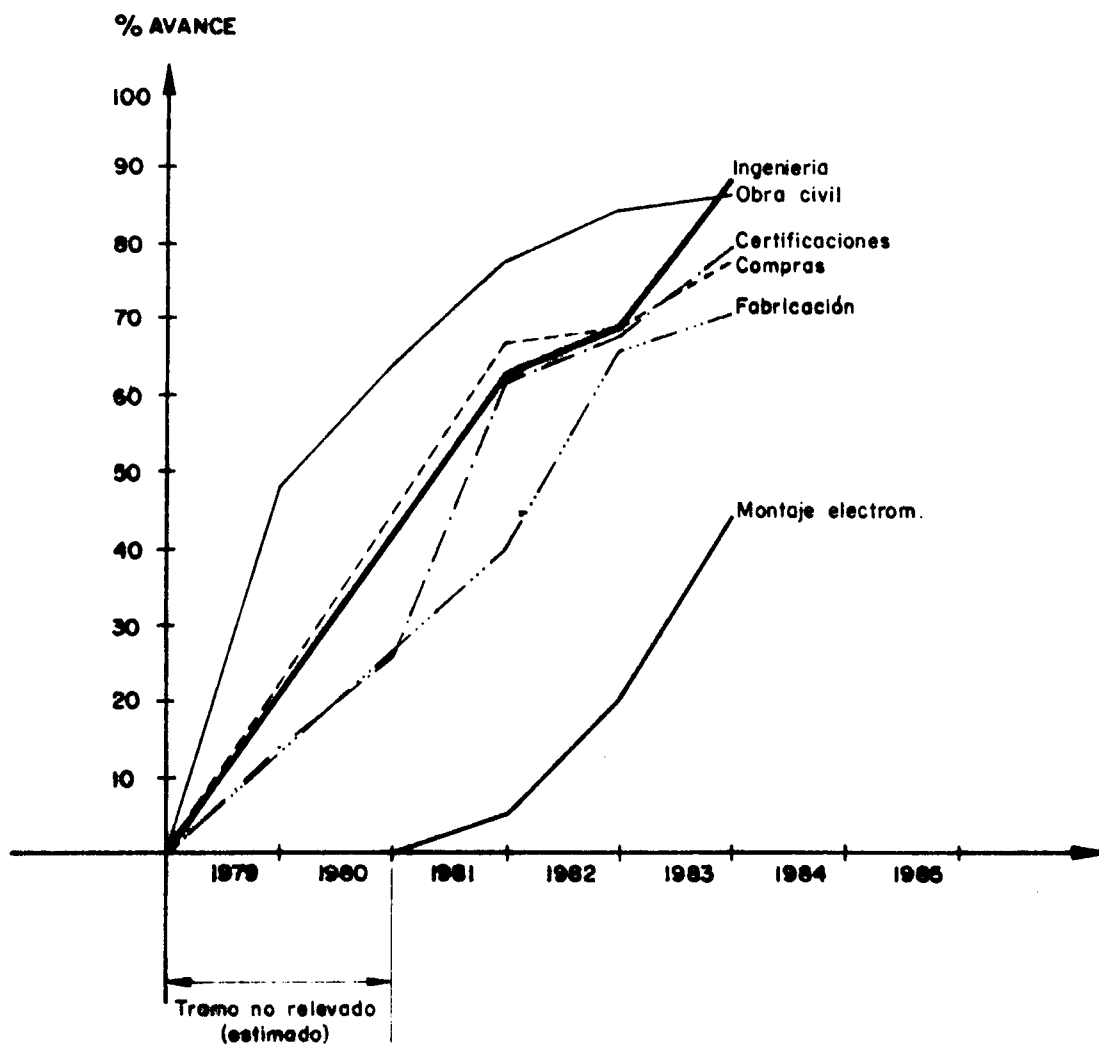


Fig 40 EVOLUCION DE LA OBRA P.E.A.P

RUBROS : INGENIERIA - COMPRAS - FABRICACION - MONTAJE - OBRA CIVIL

Expte. N° 20.122

Identificación de tareas I.N.V.A.P.: PT 386

Firma del Contrato: 22-12-81

Control de presupuesto trimestral

Monto de referencia: \$a 10.739.427,60 Inc. IVA (Agosto/81)

Plazo de ejecución actual: 36 meses (Febrero/84)

Dirección del PT 386: Dr. Enrique GARCIA (Gte. Módulo 80)

3.4.2.1- Planta de Generación de Sulfuro de Hidrógeno

El Sulfuro de Hidrógeno (SH_2) de alta pureza es el reactivo químico principal para la obtención de agua pesada por el proceso de intercambio isotópico bitérmico entre Sulfuro de Hidrógeno y agua.

Para satisfacer los requerimientos de SH_2 , la Dirección de Proyectos Agua Pesada planeó la construcción de una Planta de Generación de Sulfuro de Hidrógeno (PGS), con ingeniería y diseño nacional, dentro del predio de la P.E.A.P.

Se especificó el producto final, como sulfuro de hidrógeno líquido a 29 ata, con una pureza mínima de 99,7 % de H_2S ba-se seca.

Los insumos y productos básicos de la planta serán:

Agua tratada	10 ton/día
Bisulfuro de Sodio (Solución al 40% p/p)	14 ton/día
Acido Sulfúrico (Solución al 78% p/p)	7 ton/día
La potencia instalada será de: 51,5 HP	
Los efluentes a tratar serán:	
Gases	0,35 ton día
Líquidos (Solución con $< 3,5$ ppm, H_2S)	70 ton/día

La Dirección de Proyectos Agua Pesada planificó la realización de las distintas etapas del proyecto y asignó responsabilidades a distintos grupos de trabajo internos y de otras instituciones y empresas nacionales.

Así, el estudio correspondiente a la definición del proceso a emplear, fue realizado por el Departamento Química (Gerencia Procesos Químicos, Dirección Investigación y Desarrollo, C.N. E.A.).

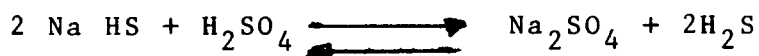
La responsabilidad de la realización de la ingeniería básica, la aprobación de la ingeniería de detalle, la dirección

técnica de la obra y la puesta en marcha, fueron asumidas por el Departamento Desarrollo de Procesos (Gerencia Procesos Químicos, Dirección Investigación y Desarrollo, C.N.E.A.).

La realización de la ingeniería de detalle fue contratada con I.N.G.A.R. (CONICET-FUNDACION ARCIEN) y finalmente la construcción y montaje es efectuada por la empresa I.N.V.A.P. S.E.

i) Tecnología, Diseño y Construcción

El proceso seleccionado se basa en la reacción que se produce entre bisulfuro de sodio y ácido sulfúrico, de acuerdo con la siguiente ecuación:



Se contacta una solución de bisulfuro de sodio con ácido sulfúrico, ambos de calidad comercial, en las proporciones necesarias para obtener un máximo rendimiento y la menor cantidad de efectos indeseables originados por reacciones secundarias.

Las operaciones y procesos involucrados en todo el circuito de la planta se pueden analizar en el diagrama de la fig.11.

El ácido sulfúrico que se almacena en los tanques de depósito (T1A y T1B) y el agua tratada, son alimentados por medio de bombas dosificadoras (B_1 y B_2) al mezclador (MF_1) y desde allí al reactor (R_1). A éste llega también, proveniente de los tanques de depósito (T2A y T2B) y a través de una bomba dosificadora (B_4), el bisulfuro de sodio. El reactor es del tipo tubular y en él se produce la reacción en la que se genera una mezcla de gas con solución acuosa, conteniendo ambas fases el sulfuro de hidrógeno.

La mezcla gas-líquido obtenida en el reactor alimenta a un ciclón (SC1) donde se separan ambas fases. La solución acuosa ingresa a un tanque pulmón (T6) desde donde se envía con una bomba centrífuga (B_5) a la columna agotadora (CA1). En ella se recupera el sulfuro de hidrógeno de la solución por contacto directo en contracorriente con vapor de agua. La corriente del gas recuperado, saturado con vapor de agua, abandona la columna y se une a la otra corriente del producto que sale del ciclón. Ambas pasan por una segunda columna (CL1), donde se enfría y deshumidifica por contacto directo en contracorriente con agua.

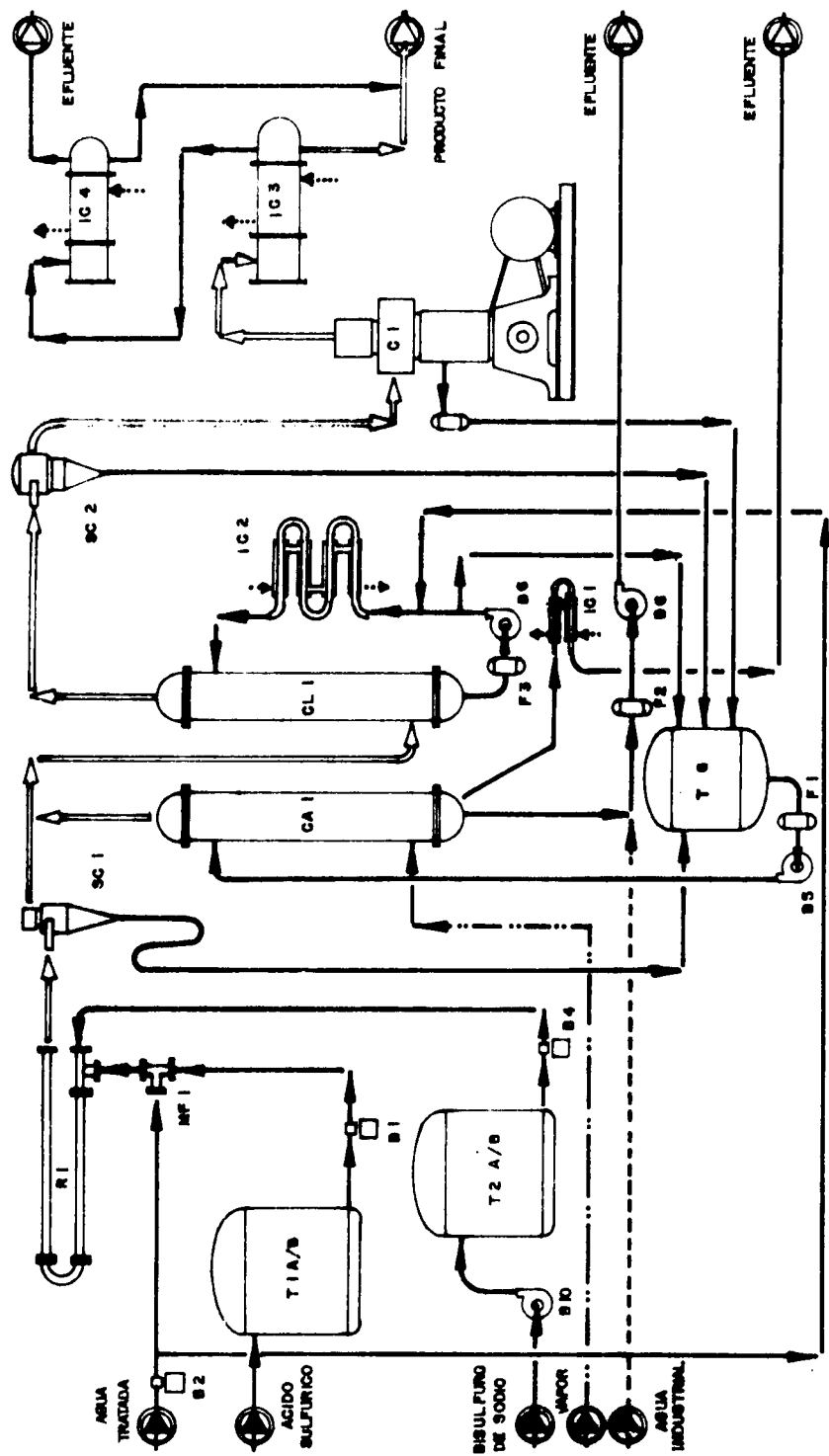


DIAGRAMA DE FLUJO PGS - Fig. Nº 41

La solución acuosa que abandona la primera columna (CA1) se envía por medio de una bomba centrífuga (B6) a la pileta de tratamiento final de efluentes de la P.E.A.P.

La solución acuosa que se descarga de la segunda columna (CL1) se enfría en un intercambiador de doble tubo (IC2) y se recicla a la citada columna (CL1).

En el circuito se incluye además un separador de gotas (SC2) entre la segunda columna (CL1) y la etapa de compresión.

La compresión del gas, desde una presión mínima de 1 ata hasta la presión de almacenamiento de 29 ata, se efectúa en un compresor alternativo (C1) de tres etapas con enfriamiento intermedio.

El gas que deja el compresor pasa a un sistema integrado por dos condensadores parciales, IC3 e IC4 (IE 2002 y 2003, montados en el área 2000 de la P.E.A.P.), obteniéndose sulfuro de hidrógeno líquido y purificado.

En el diseño de la planta se debió prestar especial atención al estudio de los materiales a emplear, dada la naturaleza de los fluídos manipulados. Asimismo se puso especial énfasis en la revisión y aplicación de los códigos de seguridad inherentes a plantas de este tipo, incluyéndose sistemas de barrido y de aire para respiración en casos de emergencia.

ii) Principales realizaciones durante 1983.

- Se recibieron las bombas dosificadoras
- Se recibió el compresor de proceso
- Se recibieron el reactor vidriado y el mezclador de flujo
- Se alcanzó un 90 % de avance en la obra civil
- Se comenzó la fabricación de recipientes de acero inoxidable
- Sobre un total estimado de aproximadamente 60 (sesenta) Ordenes de Compra a emitir, se ha colocado aproximadamente un 65 %.

3.4.2.2- Sistema de control

- Para el control del proceso de la P.E.A.P., se decidió encomendar a la empresa I.N.V.A.P. S.E. el suministro.

El sistema de control adoptado es el desarrollado por la empresa SIEMENS AG. de Alemania, conocido como TELEPERM M.

Se trata de un sistema de control digital distribuido, modular, dimensionado de acuerdo con los requerimientos de toda la planta incluyendo servicios, que permite una operación segura y con

fortable del proceso, adaptable a los cambios del mismo de una manera flexible y económica -esencial para una planta experimental- y que permite la conexión de estructuras de control convencionales y de computadoras de procesamiento de datos.

El sistema de control proyectado para la P.E.A.P. (ver fig.12) está compuesto por los tres subsistemas siguientes:

i) Subsistemas Automatización son los que proveen todos los elementos requeridos para automatizar el control de la planta; ya sea el proceso continuo o no. Maneja la generación de alarmas y enclavamientos operativos, realiza las funciones de control de lazo cerrado y de lazo abierto, monitoreo, operaciones aritméticas y lógicas.

Todas las señales de medición, analógicas y binarias se conectan a estos subsistemas, al igual que los comandos a motores y válvulas.

Existen en la P.E.A.P. (10) diez de estos subsistemas denominados AS 220, distribuidos en 3 ubicaciones diferentes:

- 4 en Bunker 1 (Norte),
- 4 en Bunker 2 (Sur)
- 2 en Sala de Control

Esta distribución se decidió de acuerdo con la distribución de señales en la planta y para minimizar la longitud de cables de señal.

ii) Subsistemas de Observación y Operación son los que permiten al operador comunicarse con el proceso en todas sus fases y con completa claridad; además posee facilidades de intervención rápida.

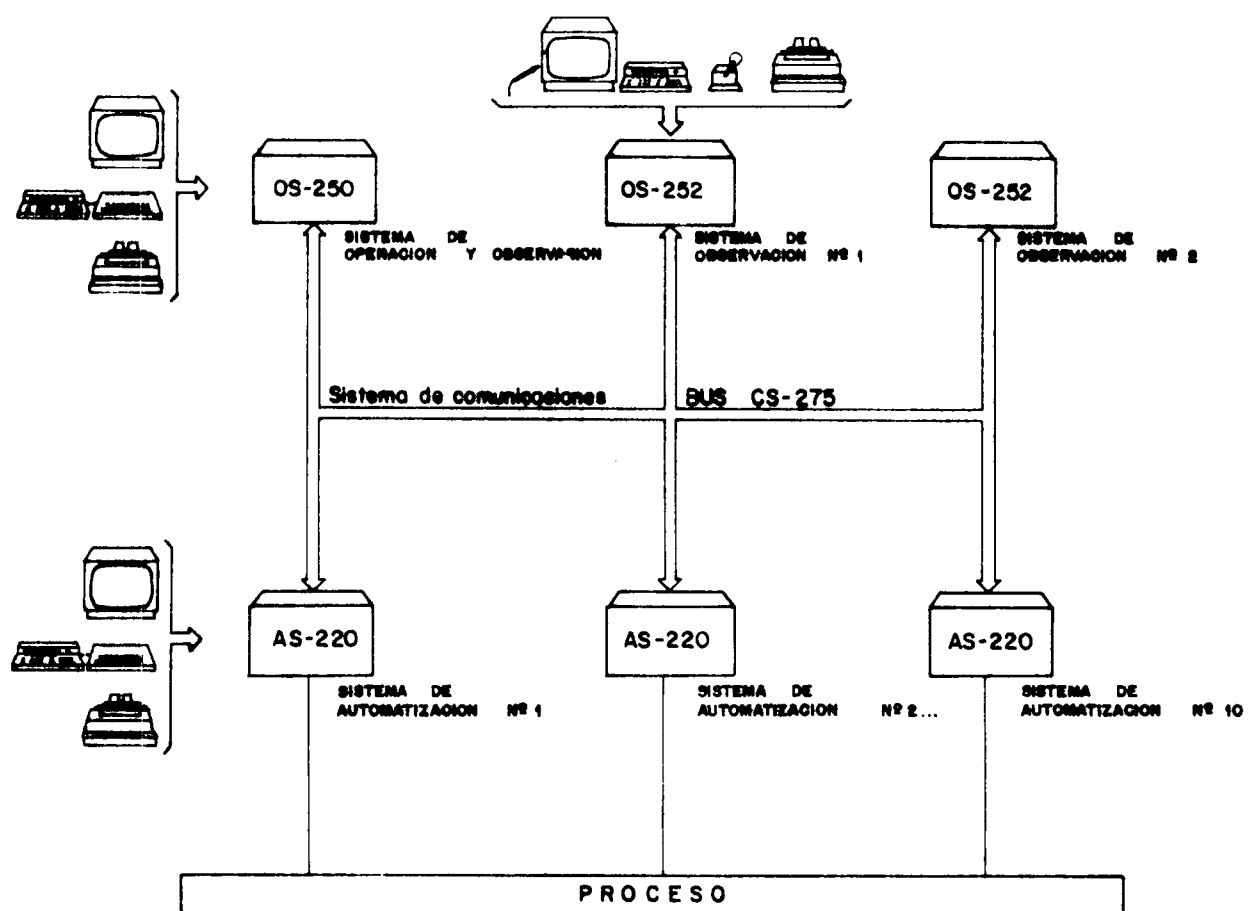
La información está organizada jerárquicamente de acuerdo al proceso e independientemente del subsistema de automatización en el cual está procesada.

El display se puede seleccionar entre una forma gráfica libremente proyectable -mímico de planta activo y operable- o de acuerdo a un display standard que es equivalente al de los controles convencionales.

La P.E.A.P. cuenta con dos tipos de estos subsistemas:

- 1 - OS 250
- 2 - OS 252

El primero tiene un monitor blanco y negro, teclado de proceso y alfanumérico e impresora; está destinado a:



Sistema de control digital distribuido fig. 12
 Subsistemas componentes

- Programación centralizada de subsistemas de automatización
- Búsqueda y reparación centralizada de fallas
- Respaldo de los otros subsistemas de operación

Los sistemas de observación OS 252 son los verdaderos puestos de operación de la planta. Cada uno cuenta con 2 monitores en color, operables con un lápiz óptico -no tiene teclados- y la palanca de rodado de imágenes. Tiene dos impresores para protocolización de las alarmas de proceso, acciones del operador y fallas del sistema.

iii) Subsistema de Comunicaciones es el que permite intercambiar datos de los subsistemas de automatización entre sí o de éstos a los subsistemas de observación y viceversa.

Consiste en una serie de controladores de comunicaciones ubicados en cada subsistema, que a través de aisladores galvánicos, permiten conectarlos a todos ellos con un cable coaxial redundante de hasta 4 km de longitud.

En la fig. 13 se puede observar la distribución de los subsistemas, además de los componentes antes descriptos.

El suministro del sistema de control de la P.E.A.P. comprende:

- (*) Un sistema de alimentación ininterrumpido, con dos rectificadores y baterías de 24V, dos rectificadores, baterías e inversor de 110V.
- (*) Un sistema de comunicaciones acústico y radial para la planta.
- (*) Un sistema de detección de sulfhídrico en el ambiente.
- (*) Un sistema de enclavamientos de protección de equipos (compresores, etc.).
- (*) Una computadora de propósito general para el procesamiento de datos de la planta.
- (*) Los edificios para alojar a todos los anteriores:
Sala de Control, Bunker 1 y Bunker 2 y las obras exteriores que vinculan estos tres edificios entre sí y con el sistema de aire acondicionado.

Las principales realizaciones durante 1983 fueron las siguientes:

- Se recibió el equipamiento del sistema de control TELEPERM M entregado por SIEMENS A.G.

- Se realizó el proyecto, se lo adjudicó y comenzó la construcción de las obras civiles, con un avance del 50 % hasta diciembre.
- Se realizó el proyecto, se lo adjudicó y comenzó la construcción de aire acondicionado, con un avance del 20 %.
- Se realizó el proyecto y la adjudicación de materiales del sistema de audio y radioeléctrico, de analizadores para en clavamientos, de alimentación eléctrica y de la interconexión de equipos.

3.4.3- Contrato con FUNDACION ARCIEN (INGAR)

El Instituto de Desarrollo y Diseño (INGAR) se encarga de la Provisión de Servicios de Ingeniería (Puesta en Marcha, Operación y Evaluación de Funcionamiento de la Planta).

Expediente N° 30529

Firma del Contrato: 21-10-83

Forma de pago: Certificados trimestrales

Monto de Referencia: \$a 1.770.000 (Diciembre '82)

Durante el año 1983 se realizaron las siguientes tareas:

- Simulación: actualización de los datos topológicos de la Planta.
- Participación en el análisis y revisión de ingeniería de detalle: Se analizó y evaluó toda la documentación generada por la Contratista en las áreas de: Proceso y Servicios Auxiliares - Instrumentación y Control - Electromecánica.
- Masterfile:

Se generó el programa de carga y/o modificación de datos correspondientes a la documentación de cada componente de la Planta, habiéndose entregado 8 carpetas con la información actualizada. Puesta en marcha: Se generaron y revisaron nuevas operaciones de puesta en marcha.

Se identificaron y/o simulaban condiciones especiales de operación en agua de enfriamiento y vapor.

Se comenzó el análisis de la alternativa continua para la operación de despojamiento de producto y su puesta en marcha.

Se comenzó la definición de la política de arranque y funcionamiento del área 2000 (servicios).

Se elaboraron alternativas de parada parcial y total de la Planta.

- Corrosión:

Se describieron las experiencias a realizar en la planta, que permitan obtener datos para el diseño del módulo industrial.

- Sistema de Control:

Se participó en la estructuración de esquemas típicos para la programación del sistema.

- Diseño de Experiencias:

Se avanzó en el análisis de las dos etapas de la P.E.A.P. y sus equipos y se delimitaron las posibles experiencias a realizar, considerando en cada caso el número de variables en juego y las interacciones existentes entre equipos.

- Fallas:

Se avanzó en la asistencia al estudio de seguridad para cuantificar las probabilidades de pérdida de SH_2 al ambiente en el área 2000, habiéndose completado las siguientes etapas:

- . Definición del sistema, las políticas de operación y las suposiciones teóricas y prácticas para el análisis de la confiabilidad de esas instalaciones.
- . Definición de los diferentes eventos topes a considerar.
- . Confección de árboles de fallas para los eventos topes.
- . Búsqueda y selección de datos de frecuencia de fallas y probabilidades de falla de los diferentes componentes y de errores humanos.

Se participó en el grupo de trabajo CNEA-INGAR para el análisis de fallas de los servicios auxiliares. Además se determinaron los sets de alarmas (valores de consigna) e información para los operadores del sector 1400 y del área 2000.

- Desarrollo del relleno regular para columnas de destilación

Se ensayó una vía seca de tratamiento superficial de la malla de bronce para la construcción del relleno regular. Se continúa trabajando en la optimización de los equipos para construcción de los elementos de relleno.

Por un cambio de emplazamiento se efectuó un nuevo montaje de la columna de ensayos y se la dotó de una nueva caldera.

3.4.4- Actividades propias del sector

Las principales realizaciones de la Gerencia P.E.A.P. se resumen a continuación:

- Ingeniería y Obra

Se analizaron y evaluaron; 51 notas de pedido, 177 planos, 70 especificaciones técnicas, 12 memorias de cálculo, 43 fichas de cambio, 15 solicitudes de desviación, se emitieron 233 órdenes de servicio.

En obra se realizaron inspecciones en los siguientes rubros:

- . Cañerías de Proceso y Servicios
- . Estructuras de Antorcha y EMSAT
- . Equipos, (torres, recipientes, bombas)
- . Servicios auxiliares, tratamiento de agua, agua de enfriamiento grupos electrógenos, generación de vapor, tratamiento de efluentes, sistemas de: nitrógeno, propano, aire comprimido, combustibles líquidos.
- . Obra civil: se recibieron todos los edificios mandatorios, y se ocuparon algunos de ellos.

- Operaciones:

- . Se elaboró el manual de puesta en marcha del sistema de generación de vapor. Se analizaron las políticas de puesta en marcha de la planta.
- . Se estudiaron y se elevaron pedidos de compra de repuestos para los servicios próximos a recepcionarse.
- . Se inició la implementación de un sistema de mantenimiento de los equipos almacenados en planta.
- . Control de Calidad
- . Se realizaron 102 inspecciones en talleres de empresas subcontratistas

Se liberaron equipos para su certificación.

- Planeamiento y Control de Gestión

- . Se preparó y elevó el presupuesto del proyecto para el año 1984.
- . Se recibió, distribuyó y archivó toda la documentación técnica emitida por el contratista principal.
- . Se analizaron las cuatro actualizaciones del programa por camino crítico, presentadas por la Contratista.

CANT. PERSONAS

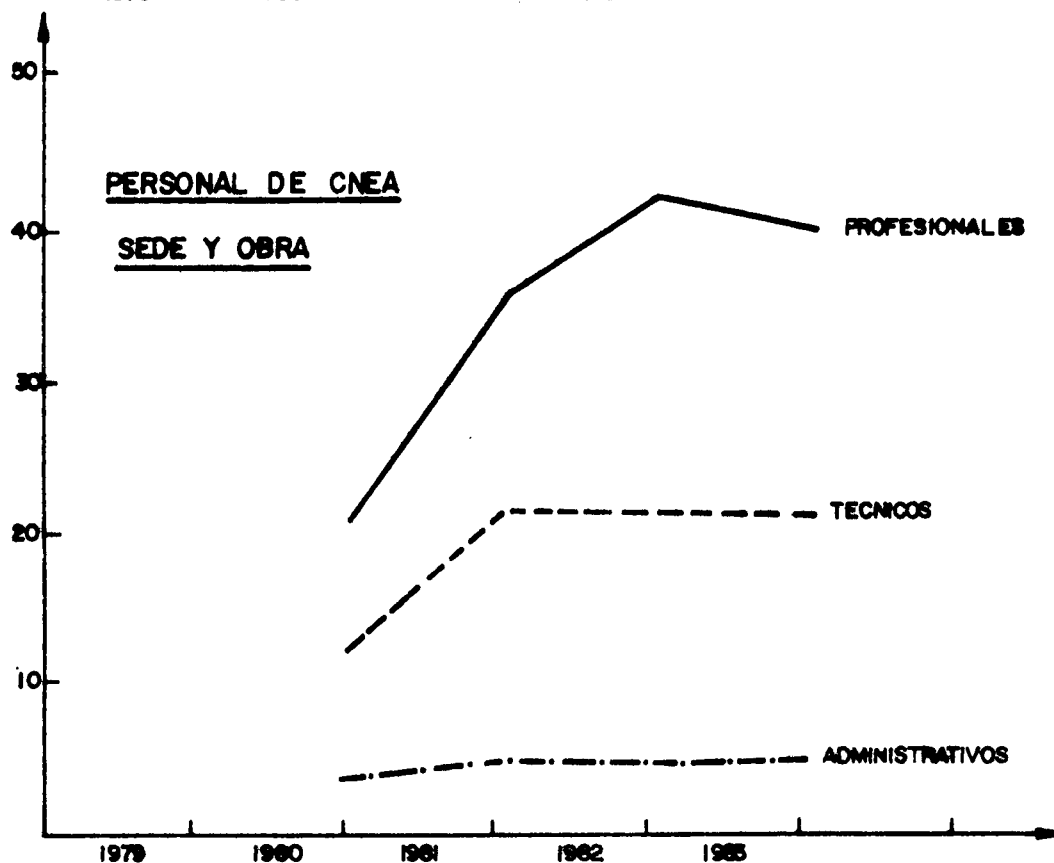
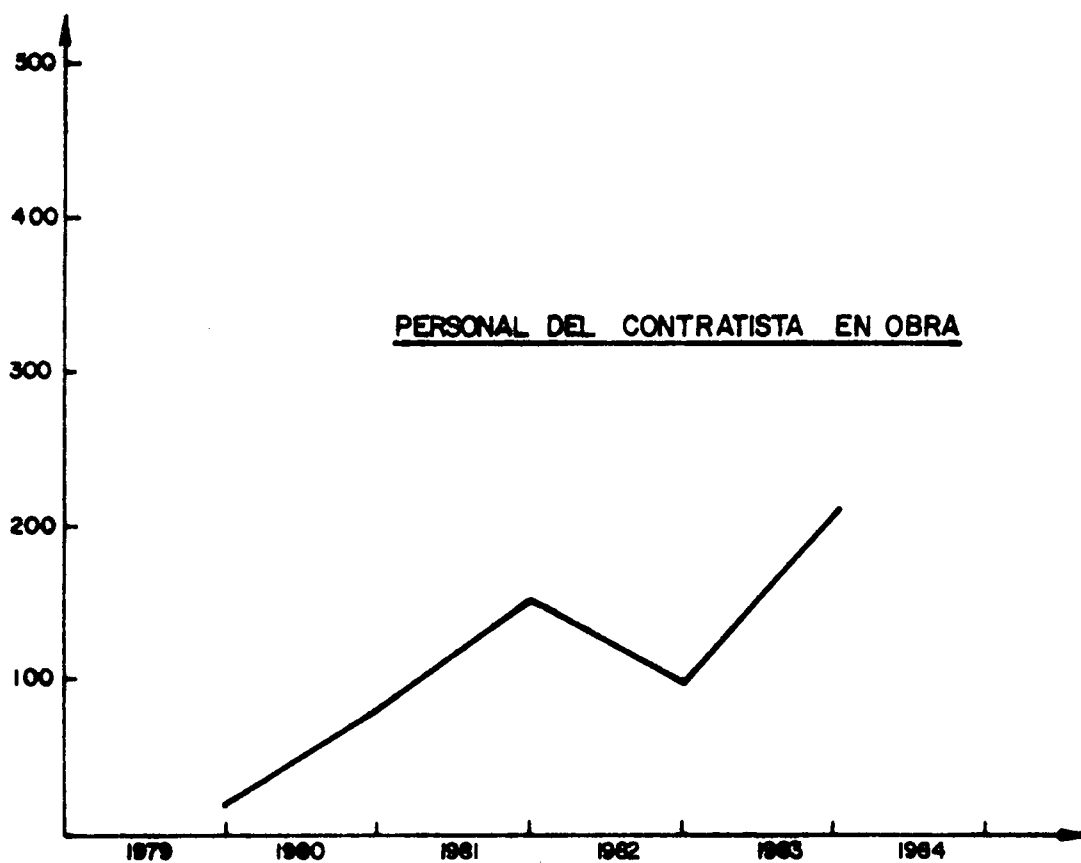


Fig.14)- EVOLUCION DEL PERSONAL OCUPADO

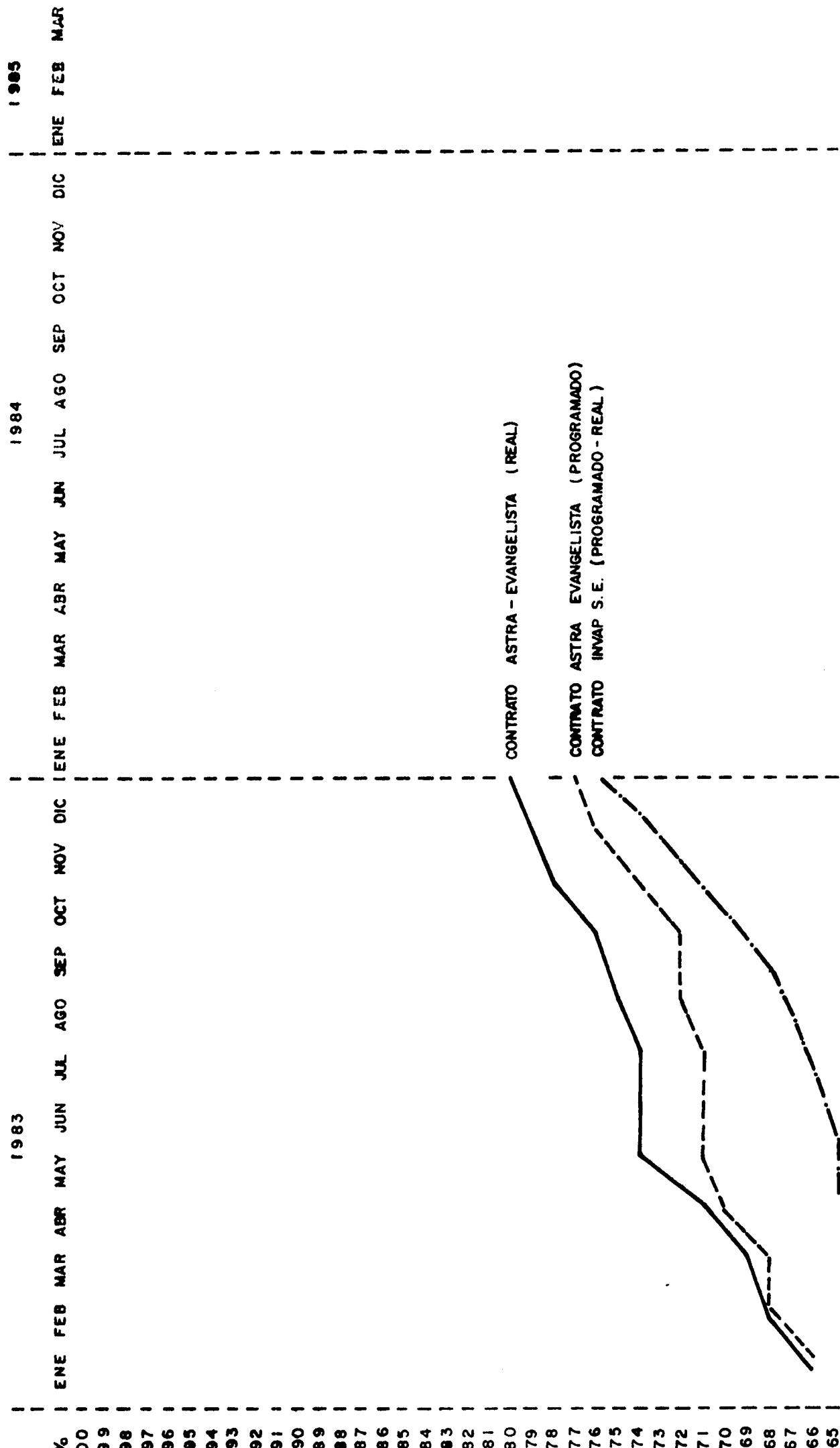


FIG.45-CURVA DE CERTIFICACION PROGRAMADA Y REAL DE LOS CONTRATOS PRINCIPALES

Las actividades correspondientes a importaciones (muy difíciles durante 1983) han impuesto una considerable demora a dicho programa.

En la fig. 14 se muestra la evolución numérica del personal vinculado a la Planta Experimental de Agua Pesada (contrato principal y Gerencia P.E.A.P.).

3.5- Información Económica

En la Fig. 15 se puede apreciar la curva programada y la real de certificación para los contratos principales.

Los pagos de dichos certificados se realizaron con atrasos de hasta tres meses.

Durante el año se introdujeron cambios en la modalidad bancaria para la apertura de Cartas de Crédito, incluyendo el pago anticipado mediante el depósito de BONEX por el 100 % de su importe.

A esto se sumó la exigencia del pago de los derechos arancelarios de importación por anticipado, situaciones que juntamente con los atrasos en los pagos, provocaron dificultades para la importación de elementos críticos.

La Contratista principal efectuó una presentación en la cual solicitaba entre otros temas:

la aprobación de: corrimiento de los plazos contractuales, nuevo plan de certificaciones, gastos de estructura no previsibles y la resolución de problemas financieros.

Esta documentación originó negociaciones que estaban en marcha en diciembre de 1983.

4- PLANTA MODULO 80

4.1- Introducción

Durante el año 1983, la Gerencia Planta Módulo 80 continuó ejecutando las actividades correspondientes al desarrollo de la Ingeniería Básica de una planta de producción de agua pesada que utilice tecnología nacional.

El avance global real fué 40 % lo que representa el 63 % de lo programado para el período 1982 - 1983.

En adición a las actividades que en forma sumaria por especialidad se informan a continuación, la Gerencia ha participado en otras de carácter general, entre las que cabe mencionar la coordinación de los programas de capacitación de la Dirección de Proyectos Agua Pesada, la Dirección del PT 386, y la coordinación

entre CNEA-OIEA-Sulzer en el tema 'Salvaguardias de la P.I.A.P.

4.2- Descripción Técnica

El método de producción es el de intercambio bitérmico sulfuro de hidrógeno-agua, que consiste en el enriquecimiento de deuterio en la fase líquida (agua) a baja temperatura, seguido por una extracción del producto y por un enriquecimiento de la fase gaseosa (sulfuro de hidrógeno) a alta temperatura.

Se produce así el aporte continuo de deuterio por parte del agua, actuando el sulfuro de hidrógeno únicamente como transportador. Por este mecanismo se alcanzan concentraciones de deuterio del orden del 15 % pasándose luego al proceso de enriquecimiento final, por destilación a presión reducida.

Aún cuando el proceso ha sido descripto someramente en el punto 3.1. consideramos conveniente incluir en este caso una explicación basada en el diseño que se está realizando.

La unidad de preenriquecimiento (hasta el 15 %) consta de 2 etapas (Fig. 16).

La primera está compuesta por dos columnas, una fría (CP-1101) que opera a 30°C y otra caliente (CP-1201) que opera a 130°C. La segunda etapa está formada por cuatro columnas, dos frías en serie (CP-1301 y CP-1302) y dos calientes también en serie (CP-1401 y CP-1402).

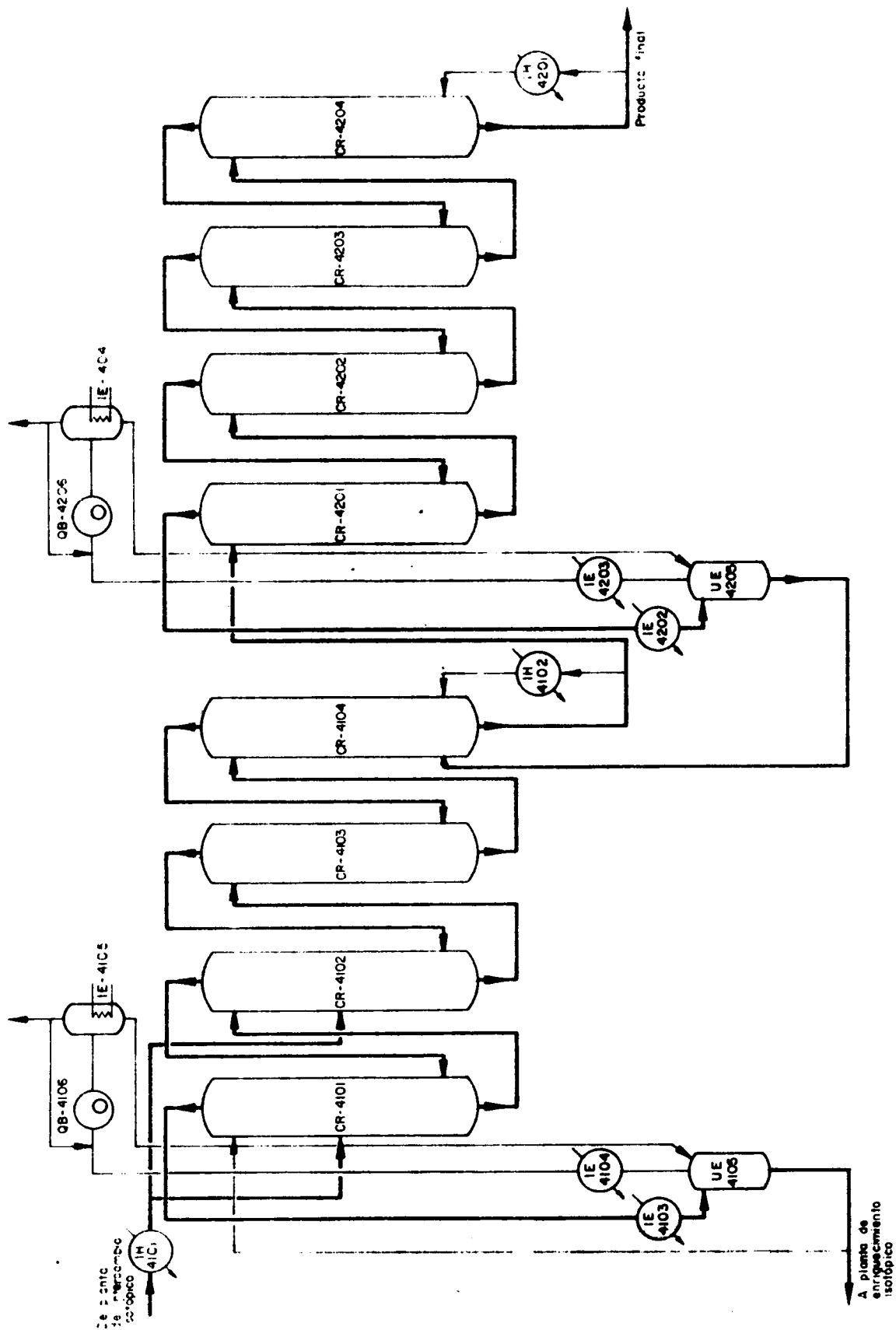
Las columnas tanto de primera como de segunda etapa operaran a una presión de 20 ata aproximadamente.

El gas que circula en circuito cerrado es impulsado por medio de los compresores centrífugos (KC-1101 y KC-1301).

El líquido ingresa al proceso con una concentración de 145 ppm de D_2O , y se satura con H_2S en las columnas rellenas CR-1001 y CR-1002). La primera trabaja a 7 ata y en ella se absorbe el gas H_2S proveniente del stripper de efluente. La segunda opera a 20 ata y allí se completa la saturación de la corriente de alimentación con gas H_2S proveniente de la CP-1101. De esta forma también se purgan los gases inertes de la planta.

Una vez saturada en SH_2 , el agua de alimentación se envía a la primera etapa donde incrementa su concentración de deuterio unas 6 veces. En la segunda se completa el preenriquecimiento, hasta alcanzar una concentración final de D_2O del 15 % (unas 1000 veces mayor que la concentración inicial).

FIG. 16 PLANTA de DESTILACION FINAL



El funcionamiento general de cada una de las etapas es el siguiente: en las columnas frías el deuterio se transfiere desde la fase líquida (que se enriquece). En las columnas calientes el proceso es inverso.

Las zonas inferiores de las columnas frías CP-1101 y CP-1302 operan como deshumidificadores de la. y 2a. etapa respectivamente. El gas proveniente de la columna caliente se enfría y condensa su humedad, al ponerse en contacto con el líquido frío que desciende por la columna. Este líquido aumenta su temperatura hasta aquella de operación de la columna caliente. Del balance térmico en los deshumidificadores surge que es necesario extraer calor. Esto se realiza por medio de reciclos. Se incrementa el caudal de líquido que circula por la torre, recirculando hacia arriba parte del líquido de fondo. Estos reciclos se enfrían mediante intercambiadores de calor refrigerados por agua o por otra corriente de proceso (IE-1102, IP-1103, en la. etapa, IE-1302, IP-1303, en 2a. etapa).

En los platos inferiores de la columna caliente de la. etapa (CP-1201), el gas frío se calienta hasta 130°C y humidifica al ponerse en contacto con el líquido que desciende. Como en esta sección es necesario entregar calor, el líquido de fondo se recircula hacia arriba, en dos reciclos que se calientan en intercambiadores de calor con otras corrientes de proceso (IP-1203, IP-1103, IP-1303, IP-1201) o calentadores de vapor (IH-1202).

De la torre caliente de 1° etapa se extrae la corriente de desecho, que se envía al stripper de efluente (CP-1501). Esta columna trabaja a 9 ata y en ella se reduce el contenido de SH_2 en el agua residual a un valor inferior a 1 ppm. Los vapores resultantes se realimentan al proceso en la CR-1001. El aporte de calor a la CP-1501 se realiza mediante calefacción indirecta en el IH-1501.

El efluente ya libre de SH_2 se utiliza para calentar los reciclos del humidificador (IP-1201, IP-1203) y el agua a desgasificar; luego se enfría hasta 40°C en el IE-1204 antes de descargarse nuevamente al río.

La extracción del producto con 15 % aproximadamente de deuterio se realiza entre las columnas CP-1301 y CP-1302. Este producto se agota en SH_2 en la CR-1403 mediante aporte indirecto de calor que se realiza en el IH-1401. El producto ya agotado en

SH_2 se transfiere a destilación final, mientras que los vapores se realimentan a la CP-1302.

La planta de enriquecimiento final por destilación al vacío (Fig. 17) consta de dos etapas, cada una compuesta por cuatro columnas rellenas conectadas en serie, un condensador en la salida de la primera columna y un hervidor en la base de la cuarta.

El líquido proveniente del área de preenriquecimiento es descomprimido e ingresado a un vaporizador (IH-4101) que provee a la primera etapa de una alimentación gaseosa. Cada una de las etapas puede considerarse como una única columna de destilación, donde el líquido desciende a través del relleno, enriqueciéndose en D_2O al ponerse en contacto con vapor ascendente, que se empobrece. El vapor que alcanza el tope de las columnas es condensado; parte retorna como reflujo mientras que el resto se alimenta a la etapa anterior. A su vez, el líquido que llega al fondo de la columna, parte se recicla a la columna a través del hervidor, donde se produce el aporte de energía, y el resto se alimenta a la etapa siguiente.

El producto de cabeza de la primera columna (el de menor concentración de D_2O) retorna al área de intercambio isotópico.

El producto extraído por el fondo de la última columna es aguada pesada de 99,75 % de pureza. Luego de una evaporación y condensación para eliminar impurezas, se almacena en tanques.

4.3- La planta en números

El diagrama en bloques de la Fig. 18 incluye los principales datos que caracterizan la planta, los cuales se complementan con los datos del área de proceso, Cuadro III.

4.4- Evolución del proyecto

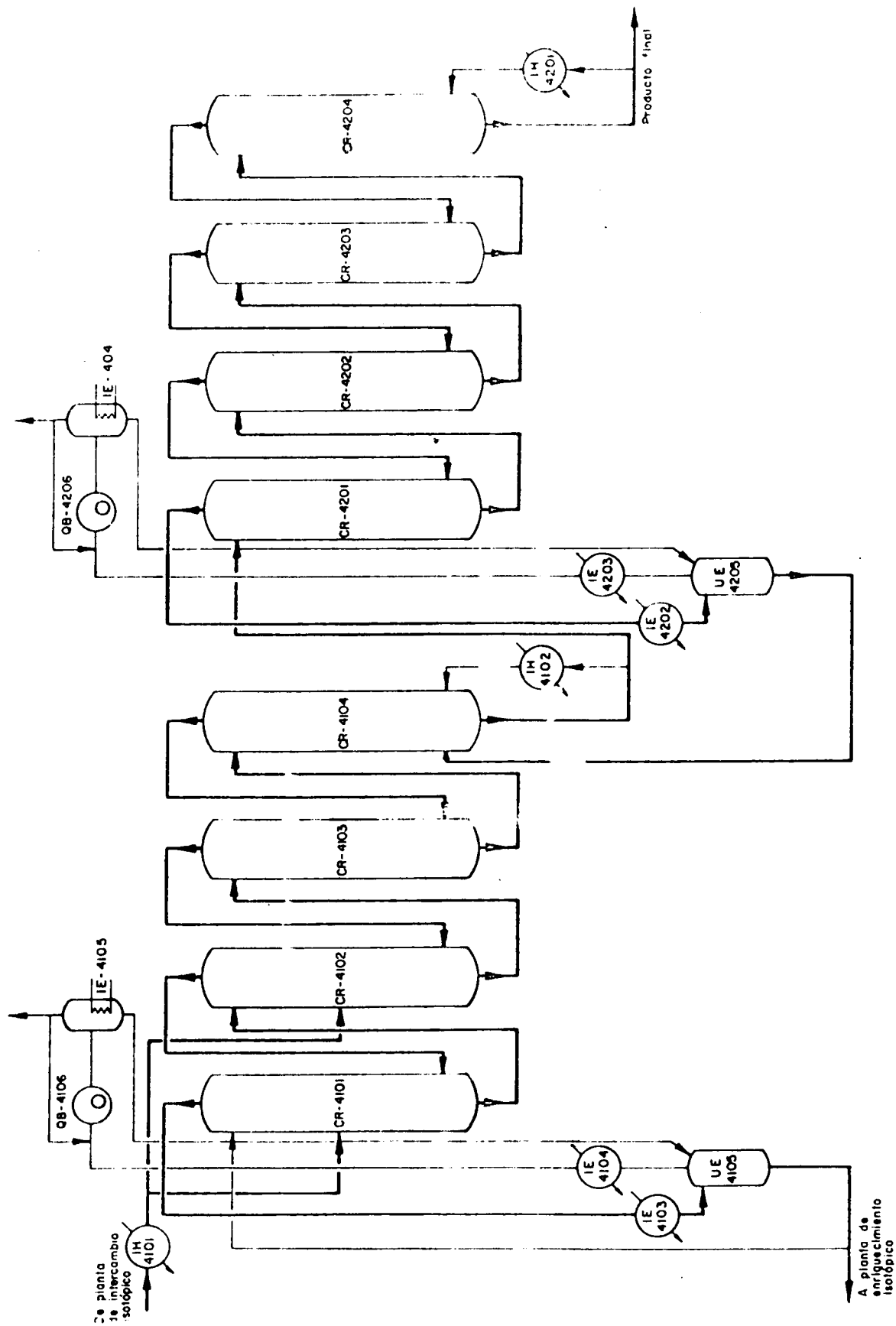
4.4.1- Movimiento de personal

Fueron incorporados a las actividades del proyecto los ingenieros Maricel DEL SANTO, José P. SUSINI, Aurora del RIO y el Sr. Daniel GULIZIA.

Continuaron su capacitación en Suiza los ingenieros Guillermo F. SANDAY y Alberto E. RODRIGUEZ reintegrándose en el mes de septiembre al proyecto.

Por idéntico motivo viajó a Suiza en el último trimestre de 1983 el ingeniero Julio R. TORTI.

FIG.17 PLANTA de DESTILACION FINAL



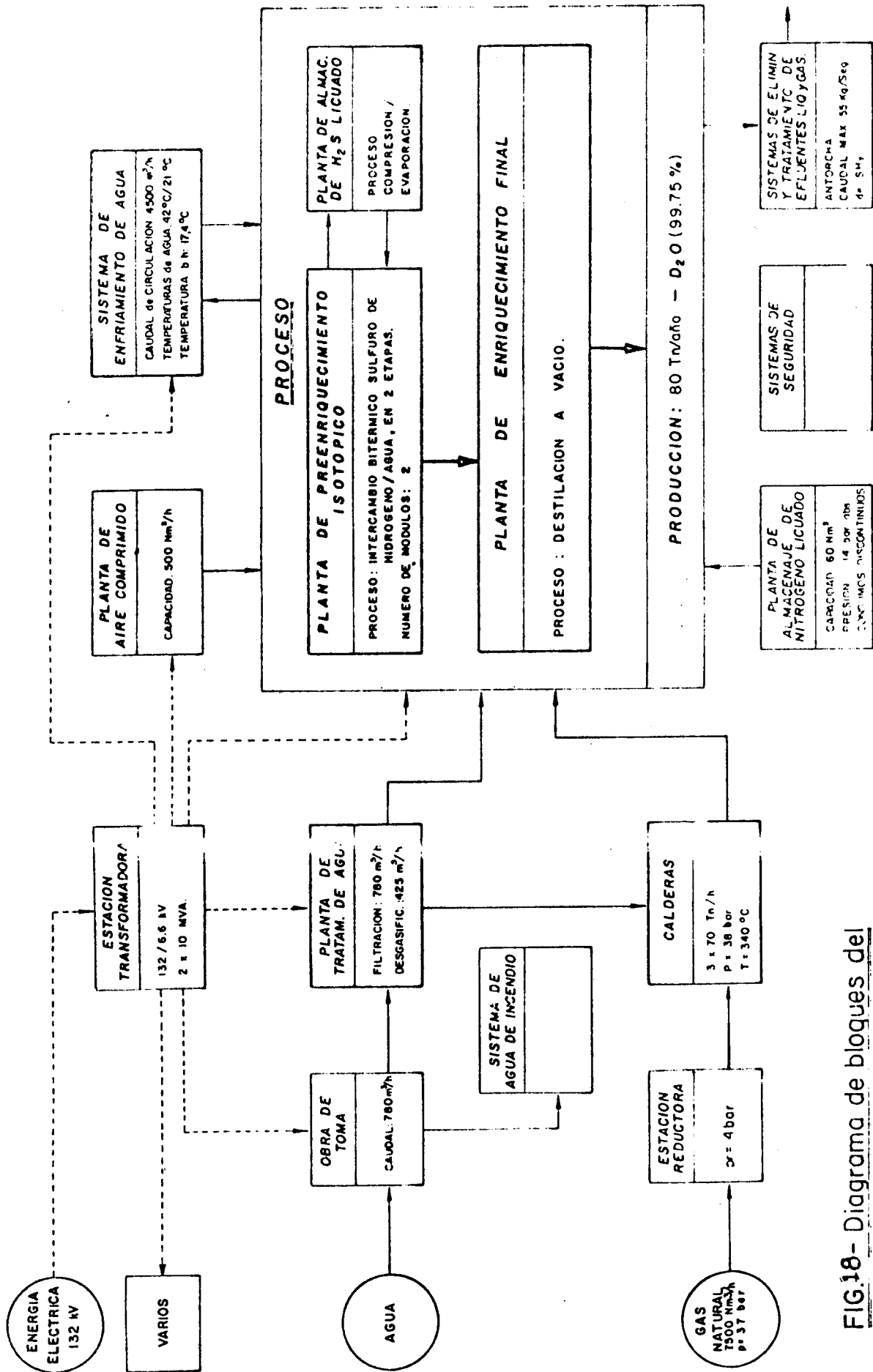


FIG.18- Diagrama de bloques del Proyecto Módulo 80

CUADRO III - DATOS DEL AREA DE PROCESO

PLANTA DE PREENRIQUECIMIENTO ISOTOPICO

COLUMNAS: Código de diseño ASME Sección VIII Div.2
Pa= 25 bar - Temperatura = 135/30°C - Ø = 5,5m a 2,8m
Hc = 50 m
Pesos totales: 3000 Tn Acero al Carbono
500 Tn Acero Inoxidable Austenítico de bajo Carbono

RECIPIENTES A PRESION Y TANQUES: 1000 Tn Acero al Carbono

INTERCAMBIADORES DE CASCO Y TUBO: Código de diseño: ASME -API
Material básico: Acero Inox Austenítico de bajo C
Area de intercambio: 7500 m²

ESTRUCTURAS: 200 Tn Acero al Carbono

COMPRESORES CENTRIFUGOS: Fluido: Sulfuro de Hidrogeno saturado con vapor de Agua

Material básico: Acero Inoxidable	2,4	3,8
Δp: (bar)	20,4	17,7
P succión: (bar abs)	2044	1107
Potencia estimado: (kw)	2	2
Cantidad:		

BOMBAS CENTRIFUGAS: Fluido: Solución de Sulfuro de Hidrogeno

Material básico: Acero Inoxidable	380 a 480	100 a 225	5 a 70
Caudal: (m³/h)	880	7	2,5 a 10
Δp: (bar)	9	2x4=8	8 a 30
Cantidad	12x4=8	2x4=8	2x6=12

PLANTA DE ENRIQUECIMIENTO FINAL

COLUMNAS: Código de diseño ASME Sección VIII Div 1
Pesos totales 150 Tn Acero al Carbono

ESTRUCTURAS: 400 Tn Acero al Carbono

BOMBAS DE VACIO: 2

PLANTA DE ALMACENAJE DE H2S LICUADO

RECIPIENTES A PRESION: Código de diseño ASME Sección VIII Div 2
Po = 30 bar - Temperatura = 40°C
Volumen total 1200 m³
Peso total 750 Tn Acero al Carbono

Durante el transcurso del año todo el plantel profesional y técnico visitó las instalaciones de la P.E.A.P. en Atucha.

Se desvincularon del proyecto los ingenieros Daniel GUEVARA, Martín MASOLA y el Lic. Guillermo BRUDNICK.

4.4.2- Tareas desarrolladas

-Gestión de Proveedores

Se han realizado hasta el presente reuniones o pedidos de información con los representantes de 195 empresas o firmas conocidas de las cuales 57 son locales y 138 del exterior.

Los temas consultados son entre otros: compresores, intercambiadores de calor, torres de enfriamiento, turbinas de accionamiento de compresores, válvulas de bloqueo y retención, calderas bombas centrífugas, etc.

-Sistemas de Seguridad

Se continuó recibiendo la asistencia del Sr. Aranda de P.E.A.P. en el estudio, diseño y selección de sistemas de seguridad.

-Instrumentación

El DDP. de C.A.C. continuó asistiendo en la tarea de Especificaciones Generales de Instrumentación.

-Area enriquecimiento isotópico

Se concluyeron los estudios que permiten redactar las memorias descriptivas de los diagramas de proceso y diagramas de cañerías e instrumentos.

Se completaron las hojas de datos de los intercambiadores, tanques y recipientes.

-Area destilación

Se concluyó el diagrama de proceso y el de P+I. Se están redactando las memorias descriptivas y las hojas de datos correspondientes.

-Varios

Se analizaron alternativas de provisión de sulfuro de hidrógeno en función de la ubicación de la planta generadora (PGS) y las probables fuentes de materia prima para su producción.

-Garantía de Calidad

Se trabajó en la redacción del Programa de Garantía de Calidad que incluye los documentos de los programas de: Control, Verificación e Inspección. Estas especificaciones adecúan la nor-

mativa internacional a las características del proyecto y a las particularidades de la industria local e incluyen experiencias recogidas de otros sectores de C.N.E.A.

Se cumplimentó el Procesamiento General de Calificación de Proveedores y se comenzaron a desarrollar los procedimientos particulares.

Se definió el Procesamiento General de Calificación de Equipos y Sistemas, el cual se ha aplicado a las especificaciones técnicas del proyecto.

-Sistemas de energía integrados

Se continúa trabajando en esquemas alternativos de disposición de turbinas para mayor aprovechamiento de la energía resultante de la expansión del vapor requerido en proceso, para generación de energía eléctrica, así como las distintas alternativas de funcionamiento del turbogruppo de emergencia.

-Calderería

Se continuaron los cálculos de la columna caliente de la primera etapa y se completó la elaboración de la especificación técnica de los platos perforados.

Se completaron las Hojas de Datos de recipientes a presión, verticales y horizontales, y tanques de almacenamiento verticales de techo fijo.

Se elaboró un estudio previo de diseño de intercambiadores de calor.

-Electricidad

Se finalizó la elaboración del diagrama unifilar general, las listas de motores eléctricos y la lista de consumos eléctricos. Se continuaron los estudios de las especificaciones técnicas de la subestación principal, de distribución primaria, de distribución auxiliar y de distribución de emergencia. Se concluyó la lista de equipos. Se elaboró la especificación técnica de los transformadores de distribución de energía del Centro de Control de Motores (CCM).

-Servicios Auxiliares

Se realizaron los estudios de costos del compresor de aire para instrumentos, respiración y servicios generales.

Se está estudiando la posibilidad de colocar un turboexpansor para aprovechar la presión de suministro de gas natural convirtiéndola en energía eléctrica.

Se revisaron las especificaciones técnicas, el diagrama de cañerías e instrumentos y el diagrama de procesos de la planta de tratamiento de agua.

Se continuó la elaboración del diagrama de procesos de agua, efluentes, vapor y condensado y las especificaciones técnicas del sistema de agua de enfriamiento, calderas y sistemas de desagües industriales.

-Cañerías

Se continuó el ajuste de la clasificación de cañerías de los diagramas de cañerías e instrumentos de la planta de intercambio isotópico, redactando la descripción de las clases que integraron dicho proceso y renumerando las líneas de acuerdo con las series establecidas en la lista de líneas.

Se continúa con la recepción de materiales destinados a la confección de la maqueta.

-Planeamiento y Control

Se continuaron las tareas de control del proyecto respecto del cronograma oportunamente aprobado.

Se iniciaron tareas de apoyo al "Coordinador de Proyectos" relacionado con el estudio de costos e inversiones de la P.I.A.P.

Se colaboró con la Representación Técnica del contrato CNEA-INVAP (PT 386) en las distintas gestiones derivadas del seguimiento y control del mismo.

4.5- Actividades de apoyo a otras gerencias

-Colaboración PEAP-DDP Planta PGS

Se continuaron las tareas de apoyo a la coordinación de la Planta de Sulfuro de Hidrógeno. Los temas de estudio fueron de distintos órdenes dentro de la Especialidad Mecánica.

-Convenios Museo Argentino de Ciencias Naturales (MACN) y Obras Sanitarias (OSN). (Ver Asesoría Química).

Continuaron las gestiones internas con el objeto de obtener la aprobación de los convenios correspondientes. Se concluyó la gestión de compra del motor y bote para la ejecución de los convenios señalados. Dicho equipamiento fue enviado a Arroyito.

-Análisis de puesta en marcha y operación P.E.A.P.

Se colaboró con el grupo de ingeniería de P.E.A.P. y de INGAR en el análisis de operación y fallas de la planta experimental.

Asimismo se colaboró en la organización de los datos de los archivos de la computadora.

-Asesoría Química

Se continuó la coordinación de los convenios entre la C.N.E.A. y el Museo Argentino de Ciencias Biológicas (para control del impacto ecológico de la P.I.A.P. mediante testigos biológicos), y la C.N.E.A. y Obras Sanitarias de la Nación (para evaluar mediante testigos la influencia de la P.I.A.P. sobre la flora bacteriana). Se efectuaron revisiones de distintos temas de interés general tales como "CORROSION EN PLANTAS QUE UTILIZAN PROCESOS", "ANTIESPUMANTES", etc.

Se continúa la coordinación de P.I.A.P. y el Dpto. de Química de Sede Central respecto de la complementación de los análisis químicos de las muestras del embalse de Arroyito.

5- TAREAS CONTRIBUYENTES DE INVESTIGACION Y DESARROLLO E INGENIERIA

5.1- Fisicoquímica y Química

Durante 1983 han continuado las tareas de investigación desarrollo y servicios, que se agrupan en forma temática:

-Depósitos metálicos para protección de aceros.

Han continuado las experiencias sobre depósitos de Ni y Al sobre probetas metálicas, para impedir/retardar el ingreso del hidrógeno.

-Antiespumantes

Prosiguió el estudio del mercado local y del extranjero, para localizar productos adecuados. También se realizaron nuevos experimentos con los materiales disponibles.

-Permeación de hidrógeno

Se realizaron nuevos experimentos sobre difusión en aceros, con una doble celda catódica de carga-desorción. Se emplearon probetas con depósito de Pd.

-Mallas para columnas de destilación

Han continuado el estudio y la experimentación para obtener capas de óxido de cobre sobre mallas de ese metal. Ver referencia I del Anexo.

-Pasivación de aceros

Han continuado los experimentos sobre este tema y se han elaborado los informes citados en las referencias 2 y 3 del Anexo.

Se incluye en este tema el estudio de la piroforicidad de los

sulfuros de hierro (capa pasivante).

-Análisis químico e isotópico.

Se inició la revisión y edición final de manuales sobre métodos operativos (que ya habían sido entregados al P.A.P. en forma provisoria). La lista de estos elementos comprende las referencias 4 hasta 21 inclusive, Anexo I.

-Entrenamiento de personal para el Laboratorio de la P.E.A.P.

Comprende principalmente técnicas analíticas. Por otra parte, prosigue la confección de muestreo y acondicionamiento de muestras correspondientes al Area 1000 (proceso) de la P.E.A.P..

Han continuado los análisis químico e isotópico del agua del Paraná en Atucha, de acuerdo con el programa establecido.

Los informes de estas actividades constituyen las referencias 21 hasta 32 inclusive del Anexo I.

-Círculo de SH_2 del Lazo Experimental con Sulfídrico (LECS).

Durante el año se diseñaron, construyeron e instalaron nuevos sellos en el compresor tipo Roots. Se ha iniciado la instalación de dicha máquina y se continúan estudiando otras opciones para bombear el gas SH_2 .

5.2 Metalurgia

-En el ejercicio anterior se desarrolló un dispositivo de ensayo biaxial, que produce dicha deformación cuando un punzón actúa sobre una probeta vinculada periferalmente. Durante 1984, se reemplazó la acción del punzón por la de una grasa comprimida por un émbolo. Como en el caso anterior, el dispositivo es accionado por una máquina universal de ensayos mecánicos. El desarrollo del dispositivo, en sus dos versiones, mecánica e hidráulica, fue motivo de una solicitud de patente argentina y de una publicación (Scripta Metallurgica 17, pág. 1315, 1983).

-Mediante el ensayo biaxial se estudió la "Influencia de los tratamientos termomecánicos sobre la fragilización por hidrógeno de un acero de bajo carbono" (enviado al Journal of Materials Science); el acero elegido fue el tipo AISI 1005.

-Se inició el estudio sobre la influencia del estado superficial sobre la fragilización por hidrógeno (FPH) de un acero de alta resistencia.

-Se diseñó una máquina para efectuar ensayos de tracción lenta y estudiar la rotura de probetas en medio SH_2 acuoso. Su construcción ha sido iniciada.

- En relación con los ensayos en SH_2 acuoso, se está montando un laboratorio de aproximadamente 10m^2 , con campana y sistemas de seguridad.
- Se colaboró en la resolución de problemas de servicio de la Dirección P.A.P. y del Departamento de Metalurgia, tales como:
 - Sistema de protección catódica de la P.I.A.P.
 - Prototipo de intercambiador de la P.E.A.P.
 - Desviaciones de especificaciones de cañerías y accesorios de la P.I.A.P.
 - Colaboración con el SATI
- Congreso de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear. Presentaciones:
 - .Ensayo para determinar el grado de F.P.H. en aceros (Merlone-Ovejero).
 - .Estudio de una soldadura defectuosa de un componente nuclear (Ovejero- Savino).
 - .Corrosión en vainas de calefactores auxiliares de un sistema solar (Savino-Ovejero).
- Participación en el Seminario Internacional de Corrosión bajo tensión (4 julio-16 agosto), con presentaciones de miembros del grupo e invitación de un experto en F.P.H., Dr. Marc Aucouturier.
- Docencia: "Introducción a la Metalurgia" (28 feb.-10 marzo), en el Dpto. de Materiales C.N.E.A.. Otros: exposiciones en seminarios.

5.3- Desarrollo de Procesos: Planta Generadora de SH_2

La Dirección Técnica de la Obra y la ingeniería es responsabilidad del Departamento Desarrollo de Procesos (GPQ - DID) estando a cargo de INVAP S.E. la provisión y montaje.

Durante 1983 se continuó con la provisión del equipamiento y se realizaron las obras civiles.

En cuanto a equipamiento se recibieron los tanques de almacenamiento de reactivos y las bombas dosificadoras. Además, los talleres responsables de la fabricación de los equipos de calderería completaron la compra de los materiales respectivos, así como la elaboración de los planes de fabricación, que fueron analizados por el sector ingeniería de la P.E.A.P..

INVAP S.E. emitió Ordenes de Compra de filtros, válvulas y accesorios para cañerías, tales como bridas, juntas y materiales menores, habiéndose efectuado ya en algunos casos las correspondientes recepciones.

Con respecto a la Obra Civil, la firma adjudicataria completó la construcción de las bases, plantas, piletas y canal^utas restando los recubrimientos y bulones de anclaje. También se efectuó en este período la construcción de un galpón para depósⁱto de los materiales en la Obra.

En las instalaciones eléctricas, se completó el tendido de la malla de puesta a tierra y la Dirección Técnica efectuó las adjudicaciones de todos los materiales eléctricos.

Finalmente, para que INVAP efectuara una primera seleccⁱón de posibles subcontratistas para el montaje, el Departamento Desarrollo de Procesos elaboró un pliego técnico preliminar con las especificaciones del montaje de toda la Planta. Ellas incl^uyen las de construcción e instalación de cañerías y soportes, así como las correspondientes a las instalaciones eléctricas y los requisitos de garantía de calidad.

ANEXO I

FISICOQUIMICA - PUBLICACIONES INTERNAS

RELACIONADAS CON AGUA PESADA (1983)

1. PQ/Q/FQ-74 FORMACION DE RECUBRIMIENTOS SOBRE TEJIDOS METALICOS PARA RELLENOS DE COLUMNAS DE DESTILACION DE AGUA PESADA - C.Delfino, E.A.Rojó - 1983
2. PQ/Q/FQ-75 PROTECCION DE ACEROS AL CARBONO EN PLANTAS GS. INFLUENCIA DEL ESTADO DE LA SUPERFICIE DEL MATERIAL - P.Bruzzoni, A.L.Burkart y G.Duffo - 1983
3. PQ/Q/FQ-77 CALCULO DEL pH EN EL SISTEMA $H_2O/H_2S/H_2SO_4$ - A.L.Burkart, G.S.Duffo
4. MANUAL PARA EL ANALISIS DE AGUAS. AREA 3000. PEAP (Para entregar al Proyecto Agua Pesada)
5. Q/QA/AP/M-18 DETERMINACION TURBIDIMETRICA DE SULFATO EN AGUAS - E.A.Gautier y M.Botbol - 1/VI/83
6. Q/QA/AP/M-19 DETERMINACION DE TURBIEDAD EN AGUAS - E.A.Gautier y M.Botbol - 1/VI/83
7. Q/QA/AP/M-21 DETERMINACION DE ALCALINIDAD EN AGUAS - E.A.Gautier y M.Botbol - 1/VI/83
8. Q/QA/AP/M-26 DETERMINACION DE LA DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO EN AGUAS - H.V.Laspina, E.A.Gautier y M.Botbol - 1/VI/83
9. Q/QA/AP/M-28 DETERMINACION DE SOLIDOS SUSPENDIDOS EN AGUAS - E.A.Gautier y M.Botbol - 1/VI/83
10. Q/QA/AP/M-29 DETERMINACION DE pH EN AGUAS - E.A.Gautier y M.Botbol - 1/VI/83

11. Q/QA/AP/M-30 DETERMINACION ESPECTROMETRICA DE NITRATO EN AGUAS - H.V.Laspina, E.A.Gautier y M.Botbol - 1/VI/83
12. Q/FQ/AP/M-15 DETERMINACION DE H₂S DILUIDO EN AGUA - M.Botbol y G.B.de Salas - 1983
13. Q/FQ/AP/M-16 DETERMINACION POTENCIOMETRICA DE DUREZA TOTAL EN AGUA - E.Gautier, M.Botbol y G.B.de Salas - 1983
14. Q/FQ/AP/M-17 DETERMINACION ESPECTROMETRICA DE HIERRO EN AGUA E.Gautier y M.Botbol - 1983
15. Q/FQ/AP/M-20 DETERMINACION DE OXIGENO EN AGUA (ELECTRODO ESPECIFICO) - E.Gautier y M.Botbol - 1983
16. Q/FQ/AP/M-22 DETERMINACION DE CONDUCTIVIDAD EN AGUA - E.Gautier y M.Botbol - 1983
17. Q/FQ/AP/M-23 DETERMINACION COMPLEJOMETRICA DE Ca EN AGUA - E.Gautier, H.V.Laspina y M.Botbol - 1983
18. Q/FQ/AP/M-24 DETERMINACION DE DUREZA TOTAL EN AGUA - E.Gautier, H.V.Laspina y M.Botbol - 1983
19. Q/FQ/AP/M-25 DETERMINACION ESPECTROMETRICA DE SILICIO EN AGUA - E.Gautier y M.Botbol - 1983
20. Q/FQ/AP/M-27 DETERMINACION DE CLORUROS EN AGUA (ESPECTROMETRIA) - E.Gautier, M.Botbol - 1983
21. PQ/Q/QA-74 ESPECTROMETRO DE MASAS MICROMASS 602-C AECL(SEM CO). MEJORAS INSTRUMENTALES - R.Cretella, Dal Favero - Frontalini, Gautier, Noutary y N.Rodríguez - 1983

22. Q/FQ/QP/M-1 DETERMINACION DE SULFURO DE HIDROGENO EN AGUA CON DETECTOR EN FASE GASEOSA - A.Zonis y E.A. Rojo - 25/IV/83
23. Q/FQ/AP/M-2 PROCEDIMIENTO DE CORRECCION DE RESULTADOS DE ANALISIS ISOTOPICO DE DEUTERIO PARA MUESTRAS QUE HAN CONTENIDO SULFURO DE HIDROGENO A PRESION - E.A.Rojo - 25/IV/83
24. Q/FQ/AP/M-3 DETERMINACION DE CONCENTRACIONES DE AGUA PESADA CON DENSIMETRO "PAAR" - E.A.Gautier y E.A.Rojo
25. Q/FQ/AP/M-4 DETERMINACION DE NITROGENO, DIOXIDO DE CARBONO, HIDROGENO Y MATERIA ORGANICA TOTAL EN SULFURO DE HIDROGENO, POR CROMATOGRAFIA GASEOSA - A.Zonis y O.A.Lires - 25/IV/83
26. Q/FQ/AP/M-6 MEDICION DE TENSION SUPERFICIAL CON BALANZA DE DU NOUY - G.S.Duffo y J.R.Collet - 25/IV/83
27. Q/FQ/AP/M-7 CONVERSION DE SULFURO DE HIDROGENO EN AGUA PARA ANALISIS ISOTOPICO DE DEUTERIO EN MEZCLAS H_2S/H_2O - E.A.Rojo y O.A.Lires - 25/IV/83
28. Q/FQ/AP/M-8 DETERMINACION DE MATERIA ORGANICA NATURAL DISUELTA EN AGUAS - D.Buscemi, C.A.Delfino y E.A.Rojo - 25/IV/83
29. Q/FQ/AP/M-9 DETERMINACION DEL CONTENIDO DE H_2S EN SOLUCIONES ACUOSAS A PRESION - E.A.Rojo - 25/IV/83
30. Q/FQ/AP/M-10 DETERMINACION DEL CONTENIDO DE H_2S EN MUESTRAS GASEOSAS A PRESION - E.A.Rojo - 25/IV/83
31. Q/FQ/AP/M-12 DETERMINACION DE AGUA EN SULFURO DE HIDROGENO - A.Ramirez, O.A.Lires y E.A.Rojo - 25/IV/83
32. Q/FQ/AP/M-13 ELIMINACION DE SULFURO DE HIDROGENO POR CARBON ACTIVADO - A.D.Zonis y E.A. Gautier - 25/IV/83

