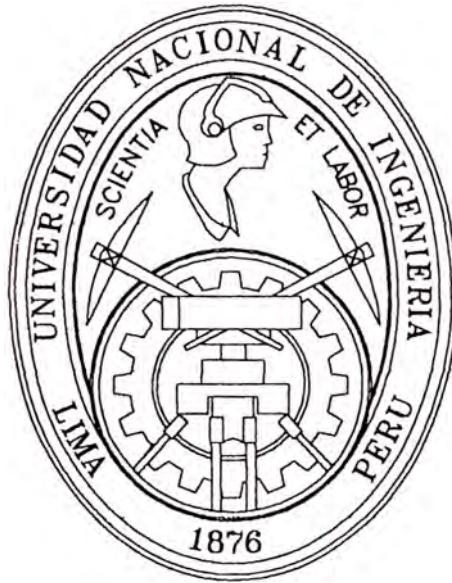


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**INFORME DE INGENIERIA PARA OPTAR EL TITULO
PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO**

**“PROYECTO DE PLANTAS AUXILIARES DE UN COMPLEJO
MULTIINDUSTRIAL”**

RICARDO ANIBAL OVIEDO OSPINO

PROMOCION 83 I

LIMA - PERU
2000

Dedico este trabajo a mis padres por su sacrificio, a mis hermanos por su apoyo, para mi formación profesional.

A mi esposa y mi hijo por su comprensión y estímulo por quienes entrego todo mis esfuerzos



INDICE

| | Pag. |
|--|----------|
| Prólogo | 1 |
| CAPITULO 1 | |
| INTRODUCCION | 3 |
| CAPITULO 2 | |
| ANALISIS DE LAS NECESIDADES DE LOS SERVICIOS AUXILIARES | 4 |
| CAPITULO 3 | |
| DESCRIPCION Y CRITERIOS DE DISEÑO DE PLANTAS AUXILIARES..... | 5 |
| 3.1 Servicio energía | 5 |
| 3.1.1 Criterio de diseño | 7 |
| 3.2 Servicio enfriamiento | 10 |
| 3.3 Servicio de refrigeración | 12 |
| 3.4 Servicio aire comprimido | 14 |
| 3.4.1 Aire comprimido para aplicaciones industriales | 14 |
| 3.4.2 Aire comprimido para instrumentos de medida y control | 17 |
| 3.4.3 Producción del aire comprimido | 18 |
| 3.5 Servicio de agua | 19 |
| 3.5.1 Agua industrial | 20 |
| 3.5.2 Agua de condensado | 21 |
| 3.5.3 Agua potable | 22 |
| 3.5.4 Agua contra – incendios | 22 |
| 3.6 Servicios especiales | 22 |
| 3.6.1 Agua desmineralizada | 22 |
| 3.6.2 Producción de nitrógeno | 26 |

| | |
|---|-----------|
| CAPITULO 4 | |
| ESPECIFICACIONES TECNICAS Y REQUISITOS DE LOS SERVICIOS AUXILIARES | 31 |
| 4.1 Característica climáticas y topográficas | 31 |
| 4.1.1 Informaciones de la Localidad de Ferrandina | 31 |
| 4.1.2 Datos meteorológicos | 32 |
| 4.2 Características de los servicios auxiliares | 33 |
| 4.2.1 Agua industrial | 33 |
| 4.2.2 Agua potable | 34 |
| 4.2.3 Agua de refrigeración | 35 |
| 4.2.4 Agua refrigerada | 36 |
| 4.2.5 Agua desmineralizada | 37 |
| 4.2.6 Agua contra – incendios | 38 |
| 4.2.7 Aire de instrumentos | 39 |
| 4.2.8 Nitrógeno | 40 |
| 4.2.9 Vapor a media presión | 41 |
| 4.2.10 Vapor a baja presión | 42 |
| 4.2.11 Redes de condensado | 43 |
| 4.2.12 Gas metano | 44 |
| 4.2.13 Energía Eléctrica..... | 45 |
| | |
| CAPITULO 5 | |
| DISEÑO BASICO DE PLANTAS Y SERVICIOS AUXILIARES | 46 |
| 5.1 Descripción de la planta de agua de enfriamiento | 46 |
| 5.1.1 Composición y potencia de la planta | 47 |
| 5.1.2 Diseño de las redes de distribución | 50 |
| 5.1.3 Identificación y características de redes | 54 |
| | |
| Conclusiones | 64 |

**PROYECTO DE PLANTAS AUXILIARES DE UN
COMPLEJO MULTIINDUSTRIAL**

PROLOGO

Como consecuencia del desarrollo de la industria Química, Petroquímica a nivel mundial en las últimas décadas, nacen los grandes complejos multiindustriales donde la mayor parte de los productos vienen obtenidos con ciclos continuos de producción, y por tanto, ya sea para el proceso principal o los procesos tecnológicos de los referidos complejos se crea la necesidad del uso de los servicios auxiliares para asegurar la funcionalidad y la operatividad de las plantas.

Para el funcionamiento de una planta se debe disponer de energía eléctrica, de vapor, de agua refrigerante, de aire comprimido, de agua, etc., todas estas necesidades son denominadas Servicios Auxiliares de una Planta.

La necesidad de distribuir a los diferentes puntos de la planta, grandes cantidades de calor y consecuencia se deben determinar fluidos intermedios de fácil disponibilidad y bajo costo, este requisito resulta satisfecho en primer lugar del aire y en segundo de agua.

Los fluidos intermedios o auxiliares adoptados industrialmente se pueden dividir en dos categorías:

La primera comprende aquello que no cambian de fase durante los intercambios térmicos, como el agua, el aire, etc., y que por tanto intercambian mediante su utilización el calor sensible;

La segunda categoría son aquellos que cambian de fase, que pero soportan vaporizaciones y condensaciones y por tanto aumentan un notable efecto térmico debido al calor latente, como por ejemplo el vapor de agua.

CAPITULO 1

INTRODUCCION

El presente trabajo esta referido al proyecto de base relativo a planta de termofluidos auxiliares para un complejo químico multiindustrial, las áreas de producción interesadas en este proyecto son existentes no operativas, el objetivo principal es la reestructuración del complejo y el aumento de la producción.

Se desarrollará la Ingeniería básica de las siguientes plantas auxiliares:

- Planta de agua de enfriamiento (Torres de enfriamiento) y redes de distribución.
- Planta de Producción de agua refrigerada (Grupos frigoríficos de agua) y redes de distribución.
- Planta de producción de agua desmineralizada.
- Central hídrica y distribución del agua de uso industrial.
- Planta de producción y distribución de Aire Comprimido.
- Planta de producción de Nitrógeno y red de distribución.
- Central térmica para la producción de vapor de alta y baja presión, redes de distribución de vapor y de recuperación de agua condensada.

CAPITULO 2

ANALISIS DE LAS NECESIDADES DE LOS SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares principales para el funcionamiento de una planta se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Servicio energía
- Servicio enfriamiento
- Servicio de refrigeración
- Servicio aire comprimido
- Servicio de agua
- Servicio especiales

Para un correcto dimensionamiento, operación y mantenimiento de las plantas térmicas y/o hidráulicas ocurre utilizar los conceptos que regulan la potencia de los fluidos dentro de las tuberías que unen las diferentes máquinas, equipos y/o aparatos que constituyen las plantas con los puntos de utilizo dentro del complejo industrial.

En los siguientes puntos se explicará detalladamente las necesidades de los servicios auxiliares, como sus empleos y características principales.

CAPITULO 3

DESCRIPCION Y CRITERIOS DE DISEÑO DE PLANTAS INDUSTRIALES

3.1 SERVICIO ENERGIA

La energía es uno de los factores productivos fundamentales para el funcionamiento y el desarrollo de actividad industrial. Al mismo tiempo la energía viene utilizada en la industria bajo la forma de los vectores calor y electricidad, obtenidas entre ambas a partir de las fuentes primarias que son constituidas de los combustibles de origen fósiles (petróleo, carbón, gas natural), de la energía hidráulica y de las fuentes no tradicionales (uranio, energía solar, geotermia).

Numerosas tecnologías industriales como las textiles, papeleras, químicas, alimentarias, necesitan de grandes cantidades de calor para el desarrollo de los relativos procesos productivos; mientras otras tecnologías como la siderúrgica y la producción de energía eléctrica liberan el calor como un subproducto de su actividad principal.

Se presenta el problema de suministrar grandes cantidades de calor a los primeros procesos indicados y de alejar el calor en el segundo

caso, donde se presenta también los fenómenos de contaminación térmica. Otro tipo de utilización del calor es aquel de proveer la calefacción de los edificios industriales, servicio requerido en los países de climas rígidos.

En cada caso el calor, como del resto de la energía en general, es un recurso costoso y precioso dado que para producirlo ocurre utilizar, en la mayor de los casos, de los combustibles que son de los recursos naturales en cantidad determinada y no renovable. Es evidente por tanto la necesidad de utilizarlo con la mayor eficiencia posible a fin de evitar pérdidas.

Este objetivo se puede obtener mediante un correcto proyecto de las plantas térmicas de producción y distribución de calor, mediante la recuperación del calor disperso en los fluidos calientes de descarga, y mediante un apropiado mantenimiento que no permita a los valores de rendimiento térmico de los equipos de bajar a aquellos valores iniciales del proyecto.

3.1.1 Criterios de diseño

En el diseño de las plantas térmicas para los de los requerimientos del proceso específico. En otros términos se

deberá especificar por cada punto de utilización la cantidad requerida de calor con la relativa temperatura y el diagrama de necesidad en el tiempo. De estos datos se puede evidentemente encontrar la cantidad necesaria de vapor y de sus características.

La variación de la cantidad de calor pueden ser de grandes períodos, legadas a futuras ampliaciones de la capacidad productiva del complejo y al consiguiente aumento de la necesidad de calor. Basándose en los resultados de estos estudios se llega al dimensionamiento de la central térmica y en particular se puede decidir si conviene disponer de un solo generador o si conviene fraccionar la potencialidad en varias unidades. La segunda solución es la más costosa, pero representa la ventaja de una mejor afidabilidad complessiva y de poder seguir mejor el programa de requerimiento de calor.

Otra condición de base es aquella de la fuente de energía primaria que, ahora viene realizada entre combustibles sólidos (carbón), líquidos (petróleo) y gaseosos (gas natural), viene realizada en base a cálculos de conveniencia económica y de seguridad de aprovisionamiento, una buena norma consiste en preveer la posibilidad de utilizar dos combustibles diferentes en el generador de vapor.

Viene también considerada atentamente la posibilidad de utilizar los fluidos de proceso a alta temperatura, para poder recuperar su contenido térmico y por tanto mejorar el balance térmico de la planta.

La caldera es el equipo específico donde se realiza la transformación del agua en vapor y viene completada en las unidades grandes, del sobrecalentador, que sobrecalienta el vapor, del economizador que precalienta el agua de alimentación a la caldera y de los equipos auxiliares, como el precalentador de aire y de combustible, del punto de vista constructivo los generadores de vapor pueden clasificarse en:

- Calderas a tubos de humo.
- Calderas a tubos de agua.
- Caldera de recuperación.

La impostación de un balance térmico depende del número de las redes de vapor, las cuales resultan también condicionadas de los diferentes niveles energéticos de vapor requerido del proceso en cada punto de utilizo de la planta.

Las características de las redes de vapor son determinadas del requerimiento de los puntos de utilización dentro de la planta, se debe notar que en el sistema de transporte el vapor sufre una degradación de su contenido entálpico, o sea de la presión y temperatura, por este motivo se debe considerar la producción del vapor con características superiores a aquellas requeridas para tener en cuenta de las pérdidas del transporte.

El primer criterio que ocurre tener en consideración para establecer las redes de distribución es aquel de disminuir el camino entre la central térmica y los puntos de consumo, para poder rendir mínimo la pérdida de carga y el costo de la planta.

3.2 SERVICIO ENFRIAMIENTO

La casi totalidad del calor suministrado directamente o indirectamente a las sustancias presentes durante los ciclos de proceso, viene utilizado para realizar cambios de estados físicos, variaciones de las características físicas, variaciones, estructurales de las moléculas, etc.

El cumplimiento del ciclo laborativo o durante fases intermedias de proceso, el calor suministrado en precedencia o desarrollado por efecto de reacciones esotérmicas, debe ser eliminado, a fin que los productos finales o intermedios puedan ser almacenados fríos.

Por estas razones y dadas las grandes cantidades de calor de eliminar en una planta química, se debe tener a disposición un gran caudal de fluido refrigerante.

Este servicio tiene la función de proveer a los diferentes puntos del complejo el fluido refrigerante a una temperatura alrededor de 20 – 25 °C en modo de poder enfriar las sustancias producidas a una temperatura de 30 – 40 °C.

Los fluidos refrigerantes empleados son el agua y el aire atmosférico, dependiendo del tipo de servicio de enfriamiento instalado en la planta.

El fluido refrigerante más comúnmente usado es el agua dulce, ya sea por su elevada capacidad térmica que por su bajo poder corrosivo.

Dados los elevados caudales de agua circulantes en la planta, solo las fábricas próximas a ríos, lagos, reservas hídricas, pueden disponer

económicamente de agua refrigerante. Las fábricas que no tienen esta posibilidad hacen circular el agua de enfriamiento en un circuito cerrado, enfriando el agua caliente que sale de los equipos o de los puntos del proceso, en adecuadas torres de enfriamiento a aire.

En el caso a ciclo cerrado el agua viene suministrada de una red de distribución pública o de cualquiera otra fuente que no será en grado de alimentar la cantidad requerida para la operación de la planta. En este caso se debe proveer un estanque y una recuperación del agua de enfriamiento de la torre.

Las torres de enfriamiento son una serie rudimentaria de intercambiadores, donde el agua ingresa de la parte alta y oportunamente fraccionada y enfriada en la bajada de una corriente de aire fría ascendente que puede ser provocada de un ventilador o de una corriente natural.

El agua viene recogida en el estanque del cual las bombas de alimentación mandan al circuito de enfriamiento, una vez el sistema puesto en operación, necesita sólo de una integración de agua necesaria para balancear las pérdidas del circuito (evaporación de las torres, pérdidas en las redes del circuito, etc.)

3.3 Servicio de Refrigeración

En algunas particulares operaciones tecnológicas pueden ocurrir la refrigeración de sustancias a temperaturas inferiores a 0°C, por tanto

no se puede emplear para la refrigeración el agua de enfriamiento disponible generalmente cerca los 20 °C.

Para obtener bajas temperaturas se recorre al empleo de grupos frigoríficos, el cual utiliza como fluidos frigoríficos particulares sustancias como la amoníaco, anhídrido sulfuroso, cloruro de metil, freón, etc. Estas sustancias tienen una baja temperatura de ebullición, a presión normal y un calor de evaporación bastante elevado.

El fluido frigorífico a baja temperatura pasa a través un serpentín inmerso en una solución de cloruro de calcio (salmuera), que así refrigerada hasta la temperatura deseada.

Esta salmuera viene empleada como fluido secundario que viene hecho circular en los equipos donde se requiere un fuerte enfriamiento de los fluidos de proceso.

Esta muy generalizado el empleo de la refrigeración en la industria química, para producir reacciones químicas selectivas como ocurre cuando se emplea el ácido sulfúrico para eliminar los elementos gomosos de los combustibles ligeros cuando se forma una fracción combustible de alquilato al combinar un hidrocarburo de peso molecular bajo, no saturado, con otro semejante saturado.

Para este servicio son generalmente requeridas temperaturas alrededor de - 5 °C a 20 °C, y el amoníaco resulta un refrigerante satisfactorio y muy usado.

La tendencia en la industria del petróleo, a medida que se practica con mayor generalidad la recuperación de las fracciones más ligeras del petróleo y que aumenta la demanda de productos mejores y preparados con mayor cuidado, es hacia el uso más generalizado de la refrigeración y hacia temperatura más bajas.

Debe considerarse que, aun a bajas temperaturas, el uso de la refrigeración es económico si se emplea un equipo eficiente de transmisión de calor para enfriar las corrientes calientes de entrada hasta la temperatura de las corrientes frías de salida; en el caso ideal, la refrigeración sólo es necesaria para la disipación del calor desprendido a baja temperatura.

Para el funcionamiento adecuado de un sistema de refrigeración es importante que la tubería que conecta entre sí los compresores, condensadores, evaporadores y receptores sea de los diámetros apropiados, en esencia la determinación de los diámetros, se rige por la caída de presión por rozamiento admisible en cada sistema de tuberías.

3.4 Servicio Aire Comprimido

El aire comprimido es uno de los fluidos más importantes entre aquellos relativos a los servicios auxiliares de la planta.

El aire comprimido viene empleado en la planta industrial para dos fines principales:

- Aplicaciones industriales.

- Regulaciones y control de instrumentos neumáticos.

3.4.1 Aire comprimido para aplicaciones industriales

El aire comprimido para aplicaciones industriales a su vez puede ser utilizado para los fines:

- Aplicaciones mecánicas.
- Regulación y control de instrumentos neumáticos.

Aplicaciones Mecánicas

El aire comprimido para aplicaciones mecánicas encuentra los siguientes empleos:

- Desincrustación de las superficies metálicas recubiertas de óxido y otras incrustaciones, nocivas para las aplicaciones de revestimiento protectivos.

La operación viene realizada sobre la superficies metálicas de los equipos que deben ser pintados, ebanitados, revestidos con materiales especiales, ó que se deban realizar limpieza de materiales incrustantes, como ocurre con los tubos de los intercambiadores de calor.

- Accionamiento de las fresas para la limpieza mecánica del interno de los tubos y de los cuerpos cilíndricos de los intercambiadores de calor recubiertos de incrustaciones o de las calderas recubiertas de sustancias carbónicas.

La operación se realiza introduciendo la fresa dentro de la tubería. La fresa girando a alta velocidad desprende los materiales incrustantes (calcare, carbonio, etc.), que viene definitivamente removidos mediante chorros de aire comprimido o de agua.

Accionamiento de martillos neumáticos.

- Prueba neumática para los equipos que funcionan a presión. Los equipos que deben operar con gas en presión o otros fluidos peligrosos vienen probados con aire comprimido, sobre las soldaduras se aplica un líquido espumoso para poder localizar eventuales fugas.

Para el transporte de sustancias sólidas. La operación viene denominada transporte neumático, en efecto el aire en presión permite de retirar partículas sólidas en algunos equipos de la planta y permite la circulación.

- Agitación de líquidos, el aire comprimido viene sumergido en el fondo del recipiente donde se quiere provocar una agitación, que ha alta velocidad provoca un movimiento a vórtice del líquido

Presurización, el aire sin el gas combustible, viene utilizando para presurizar a baja presión motores y equipos eléctricos que funcionan en un área de la planta donde sea posible la presencia de gas combustible o vapores inflamables.

Aplicaciones Químicas

El empleo químico del aire comprimido está dedicado fundamentalmente a las reacciones de oxidación.

3.4.2 Aire Comprimido para instrumento de medida y control

La mayor parte de los instrumentos de medida y de control en servicio de las plantas químicas son accionadas neumáticamente, salvo casos particulares donde se emplean instrumentos eléctricos.

El aire destinado a los instrumentos debe venir previamente secada, en modo que no se verifiquen depósitos de condensado, que dañarían la instrumentación. El aire viene filtrado ya sea al ingreso al ingreso que a la salida del compresor y viene realizada la deshidratación después de ser enfriada.

La deshidratación viene realizada haciendo pasar el aire en recipientes de alúmina o de silicagel, sustancias que absorben la humedad haciendo circular aire caliente según un ciclo pre-establecido.

Para la compresión del aire, de los instrumentos se emplean solo compresores centrífugos. La presión de uso, varía de 0.2 a 1.1 kg/cm². La presión de la red de aire de instrumentos es de 7 a 8 kg/cm² y luego reducida a la presión de uso de los instrumentos en los puntos de necesidad.

3.4.3 Producción del Aire Comprimido

Del punto de vista práctico se pueden realizar diferentes sistemas de producción de aire comprimido.

Los esquemas preferibles son:

- Centralización del servicio de aire comprimido, enviada a los diferentes puntos de utilizo mediante una red de distribución.
Con las ventajas de menor de operación y mantenimiento.
- Un menor consumo de energía para la compresión, pudiendo emplear compresores de grandes dimensiones.

Disminución del personal de servicio, siguiendo todas las operaciones en un único local.

- Instalación de compresores fijos en los puntos de utilizo, esta solución viene preferida cuando el aire constituyendo un fluido de operación y no un fluido de servicio.
- Solución mixta entre las dos citadas anteriormente, la mayor parte de las plantas químicas son servidas de aire comprimido centralizado y los puntos de utilizo son autónomos. Las ventajas son de haber una gran elasticidad de las plantas, que pueden utilizar aire como fluido de operación, sin influir en el servicio centralizado.

Los principales tipos de máquinas para producir aire comprimido para uso mecánico o químico son:

- Compresores volumétricos a pistones
- Compresores volumétricos rotativos
- Compresores centrífugos
- Compresores axiales
- El aire comprimido viene transportado a las singulares plantas o puntos de utilizo mediante una tubería.

3.5 Servicio de Agua

El agua en las plantas químicas encuentra variados empleos, y en función de las elaboraciones requeridas sufre diferentes tipos de tratamientos.

En relación al empleo se usan varios tipos de agua que pueden denominarse:

- Agua industrial
- Agua de condensado
- Agua potable
- Agua contra – incendios

3.5.1 Agua Industrial

El agua industrial alimentada de una red independiente usada para diferentes servicios, del enfriamiento de las paredes de los recipientes y reactores a presión, a la preparación de soluciones de reactivos, al flujo de agua dentro de los recipientes de la planta, pruebas hidráulicas de los equipos a presión, alimentación de las márgenes de servicio.

El agua puede ser tratada para limitar el contenido de los sólidos en suspensión.

El agua industrial viene también utilizada para el lavado ya sea para los productos intermedios que para los productos finales de producción.

3.5.2 Agua de Condensado

El agua de condensado proviene de la condensación del vapor producido de las calderas de la planta y por tanto es un agua de elevada pureza.

El condensado viene recuperado con una red especialmente dedicada a este servicio y luego reenviada a la central térmica.

También el agua de condensado puede ser empleada para obtener soluciones de utilizar en los procesos químicos.

Es conveniente siempre proveer la recuperación del condensado debido a que posee un cierto contenido entálpico y tratándose de agua tratada, se puede utilizar en servicios secundarios de la planta.

También es importante realizar el control de las características químico físicas del condensado para evitar eventuales contaminaciones que podrían ser introducidas en las calderas causando daños.

3.5.3 Agua potable

El agua potable encuentra su utilización más difusa en las diferentes elaboraciones de la planta.

Uno de los requisitos fundamentales es que debe responder a la normas sanitarias precisamente detalladas en la reglamentación

del país de instalación de la planta (válida en general la normas de la Organización Internacional de la Salud).

Para la alimentación del agua potable viene utilizada la red hídrica local o también puede ser idóneamente tratada.

3.5.4 Agua contra – incendios

La red de agua contra incendios es enterrada y realizada en forma de anillos que cubren todo el perímetro de la planta para la alimentación de los hidrantes.

Para este tipo de servicio no son requeridos tratamientos particulares del agua.

3.6 Servicios especiales

Dentro de los servicios especiales en una planta podemos citar los siguientes:

- Producción de agua desmineralizada
- Producción de nitrógeno

3.6.1 Agua Desminaralizada

En este caso el agua viene a formar parte de los procesos a temperatura y presiones altas, como por ejemplo la producción

de vapor en la central térmica, donde son requeridas altas características de pureza.

El agua de alimentación de las calderas, antes de ser bombeadas en el circuito debe ser depuradas de las sustancias que pueden provocar inconveniente a los equipos de la central.

En función de la proveniencia el agua de alimentación puede contener las siguientes sustancias disueltas:

- Sales incrustantes; que son compuestas de sales de calcio, sales de magnesio, silicio.

Cuando el agua supera los 100 °C en los tubos de la caldera, las sales incrustantes se depositan en la superficie de los tubos en la parte en contacto con el agua.

Las inscrustaciones ofrecen una elevada resistencia a la transferencia del calor ocasionando un obstáculo a la evaporación del agua y provocando la elevación de la temperatura del material del tubo; es obvio que en éstas condiciones la eficiencia térmica de la caldera decrece sensiblemente.

- Sales no incrustantes, compuestas principalmente de sales de sodio y sales de potasio; siendo sales que no dejan depósitos sobre las paredes de los tubos, no provocan algún inconveniente para la transferencia de calor, pero pueden provocar fenómenos de corrosión.

Gases, siendo los principales el oxígeno y el anhídrido carbónico que en las condiciones de elevadas temperaturas en las calderas, dichos gases favorecen la presencia del fenómeno de la corrosión.

Depuración del agua:

El agua de alimentación de las calderas debe ser depurada antes de su empleo. La depuración se realiza mediante los tratamientos químico y físico.

El tratamiento químico, en un depósito adecuado vienen agregadas algunas sustancias que, reaccionando con las sales incrustantes, ocasionan la formación de sales insolubles, éstas se precipitan bajo la forma de una especie de lodo, que vienen eliminada por filtración. Las sustancias que se agregan para la reacción son: El hidróxido del calcio, el carbonato de sodio, el fosfato frisdico.

Existen sistemas modernos para la depuración del agua, basados en el empleo de ciertas resinas naturales o sintéticas, como el silicato de aluminio y sodio o el calcio y magnesio que están en solución con el agua; produciendo un intercambio de átomos, o utilizando procesos electrostáticos.

El tratamiento físico, el agua viene precalentada antes del ingreso en la caldera, en manera de poder eliminar casi totalmente los gases disueltos. La solubilidad del gas en el agua, como en todos los líquidos, disminuye con el aumento de la temperatura.

El tratamiento específico más conveniente, o que económicamente se justifique, para una instalación determinada es de elección muy particular, pues depende de las características del abastecimiento de agua y de la cantidad de agua de reposición, así como el diseño del equipo generador y de sus componentes.

El tratamiento del agua de alimentación y de la caldera se considera generalmente de responsabilidad del químico o responsable del proceso. En el presente trabajo indicaremos el esquema de base de la planta de producción de agua

desmineralizada, como también el dimensionamiento de la red principal y del equipo de bombeo.

3.6.2 Producción de nitrógeno

El gas inerte viene utilizado en las plantas químicas en gran parte para las operaciones discontinuas, tales como purificación o saneamiento de los recipientes a presión o reactores, regeneración de los catalizadores de las columnas de destilación, o de las unidades secadores de aire, etc.

En parte menor puede ser utilizado para las operaciones continuas como: reintegro de pérdidas para circuitos cerrados a gas inerte, gas de obstrucción o mantenimiento de la presurización para máquinas instrumentos, etc.

En parte periódica el gas inerte puede ser utilizado como gas de conversación para los tanques o silos de almacenamiento de productos especiales, así como para la alimentación de procesos semi-discontinuos.

El gas inerte puede estar constituido de nitrógeno puro o de una mezcla de nitrógeno y anhídrido carbónico. La impureza del gas inerte deben ser especificadas en función del empleo en la planta.

La distribución de gas inerte viene realizado mediante un colector principal y las redes secundarias para cada punto de empleo. La presión de distribución viene determinada de la necesidad del servicio ó de la necesidad del transporte del gas.

Dada la naturaleza de empleo principalmente eventuales o periódica del gas inerte, se centraliza en un punto de la planta para su almacenaje adecuado y satisfacer la discontinuidad de utilizo.

El almacenamiento de gas puede estar constituido por recipientes a presión o de recipientes criogénicos para el caso del nitrógeno puro al estado líquido.

Para el proyecto del servicio del gas inerte es necesario considerar los siguientes puntos:

- Lista cuantitativa del consumo continuo
- Lista cuantitativa del consumo discontinuo o periódico con el respectivo tiempo de uso o eventual contemporaneidad.
- Especificación de la pureza del gas inerte.
- Situación de mercado del nitrógeno para determinar la conveniencia de compra o de autoproducción.

El análisis de estas condiciones citadas permite determinar la capacidad de almacenaje o la de autoproducción, como el tipo de planta de utilizar y la potencialidad.

Producción del gas inerte, se pueden citar los siguiente:

a) Producción del gas Inerte mediante la Combustión

El gas inerte puede ser producido por medio de una planta basada en un proceso de combustión controlada que emplea generalmente combustibles gaseosos sin la presencia de azufre.

El gas producido está constituido principalmente de nitrógeno y anhídrido carbónico en cantidad molar al 13% si el combustible empleando es el gas propano, es necesario por tanto asegurar la calidad del combustible empleado.

El gas producido viene sucesivamente comprimido, secado y tratado con equipos especiales para obtener la pureza requerida. Las operaciones que pueden ser requeridas son:

- Depuración catalítica para eliminar el oxígeno residuo y componentes incombustible;
- Absorbimiento del anhídrido carbónico.

La acumulación del gas inerte, referido a este tipo de producción es generalmente realizada en recipientes a presión provistos de un compresor de servicio

b) Producción del Gas inerte mediante el fraccionamiento del aire

El gas inerte producido con el proceso de fraccionamiento del aire está constituido de nitrógeno a elevada pureza que no requiere de tratamientos posteriores.

El proceso se basa en el ciclo a baja presión, viene alimentado de aire comprimido a la presión de 7 – 8 bar., proveniente de un compresor propio, o usando el aire del sistema de aire comprimido de la planta previsto como servicio auxiliar de la planta.

El proceso de fraccionamiento del aire, produce nitrógeno gaseoso a la presión de 6 – 7 bar r., y nitrógeno líquido en una cantidad aproximada del 10% del nitrógeno producido.

El nitrógeno líquido viene acumulado en recipientes criogénicos, de los cuales, luego extracto y regasificado para los servicios del proceso discontinuos. Por tanto es significativamente particular la producción de nitrógeno

líquido, la cual puede ser aumentada dependiendo de las exigencias de la planta.

Para aumentar la producción de nitrógeno líquido puede ser empleado el proceso de fraccionamiento del aire basado en el ciclo a alta presión, el cual una alimentación de aire comprimido a 200 bar. y por lo tanto de un compresor exclusivo a esta planta.

CAPITULO 4

ESPECIFICACIONES TECNICAS Y REQUISITOS DE LOS SERVICIOS AUXILIARES

Las presentes especificaciones técnicas y requisitos de los servicios auxiliares están referido al COMPLEJO MULTIINDUSTRIAL de nuestro estudio.

4.1 CARACTERISTICAS CLIMATICAS Y TOPOGRAFICAS.

4.1.1 Informaciones de la Localidad de ubicación del Complejo.

- Altura s.n.m. : de 58 m a 63,5 m
- Zona sísmica : 2da categoría, grado S=2 según
Decreto Ministerial N° 79 del 20/3/81
- Presión del viento : según D.M. N° 79

4.1.2 Datos meteorológicos

Presión:

- Presión barométrica máxima : 1005 mbar.
- Presión barométrica mínima : 953 mbar.

Temperaturas:

- Temperatura de proyecto para calefacción y acondicionamiento
- Max. + 40 °C
- Min. – 2 °C

- Temperatura de proyecto del bulbo húmedo: 26 °C
- Temperatura de Proyecto mecánico para estructuras y recipientes.
 - Max. 5 °C
 - Min. - 5 °C

4.2 CARACTERISTICAS DE LOS SERVICIOS AUXILIARES

4.2.1 Agua Industrial

- Temperatura 10 – 20 °C
- Presión min 4 bar.
normal 5 bar .
- Medio de transporte a límite de batería : tuberías
- Características fisico – química:
 - pH 8.2
 - Conductibilidad 400 microsiemens / cm
 - Dureza 150 - 200 Ca CO₃ p.p.m.
 - Cloruros 30 - 35 Ca CO₃ p.p.m.
 - Sulfatos 50 - 80 Ca CO₃ p.p.m.
 - SiO₂ 5 p.p.m.
 - Fe soluble 0,1 p.p.m.
 - Sustancias orgánicas 7 p.p.m. KmnO₄
 - Turbidez < 1 p.p.m. SiO₂
- Condiciones de proyecto:
 - Temperatura 50 °C
 - Presión 6 bar.
 - Coeficiente de transmisión de
 - Calor (intercambiadores a tubos) 2500 Kcal/m².hr.C.

4.2.2 Agua Potable

- Temperatura 5 – 10 °C

- Presión 5 bar r.

- Medio de transporte al límite de batería tuberías

Condiciones del Proyecto:

- Temperatura 50 °C

- Presión 7 bar r.

4.2.3 Agua de refrigeración

- Temperatura a límite de batería:

en ingreso 5 - 6 °C

en salida 10 - 11 °C

- Presión al límite de batería:

en ingreso 4 bar.

en salida mínimo 2 bar.

- Medio de transporte al límite de batería: tuberías

- Condiciones de proyecto:

Temperatura 50 °C

Presión 7 bar.

Perdida total de carga dentro
del límite de batería: 2bar .

Coeficiente de transmisión de
Calor (intercambiadores a tubos): 2500 kCal/m². hr.C

Coeficiente de transmisión de
Calor (intercambiadores a placas): 20000 kCal/m².hr.C

4.2.4 Agua refrigerada

- Temperatura al límite de batería:

en ingreso 30 °C

en salida 36 °C

- Presión al límite de batería:

en ingreso 4 bar.

en salida mínimo 2 bar.

- Medio de transporte al límite de batería: tuberías

- Condiciones de proyecto:

Temperatura 50 °C

Presión 7 bar.

Pérdida total de carga dentro
del límite de batería : 2 bar

Coeficiente de transmisión de
calor (intercambiadores a tubos): 2500 kCal/m². Hr.C

Coeficiente de transmisión de
calor (intercambiadores a placas): 25000 kCal/m².hr.C

4.2.5. Agua desmineralizada

- Temperatura : 10 - 20 °C
- Presión : min 4 bar.
normal 5,5 bar .

- Medio de transporte al límite de batería : tuberías

- Características físico – química:

pH 7 – 7,5

Conductibilidad 0.2 microsiemens /cm

< 0.02 p.p.m

Sustancias orgánicas < 5 p.p.m. KmnO_4

- Condiciones del Proyecto:

Temperatura : 50 °C

Presión : 6 bar.

Coefficiente de transmisión de

Calor intercambiadores a tubos): 5000 kCal/ m².hr.C

Coefficiente de transmisión de

Calor (intercambiadores a placas): 10 E6 kCal/m².hr.C

4.2.6 Agua Contra Incendios

- Temperatura : 10 - 20 °C
- Presión : min 8,5 bar.
normal 10 bar.
- Medio de transporte al límite de batería : tuberías
- Características físico – química:

| | |
|----------------------|-----------------------------------|
| pH | 8,2 |
| Conductibilidad | 400 microsiemens /cm |
| Dureza | 150 – 200 CaCO ₃ p.p.m |
| Cloruros | 30 – 35 CaCO ₃ p.p.m |
| Sulfatos | 50 – 80 CaCO ₃ p.p.m |
| SiO ₂ | 5 p.p.m. |
| Fe soluble | 0,1 p.p.m. |
| Sustancias orgánicas | 12 p.p.m. KmnO ₄ |
| Turbidez | < 5 p.p.m. SiO ₂ |

- Condiciones del Proyecto:

| | |
|-------------|-----------|
| Temperatura | : 50 °C |
| Presión | : 14 bar. |

Nota:

Servicio existente, con redes enterradas que cubren todo el perímetro de la planta.

4.2.7 Aire de Instrumentos

- Temperatura : 30 °C
- Presión : min 4.5 bar.
normal 6 bar.

- Medio de transporte al límite de batería : tuberías

- Características:

Calidad : aire seco, sin presencia de aceites
Temperatura crítica : - 40 °C (a 760 mm Hg)
Contenido de oxígeno: < 20 ppm

- Condiciones del Proyecto:

Temperatura : 50 °C
Presión : 7 bar.

4.2.8 Nitrógeno

- Temperatura : 10 - 20 °C
- Presión : min 5 bar.
normal 6 bar.

- Medio de transporte al límite de batería : tuberías

- Características :
 - Calidad : sin presencia de aceites
 - Temperatura crítica : - 60°C
 - Contenido de oxígeno : < 20 ppm.

- Condiciones del Proyecto:
 - Temperatura : 50 °C
 - Presión : 6 bar.

4.2.9 Vapor a media presión

- Temperatura:

min 200 °C normal 210 °C max 270 °C

- Presión

min 14 bar. normal 15 bar. max 17 bar.

- Medio de transporte al límite de batería: tuberías

- Condiciones del Proyecto:

Temperatura : 210 °C

Presión : 15 bar.

Coefficiente de transmisión de
Calor intercambiadores a tubos): 10000 kCal/ m².hr.C

Coefficiente de transmisión de
Calor (intercambiadores a placas): 10 E6 kCal/m².hr.C

4.2.10 Vapor a baja presión

- Temperatura

min 165 °C normal 175 °C max 185 °C

- Presión

min 6 bar. normal 7 bar . max 8 bar.

- Medio de transporte al límite de batería: tuberías

- Condiciones del Proyecto:

Temperatura : 175 °C

Presión : 7 bar.

Coeficiente de transmisión de
Calor intercambiadores a tubos): 10000 kCal/ m².hr.C

Coeficiente de transmisión de
Calor (intercambiadores a placas): 10 E6 kCal/m².hr.C

4.2.11 Redes de condensado

- Medio de transporte al límite de batería : tuberías

CONDENSADO DE BAJA PRESION:

- Temperatura 100 °C

- Presión 2 bar.

CONDENSADO DE ALTA PRESION:

- Temperatura 100 °C

- Presión 9.5. bar.

4.2.12 Gas Metano

- Temperatura : 10 - 15 °C

- Presión : 3 - 4 bar.

- Medio de transporte al límite de batería : tuberías

- Características:

Poder calorífico : 8500 k Cal/Nm³

Contenido de H₂S : 0

Contenido de azufre : 0

- Condiciones del Proyecto:

Temperatura : 15 °C

Presión : 4 bar.

4.2.13 Energía eléctrica

| | Media Tensión | Baja Tensión |
|--------------|------------------|--------------------|
| - Tensión | 6000 V +/- 10 % | 380 V +/- 10% |
| - Frecuencia | 50 +/- 1 | 50 +/- 1 |
| - Fases | | 3 |
| | Para Iluminación | Corriente continua |
| - Tensión | 220 V +/- 10% | 110 V +/- 10 % |
| - Frecuencia | 50 +/- 1 | |

CAPITULO 5

DISEÑO BASICO DE PLANTAS Y SERVICIOS AUXILIARES

PLANTA DE AGUA REFRIGERADA TORRES DE EVAPORACION

5.1 DESCRIPCION DE LA PLANTA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO

La planta está constituida de torres del tipo de tiro inducido, en la cual el aire entra a través de aperturas en la parte inferior de la torre, donde existe una presión inferior a la atmosférica por efecto del ventilador ubicado en la parte superior de la torre, que aspira el aire caliente del interno de la torre. En estas torres se tienen un fuerte arrastre de las gotas de agua, por tanto el empleo de redes intermedias es indispensables.

El aire frío atraviesa las redes, encontrando el agua que desciende, ésta se deposita en un estanque para poder ser enviada en ciclo cerrado de enfriamiento. El aire después de haber enfriado el agua viene aspirado del ventilador aumentando sensiblemente su velocidad, de las redes desviadoras disminuyendo la pérdida de agua.

La altura de aspiración estática del agua está definida teóricamente en función del flujo que se tiene en circulación y de cuanto se aproxime la temperatura del agua fría a la temperatura de ampolla húmeda. Esta altura puede variar de 7.62 m. Para las instalaciones pequeñas, hasta 15.25 m. Para las que sirven para grandes condensaciones.

Todos los tipos de equipo evaporativo para el enfriamiento del agua experimenta un pérdida constante de agua debida a la evaporación e igual al 1 % del agua circulada por cada 5.5 °C de intervalo de enfriamiento. Además tiene una pérdida debido al arrastre, para las torres de tiro mecánico es el alrededor 0.2 %.

5.1.1 Composición y Potencia de la Planta

De las tablas de consumo del Complejo Ferrandina tenemos:

Consumo de las áreas químicas

media 7.32×10^6 kFr/hr

punta 12.26×10^6 kFr/hr

Consumo de los servicios auxiliares

media 2.7×10^6 kFr/hr

punta 4.755×10^6 kFr/hr

Consumo total

media 10.02×10^6 kFr/hr

punta 17.015×10^6 kFr/hr

- La capacidad de enfriamiento medio está referido aun desnivel térmico de:

$$36 \text{ }^{\circ}\text{C} - 30 \text{ }^{\circ}\text{C} = 6 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$Q = c_p * \dot{m} * \Delta T$$

Obtenemos para $Q = 17.015 \times 10^6 \text{ kFr/hr}$

$$\dot{m} = 2836 \text{ m}^3 / \text{hr de agua}$$

- La planta estará compuesta de $N^{\circ} 3 + 1$ bombas, osea, 3 en operación normal y 1 de reserva, con una potencia cada una de $7 \times 10^6 \text{ kFr/hr}$.

- Para la condición de consumo de media tenemos:

$$Q = 10.002 \times 10^6 \text{ KFr/hr}$$

$$\dot{m} = 1670 \text{ m}^3 / \text{hr de agua}$$

- La planta estará compuesta de $N^{\circ} 3 + 1$ bombas verticales, osea, 3 en operación normal y una de reserva, con un caudal de $850 \text{ m}^3 / \text{hr}$ cada una y una altura efectiva de 60 m., a fin de satisfacer las condiciones de media y de punta.

El dimensionamiento de la bomba de circulación del agua de la planta deberá tener en cuenta, las pérdidas de carga de la red de distribución, los eventuales desniveles de los puntos de consumo dentro del complejo.

- Para evitar la acumulación de sales en el agua enfriada y para reintegrar las pérdidas por evaporación, se efectúa una integración de parte de la red de agua industrial;

La cantidad de agua de reintegro estrechamente necesaria para cubrir las pérdidas de evaporación y arrastre está dada por la siguiente relación:

$$R = 2 * \dot{m} (\Delta T + 1) \text{ [litros/hr]}$$

Donde:

$$\dot{m} = 2836 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$\Delta T = 6^\circ\text{C}$$

$$R = \text{cantidad de agua a reintegrar} = 39704 \text{ lt/hr}$$

Dado que las sales minerales contenidas en el agua que evapora vienen dejadas en el estanque de las torres, un reintegro de agua exactamente igual a la cantidad evaporada y arrastrada causaría un progresivo aumento de la concentración de sales en el agua, sobre todo cuando para el reintegro se usa

agua dura. De aquí podría derivarse incrustaciones en las tuberías y en los intercambiadores de calor.

Para superar a este inconveniente, la cantidad de agua de reintegrar se deberá aumentar del valor resultante de la fórmula precedente (aproximadamente del 30%)

$R = 51 \text{ m}^3/\text{hr}$ de agua industrial de reintegra

Dado que el gasto de agua de reintegrar depende de la dureza y calidad del agua a disposición, los valores exactos deberán ser determinados del especialista del tratamiento del agua industrial del Complejo.

También vienen agregados aditivos químicos en el agua de enfriamiento, a fin de mantener bajo control las características de incrustación o de corrosión del agua. Los aditivos a base de cloro se agregan al agua de enfriamiento a fin de evitar la formación de algas.

5.1.2 Diseño de las Redes de Distribución

El diámetro de una tubería, en primera aproximación, se determina conociendo caudal o gasto (dato de proyecto) y fijada una velocidad media para el fluido.

La velocidad que un fluido puede asumir en la tubería debe ser contenida dentro de ciertos límites, establecidos generalmente

en base a años de experiencia, que tienen en consideración los fenómenos mecánicos, tales como vibraciones, golpe de ariete, erosiones mecánicas.

En general, para tuberías aéreas, la velocidad de los líquidos pueden considerarse entre 1,2 a 3 m/s, debiéndose pero verificar las pérdidas de carga de la red.

Recordando que las pérdidas de cargas en una tubería, son proporcionales (en régimen turbulento) al cuadrado de la velocidad y inversamente proporcional al diámetro, por tanto en los diámetros pequeños se tendrán una mínima posibilidad de incrementar la velocidad sin ocasionar fuertes pérdidas de carga, mientras en tubería de diámetros importantes es posible tener la velocidad a valores altos, en tanto que el diámetro en este caso favorece a limitar las pérdidas de carga del sistema.

La determinación de diámetro de la tubería resulta de la ecuación de continuidad:

$$Q = V * A$$

Q = caudal o gasto (m³/hr)

V= velocidad media de fluido (m/s)

A= sección de la tubería (m²)

La pérdida de carga en un sistema de tuberías no son distribuidas uniformemente, porque las tuberías son un conjunto de trazos rectos a sección constante, variaciones de secciones y curvas, así como de válvulas de regulación.

En las reducciones, curvas, válvulas, etc, se tienen una concentración notable de las pérdidas de carga y son llamadas pérdidas locales o secundarias, mientras en los trazos rectos a sección constante las pérdidas son uniformemente distribuidas.

En práctica se procede al cálculo de las pérdidas de los trazos rectos de las tuberías a sección constante y a esta vienen sumadas las pérdidas secundarias.

La pérdida de carga depende del coeficiente de rozamiento el cual en función del número de Reynolds y de la rugosidad relativa de la tubería.

Para los líquidos usaremos las relaciones de Churchill, (también se pueden utilizar los diagramas de Moody):

$$C = (7^{0.9}) / Re + 0.27 \cdot e/D$$

$$A = (2.457 \log 1/c)^{16}$$

$$B = (37.53 / Re)^{16}$$

$$K1 = (A + B)^{-1.5}$$

$$K2 = (8/Re)^{12}$$

$$f = 8 \cdot (K1 + K2)^{1/12}$$

finalmente la pérdida de carga está dada por:

$$\Delta P = f * \delta * V^2 / 2g * L/D \text{ [kg/m}^2 \text{]}$$

Donde:

f = coeficiente de rozamiento

ΔP = pérdida de carga

V = velocidad media

δ = densidad del fluido

L = longitud de la tubería

D = diámetro interno de la tubería

Re = número de Reynolds = $V * D / u$

e = rugosidad absoluta

u = viscosidad cinemática

Las pérdidas localizadas son expresadas con la relación:

$$\Delta P " = K * V^2 / 2g$$

Donde:

K = coeficiente numérico en función de la forma de la resistencia accidental considerada.

Otra manera de calcular las pérdidas secundarias es mediante el concepto teórico de Longitud Equivalente, que produce pérdidas iguales a la de un cambio de dirección, un cambio de sección o una válvula, para un mismo caudal.

En un sistema de tuberías las pérdidas de carga localizadas representan un promedio del 70% de las pérdidas totales.

5.1.3 Identificación y características de las redes

| | |
|-----------------------------|--------------------------|
| Estándar de tubería | ANSI/ASME B36. 10M-85 |
| Especifica de tubería | AC (Agua de Torre) |
| Diámetros Min. – Max. | DN 15 – DN 900 |
| Material de base | Acero al carbono |
| Sobre-espesor de corrosión: | 1.27 mm. |
| Clase | 150 lb/pulg ² |
| Refrentado de las bridas | RF |
| Aislamiento | Tipo CC (vidrio espuma) |

Ejemplo de identificación de una tubería:

600- WC-2555-AC (CC)

donde:

| | | |
|------|---|----------------------------------|
| 600 | = | Diámetro nominal |
| WC | = | Tipo de servicio (Agua de Torre) |
| 2555 | = | Número de la tubería |
| AC | = | Específica de la tubería |
| (CC) | = | Tipo de aislamiento |

PERDIDA DE CARGA EN REDES

RED: AGUA REFRIGERADA – TORRES DE EVAPORACION

TIPO DE FLUIDO : AGUA

ACELERACION DE GRAVEDAD (m/s^2): 9.80665

DENSIDAD DEL FLUIDO (kg/l) 1

VISCOSIDAD CINEMATICA (cst) 1

| SECC. N°. | CAUDAL M ³ /h | DIA TUBO | | TUBO | RUGOS |
|--------------|-----------------------------|------------|------------|------------|--------------|
| | | INT. mm | ESP. mm | LONG. m | ABSOL. mm |
| 1 | 2838.0 | 590.6 | 9.5 | 15.0 | 0.045 |
| 2 | 2812.0 | 590.6 | 9.5 | 14.0 | 0.045 |
| 3 | 2461.0 | 590.6 | 9.5 | 15.0 | 0.045 |
| 4 | 1711.0 | 590.6 | 9.5 | 18.0 | 0.045 |
| 5 | 1067.0 | 438.2 | 9.5 | 108.0 | 0.045 |
| 6 | 644.0 | 336.6 | 9.5 | 35.0 | 0.045 |
| 7 | 750.0 | 304.8 | 9.5 | 5.0 | 0.045 |
| 8 | 50.0 | 154.1 | 7.1 | 5.0 | 0.045 |
| 9 | 26.0 | 77.9 | 5.5 | 6.0 | 0.045 |
| 10 | 351.0 | 254.5 | 9.3 | 35.0 | 0.045 |
| 11 | 334.0 | 254.5 | 9.3 | 80.0 | 0.045 |
| 12 | 17.0 | 77.9 | 5.5 | 12.0 | 0.045 |

| SECC. | VEL | REYN | PERD. | TUBO |
|-------|-------|---------|-------|-------|
| N°. | m/s | OLDS | CARGA | PESO |
| | | | mlc | kg |
| 1 | 2.878 | 1699638 | 0.13 | 2113 |
| 2 | 2.852 | 1684067 | 0.12 | 1972 |
| 3 | 2.496 | 1473858 | 0.10 | 2113 |
| 4 | 1.735 | 1024693 | 0.06 | 2536 |
| 5 | 1.966 | 861271 | 0.67 | 11351 |
| 6 | 2.011 | 676755 | 0.31 | 2844* |
| 7 | 2.856 | 870385 | 0.10 | 369* |
| 8 | 0.745 | 114771 | 0.02 | 141* |
| 9 | 1.515 | 118014 | 0.18 | 68* |
| 10 | 1.917 | 487860 | 0.40 | 2110 |
| 11 | 1.824 | 464232 | 0.82 | 4823 |
| 12 | 0.990 | 77163 | 0.17 | 136* |

NOTA (*) = Sección no incluida en la pérdida total de carga

PERDIDA TOTAL DE CARGA [m H₂O]= 2.31

PESO TOTAL DE TUBERIAS (kg) = 2.31

PESO TOTAL DE TUBERIAS (Kg) = 30575.29*2 =

61150

TORRES DE EVAPORACION
CALCULO – BOMBA CENTRIFUGA

CONDICIONES DE OPERACIÓN

| | | |
|-----------------------------|-----------------------|-----|
| CAUDAL | [m ³ /h] | 850 |
| ALTURA EFECTIVA | [m] | 60 |
| GRAVEDAD ESPECIFICA | [kg/dm ³] | 1 |
| POT = G.E. * H * Q / 76 * n | | |

CARACTERISTICAS DE LA BOMBA

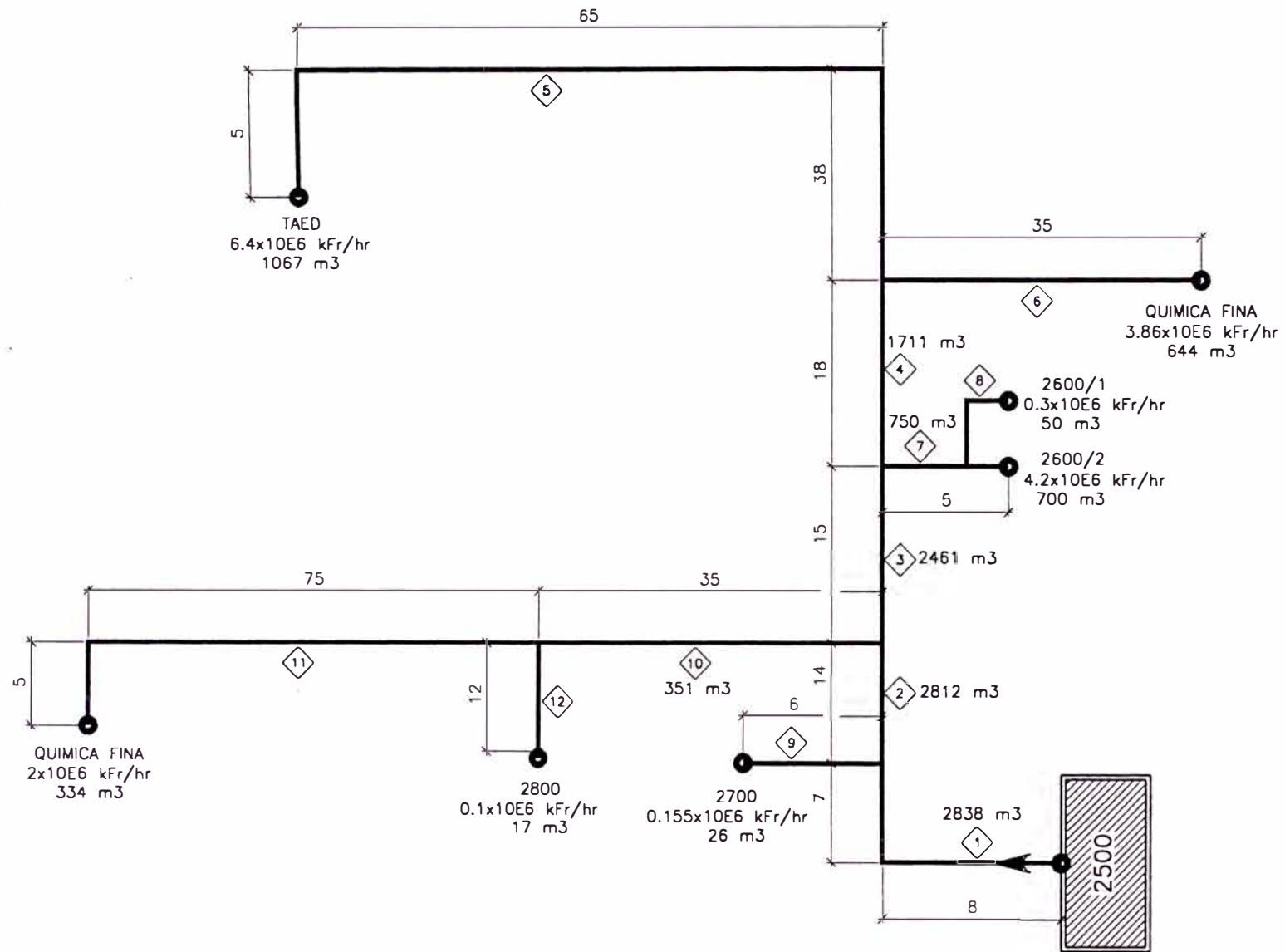
| | | |
|------------------|-------|----------|
| EFICIENCIA | [%] | .8357863 |
| POTENCIA | [Kw] | 166.1775 |
| POTENCIA | [BHP] | 225.7847 |
| NUMERO DE ETAPAS | | 1 |

CARACTERISTICAS DEL MOTOR DE LA BOMBA

| | | |
|--------------------|-------|----------|
| POTENCIA MOTOR | [Kw] | 183.8 |
| CARGA | [%] | .9041214 |
| EFICIENCIA MOTOR | [%] | .9311649 |
| POTENCIA ABSORVIDA | [Kw] | 179.6514 |

PLANTA DE AGUA REFRIGERADA

REDES DE DISTRIBUCION



AGUA REFRIGERADA
TORRES DE EVAPORACION
ESQUEMA
REDES DE DISTRIBUCION

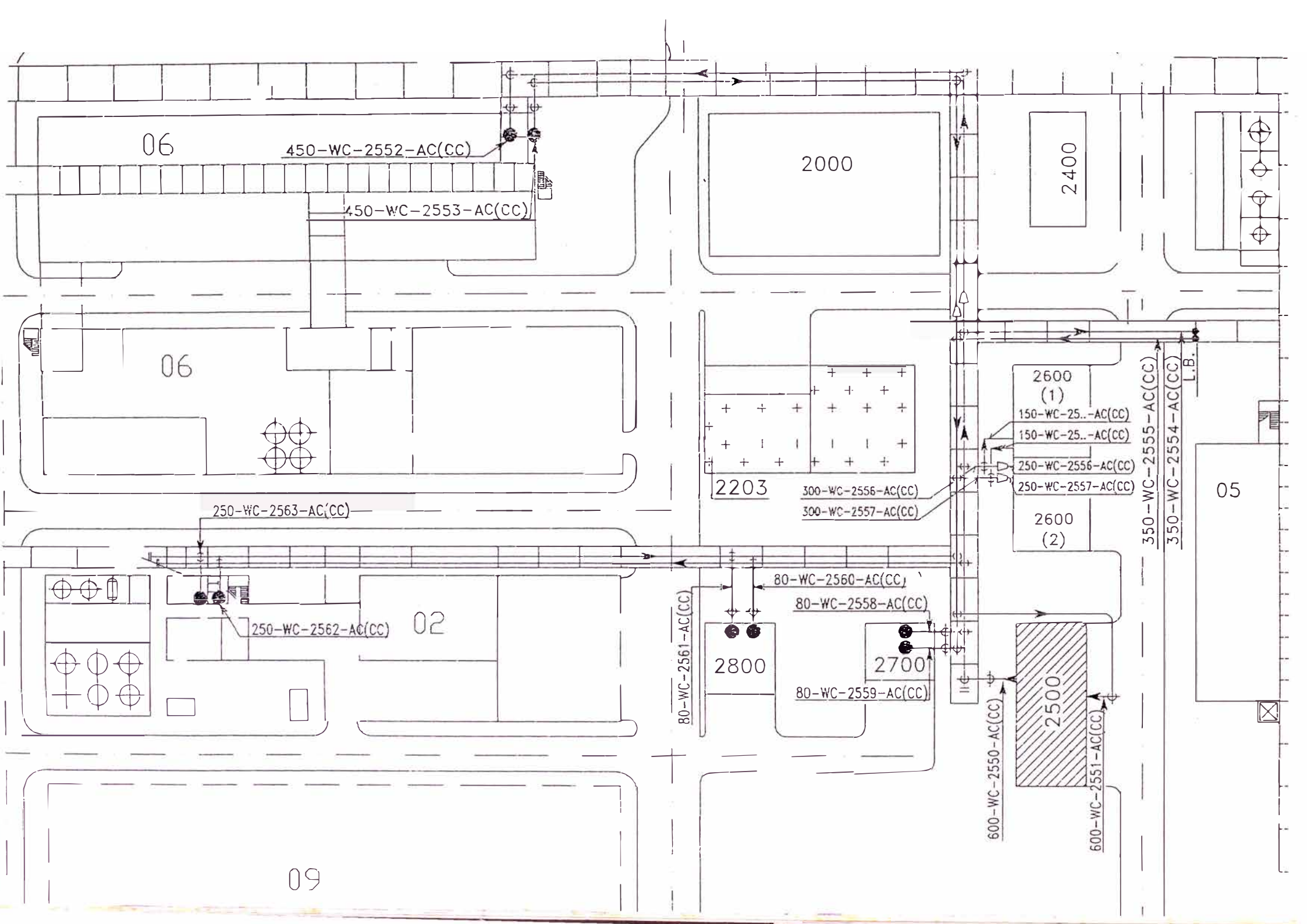


TABLA DE CONSUMO

PROYECTO VAL BASENTO — FERRANDINA

CONSUMO DE LOS SERVICIOS AUXILIARES

| UBICACION DEL SERVICIO | ENERGIA ELECTRICA kW | | VAPOR A 7 bar r. t/hr | | VAPOR A 15 bar r. t/hr | | NITROGENO Nm3/hr | | AIRE INSTRUM. Nm3/hr | | AGUA INDUSTRIAL m3/hr | | AGUA DESMINERAL. m3/hr | | AGUA TORRE kFr/hr <small>x 10E6</small> (2) | | AGUA REFRIGER. kFr/hr <small>x 10E6</small> | | FLUIDO REFRIGER. kFr/hr <small>x 10E6</small> | | GAS METANO Nm3/hr | |
|------------------------|-------------------------|-------|--------------------------|-------|---------------------------|-------|---------------------|-------|-------------------------|-------|--------------------------|-------|---------------------------|------------|---|-------|---|-------|---|-------|----------------------|-------|
| | media | punta | media | punta | media | punta | media | punta | media | punta | media | punta | media | punta | media | punta | media | punta | media | punta | media | punta |
| CENTRAL TERMICA | 100 | 100 | - | - | - | - | - | - | 50 | 50 | - | - | 3.6 (1) | 6.5 (1) | - | - | - | - | - | - | 941 | 1512 |
| AGUA DE TORRE | 223 | 223 | - | - | - | - | - | - | 50 | 50 | 31 | 51 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| AIRE COMPRIMIDO | 117 | 150 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | .026 | 0.155 | - | - | - | - | - | - |
| AGUA INDUSTRIAL | 41 | 41 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| NITROGENO | 98 | 156 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.0 | 0.1 | - | - | - | - | - | - |
| AGUA DESMINERALIZADA | 50 | 60 | - | - | - | - | - | - | 25 | 25 | 10 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| FRIGORIFICOS | 573 | 1015 | - | - | - | - | - | - | 50 | 50 | 2.5 | 2.5 | - | - | 2.37 | 4.2 | - | - | - | - | - | - |
| FLUIDO REFRIGERANTE | 84 | 84 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | 0.3 | - | - | - | - | - | - |
| TRATAMIENTO DE AGUA | 100 | 100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| TOTAL CONSUMO | 1385 | 2069 | - | - | - | - | - | - | 175 | 175 | 43.5 | 63.5 | 3.6 | 6.5 | 2.7 | 4.755 | - | - | - | - | 941 | 1512 |

NOTAS:

(1) CONSIDERANDO LA FALTA DE RECUPERACION DE CONDENSADO DEL LAS PLANTAS PAC Y TAED

(2) CONSIDERAR dT : 6 C

PROYECTO VAL BASENTO – FERRANDINA

CONSUMO DE LAS AREAS QUIMICAS

| UBICACION DEL SERVICIO | ENERGIA ELECTRICA kW | | VAPOR A 7 bar r. t/hr | | VAPOR A 15 bar r. t/hr | | NITROGENO Nm3/hr | | AIRE INSTRUM. Nm3/hr | | AGUA INDUSTRIAL m3/hr | | AGUA DESMINERAL. m3/hr | | AGUA TORRE kFr/hr x 10E6 (3) | | AGUA REFRIGER. kFr/hr x 10E6 (4) | | FLUIDO REFRIGER. kFr/hr x 10E6 (5) | | GAS METANO Nm3/hr | |
|-------------------------------|-------------------------|-------|--------------------------|-------|---------------------------|-------------|---------------------|-------|-------------------------|-------|--------------------------|-------|---------------------------|------------|------------------------------------|-------|--|-------|--|-------|----------------------|-------|
| | media | punta | media | punta | media | punta | media | punta | media | punta | media | punta | media | punta | media | punta | media | punta | media | punta | media | punta |
| PLANTA PAC | 190 | 250 | 0.8 | 2.5 | - | - | - | - | 65 | 205 | 1.0 | 3.0 | 0.8 (1) | 6.0 (1) | 1.8 | 2.0 | - | - | - | - | - | - |
| CONDICIONAMIENTO PAC | 17 | 25 | 0.07 | 0.10 | - | - | - | - | - | - | 0.3 | 0.5 | - | - | - | - | 0.05 | 0.08 | - | - | - | - |
| PRODUCCION TAED | 1139 | 1582 | 1.70 | 2.97 | 6.50 | 8.54 | 125 | 200 | 630 | 750 | 1.5 | 8.0 | 0.3 | 4.0 | 3.2 | 6.4 | 0.51 | 0.93 | - | - | 10 | 40 |
| CONDICIONAMIENTO TAED | 17 | 25 | 0.07 | 0.10 | - | - | - | - | - | - | 0.3 | 0.5 | - | - | - | - | 0.05 | 0.08 | - | - | - | - |
| QUIMICA FINA | 700 | 1385 | 1.47 | 2.67 | 3.28 (2) | 5.46 (2) | 120 | 190 | 250 | 300 | 4.0 | 10.0 | 2.6 | 16.1 | 2.32 | 3.86 | 0.60 | 1.0 | 0.25 | 0.25 | 5 | 10 |
| CONDICIONAMIENTO QUIMICA FINA | 23 | 35 | 0.03 | 0.05 | 0.03 | - | - | - | - | - | 0.3 | 0.5 | - | - | - | - | 0.05 | 0.08 | - | - | - | - |
| TOTAL CONSUMO | 2086 | 3302 | 4.1 | 8.4 | 9.8 | 14.0 | 245 | 390 | 945 | 1255 | 7.5 | 22.5 | 3.7 | 26.1 | 7.32 | 12.26 | 1.26 | 2.17 | 0.25 | 0.25 | 15 | 50 |

NOTAS:

(1) AGUA DULCE

(2) VPOR A 12 bar r.

(3) CONSIDERAR dT : 6 C

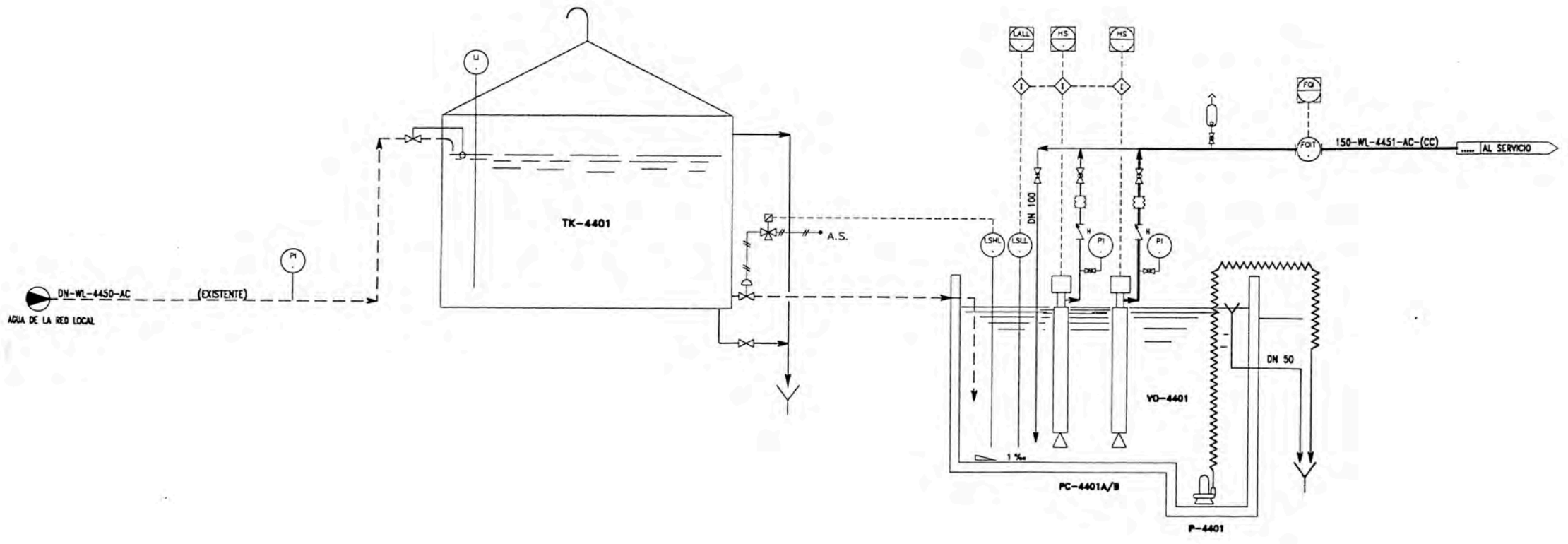
(4) CONSIDERAR dT : 5 C

(5) CONSIDERAR dT : 5 C

CONCLUSIONES

- 1.- El presente Informe de Ingeniería presenta los aspectos y criterios técnicos metodológicos para el correcto proyecto de los servicios auxiliares, que son importantes para asegurar la funcionalidad de las plantas tecnológicas.
- 2.- Los conocimientos de la dinámica de fluidos determinan un factor importante para el correcto proyecto de los sistemas de tuberías de distribución.
- 3.- La correcta selección de los materiales de las tuberías de distribución representa un factor importante del costo de la reestructuración del Complejo Industrial.
- 4.- El eficiente balance de los consumos de media y punta de las áreas químicas y de los servicios auxiliares determinarán un correcto proyecto durante la fase de ingeniería de detalle de la planta industrial de servicio.

| LEGENDA | |
|------------|---|
| SIGLA | DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS |
| TK-4401 | TANQUE , CAPACIDAD 2000 m ³ (EXISTENTE) |
| PC-4401A/B | BOMBAS VERTICALES 100 m ³ /hr - PRESION 6 bar r. |
| P-4401 | BOMBA AUXILIAR 50 m ³ /hr - PRESION 2 bar r. |
| VO-4401 | ESTANQUE (EXISTENTE) |



PLANO DE RIFERIMENTO
 PLANO DE DISTRIBUCION DE REDES PLAN. No. UNI-F1001

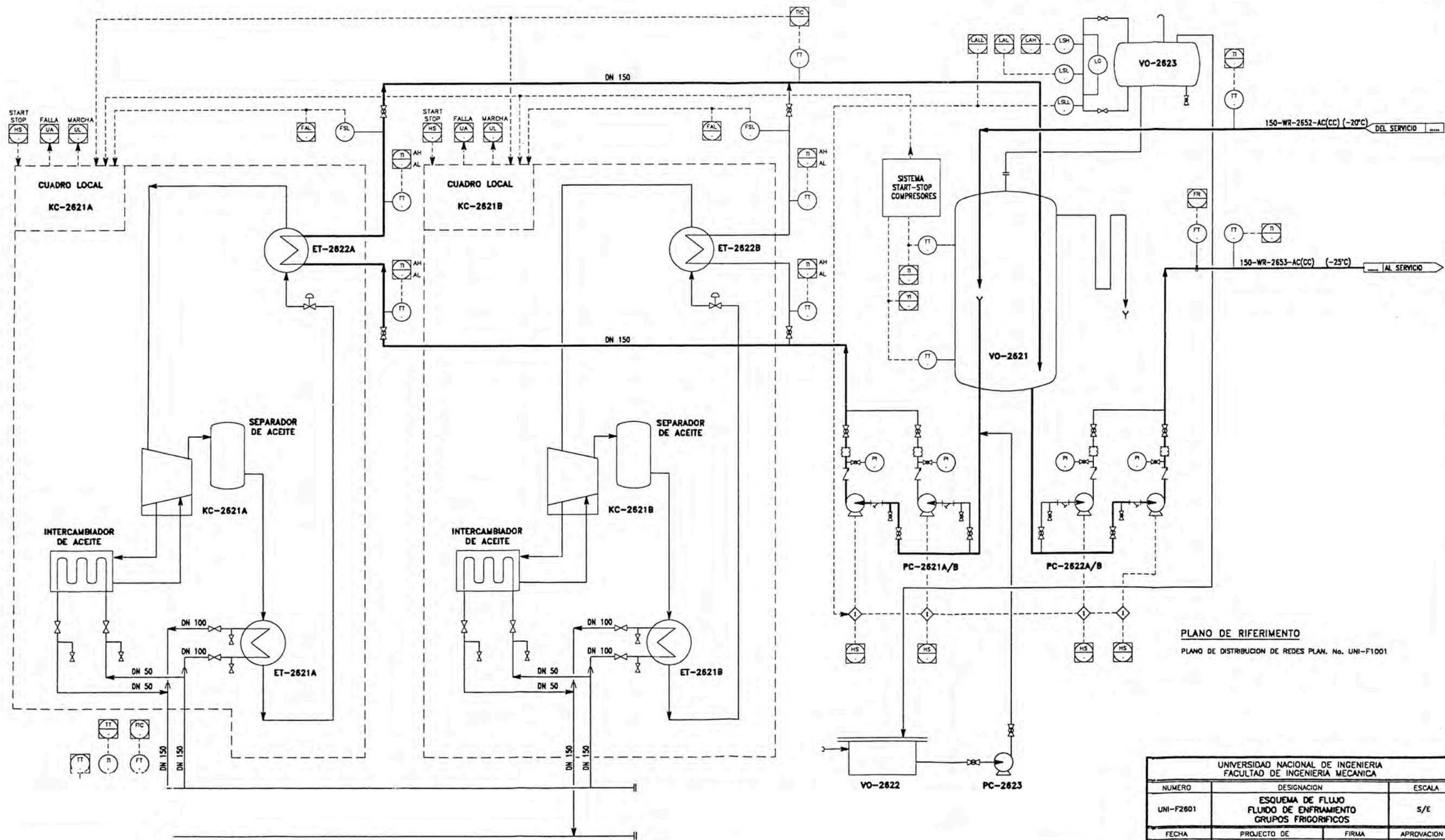
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA | | | |
|---|-------------------------------------|--------|------------|
| NUMERO | DESIGNACION | ESCALA | |
| UNI-F4400 | ESQUEMA DE FLUJO AGUA INDUSTRIAL | S/E | |
| FECHA | PROYECTO DE | FIRMA | APROVACION |
| 05-08-94 | OVIEDO OSPINO RICARDO | | |

INSTRUM. 25-AI-27.-AB

CUADROS DE CONTROL
Y
COMANDO
VALVULAS

LEGENDA

| SIGLA | DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS |
|------------|---|
| KC-2621A/B | COMPRESOR A TORNILLO 0.25x10E6 kFr/hr |
| ET-2621A/B | CONDENSADOR RECIBIDOR |
| ET-2622A/B | EVAPORADOR RECIBIDOR |
| VG-2621 | RECIPIENTE DE 10 m ³ |
| VO-2622 | RECIPIENTE SOLUCION AGUA-GLICOL (50%) 2 m ³ |
| VO-2623 | RECIPIENTE EXPANCIION 2 m ³ |
| PC-2621A/B | BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL 70 m ³ /hr , H=20 m. |
| PC-2622A/B | BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL 70 m ³ /hr , H=50 m. |
| PC-2623 | ELECTROBOMBA |



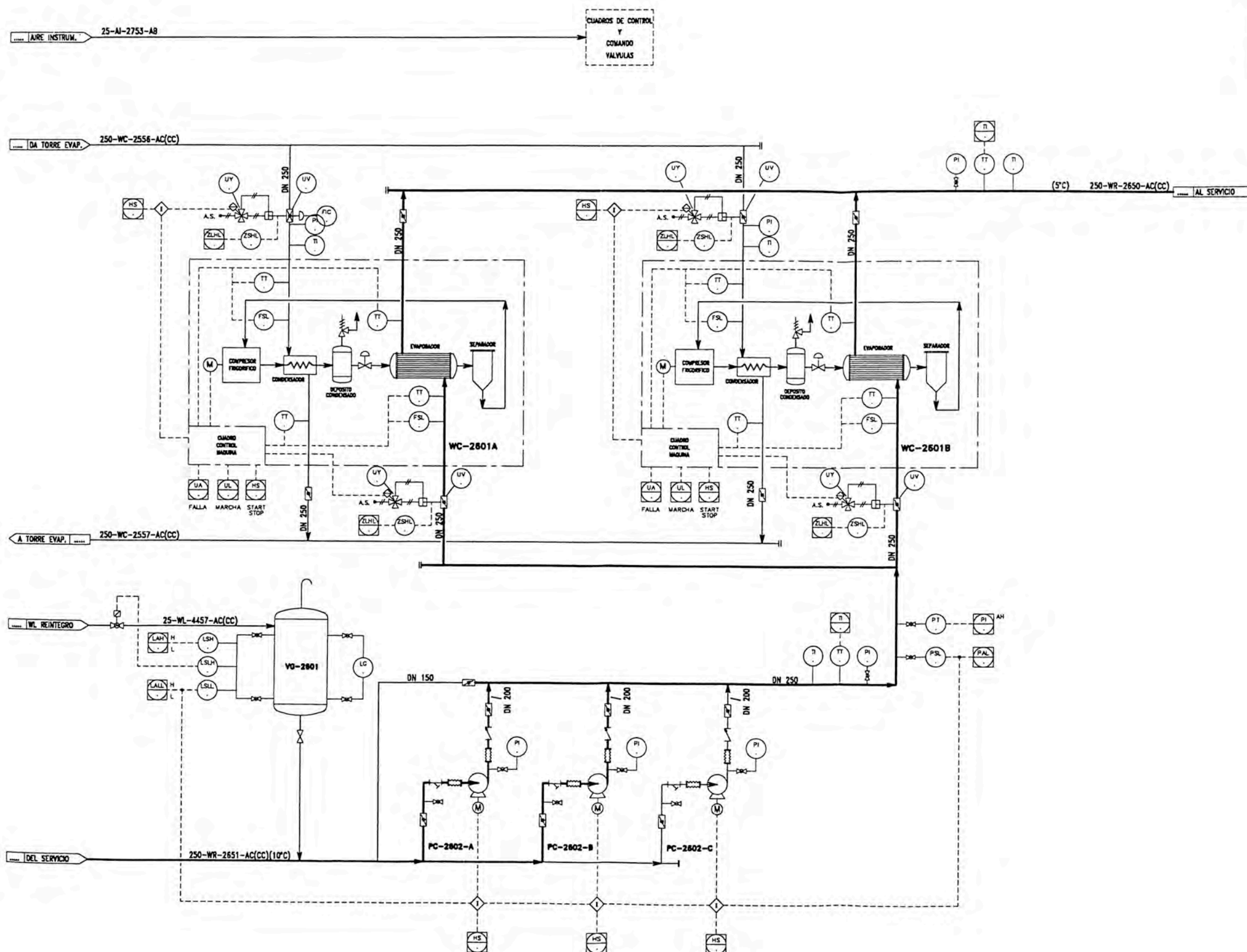
PLANO DE REFERIMENTO

PLANO DE DISTRIBUCION DE REDES PLAN. No. UNI-F1001

| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA | | | |
|---|---|--------|------------|
| NUMERO | DESIGNACION | ESCALA | |
| UNI-F2601 | ESQUEMA DE FLUJO FLUIDO DE ENFRIAMIENTO GRUPOS FRIGORIFICOS | S/E | |
| FECHA | PROYECTO DE | FIRMA | APROVACION |
| 15-06-94 | OVIEDO OSPINO RICARDO | | |

LEGENDA

| SIGLA | DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS |
|--------------|--|
| WC-2601A/B | GRUPOS FRIGORIFICOS CENTRIFUGOS DE 2.2x10E6 kFr/hr |
| PC-2601A/B/C | BOMBAS HORIZONTALES CENTRIFUGAS 2 + 1 DE 250 m3/hr |
| VG-2601 | RECIPIENTE DE EXPANCION 3 m3 |



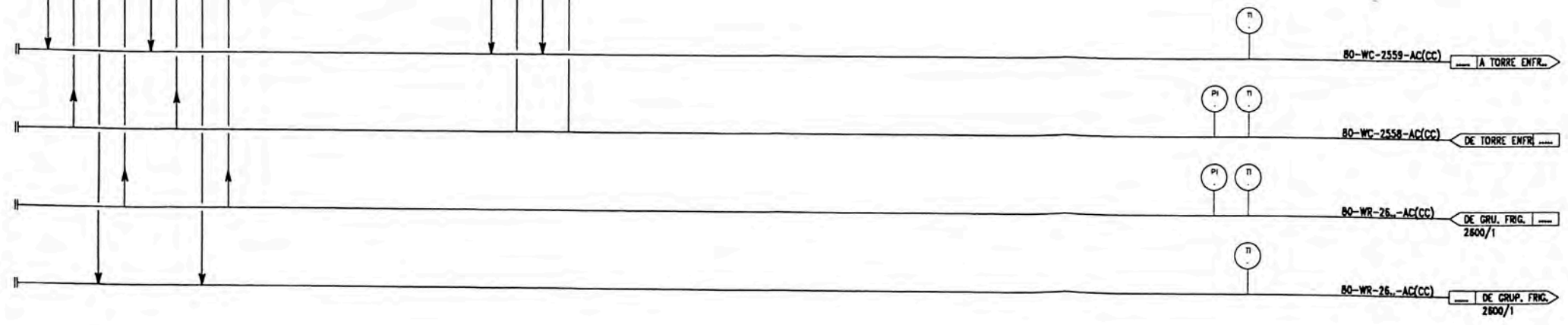
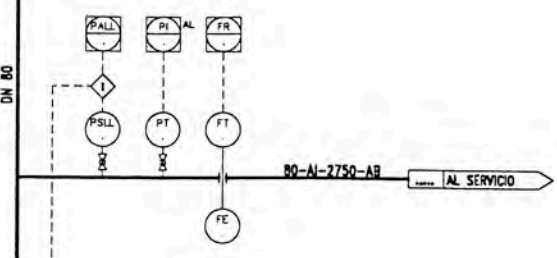
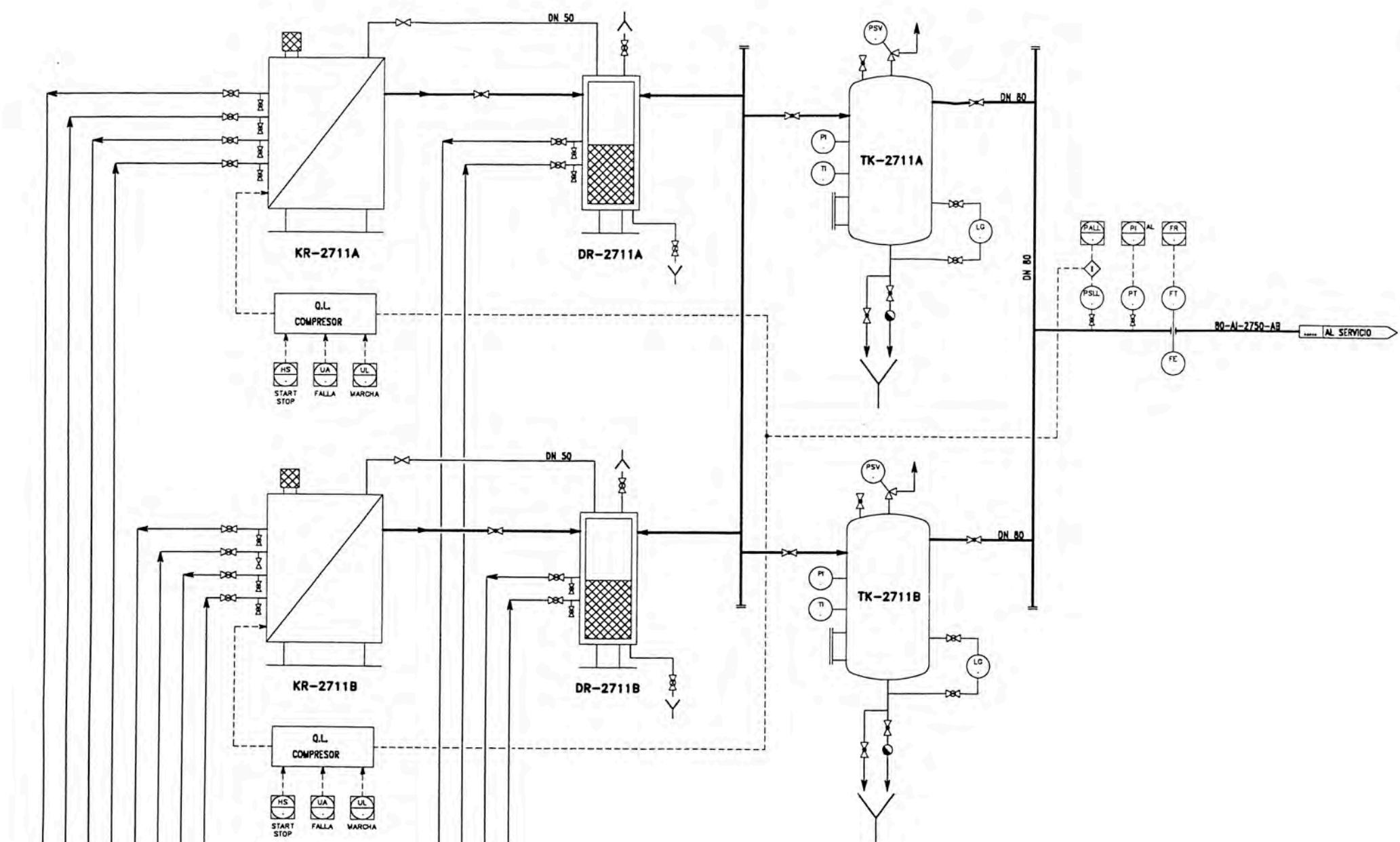
PLANO DE RIFERIMENTO

PLANO DE DISTRIBUCION DE REDES PLAN. No. UNI-F1001

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

| NUMERO | DESIGNACION | ESCALA | |
|-----------|---|--------|------------|
| UNI-F2602 | ESQUEMA DE FLUJO AGUA DE ENFRIAMIENTO GRUPOS FRIGORIFICOS | S/E | |
| FECHA | PROYECTO DE | FIRMA | APROVACION |
| 15-06-94 | OVIEDO OSPINO RICARDO | | |

| LEGENDA | |
|------------|---|
| SIGLA | DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS |
| KR-2711A/B | COMPRESOR Q= 1500 Nmc/h PRESION 7 Barg |
| DR-2711A/B | SECADOR DE AIRE Q= 1500 Nmc/h PRESS. EJERCIZIO 7 Barg |
| TK-2711A/B | TANQUE DE AIRE COMPRIMIDO A 10 Barg CAPACIDAD 6 m ³ |

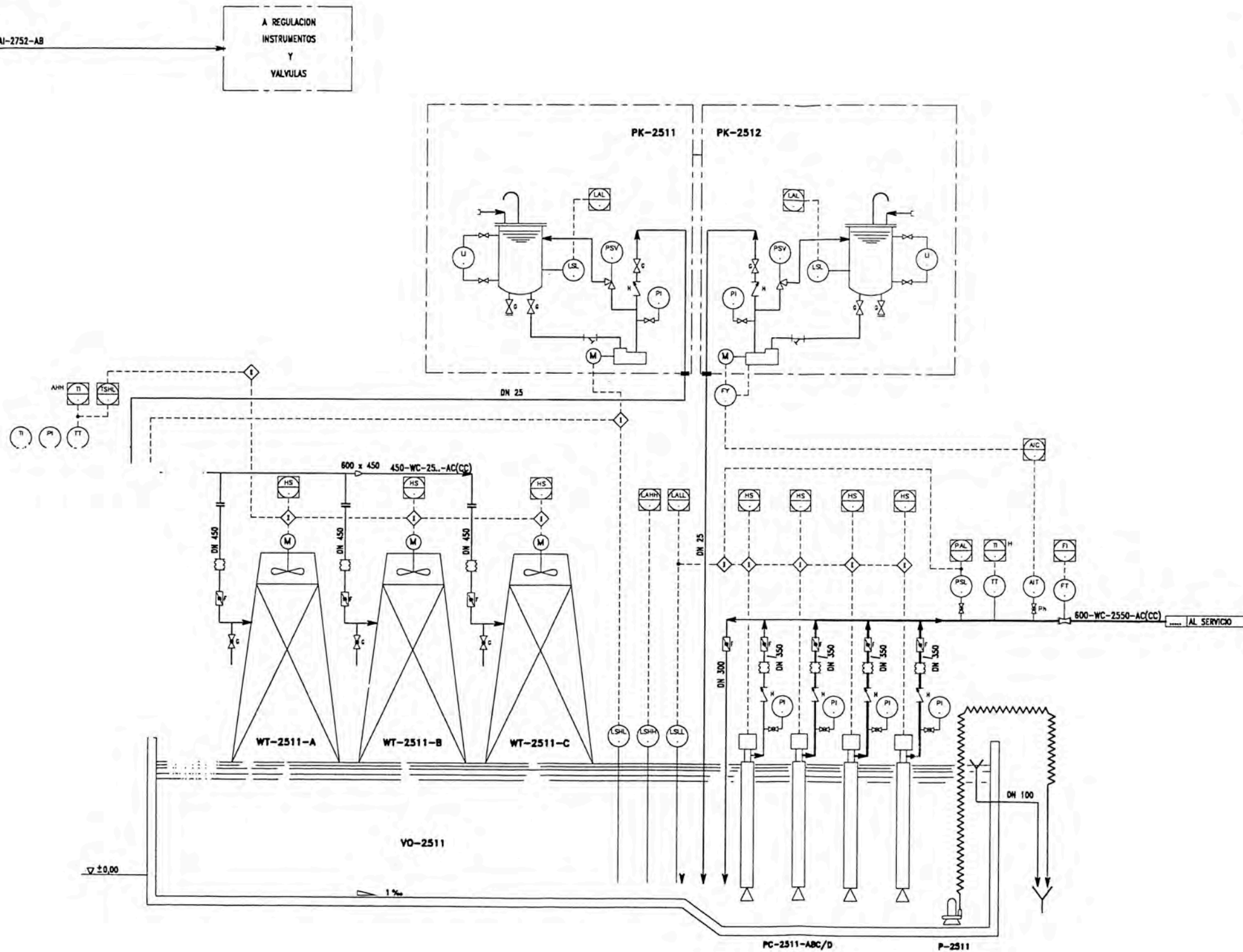


PLANO DE RIFERIMENTO
PLANO DE DISTRIBUCION DE REDES PLAN. No. UNI-F1001

| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA | | | |
|---|-------------------------------------|--------|------------|
| NUMERO | DESIGNACION | ESCALA | |
| UNI-F2700 | ESQUEMA DE FLUJO AIRE COMPRIMIDO | S/E | |
| FECHA | PROYECTO DE | FIRMA | APROVACION |
| 05-05-94 | OMEDO OSPINO RICARDO | | |

LEGENDA

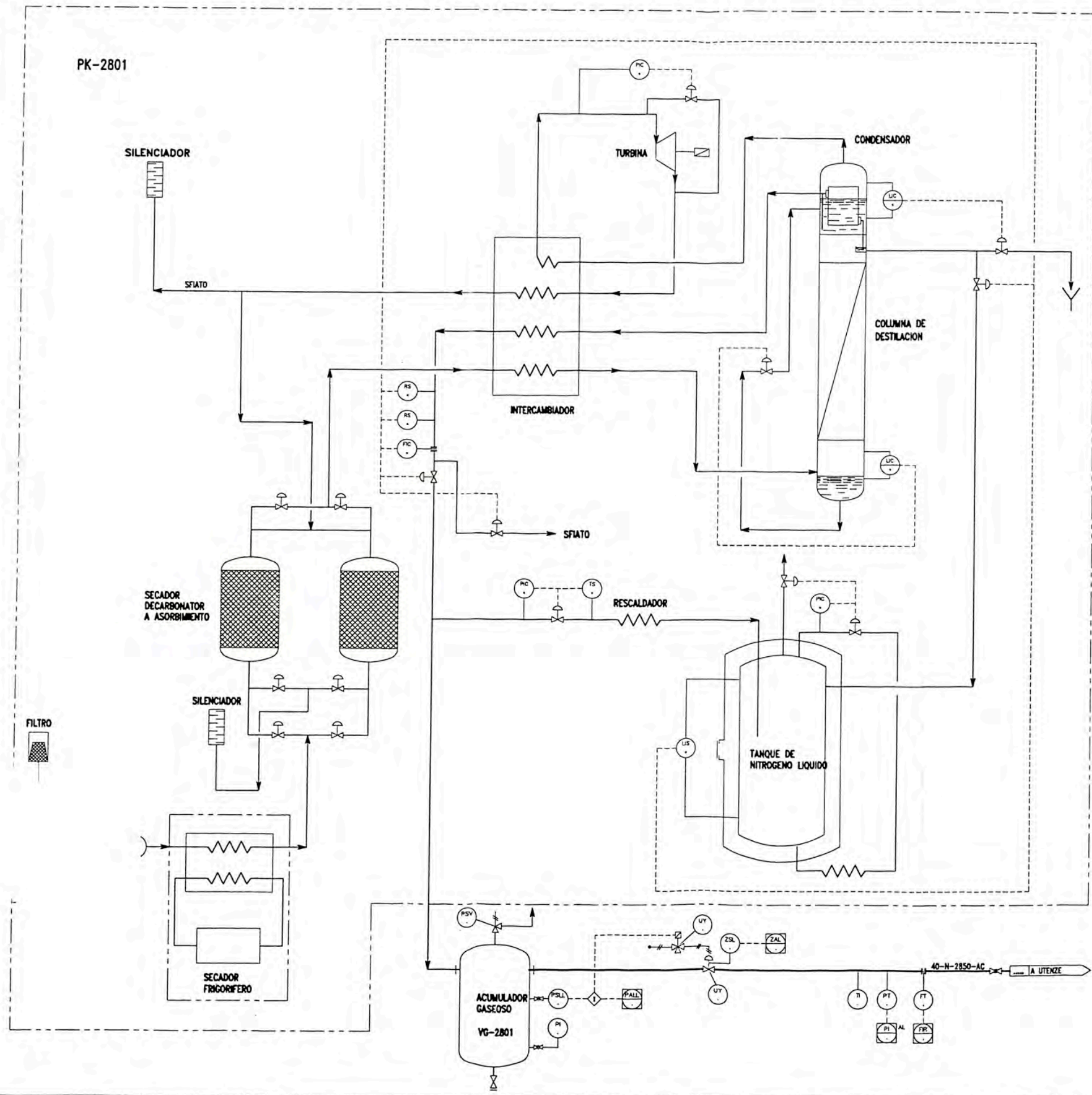
| SIGLA | DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS |
|--------------|--|
| PC-2511ABC/D | BOMBAS VERTICALES 3+1 ΔP=6 (bar); Q= 850 m ³ /h ; P max= 10 (BAR) |
| WT-2511ABC | TORRES EVAPORATIVA ΔT=6° C ; 7 x 10 ⁶ Kcal/h |
| VO-2511 | ESTANQUE DE AGUA ~ 230 m ³ |
| P-2511 | BOMBA AUXILIAR 250 m ³ /h ; P= 2 barg |
| PK-2511 | UNIDAD DE ADITIVACION ANTICORROSIVA Y ANTINCROSTANTE |
| PK-2512 | UNIDAD DE ADITIVACION IPOCLORITO |



PLANO DE RIFERIMENTO
 PLANO DE DISTRIBUCION DE REDES PLAN. No. UNI-F1001

| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA | | | |
|---|---|--------|------------|
| NUMERO | DESIGNACION | ESCALA | |
| UNI-F2500 | ESQUEMA DE FLUJO AGUA REFRIGERADA TORRES DE EVAPORACION | S/E | |
| FECHA | PROYECTO DE | FIRMA | APROVACION |
| 05-06-94 | OMEDO OSPINO RICARDO | | |

| LEGENDA | |
|---------|---|
| SIGLA | DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS |
| PK-2801 | UNIDAD DE PRODUCCION DE NITROGENO - POTENCIA = 400 Nm ³ /h |
| VG-2801 | TANQUE ACUMULADOR DE NITROGENO GASEOSO - 10 m ³ . |

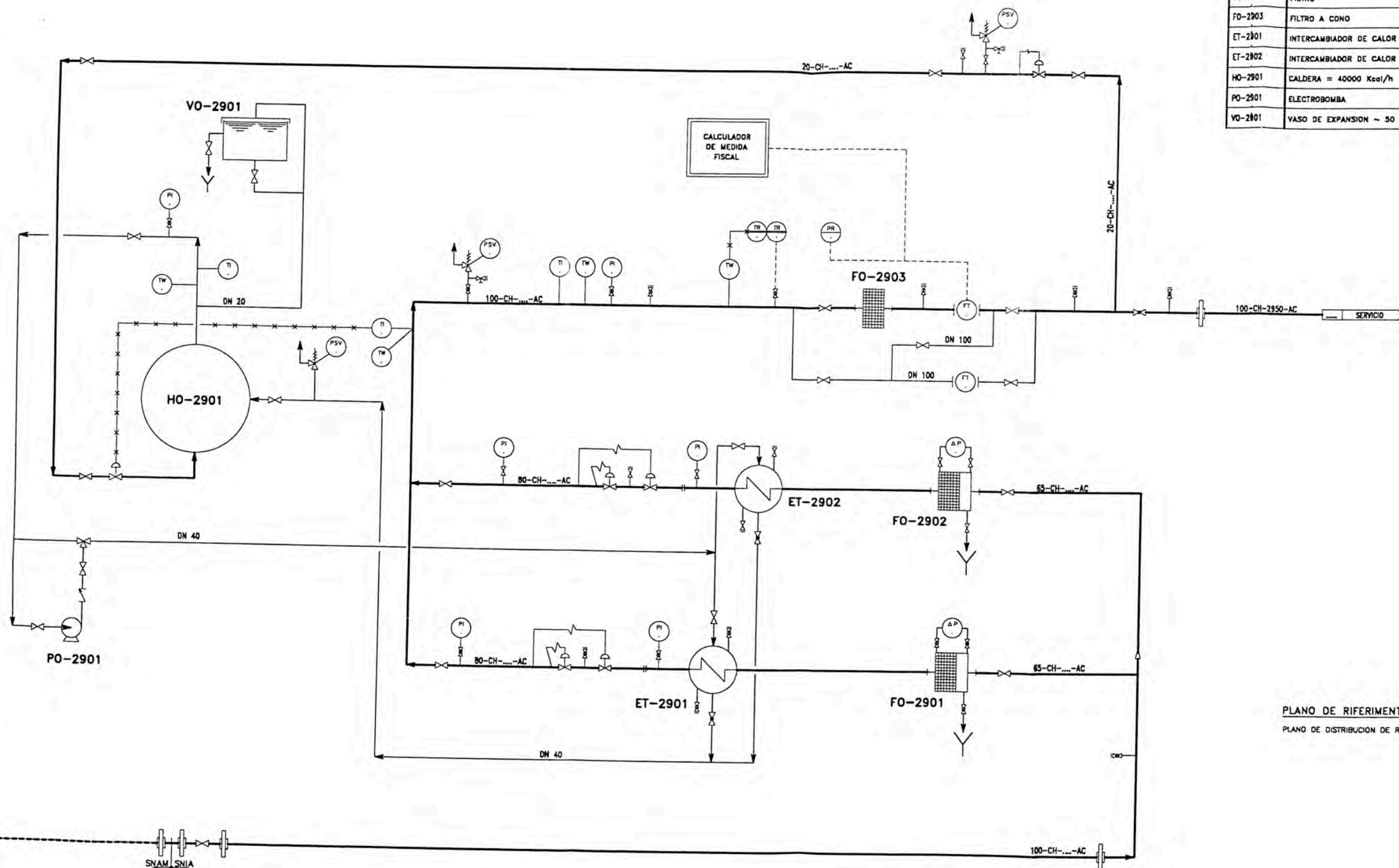


PLANO DE RIFERIMENTO
 PLANO DE DISTRIBUCION DE REDES PLAN. No. UNI-F1001

| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA | | | |
|---|----------------------------|--------|------------|
| NUMERO | DESIGNACION | ESCALA | |
| UNI-F2800 | ESQUEMA DE FLUJO NITROGENO | S/E | |
| FECHA | PROYECTO DE | FIRMA | APROVACION |
| 05-05-94 | OMEDO OSPINO RICARDO | | |

LEGENDA

| SIGLA | DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS |
|---------|-------------------------------|
| FO-2901 | FILTRO |
| FO-2902 | FILTRO |
| FO-2903 | FILTRO A CONO |
| ET-2901 | INTERCAMBIADOR DE CALOR |
| ET-2902 | INTERCAMBIADOR DE CALOR |
| HO-2901 | CALDERA = 40000 Kcal/h |
| PO-2901 | ELECTROBOMBA |
| VO-2901 | YASO DE EXPANSION ~ 50 H |



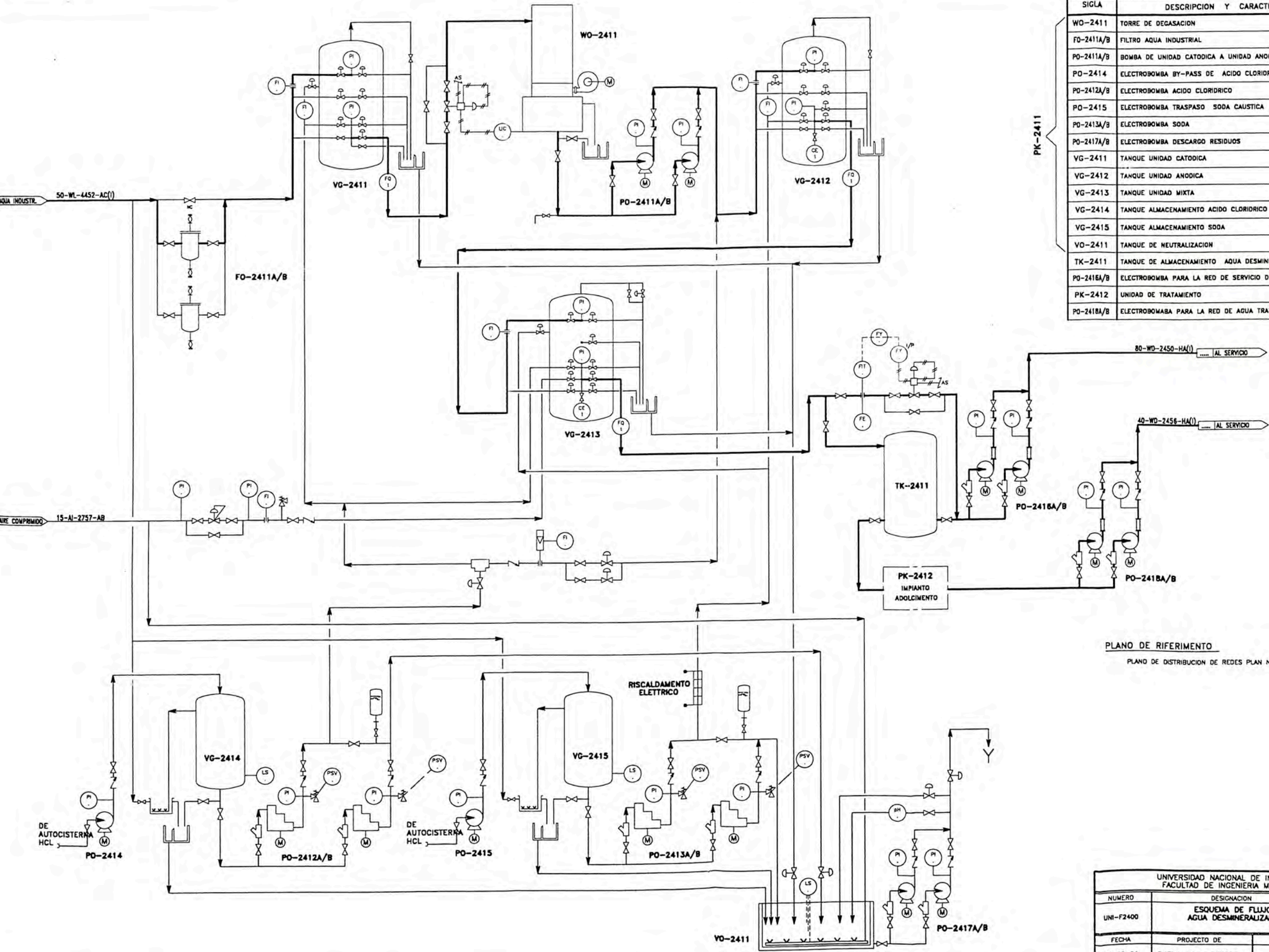
PLANO DE RIFERIMENTO
 PLANO DE DISTRIBUCION DE REDES. PLAN. No. UNI-F1001

| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA | | | |
|---|--------------------------------|--------|------------|
| NUMERO | DESIGNACION | ESCALA | |
| UNI-F2900 | ESQUEMA DE FLUJO GAS METANO | S/E | |
| FECHA | PROYECTO DE | FIRMA | APROVACION |
| 05-05-94 | OMEDO OSPINO RICARDO | | |

LEGENDA

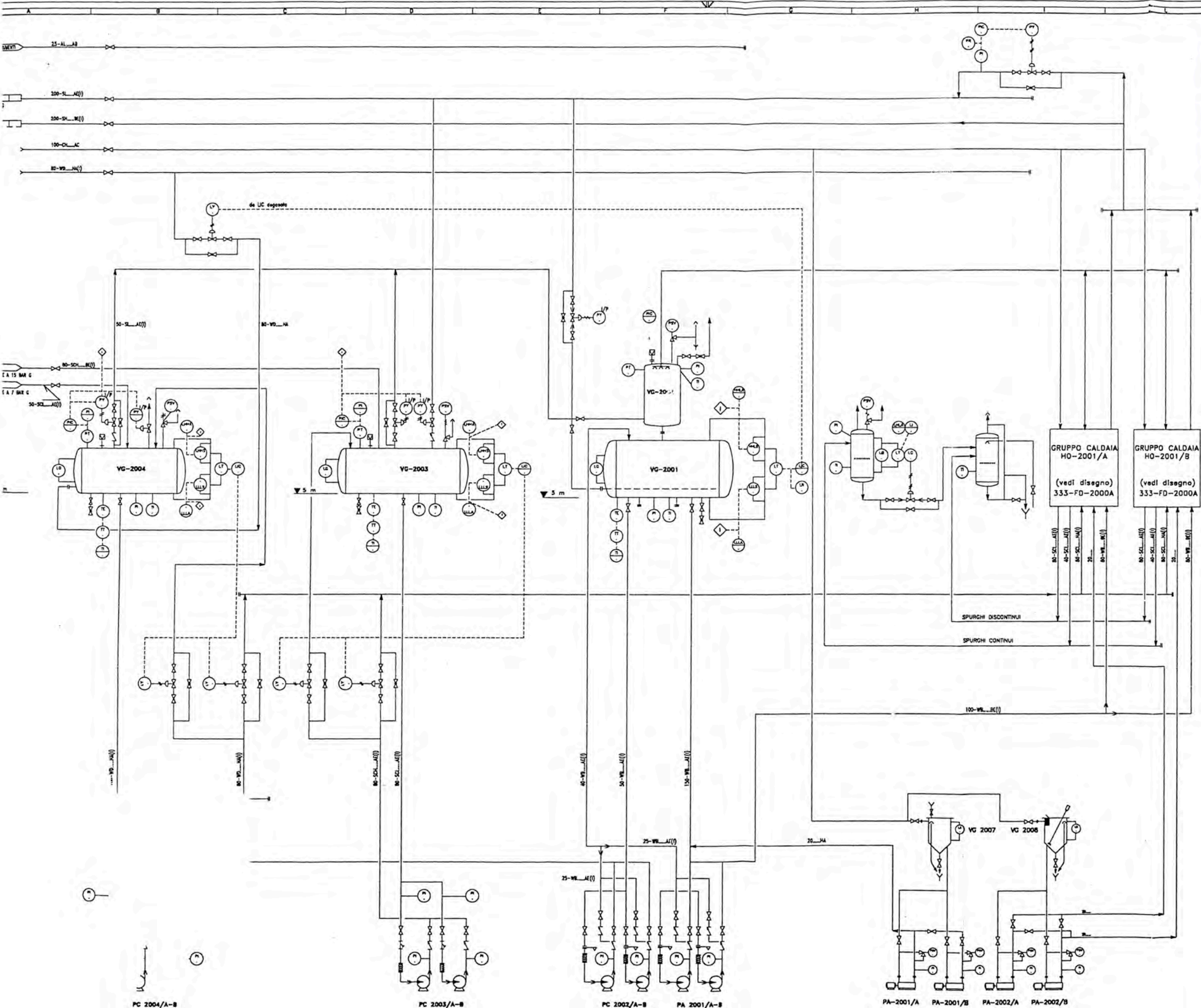
| SIGLA | DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS |
|------------|--|
| WO-2411 | TORRE DE DEGASACION |
| FO-2411A/B | FILTRO AGUA INDUSTRIAL |
| PO-2411A/B | BOMBA DE UNIDAD CATODICA A UNIDAD ANODICA |
| PO-2414 | ELECTROBOMBA BY-PASS DE ACIDO CLORIDRICO |
| PO-2412A/B | ELECTROBOMBA ACIDO CLORIDRICO |
| PO-2415 | ELECTROBOMBA TRASPASO SODA CAUSTICA |
| PO-2413A/B | ELECTROBOMBA SODA |
| PO-2417A/B | ELECTROBOMBA DESCARGO RESIDUOS |
| VG-2411 | TANQUE UNIDAD CATODICA |
| VG-2412 | TANQUE UNIDAD ANODICA |
| VG-2413 | TANQUE UNIDAD MIXTA |
| VG-2414 | TANQUE ALMACENAMIENTO ACIDO CLORIDRICO |
| VG-2415 | TANQUE ALMACENAMIENTO SODA |
| VO-2411 | TANQUE DE NEUTRALIZACION |
| TK-2411 | TANQUE DE ALMACENAMIENTO AGUA DESMINERALIZADA 7.5 m ³ |
| PO-2418A/B | ELECTROBOMBA PARA LA RED DE SERVICIO DEL AGUA DESMINERALIZADA |
| PK-2412 | UNIDAD DE TRATAMIENTO |
| PO-2418A/B | ELECTROBOMBA PARA LA RED DE AGUA TRATADA Q=... m ³ /h |

PK-2411



PLANO DE RIFERIMENTO
PLANO DE DISTRIBUCION DE REDES PLAN No. UNI-F1001

| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA | | | |
|---|--|--------|------------|
| NUMERO | DESIGNACION | ESCALA | |
| UNI-F2400 | ESQUEMA DE FLUJO AGUA DESMINERALIZADA | S/E | |
| FECHA | PROYECTO DE | FIRMA | APROVACION |
| 05-05-94 | OWEDO OSPINO RICARDO | | |



| LEGENDA | |
|------------------|--|
| SIGLA APPARECCHI | DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE |
| HO-2001/A | GRUPPO CALDAIA |
| HO-2001/B | GRUPPO CALDAIA |
| VG-2001 | DEGASATORE - MAT. ACC. CARB. - Ø1400mm - 6000mm - PRESS. PROC. = 4 BAR - C-TEMP. PROGETTO = 200°C |
| VG-2002 | DUOMO PER DEGASATORE - MAT. ASI 304 - Ø1000mm - H=3000mm - PRESS. PROC. = 4 BAR - C-TEMP. PROGETTO = 200°C |
| VG-2003 | SCAMBIO CONDENSER ED ACQUA D'IMP. - MAT. ASI 304 - Ø1600mm - L=1600mm - PRESS. PROC. = 4 BAR - C-TEMP. PROC. = 200°C |
| VG-2004 | BARILETTO FLASH SPURGH CONTINU - MAT. ACC. CARB. - Ø600mm - H=1800mm - PRESS. PROC. = 4 BAR - C-TEMP. PROC. = 200°C |
| VG-2004 | BARILETTO FLASH SPURGH DISCONTINU - MAT. ACC. CARB. - Ø600mm - H=1800mm - PRESS. PROC. = 4 BAR - C-TEMP. PROC. = 100°C |
| VG-2007 | SERRATORI ANIMIE - MAT. ASI 304 - Ø700mm - H=1000mm - PRESS. PROC. PROGETTO = 10 BAR - C-TEMP. PROC. = 100°C |
| VG-2008 | SERRATORI ANIMIE - MAT. ASI 304 - Ø700mm - H=1000mm - PRESS. PROC. PROGETTO = 10 BAR - C-TEMP. PROC. = 100°C |
| PA-2001/A-B | DOSATORE ANIMIE - MAT. ASI 304 - PORTATA = 0.10 L/H - PREVALENZA = 30 BAR - C-NPSH = 8m |
| PA-2002/A-B | DOSATORE FOSFATI - MAT. ASI 304 - PORTATA = 0.10 L/H - PREVALENZA = 30 BAR - C-NPSH = 8m |
| PC-2001/A-B | ALIMENTAZIONE ACQUA DEGASATA (T=151°Cmax) ALLE CALDAIE - MAT. ACC. CARB. - PORT. = 80m³/h - PREVALENZA = 320m.c.l. - NPSH = 5m |
| PC-2002/A-B | ALIMENTAZIONE ACQUA DEGASATA (T=151°Cmax) A TACD - MAT. ACC. CARB. - PORTATA = 2.5 m³/h - PREVALENZA = 170m.c.l. - NPSH = 5m |
| PC-2003/A-B | RIPRESA CONDENSE (T=151°Cmax) MAT. ACC. CARB. - PORTATA = 30m³/h - PREVALENZA = 320m.c.l. - NPSH = 5m |
| PC-2004/A-B | RIPRESA CONDENSE ED ACQUA DEMI (T=151°Cmax) MAT. ASI 304 - PORTATA = 30m³/h - PREVALENZA = 320m.c.l. - NPSH = 5m |

PC 2004/A-B

PC 2003/A-B

PC 2002/A-B

PA 2001/A-B

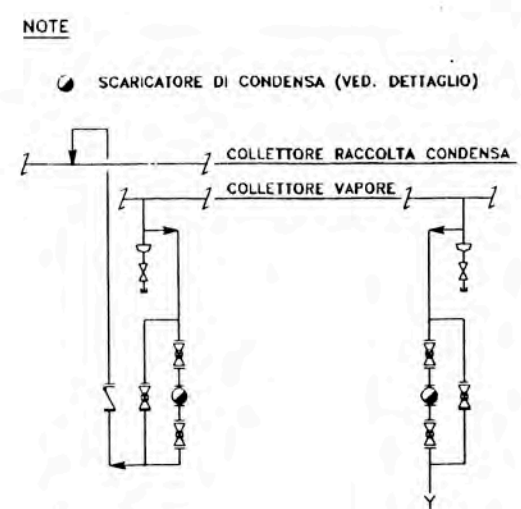
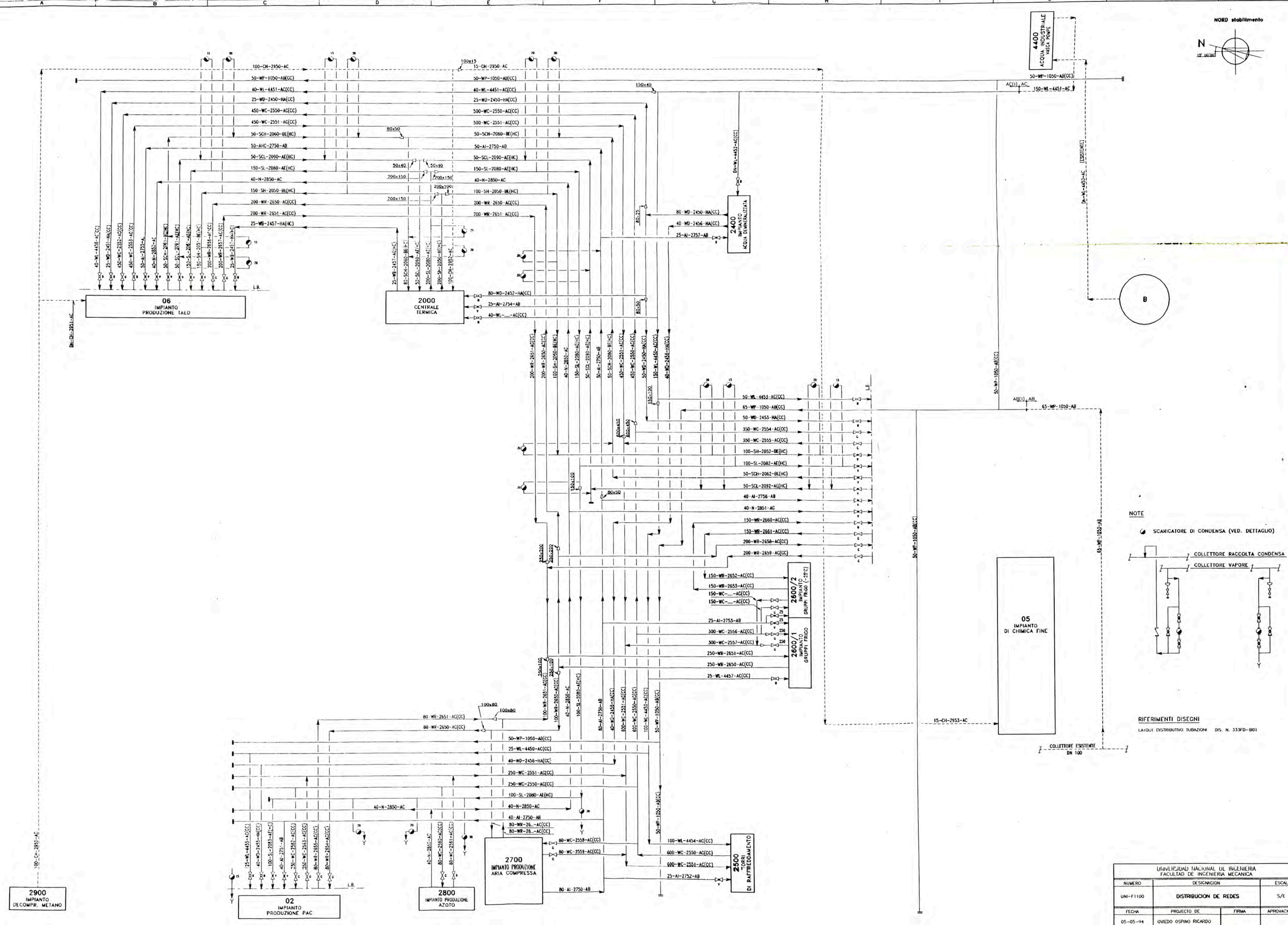
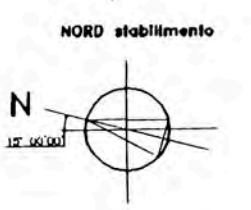
PA-2001/A

PA-2001/B

PA-2002/A

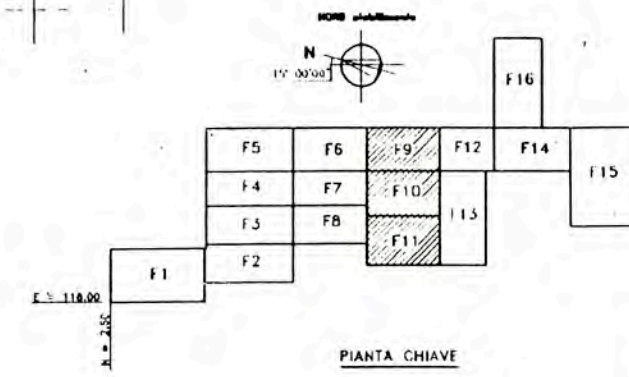
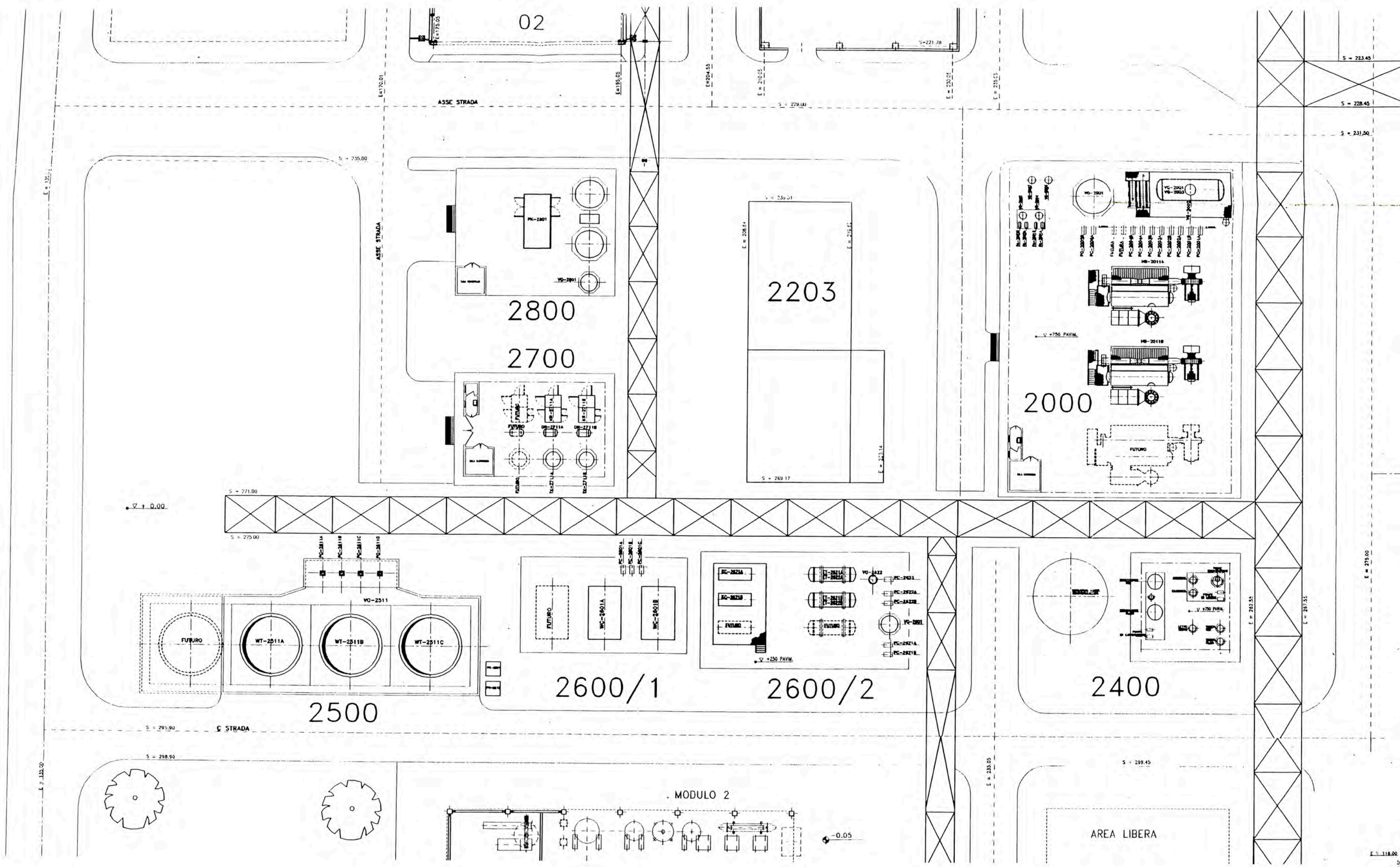
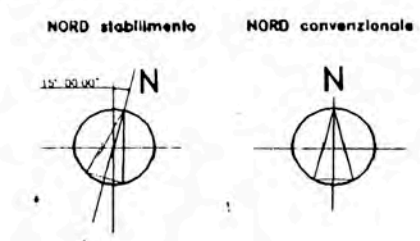
PA-2002/B

| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA | | | |
|---|----------------------------------|--------|------------|
| MUNDO | DESIGNACION | ESCALA | |
| UN-F2000 | ESQUEMA DE FLUJO CENTRAL TERMICA | 5/1 | |
| FECHA | PROYECTO DE | FIRMA | APROBACION |

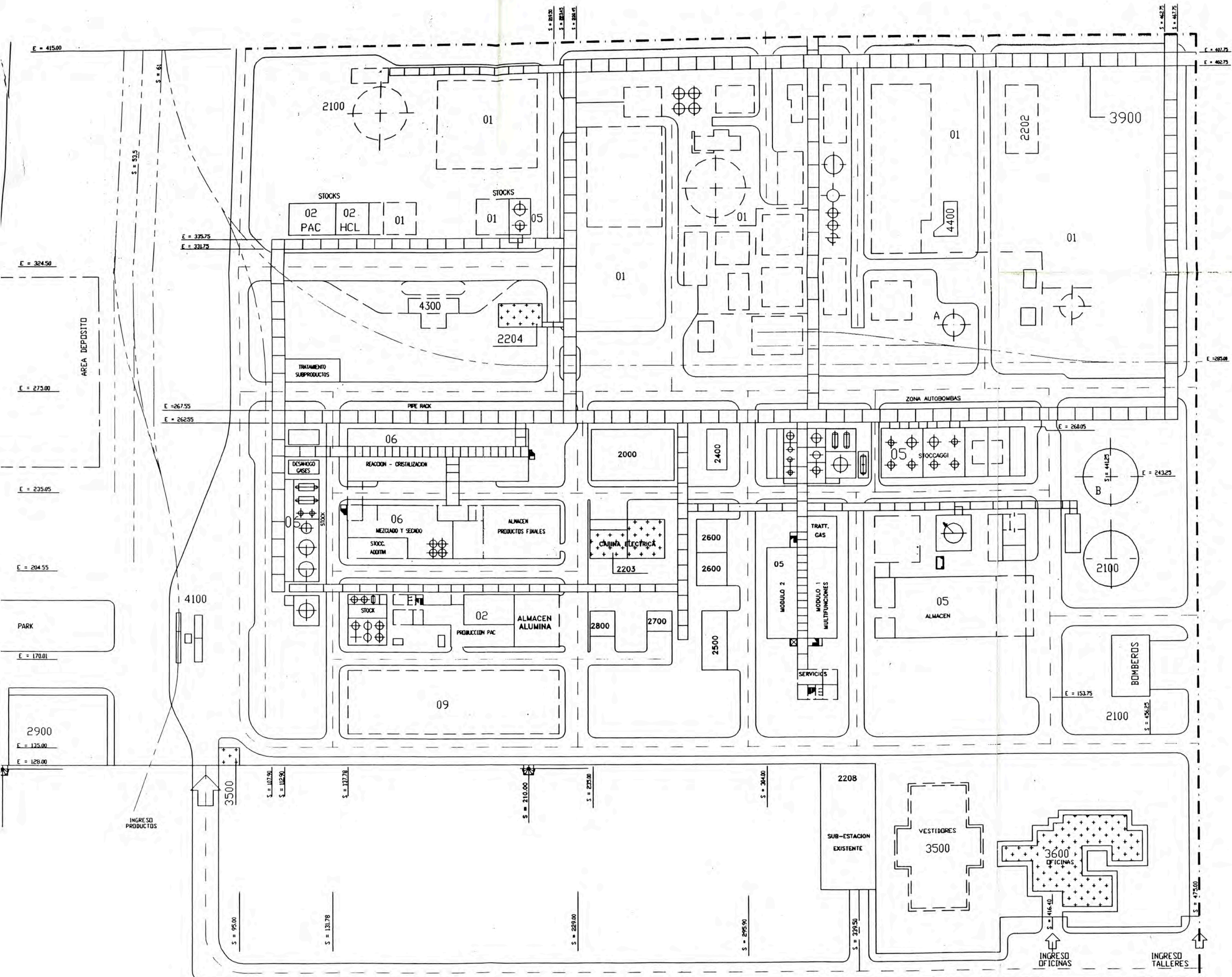


RIFERIMENTI DISEGNI
 LAIQUI DISTRIBUITO TUBAZIONI DIS. N. 333FD-801

| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA | | | |
|---|-----------------------|--------|------------|
| NUMERO | DESIGNACION | ESCALA | |
| UNI-F1100 | DISTRIBUCION DE REDES | S/E | |
| FECHA | PROYECTO DE | FIRMA | APROBACION |
| 05-05-94 | OVEDO OSPINO RICARDO | | |



| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA | | | |
|---|-------------------------------------|--------|------------|
| NUMERO | DESIGNACION | ESCALA | |
| UNI-F1000 | DISPOSICION DE LAS PLANTAS TECNICAS | S/E | |
| FECHA | PROYECTO DE | FIRMA | APROBACION |
| 05-05-94 | UNELIXO OSPINO RIKARDO | | |



- LEGENDA**
- 01 PLANTA CLORO-SODIO
 - 02 PLANTA PAC
 - 03 PLANTA CTN (FARMACOS FASE 1)
 - 05 PLANTA QUIMICA FINA
 - 06 PLANTA PRODUCCION DE TAED
 - 07 BIODIÓXIDOS PARA POTABILIZACION
 - 08 ADITIVOS PARA DETERGENTES
 - 09 PLANTA FARMACOS FASE 2
 - 10 RECICLOS DEL CAUCHO
 - 11 ADITIVOS PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA
-
- 1200 ALMACEN
 - 1400 LABORATORIO CENTRAL
 - 1600 PLANTA PRETRATAMIENTO LIQUIDOS EFLUENTES
 - 2000 CENTRAL TERMICA
 - 2100 DEPÓSITOS DE AGUA CONTRA-INCENDIOS
 - 2200 CABINAS ELECTRICAS
 - 2400 AGUA DESMINERALIZADA
 - 2500 TORRES DE ENFRIAMIENTO
 - 2600 GRUPOS FRIGORIFEROS
 - 2700 AIRE COMPRIMIDO
 - 2800 NITROGENO
 - 2900 GAS METANO
 - 3100 TALLER CENTRAL
 - 3500 COMEDOR
 - INGRESO - ENFERMERIA
 - INGRESO PRODUCTOS
 - VESTIBULOS
 - OFICINAS
 - 3900 ESTRUCTURAS DE SOPORTE TUBERIAS
 - 4100 BALANZA AUTOVEHICULOS
 - 4300 ESTACION DE LAVADO AUTOCISTERNAS
 - 4400 AGUA INDUSTRIAL - TANQUE
 - 4500 LINEA FERROVIA
-
- A TORRE PIEZOMETRICA EXISTENTE
 - B ESTANQUE DE ACUMULACION AGUA INDUSTRIAL
 - EXIST. EDIFICIOS EXISTENTES

| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA | | | |
|---|--|--------|------------|
| NUMERO | DESIGNACION | ESCALA | |
| UN-F001 | COMPLEJO MULTINDUSTRIAL - FERRANDIA PLANIMETRIA GENERAL | 1:500 | |
| FECHA | PROYECTO DE | IRMA | APROBACION |
| 05-06-94 | OHEDO OSPINO RICARDO | | |