# CAPÍTULO 3: INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

**3.1. Sistema de control en nuestra planta.....3-1**
3.1.1. Introducción: objetivos del sistema de control .....3-1
Necesidades de automatización en la planta ..... 3-1
Propósito global de un sistema de control ..... 3-2
Metas en el sistema de control planteado ..... 3-2
Control de calidad..... 3-3
3.1.2. Implementación física .....3-3
3.1.2.1. Control por computador / control digital .....3-3
3.1.2.2. Arquitectura del sistema de control: distribuida .....3-5
3.1.2.3. Elementos del sistema de control .....3-6
3.1.3. Nomenclatura .....3-7

**3.2. Descripción y diagramas de los lazos de control .....3-9**
3.2.1. Consideraciones generales en cuanto a los lazos de control .....3-9
3.2.2. Nomenclatura de los lazos de control:.....3-9
3.2.3. Lista y descripción de lazos de control .....3-9

**3.3. Instrumentación .....3-94**
3.3.1. Lista de instrumentación.....3-95
3.3.2. Hojas de especificación elementos de medida.....3-111
3.3.3. Válvulas de control .....3-127
*3.3.3.1.* Dimensionamiento de válvulas de control .....3-127
3.3.4. Tarjetas de Adquisición de Datos .....3-134
*3.3.4.1.* Recuento de señales.....3-134
*3.3.4.2.* Determinación del número de tarjetas de adquisición de datos .....3-143
*3.3.4.3.* Hojas de especificación de las tarjetas de adquisición de datos .....3-144

Para la operación adecuada de cualquier planta química no basta con un correcto desarrollo del proceso, o un logrado diseño de equipos. Es necesario disponer de algún mecanismo que asegure la operación del proceso con las condiciones deseadas.

Éste es el propósito del sistema de control: conducir el proceso al estado estacionario durante la puesta en marcha de la planta, evitar desviaciones ante las perturbaciones a las que se ve sometido, y hacer un seguimiento de las variables de proceso.

En este capítulo se presenta el sistema de control de nuestra planta abordando los temas que se consideran de mayor importancia, como por ejemplo el tipo de sistema de control que se quiere implantar, la explicación de las variables que deben ser controladas o supervisadas, y los elementos de interfase con el proceso para llevarlo a cabo.

## 3.1. SISTEMA DE CONTROL EN NUESTRA PLANTA

### 3.1.1. Introducción: objetivos del sistema de control

*Necesidades de automatización en la planta*

El sistema de control se implanta principalmente para llevar a cabo de forma automática las siguientes tareas:

- **Procesos continuos: regulación de una variable (mantener una variable en un valor de consigna o *set-point*).**

  Sin embargo, en algunos casos, por la complicación del proceso, no se puede regular una variable de forma totalmente automatizada. En tales situaciones el control se hace mediante aviso con alarmas e intervención directa del operario, como ocurre en algunos lazos de control en nuestra planta (obtención de $CO_2$ en los hornos de descomposición de la piedra caliza.

- **Procesos discontinuos: regulación de una variable y secuenciación de operaciones.**

  Algunos procesos funcionan siguiendo una secuencia de operaciones programable, que se lleva a cabo mediante señales de entrada desde el proceso y órdenes desde la unidad de control.

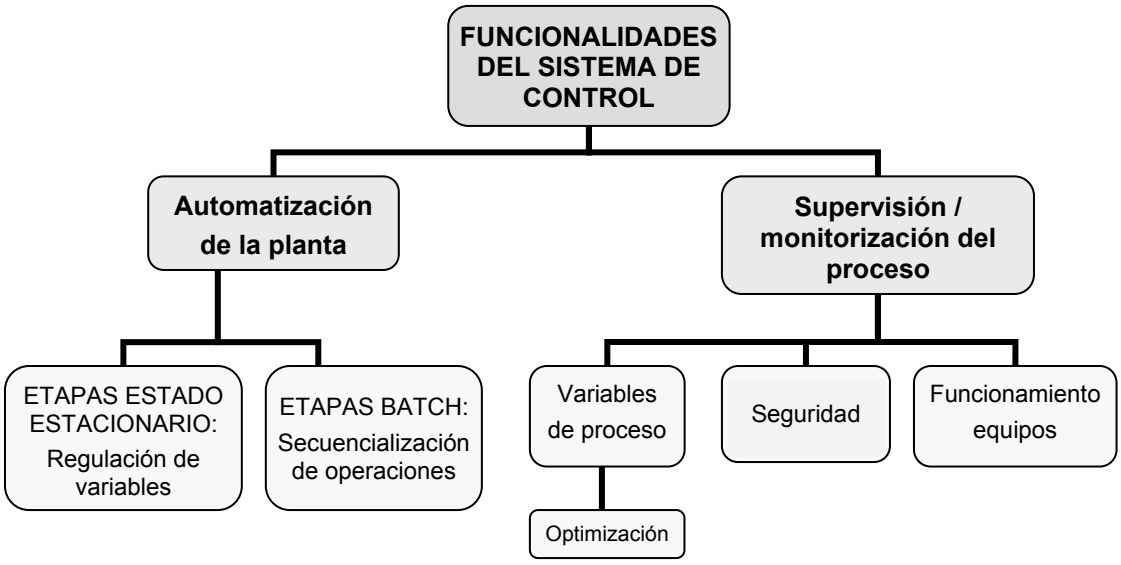
  En nuestro proceso hay varias etapas cruciales que requieren un lazo de automatización, como es el caso del ciclo de rotación de limpieza en las torres solvay (C-501 a C-510).

  Otro ejemplo de sistema automatizado, es el funcionamiento alternado de equipos como los sedimentadores (S-301 y S-302) o la operación de llenado de tanques pulmón (T-303 y T-304).

Hay otros equipos que funcionan mediante una secuencia de operación más complicada que requieren la intervención directa del operario. Un ejemplo sería el caso de los hornos de descomposición de piedra caliza (H-201 y H-202).

*Propósito global de un sistema de control*

Esta automatización de procesos continuos y discontinuos es el principal objetivo del sistema de control. Pero tiene otras funcionalidades importantes, como la supervisión y monitorización de variables para comprobar la correcta operación de la planta, e incluso para pensar en mejoras sobre la misma.




*Metas en el sistema de control planteado*

Un sistema de control, por tanto, permite un gran número de actuaciones que pueden ir desde una medida de temperatura para comprobar la operación de un reactor, hasta un complejo sistema de optimización del proceso mediante técnicas avanzadas de control.

Sin embargo, el objetivo del sistema de control que se plantea no pretende abarcar un estudio tan extenso, sino hacer una recopilación de las variables críticas del proceso y esbozar el tipo de control al que deberían someterse.

Por tanto, en las páginas que siguen se contemplan los aspectos más importantes en cuanto a:

- Regulación de variables del proceso
- Automatización de operaciones discontinuas en etapas críticas del proceso
- Supervisión de los parámetros de proceso más importantes que puedan asegurar una correcta evolución de la planta.

La supervisión del correcto funcionamiento de los equipos, mediante relés de temperatura y otras variables indicadores del mismo estilo tampoco va a ser materia de este estudio.

*Control de calidad*

Existe otro concepto de control: el control de calidad, tanto de materias primas que llegan, como de los productos obtenidos en diferentes puntos a lo largo del proceso. Los resultados de este tipo de análisis sirven para hacer una evaluación sobre el correcto funcionamiento de la planta, y por tanto pueden influir en el reajuste del sistema de control, set-points, etc. Sin embargo este control que se realiza sobretodo a nivel de laboratorio, no entra dentro del sistema de control que se está planteando.

## 3.1.2. Implementación física

### 3.1.2.1. Control por computador / control digital

Antes de pensar en la implementación física del sistema de control, hay que considerar el tipo de control que se quiere llevar a cabo (si es analógico o si es digital) ya que de ello depende la estructura del sistema de control.

El control que se lleva a cabo en nuestra planta es digital, por computador. En la actualidad, en cualquier sistema que posea cierto grado de complejidad, no se plantea el diseño de un sistema de control que no sea de este tipo.

La razón son las múltiples ventajas, respecto a la utilización de controladores analógicos, en cuanto a:

- herramientas de cálculo
- recopilación de información
- integración de funcionalidades como regulación de variables, seguimiento de variables, recopilación y centralización de datos, etc.

Es cierto que el control por computador también presenta algunos inconvenientes, como la excesiva dependencia del control en pocas unidades de decisión. Sin embargo, el desarrollo de estos sistemas ya ha encontrado maneras de mitigar estos inconvenientes, como la descentralización en un solo equipo de las funciones de control (utilizando un buen sistema de comunicación entre computadores), y la redundancia en las unidades de control con más responsabilidad.

Otro inconveniente, aunque sin ser tan crítico, es la utilización de funciones discretas en vez de continuas; esto se soluciona llevando a cabo una elección adecuada del tiempo de muestreo de señal.

*Control digital y algoritmos de control*

Con relación a los algoritmos de control para los distintos lazos, este tipo de control digital presenta importantes utilidades respecto a la utilización de controladores analógicos (muy basados en un algoritmo de control PID). Algunas de estas utilidades son la capacidad de cálculo y capacidad de lógica sobre las variables de entrada así como las de salida, capacidad de reestructurar en línea lazos de control (control adaptativo), posibilidad de adaptarse automáticamente a cambios en el proceso, un mayor número de algoritmos de control, etc.

Esto nos permite en un principio plantearnos únicamente qué tipo de lazo de control queremos poner, y más adelante encontrar el algoritmo de control más apropiado según la dinámica de las variables del proceso que intervengan.

Este análisis de los algoritmos de control adecuados para cada uno de los lazos es una tarea que despierta cierto interés, ya que una buena elección de los algoritmos de control, así como una buena elección de los parámetros y constantes de cada lazo de control, puede llegar a ser una herramienta importante para la optimización del proceso.

A continuación se plantea es una serie de propuestas de algoritmos de control según dinámica del sistema:

*Tabla: Resumen de los lazos y algoritmos de control que para la planta*

| Lazos de control | Algoritmos de control | |
|---|---|---|
| feed-back | control on-off | |
| feed-back + feed-forward | control PID digital | P: error tolerable en régimen estacionario (nivel en tanques de líquido / presión en tanques de gas)<br>PI: error en régimen estacionario no aceptable, proceso rápido para que el efecto dinámico de la acción integral no sea significativo, señal de medida con ruido (caudal)<br>PID: no hay ruido, se quiere incrementar la velocidad de respuesta, en procesos lentos para incrementar la velocidad de respuesta (temperatura / presión de vapor en un equilibrio térmico / composición) |
| | control de sistemas con inversa de respuesta | |
| | control de sistemas con tiempo muerto elevado | Predictor de Smith |
| | control de sistemas multivariables | |
| feed-forward | control de proporción | |
| seguimiento de variables | Sistemas expertos<br>Control estadístico de variables | |

Ver cuál es el algoritmo más adecuado para cada lazo de control requeriría un estudio más a fondo de la dinámica de sistemas en las diferentes partes de la planta: orden del sistema, variables, perturbaciones y su magnitud, grados de libertad, dinámica de los elementos del sistema de control (tanto elementos primarios como elementos finales), etc.

Sin embargo llevar a cabo este diseño de los algoritmos de control ocuparía mucho tiempo y por ello no se contempla en este proyecto, y centrándonos en cambio en la elección de los lazos de control y la instrumentación requerida y no tanto en su diseño.

### 3.1.2.2. Arquitectura del sistema de control: distribuida

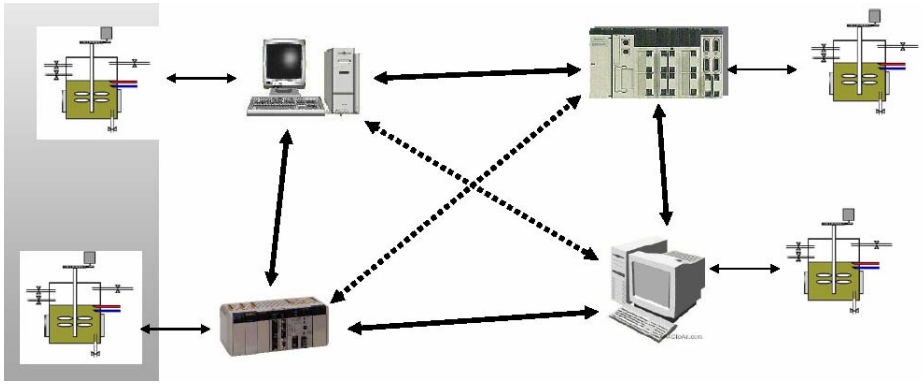
Las dos posibles estructuras del sistema de control por computador son la centralizada y la distribuida, que se pueden combinar formando estructuras híbridas.

Debido a la problemática que presenta la estructura de control centralizada en cuanto a falta de fiabilidad del sistema ante incidencias en la red de comunicaciones o en el ordenador central, desarrollaremos un sistema de control distribuido. De este modo, se podrá combinar la supervisión global de la toda la planta con controles locales en las diferentes áreas.

*Fundamento de una arquitectura distribuida*

Para implantar una arquitectura distribuida es necesario identificar grupos de procesos o áreas funcionales con cierta independencia, para asignar a cada grupo una unidad de control. A su vez, cada unidad de control debe tener la capacidad de intercomunicación con el resto de unidades, y con los ordenadores servidor que recopilan la toda la información del proceso.

En nuestra planta llevaremos a cabo esta agrupación de procesos por áreas de la planta, puesto que la distribución por áreas ya se ha hecho teniendo en cuenta grupos funcionales.



*Esquema de una arquitectura distribuida*

*Características de una arquitectura distribuida*

Las principales ventajas de una estructura de control distribuida son las siguientes:

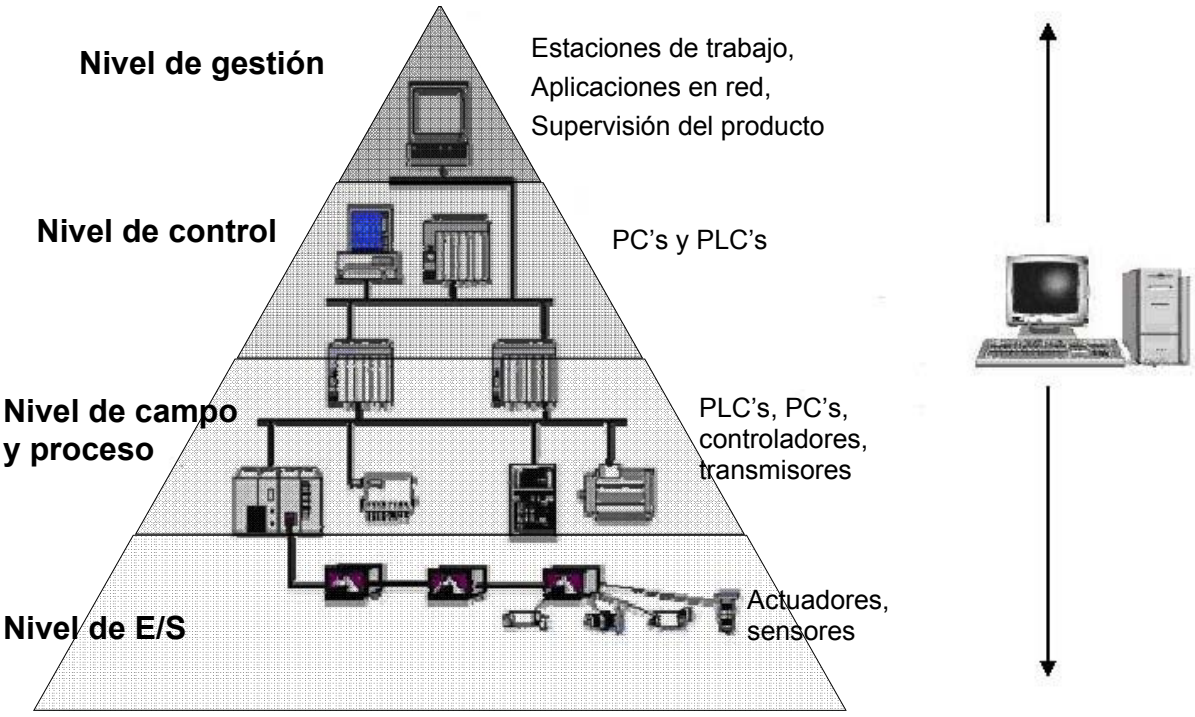
- Cada unidad funcional es más sencilla
- Las unidades de control pueden ser también más sencillas
- Si falla una unidad de control no se paraliza necesariamente toda la planta

Sin embargo, también presenta algunos inconvenientes, que habrá que considerar a la hora de diseñar la estructura de control:

- Las unidades de control deben soportar las comunicaciones

- Para no sobrecargar el sistema es necesario identificar procesos autónomos

Como último apunte en cuanto al diseño de la arquitectura distribuida, diremos que se trata de una arquitectura jerárquica que sigue el siguiente patrón:




*Jerarquía en el sistema de control*

### 3.1.2.3. Elementos del sistema de control

Los elementos necesarios para implantar el sistema de control son:

*A - Interfase con el proceso (instrumentación básica)*

Se trata de los elementos que se encuentran en contacto con el proceso, tanto realizando medidas para informar sobre variables, como para llevar a cabo las actuaciones que pide el sistema de control.

A1 - Medida y transmisión de señales:

***Sensor + transductor + convertidor a señal estándar***

A partir de estos elementos se obtiene una señal eléctrica, tanto analógica como digital, para ser enviada a la unidad de control, supervisión, o almacenamiento de datos.

Las variables medidas en nuestro sistema son:

- ► Temperatura
- ► Nivel
- ► Presión
- ► Caudal
- ► Composición

A2 - Elementos finales de control:

Son los encargados de llevar a cabo la acción de control:

► Válvulas de control ► Dosificadores

► Variadores de frecuencia en motores

*B – Tarjetas de adquisición y generación de señales.*

La interfase unidad de control – proceso se lleva a cabo a través de las tarjetas AD/DA, que tienen la función de adquisición y generación de señales.

*C - Unidades de decisión*

Entendemos por unidades de decisión los computadores con las funciones de:

- Controlador
- Recopilación de datos
- Generación de alarmas visuales / sonoras
- Interficie con el operario (programador del algoritmo de control / supervisor del proceso / ... )

Como controladores en campo utilizaremos PLC's, ya que presentan mayor robustez que los PC's.

En cambio, en las salas de supervisión del proceso, se utilizarán PC's, que permiten una interficie con el operario tipo SCADA. Estos PC's tendrán una estructura redundante que evite la parada de sus funciones ante un fallo en un solo ordenador.

*D – Red de comunicaciones*

Todos estos elementos del sistema de control han de estar comunicados mediante una red de transmisión de datos segura, que permita:

- Gestionar gran numero de paquetes de datos de pequeño tamaño
- Transmitir señales de forma rápida y con una elvada frecuencia
- Operar en entornos agresivos

Se utilizaran redes industriales RI tipo buses de campo (p.ej Profibus), o redes actuador-transmior (p.ej AS-i).

## 3.1.3. Nomenclatura

*Nomenclatura lazos:* *v-eeee-xx*

- v = variable controlada:

| Tabla 3-1: Nomenclatura variable controlada (magnitudes) | | | |
|---|---|---|---|
| A | Análisis | P | Presión |
| C | Conductividad | R | Turbidez |
| D | Densidad | T | Temperatura |
| F | Flujo | | |
| L | Nivel | | |

- eeee = equipo donde se está realizando este control
- xx = número de lazo en este área (para supervisión del proceso: 90 a 99)

Por ejemplo:

Lazo **A-SB302-01** es el lazo 01 de la zona 300 que controla composición en el scrubber SB-302.

Lazo **P-CL301-05** es el lazo 05 de la zona 300 que controla presión en el ciclón CL-301.

*Nomenclatura instrumentación:* *vii(N)-eee-xx*

- v = variable controlada:
  ver tabla 3-1
- ii = instrumento

| Tabla 3-2: Nomenclatura instrumentación de control (funciones) | | | |
|---|---|---|---|
| T | Sensor (E) / Transmisor de señal | I/P | Transductor intensidad-presión |
| E | Elemento medidor = Sensor | CV | Válvula de control |
| IC | Indicador / Controlador | HV | Válvula automática todo-nada |
| HA | Alarma máximo | XV | Final de carrera |
| LA | Alarma mínimo | VF | Variador de frecuencia |
| TAD | Tarjeta de Adquisición de Datos | DS | Dosificador sólidos |

Los transmisores de señal, que son instrumentos que incluyen en un solo aparato el elemento medidor (sensor), el transductor de señal y, por último, el convertidor para estandarizar el señal, se denominan con una T. En los diagramas de control, sin embargo, se diferencia la parte de medida (E sensor) y la parte de transducción del señal (T transductor).

- N = cifra para diferenciar dos instrumentos en caso que su nomenclatura coincidiera. Opcional.
- eeee = equipo donde se está realizando este control
- xx = número de lazo en este área

Por ejemplo:

Instrumento **LHA-T301-01** es una alarma máxima de nivel en el lazo 01 de la zona 300, situado en el tanque T-301.

Instrumento **PT-CL301-05** es un transmisor de presión en el lazo 05 de la zona 300, situado en el ciclón CL-301.

## 3.2. DESCRIPCIÓN Y DIAGRAMAS DE LOS LAZOS DE CONTROL

Este segundo apartado tiene como objetivo plantear los lazos de control, operaciones automatizadas y supervisión de variables necesarios para el correcto funcionamiento de la planta.

Se ha prestado especial atención a las etapas de reacción, punto más crítico de la planta en cuanto a regulación de variables.

### 3.2.1. Consideraciones generales en cuanto a los lazos de control

- Se ha buscado siempre el lazo de control más sencillo posible que se adapte al sistema a controlar
- Se han planteado soluciones alternativas al establecimiento de lazos de control antes de decidir si era realmente necesario ponerlos
- Debido al sistema de control distribuido, se ha pensado no solo una regulación de las variables controladas, sino también en un seguimiento de las mismas. Por tanto, todos los elementos controladores son también elementos indicadores, y aparecen en el diagrama como “IC”

### 3.2.2. Nomenclatura de los lazos de control:

1. Los medidores / transductores que vienen integrados en un solo aparato, se separan en los diagramas de control en las dos partes funcionales.
   - elemento medidor E
   - transductor del señal físico medido a señal estándar que se pueda enviar por la red de comunicación del sistema de control T
2. Las válvulas de control de actuación neumática constan de un dispositivo que transforma el señal eléctrico recibido a señal neumático. Este dispositivo viene integrado en la misma válvula de regulación, pero se ha separado en los diagramas y se representa como I/P

Instrumentación: la instrumentación utilizada en cada lazo de control aparece en su correspondiente diagrama. La descripción de elementos primarios y válvulas se encuentra contenido en el apartado 3.3 (Instrumentación).

### 3.2.3. Lista y descripción de lazos de control

A continuación se presenta el control, operaciones automatizadas y supervisión de variables más importantes, por áreas.

# LAZOS DE CONTROL EN EL ÁREA 100: Tanques de salmuera

| | | DESCRIPCIÓN | V.CONTROLADA / MONITORIZADA | V.MANIPULADA | TIPO DE LAZO | ÍTEM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CONTROL** | **Operaciones batch** | Entrada de salmuera a los distintos tanques (T-101 a T-108). *Pág 3-11* | Entrada / no entrada a los distintos tanques | Entrada / no entrada a los distintos tanques | Automatización | F-T100-01 |
| | | Salida de salmuera de los distintos tanques (T-101 a T-108). *Pág 3-11* | Salida / no salida de los distintos tanques | Salida / no salida de los distintos tanques | | |

### *Entrada y salida de salmuera a los distintos tanques (T-101 a T-108)*

*Objetivo*

En la zona de almacenamiento de salmuera para unas horas, que es donde se hace el control de calidad de salmuera, y se homogeneiza el caudal de entrada al proceso, hay 8 tanques de salmuera: T-101 a T-108.

Hay dos líneas de cuatro tanques, que se van llenando de forma secuencial. De este modo, hará falta un sistema de válvulas automáticas que permitan la entrada de salmuera a unos tanques y no a otros.

La salida de salmuera al proceso se efectúa del mismo modo, mediante una rotación del tanque suministrador.

Para dar las señales de obertura y cierre de las válvulas se utilizarán sensores de nivel límite que avisarán cuando cada tanque esté lleno / vacío

*Identificación*

| **Equipos donde se aplica el control** | **AUTOMATIZACIÓN** | | |
|---|---|---|---|
| | **Llenado** | **Vaciado** | |
| T-101 a T-108 | F-T100-01 | | *Lazo desarrollado* |

*Instrumentación necesaria:*

- Sensores de nivel máximo y mínimo: FT01-T100-01 a FT16-T100-01
- Válvulas automáticas para entradas y salidas: FT01-T100-01 a FT16-01

| Tanque | Sensor de nivel máximo | Sensor de nivel mínimo | Válvula automática de entrada | Válvula automática de salida |
|---|---|---|---|---|
| T-101 | FT01-T100-01 | FT09-T100-01 | FHV01-T100-01 | FHV09-T100-01 |
| T-102 | FT02-T100-01 | FT10-T100-01 | FHV02-T100-01 | FHV10-T100-01 |
| T-103 | FT03-T100-01 | FT11-T100-01 | FHV03-T100-01 | FHV11-T100-01 |
| T-104 | FT04-T100-01 | FT12-T100-01 | FHV04-T100-01 | FHV12-T100-01 |
| T-105 | FT05-T100-01 | FT13-T100-01 | FHV05-T100-01 | FHV13-T100-01 |
| T-106 | FT06-T100-01 | FT14-T100-01 | FHV06-T100-01 | FHV14-T100-01 |
| T-107 | FT07-T100-01 | FT15-T100-01 | FHV07-T100-01 | FHV15-T100-01 |
| T-108 | FT08-T100-01 | FT16-T100-01 | FHV08-T100-01 | FHV16-T100-01 |

# LAZOS DE CONTROL EN EL ÁREA 200: Hornos calcinación y tratamiento de los gases de proceso

| | | DESCRIPCIÓN | V.CONTROLADA / MONITORIZADA | V.MANIPULADA | TIPO DE LAZO | ÍTEM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CONTROL** | **Proceso continuo** | Carga proporcional caliza – coque en los hornos H-201 y H-202. *Pág. 3-13* | Relación entrada de caliza y entrada de coque | caudal de entrada de coque al horno | Feed-forward | W-H201-01 y W-H202-02 |
| | | Control de la eliminación de partículas en el precipitador electrostático PE-201. *Pág. 3-16* | Concentración de partículas tras PE-201 | Potencial aplicado en el precipitador | Feed-back | D-PE201-03 |
| | | Regulación del caudal de agua al absorbedor de SO2 SB-201. *Pág. 3-18* | Agua necesaria para el lavado de SO2 | Caudal de entrada de agua | Feed-forward (ratio control) | F-SB201-04 |
| **SUPERVISIÓN / MONITORIZACIÓN** | **Seguimiento del proceso** | Funcionamiento de los hornos H-201 y H-202. *Pág. 3-15* | Concentración de CO2 a la salida | --- | Supervisión y alarma mín | AT-H201-90 y AT-H202-90 |
| | | | Concentración de CO a la salida | --- | Supervisión | AT-H201-91 y AT-H202-91 |
| | | | Presión gas a la salida | --- | Supervisión y alarma mín | PT-H201-90 y PT-H202-90 |
| | | | Temperatura gases | --- | Supervisión | TT-H201-90 y TT-H202-90 |
| | | Alternancia en el funcionamiento de los hornos H-201 y H-202:<br>alarma fin de operación de los hornos H-201 y H-202. | Temperatura de operación del horno | --- | Alarma | TT-H201-91 y TT-H201-91 |
| | | Pérdida de presión del gas en el lavador SB-201. | Presión gas a la salida | --- | Supervisión | PT-SB201-90 |

## *Carga proporcional caliza – coque en los hornos H-201 y H-202*

### *Objetivo*

Es necesario que el coque y la caliza entren al horno a una misma velocidad, para conseguir una buena mezcla entre estos dos productos. Por tanto será necesario un control anticipativo que regule la adición de carbón en la entrada.

Por otro lado, la operación de carga en los hornos finaliza con un control de nivel máximo de sólidos.

### *Identificación*

Las medidas y los elementos de actuación relacionados con la operación de carga de estos hornos se incluyen en el siguiente lazo:

| Equipos donde se aplica el control | LAZO | |
|---|---|---|
| H-201 | W-H201-01 | *Lazo desarrollado* |
| H-202 | W-H202-02 | *Lazos análogos* |

### *Caracterización del lazo*

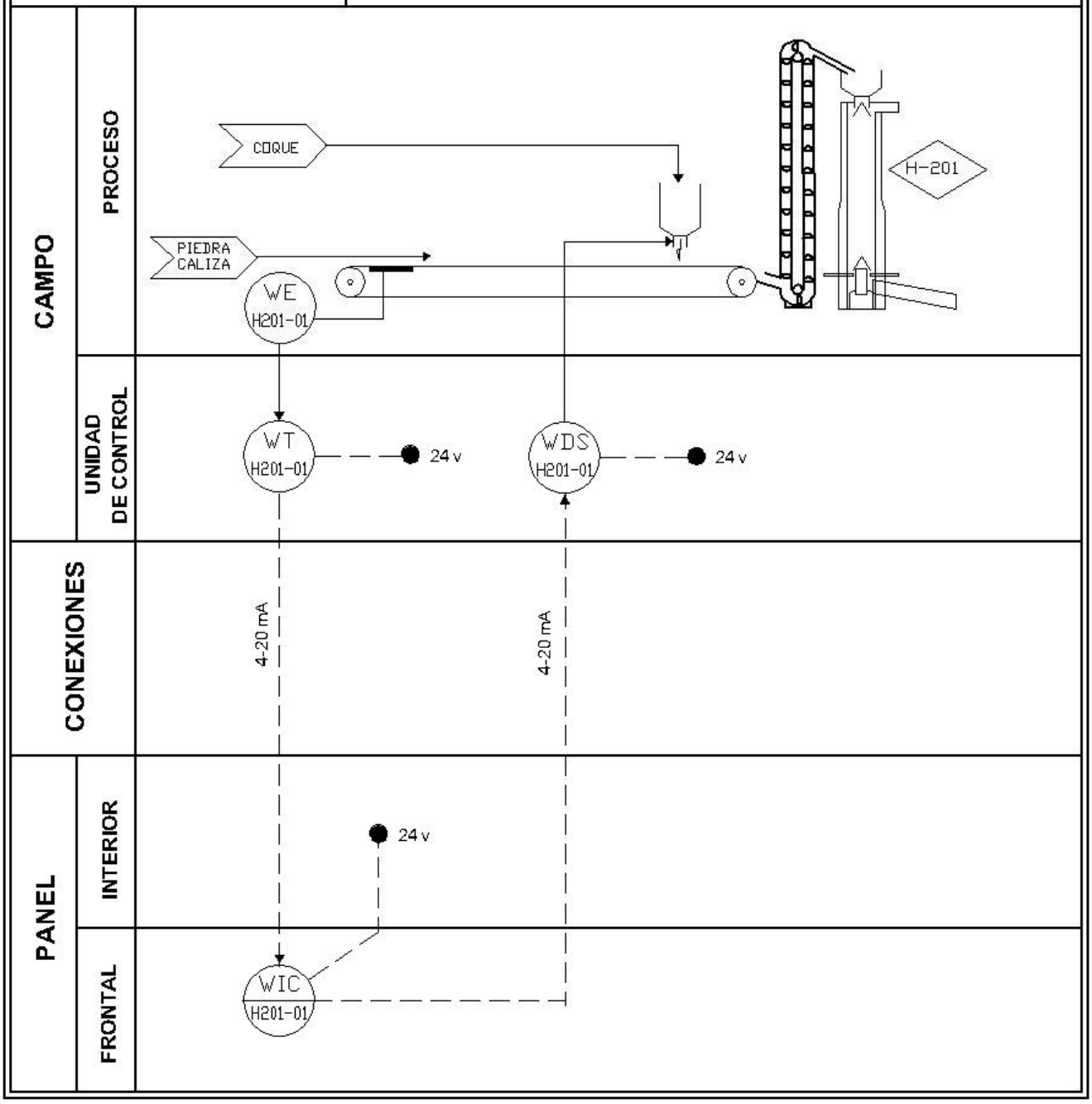
**Ítem** _____ W-H201-01
**Tipo de control** _____ feed-forward
**Variable medida** _____ caudal de entrada de caliza al horno
**Variable manipulada**_____ caudal de entrada de coque al horno
**Set Point** _____ caliza : coque = 12 : 1 (masa)

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL** | **ÍTEM LAZO:** W-H201-01 | **APROBADO:** |
| | | **Proyecto:** 1 | **Área:** 200 |
| | **PLANTA:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 15/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

W-H202-02

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| WT-H201-01 | Sensor / Transmisor de caudal másico |
| WIC-H201-01 | Controlador / Indicador de caudal |
| WDS-H201-01 | Dosificador de la carga de coque |



### *Funcionamiento de los hornos de descomposición de caliza H-201 y H-202*

La etapa de descomposición de caliza no se puede automatizar dada la complicación en el funcionamiento de estos hornos. De hecho incluso el control de variables de operación se debe hacer con mediante intervención directa del operario, sin poder llevarse a cabo un control regulador.

Por tanto será precisa la presencia constante de un operario con un profundo conocimiento de estos hornos, el cual tendrá las siguientes funciones:

1.- seguir la monitorización del proceso, mediante analizadores e indicadores de una serie de parámetros clave en el sistema

2.- dar las instrucciones correspondientes a la secuencia de llenado – puesta en marcha del horno – funcionamiento – parada – limpieza y mantenimiento.

Ya que no se realiza una regulación de variables en sí, será necesario hacer un seguimiento más estricto, de manera que si surgiera algún problema, se pueda detectar, identificar y solucionar lo antes posible. Con este propósito se miden las siguientes variables, cuya desviación será indicador de una serie de posibles problemas:

| **Variables monitorizadas** | **Posibles causas de su desviación** |
|---|---|
| A - Concentración de CO2 a la salida. Alarma cuando mínimo | Combustión incompleta<br>Falta de aire |
| B - Control de concentración de CO y cálculo de la relación CO / CO2: | Si relación CO/CO2 es grande -> falta de oxígeno:<br>* problema de circulación de aire en el lecho<br>* problema de porosidad del lecho<br>* diámetro del coque pequeño, e impide el paso del aire |
| C - Pérdida de presión del gas: entrada – salida | Si pérdida de presión grande:<br>* Problemas de circulación<br>Si pérdida de presión pequeña:<br>* Problemas por la formación de un bypass, y no se consigue una mezcla de reactivos buena. |
| D – Temperatura de los gases del horno | Indica el fin de operación en este horno. |

Se insiste en la presencia de un operario con experiencia dedicado al horno, debido a la complicación en el funcionamiento de estos equipos. Una persona que conozca estos equipos es capaz de:

- tomar una decisión más acertada en cuanto a la actuación en caso de que se de alguno de estos problemas
- dar una respuesta más rápida

Sin embargo, la solución más segura será parar el horno y poner en funcionamiento el horno paralelo. De este modo se pueden llevar a cabo las operaciones de mantenimiento / limpieza / reparación para volver a adecuar el equipo.

Automatizar este proceso es una tarea con alto grado de complejidad, de manera que realmente no compensa la implantación de un sistema de control. La razón principal es automatizar operaciones sólo tiene sentido si se consigue simplificar el proceso, y no justo lo contrario.

## *Control de la separación de partículas en el precipitador electrostático PE-201*

### *Objetivo del lazo de control*

Tras el precipitador electrostático PE-201, los gases son enfriados con un aerorrefrigerador AR-201. Para evitar problemas de en el aerorrefrigerador se pondrá un lazo de control en PE-201 que regulará el potencial electrostático aplicado en este equipo.

### *Identificación del lazo de control*

Este control comprende el siguiente lazo:

| Equipo donde se aplica el control | LAZO DE CONTROL | |
|---|---|---|
| PE-201 | D-PE201-03 | *Lazo desarrollado* |
| --- | --- | *Lazos análogos* |

### *Caracterización del lazo*

**Ítem** _____ D-PE201-03
**Tipo de control** _____ feed-back
**Variable controlada y medida** _____ densidad del gas tras PE-201
**Variable manipulada**_____ potencial eléctrico aplicado

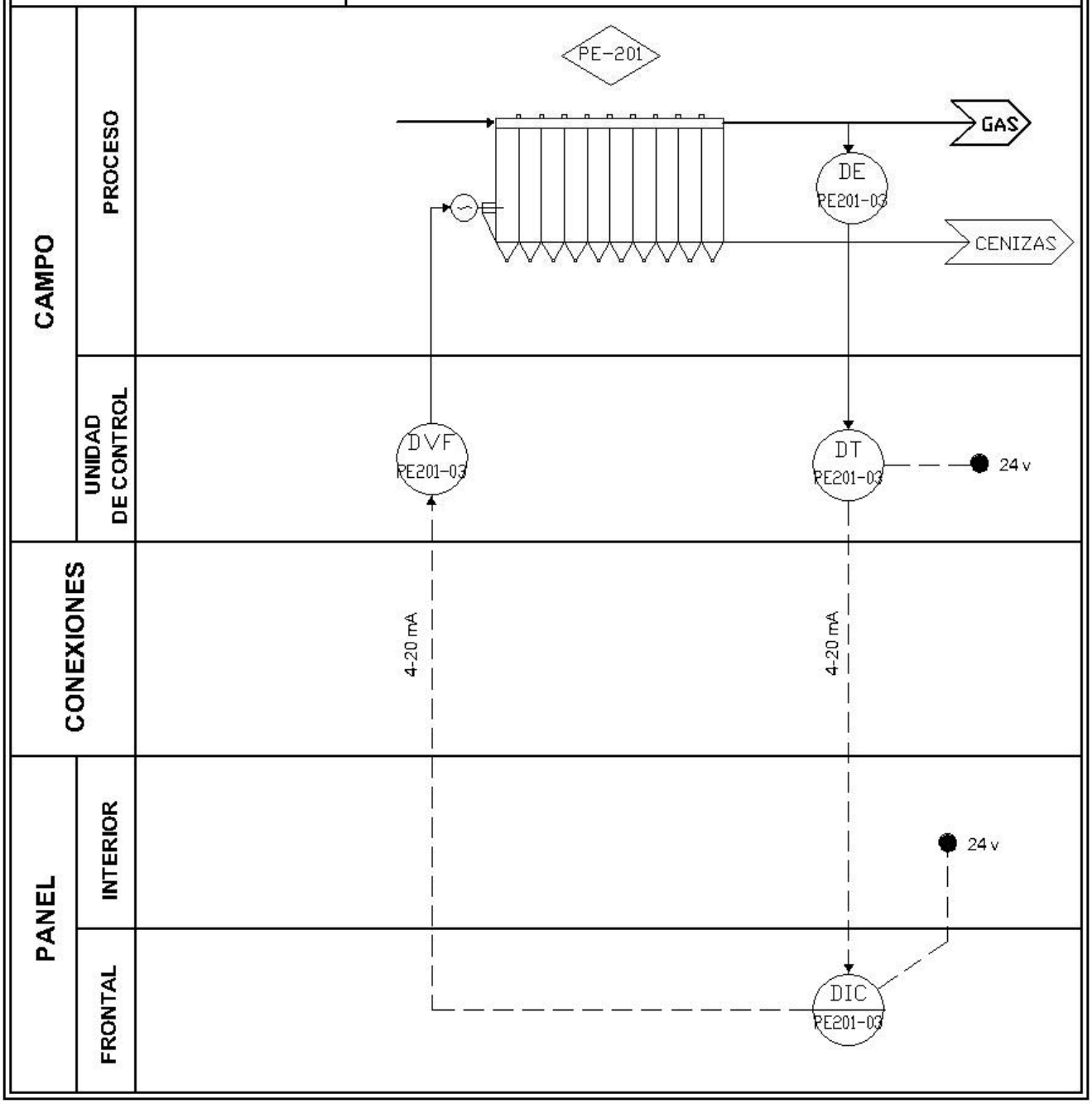
La presencia de partículas no retenidas en el precipitador electrostático queda reflejada en la densidad del gas que sale de este equipo, conociendo las condiciones de presión y temperatura en que se encuentra el gas.

Por otro lado, la variable medida es el campo de energía potencial aplicado en el precipitador, que se consigue variando la carga en el generador del campo eléctrico. En los diagramas este elemento aparece como variador de frecuencia "HF".

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL** | **ÍTEM LAZO:** D-PE201-03 | **APROBADO:** |
| | | **Proyecto:** 1 | **Área:** 200 |
| | **PLANTA:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 15/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| DT-PEH201-01 | Sensor / Transmisor de caudal másico |
| DIC-PE201-01 | Controlador / Indicador de caudal |
| DHV-PE201-01 | Variador de frecuencia |



## *Regulación del caudal de agua al absorbedor de $SO_2$ SB-201*

### *Objetivo del lazo de control*

Ya que se trata de una operación de lavado con un alto consumo en agua, se recurre a un lazo de control para no tener que utilizar un exceso, y poder ajustar el consumo de agua al mínimo requerido.

De este modo, debido a las oscilaciones en el caudal de gas obtenido del horno (puesto que se trata de una operación semi-discontinua), será bueno ir ajustando el agua de lavado mediante un lazo anticipativo de proporción.

### *Identificación del lazo de control*

Este control comprende el siguiente lazo:

| **Equipo donde se aplica el control** | **LAZO DE CONTROL** | |
|---|---|---|
| SB-201 | F-SB201-04 | *Lazo desarrollado* |
| --- | --- | *Lazos análogos* |

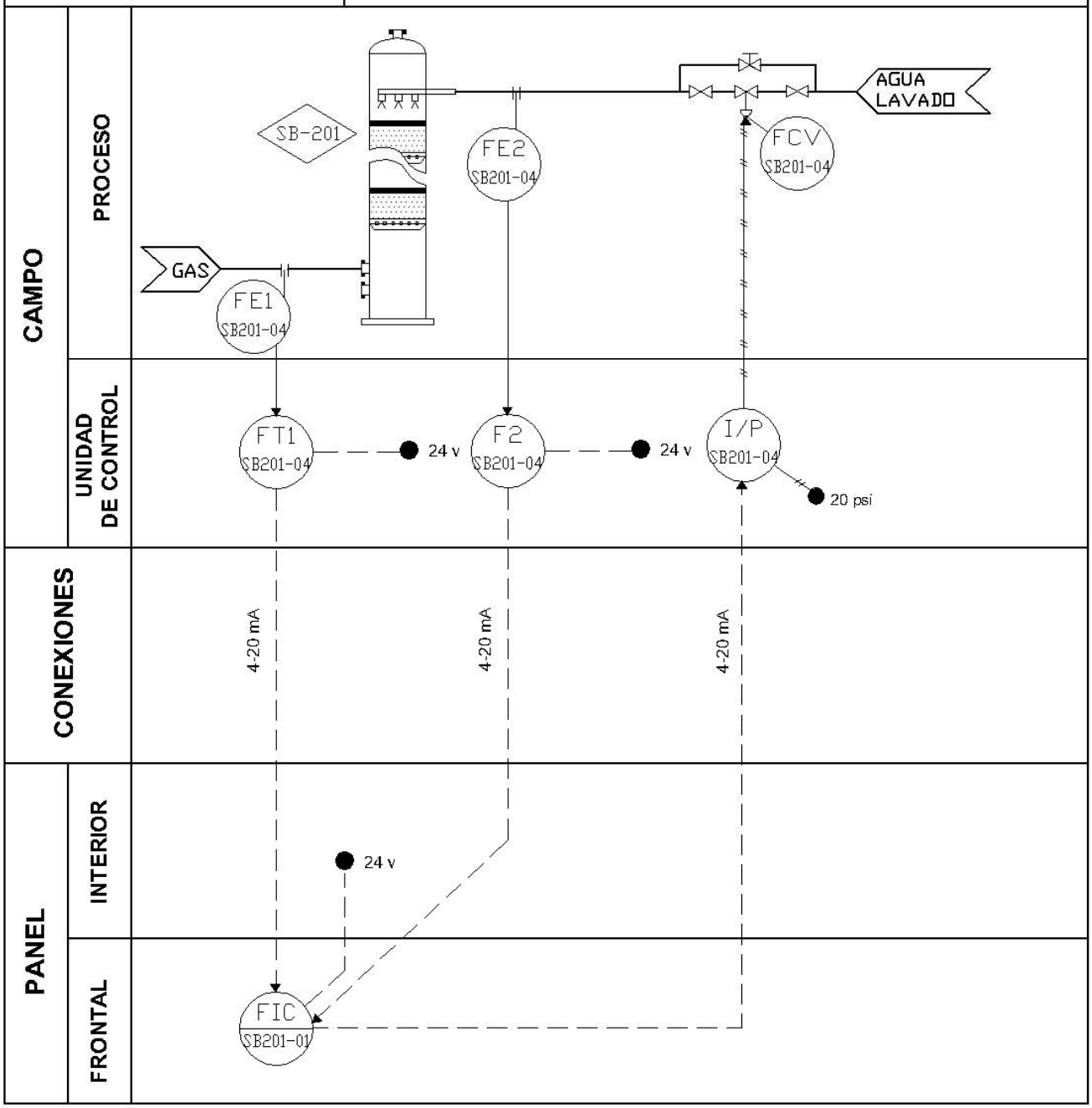
### *Caracterización del lazo*

**Ítem** _____ F-SB201-04
**Tipo de control** _____ feed-forward (ratio control)
**Variable medida** _____ caudal de gas
**Variable manipulada**_____ caudal de entrada de agua
**Set Point** _____ gas : agua = 1 : 1 (masa)

| | ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL | ÍTEM LAZO: F-SB201-04 | APROBADO: |
|---|---|---|---|
| | | Proyecto: 1 | Área: 200 |
| | PLANTA: Producción $Na_2CO_3$ | Diseño: LIMVOC | Fecha: 16/06/06 |
| | Localización: Vilafranca Penedès | Hoja: 1 de: 1 | Pág: |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| FT1-SB201-04 | Sensor / Transmisor de caudal de gas |
| FT2-SB201-04 | Sensor / Transmisor de caudal de líquido |
| FIC-SB201-04 | Controlador / Indicador de caudal |
| I/P-SB201-04 | Transductor intensidad - presión |
| FCV-SB201-04 | Válvula de control |



## CONTROL EN EL ÁREA 300: Purificación de la sal y lavado de gases

| | | DESCRIPCIÓN | V.CONTROLADA / MONITORIZADA | V.MANIPULADA | TIPO DE LAZO | ÍTEM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CONTROL** | **Proceso continuo** | Regulación del caudal de entrada de salmuera. *Pág. 3-21* | Caudal de salmuera | Potencia de la bomba | Control feed-back | F-T301-01 |
| | | Control de nivel en el tanque T-302. *Pág. 3-23* | Nivel en T-302 | caudal de salmuera a S-301 / S-302 | Control feed-back | L-T302-06 |
| | | Control en las condiciones de salida de los gases tras el lavador SB-303. *Pág. 3-26* | Temperatura del gas tras CL-302 | caudal de salmuera a SB-303 | Control feed-back | T-SB303-02 |
| | | Control de caudal de salmuera que entra al lavador SB-301. *Pág. 3-28* | Caudal de salmuera a SB-301 | caudal de salmuera a SB-301 | Control feed-back | F-SB301-03 |
| | **Operaciones batch** | Preparación disolución en los tanques suministradores de reactivos (T-303 y T-304). *Pág. 3-30* | Nivel de solución en los tanques | Entrada de reactivo y agua a tanque pulmón | Automatización | L-T303-04 y L-T304-05 |
| **SUPERVISIÓN / MONITORIZACIÓN** | **Seguimiento del proceso** | Correcta operación en la etapa de purificación de la salmuera. *Pág. 3-23* | Turbidez a salida de sedimentadores | --- | Supervisión | RT-S301-90 y RT-S302-90 |
| | | | Caudal de salmuera a la salida purificación | --- | Supervisión | FT-S300-90 |
| | | Caudal de salmuera tras los lavadores SB-301 SB-302 SB-303. | Caudal salmuera a absorción NH3 (C401) | --- | Supervisión y alarma mín/máx | FT-SB300-90 |
| | | Amoníaco en el efluente gaseoso tras el lavador de gases SB-301, S-304. | Concentración de amoníaco en gas | --- | Supervisión | AT-SB301-90 |
| | | Amoníaco en el efluente gaseoso tras el lavador de gases SB-303, CL-302. | Concentración de amoníaco en gas | --- | Supervisión | AT-SB303-90 |
| | | CO2 en el efluente gaseoso tras el lavador de gases SB-303, CL-302. | Concentración de CO2 en gas | --- | Supervisión | AT-SB303-91 |
| | **Seguridad** | Control seguridad en tanque de mezcla T-301. | Nivel mínimo líquido | --- | Alarma mín | LT-T301-90 |
| | | Control seguridad en sedimentadores S-301 y S-302. | Nivel mínimo líquido | --- | Alarma mín. | LT-S301-90 y LT-S302-90 |

### *Caudal de salmuera que entra al proceso:*

*Objetivo del lazo de control*

El caudal de salmuera que entra a la etapa de purificación caudal corresponde a la entrada de una de las materias primas principales, y determina el caudal de proceso con el que se va a operar.

Para asegurar el caudal necesario, se recurre a un lazo de control feed-back que actúe no directamente sobre la potencia de las bombas, sino sobre una válvula de regulación a la entrada del reactor T-301. De este modo conseguiremos un control más preciso.

*Identificación del lazo de control*

Este control se efectúa mediante los siguientes lazos:

| Equipo donde se aplica el control | LAZO DE CONTROL | |
|---|---|---|
| T-301 | F-T301-01 | *Lazo desarrollado* |
| --- | --- | *Lazos análogos* |

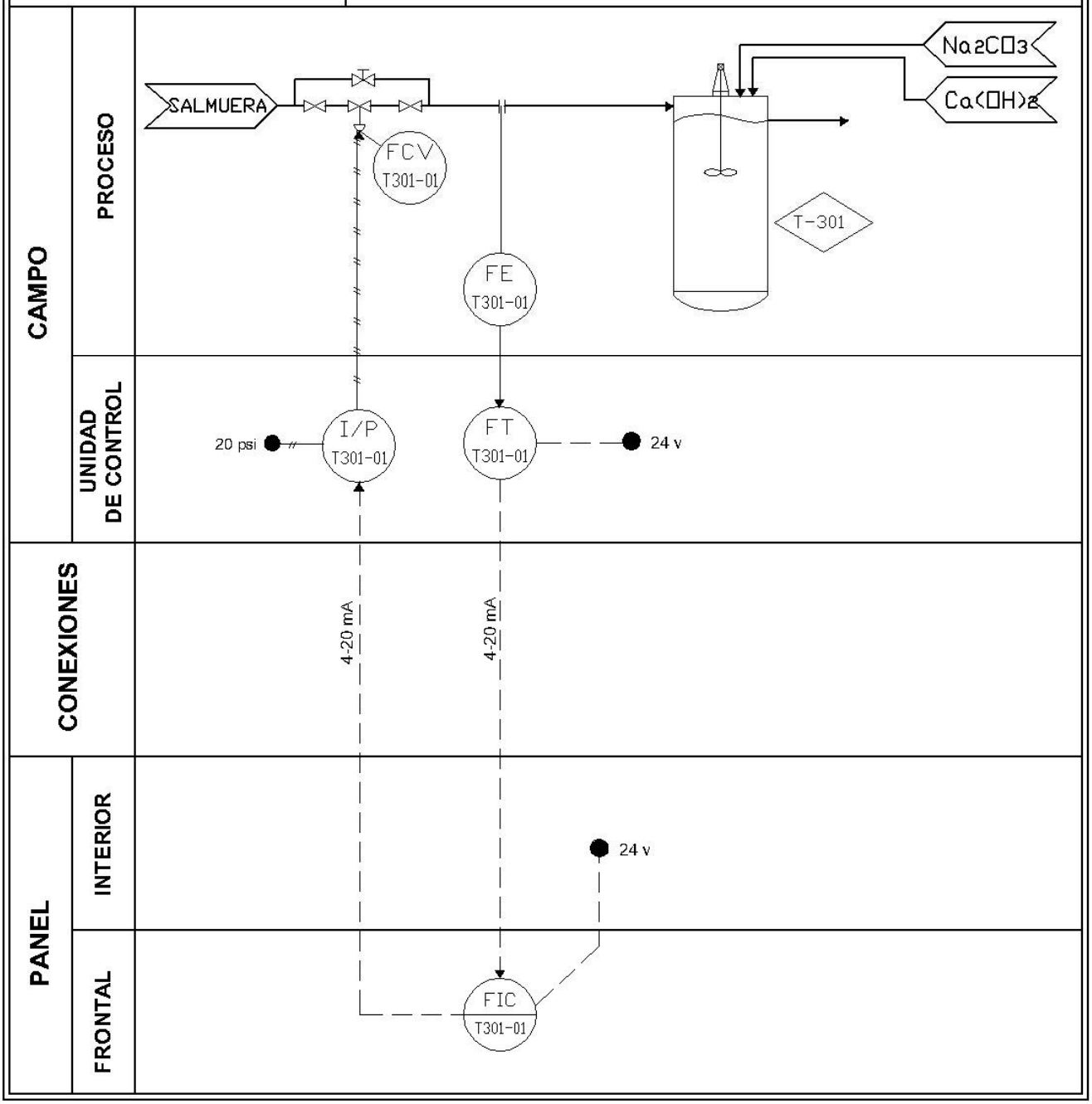
*Caracterización del lazo*

**Ítem** _____ F-T301-01
**Tipo de control** _____ feed-back
**Variable controlada y medida** _____ caudal de salmuera a proceso
**Variable manipulada**_____ obertura de la válvula de regulación

| | ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL | ÍTEM LAZO: F-T301-01 | APROBADO: |
|---|---|---|---|
| | | Proyecto: 1 | Área: 300 |
| | PLANTA: Producción $Na_2CO_3$ | Diseño: LIMVOC | Fecha: 12/06/06 |
| | Localización: Vilafranca Penedès | Hoja: 1 de: 1 | Pág: |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| FT-T301-01 | Sensor / Transmisor de caudal |
| FIC-T301-01 | Controlador / Indicador de caudal |
| I/P-T301-01 | Transductor intensidad - presión |
| FCV-T301-01 | Válvula de control |



## *Control de nivel en el tanque T-302*

### *Objetivo del lazo de control*

Se trata de regular la salida de salmuera que va hacia el sedimentador. Para ello se utiliza lleva a cabo un control de nivel que actúe sobre una válvula de regulación del caudal.

### *Identificación del lazo de control*

Este control se efectúa mediante los siguientes lazos:

| Equipo donde se aplica el control | LAZO DE CONTROL | |
|---|---|---|
| T-302 | L-T302-06 | *Lazo desarrollado* |
| --- | --- | *Lazos análogos* |

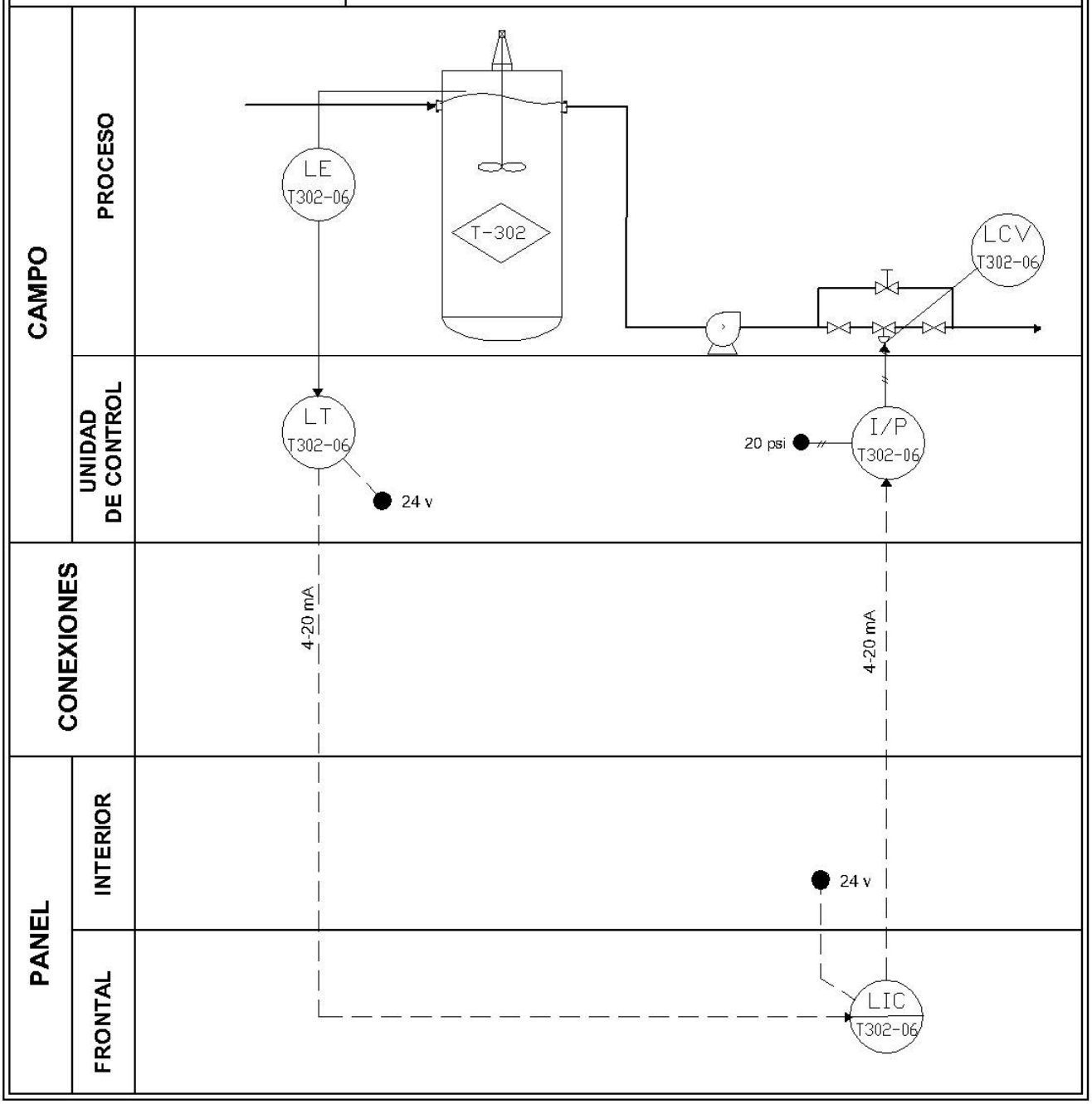
### *Caracterización del lazo*

**Ítem** _____ L-T302-06
**Tipo de control** _____ feed-back
**Variable controlada y medida** _____ nivel en T-302
**Variable manipulada**_____ caudal de salmuera a sedimentador (obertura válvula)

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL** | **ÍTEM LAZO:** L-T302-06 | **APROBADO:** |
| | | **Proyecto:** 1 | **Área:** 300 |
| | **PLANTA:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 12/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| LT1-T302-06 | Sensor / Transmisor de nivel |
| LIC-T302-06 | Controlador / Indicador de nivel |
| I/P-T302-06 | Transductor intensidad - presión |
| LHV-T302-06 | Válvula regulación |



### *Control en la etapa de purificación de salmuera*

En esta etapa de purificación se ha visto que vale más la pena hacer un seguimiento riguroso del buen funcionamiento de los diferentes equipos, y no poner ningún sistema de control como tal.

#### *Posibles lazos de control*

Además de regular el caudal de salmuera purificada que entra al proceso, es igualmente necesario que el proceso de purificación se complete con éxito. Por ese motivo, se plantearon unos posibles lazos de control (que posteriormente fueron descartados):

- Control de adición de reactivos:

El fundamento de esta etapa de purificación es que las impurezas que se quieren retirar reaccionen con un determinado reactivo y el producto obtenido precipite. Por tanto, hace falta una proporción determinada de reactivos.

Un control habitual en procesos de este tipo de sedimentación floculenta es medir tanto el caudal como la turbulencia del afluente, y adecuar entonces la dosis de reactivo. Se trataría de un control proporcional feed-forward con mucho sentido.

Sin embargo, las condiciones del corriente que se quiere tratar en la purificación de la salmuera, a penas van a sufrir variaciones: el caudal es constante, y las concentraciones de Ca2+ y Mg2+ tampoco cambian encontrándose siempre dentro de un rango fijo. Por este motivo se descarta la implantación de este lazo de control. Simplemente se operará añadiendo la dosis exacta de reactivos necesarios.

- Control de la salida de lodos:

Es otra variable que se acostumbra a ir manipulando, en función de la cantidad de partículas sedimentadas, con la finalidad de evitar la salida de partículas suspendidas con la salmuera tratada.

Sin embargo, en el sistema que se nos plantea, no varía el caudal de entrada, no varía apreciablemente la cantidad de impurezas y por tanto no variará la cantidad de partículas sedimentadas. Al pensar en el diseño de esta etapa del proceso, por tanto, se decide fijar la salida de lodos con un valor fijo.

#### *Supervisión de variables indicadoras del buen funcionamiento de los equipos*

Mientras no haya alguna desviación importante en el funcionamiento de los equipos, la salida de la salmuera de esta etapa de purificación será la apropiada. Por tanto, lo que sí se realizará es un seguimiento detallado para comprobar que esta condición se cumple.

Las variables determinantes son las siguientes:

| Equipo | Turbidez del clarificado a la salida de los sedimentadores | Caudal de la salmuera a la salida de los sedimentadores |
|---|---|---|
| S-301 | RT-S301-90 | FT-S300-90 |
| S-302 | RT-S302-90 | |

Con la supervisión y seguimiento de estas variables se comprueba el correcto grado de consecución del proceso de purificación y se plantea la posibilidad de introducir cambios si fuera necesario.

### *Control en las condiciones de salida de los gases tras el lavador SB-303*

*Objetivo del lazo de control*

La finalidad de este equipo SB-303 es lavar los gases que salen del horno de descomposición del bicarbonato (H-801 y H-802) los cuales deben entrar a continuación en la etapa de absorción de CO2 (torres solvay C-501 a C-510).

Por tanto lo que se persigue es garantizar unas buenas condiciones de este gas de proceso. Para ello se lleva a cabo un control de la temperatura de salida del gas, en la cuál queda reflejada una correcta operación del lavador incluyendo la absorción del amoníaco que se desea retirar.

*Identificación del lazo de control*

El lazo de control es únicamente el siguiente:

| Equipo donde se aplica el control | LAZO DE CONTROL | |
|---|---|---|
| SB-303 CL-302 | T-SB303-02 | *Lazo desarrollado* |
| --- | --- | *Lazos análogos* |

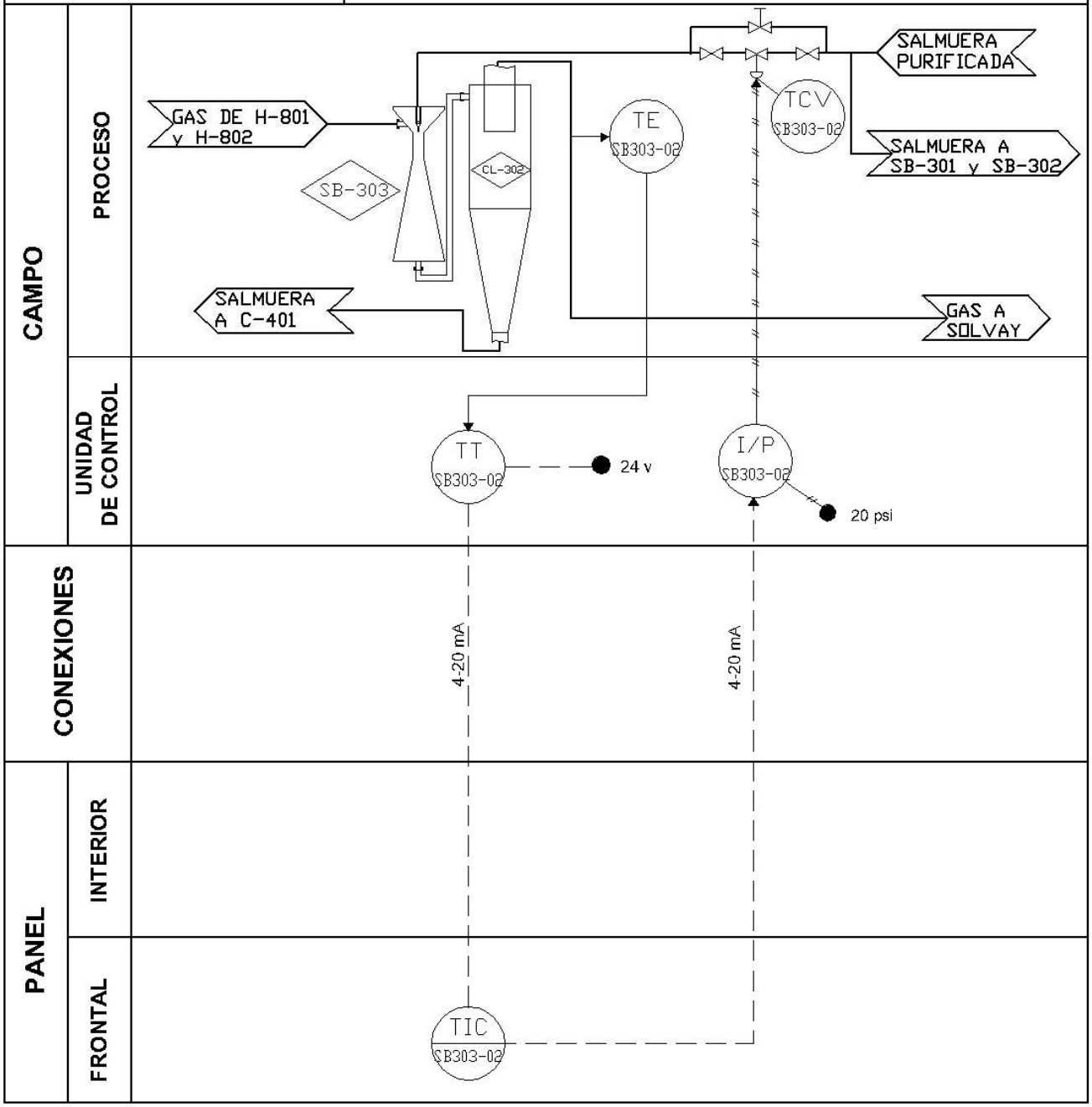
*Caracterización del lazo*

**Ítem** _____ T-SB303-02
**Tipo de control** _____ feed-back
**Variable controlada y medida** _____ temperatura del gas tras el separador gas – líquido CL-302
**Variable manipulada**_____ caudal de salmuera utilizado
**Set Point** _____ 25ºC

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL** | **ÍTEM LAZO:** T-SB303-02 | **APROBADO:** |
| | | **Proyecto:** 1 | **Área:** 300 |
| | **PLANTA:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 12/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| TT-SB303-02 | Sensor / Transmisor de temperatura |
| TIC-SB303-02 | Controlador / Indicador de temperatura |
| I/P-SB303-02 | Transductor intensidad - presión |
| TCV-SB303-02 | Válvula de control |



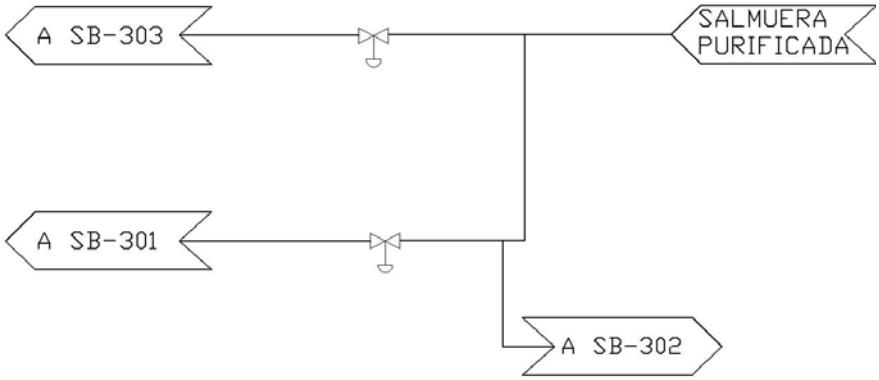
## *Control de caudal de salmuera que entra al lavador SB-301*

### *Objetivo del lazo de control*

Todo el caudal de salmuera que entra en el proceso se utiliza en el lavado de gases, con el objetivo de evitar salida de amoníaco con los efluentes. Para ello se hace una división en tres corrientes para repartirse en los tres scrubbers SB-301, SB-302 y SB-303.

En el lazo de control T-SB303-02 uno de estos tres corrientes se adapta según las necesidades de operación. Esta torre de lavado SB-303 es la más crítica, puesto que es donde mayor cantidad de amoníaco se debe absorber y donde más cantidad de calor se debe retirar.

Entre los otros dos scrubbers, se decide fijar el caudal de salmuera en el equipo donde sea necesario retirar una mayor cantidad de amoníaco. Se trata de SB-301, que procesa los gases que salen de la columna de absorción de amoníaco C-401.




La entrada de salmuera al lavador que queda, SB-302, variará en función de la demanda en SB-303. Sin embargo el correcto funcionamiento del equipo no se verá distorsionado, ya que el lavador ha sido diseñado para trabajar con diferentes caudales de líquido.

### *Identificación del lazo de control*

El lazo de control es el siguiente:

| Equipo donde se aplica el control | LAZO DE CONTROL | |
|---|---|---|
| SB-301 | F-SB301-03 | *Lazo desarrollado* |
| --- | --- | *Lazos análogos* |

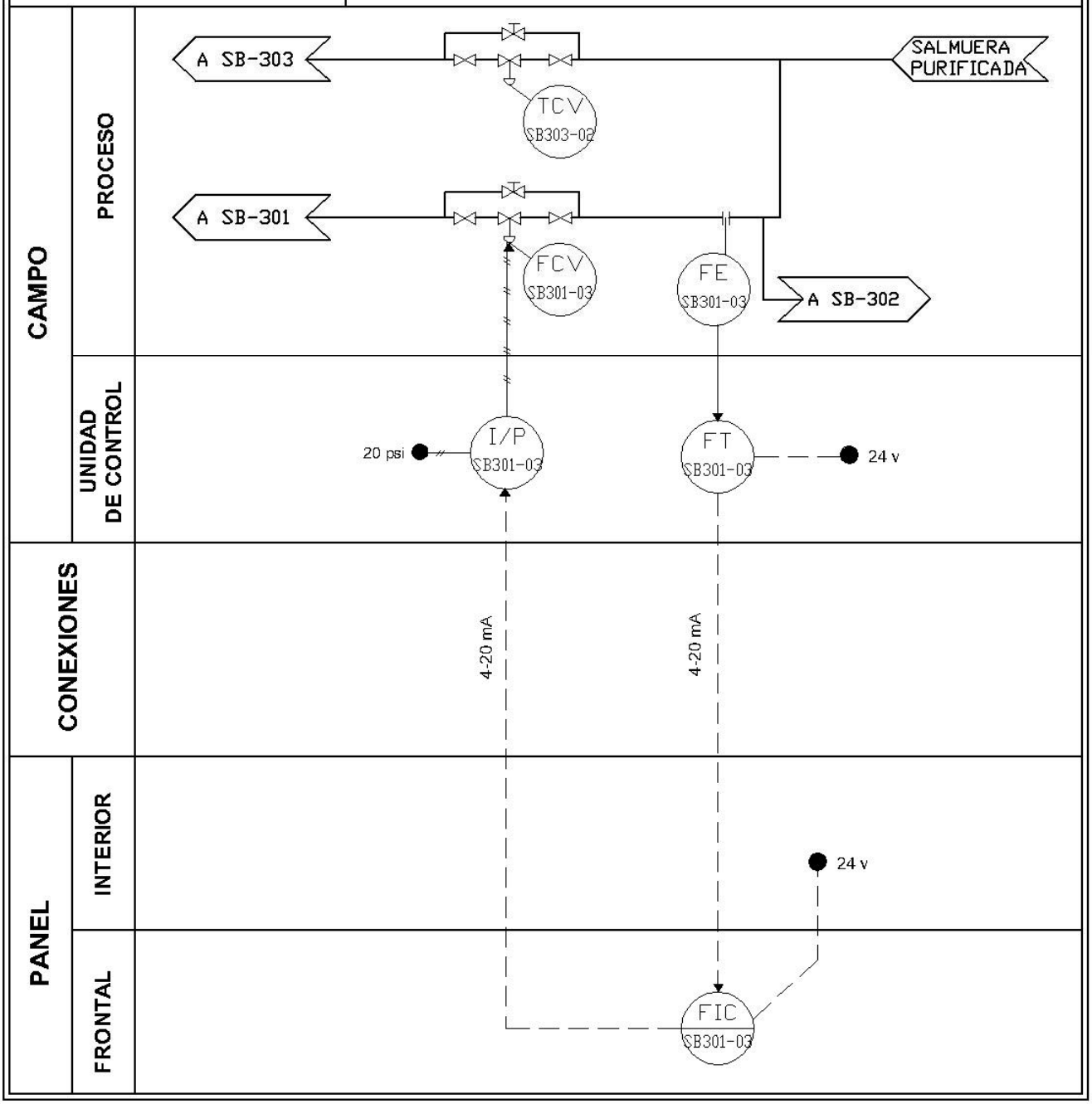
### *Caracterización del lazo*

**Ítem** _____ F-SB301-03
**Tipo de control** _____ feed-back
**Variable controlada y medida** _____ caudal de salmuera a SB-301
**Variable manipulada**_____ caudal de salmuera a SB-301
**Set Point** _____ 7500kg/h

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL** | **ÍTEM LAZO:** F-SB301-03 | **APROBADO:** |
| | | **Proyecto:** 1 | **Área:** 300 |
| | **PLANTA:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 12/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| FT-SB301-03 | Sensor / Transmisor de caudal |
| FIC-SB301-03 | Controlador / Indicador de caudal |
| I/P-SB301-03 | Transductor intensidad - presión |
| FCV-SB301-03 | Válvula de control |



## *Preparación disolución en los tanques suministradores de reactivos (T-303 y T-304)*

### *Objetivo de la automatización*

El nivel de los tanques suministradores de reactivos para el proceso de purificación es una variable cuyo valor resulta indiferente. Sin embargo, ciertamente sí que habrá que pensar en un sistema para que no se lleguen a vaciar estos tanques pulmón en ningún momento. Para ello se recurre a la programación de una secuencia de operaciones sencilla para el llenado automático de los tanques.

### *Identificación de los lazos de automatización*

Esta secuencia de operación se aplica a los dos tanques suministradores de reactivos:

| Equipo implicados | AUTOMATIZACIÓN | | |
|---|---|---|---|
| T-303 | L-T303-04 | $Ca(OH)_2$ | *Lazo desarrollado* |
| T-304 | L-T304-05 | $Na_2CO_3$ | *Lazo análogo* |

### *Caracterización del lazo*

**Ítem** _____ L-T303-04

**Tipo de control** _____ automatización preparación disolución

**Variable manipulada**_____ entradas de reactivo y disolvente

### *Secuencia de actuación*

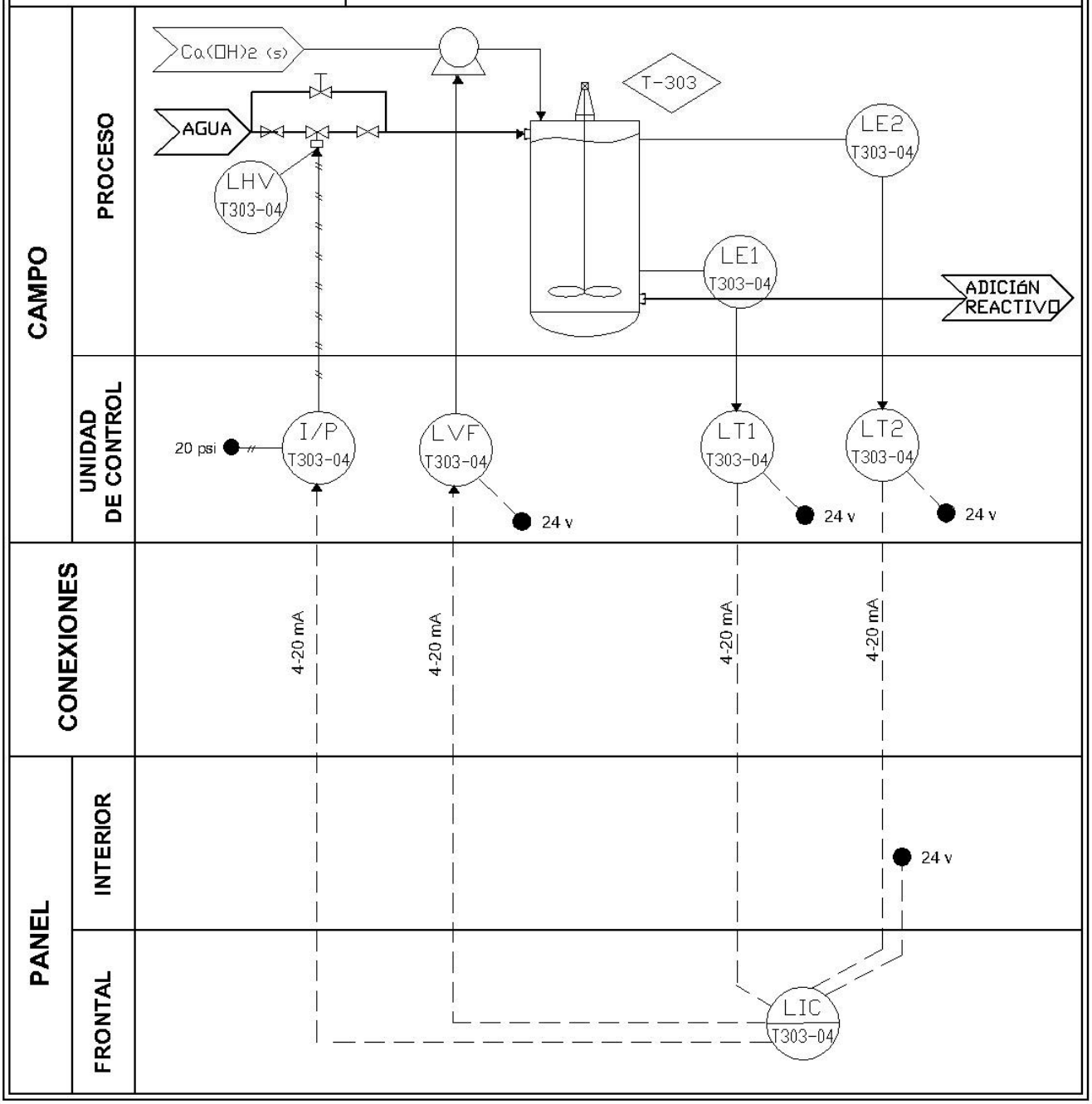
1.- Aviso nivel mínimo: - se añade la dosis de reactivo sólido necesaria
- se abre la válvula automática todo-nada para permitir la entrada de agua

2.- Aviso nivel máximo: - se cierra la válvula automática todo-nada que permite la entrada de agua

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL** | **ÍTEM LAZO:** L-T303-04 | **APROBADO:** |
| | | **Proyecto:** 1 | **Área:** 300 |
| | **PLANTA:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 12/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

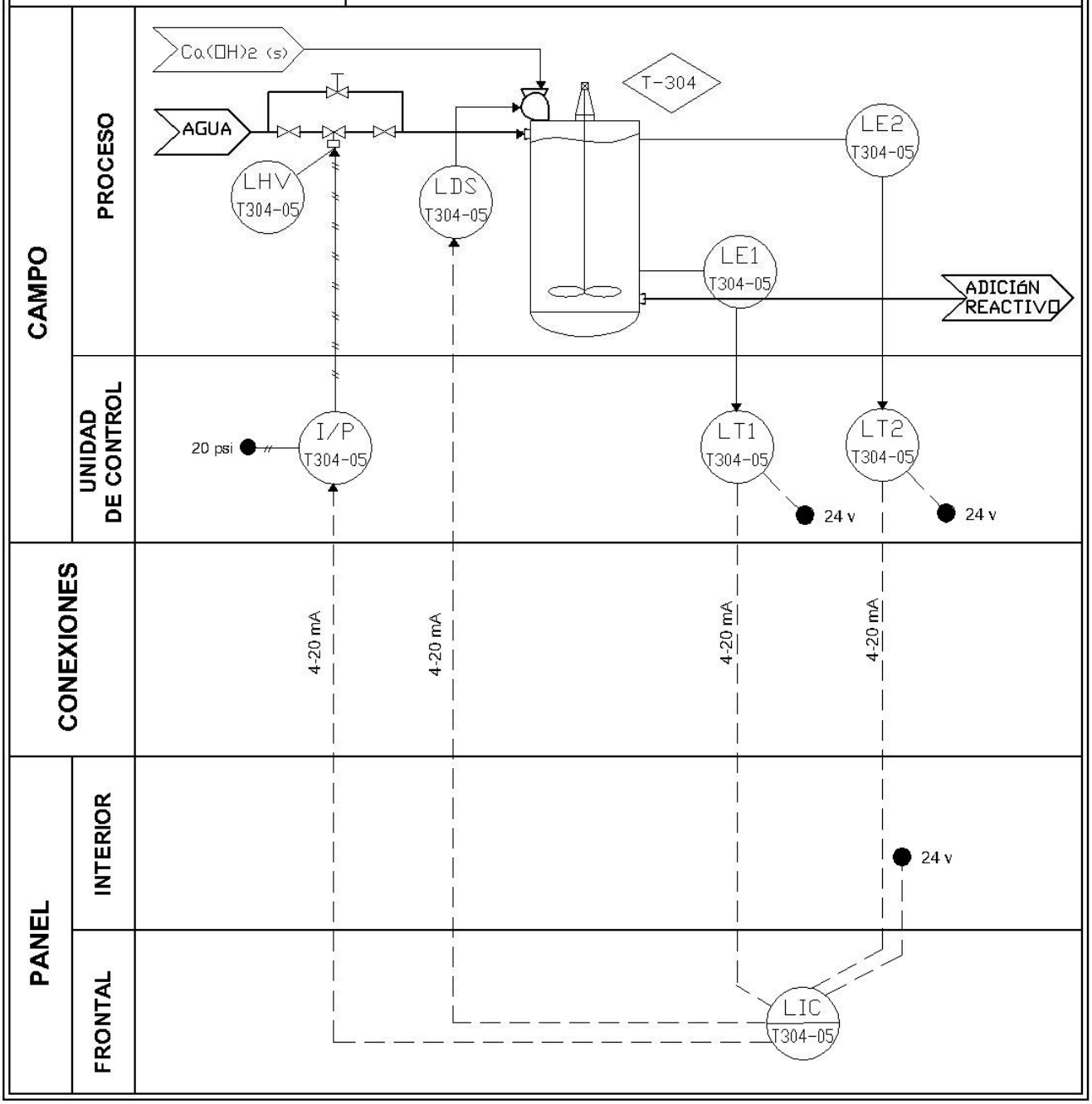
| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| LT1-T303-04 | Sensor / Transmisor de nivel mínimo |
| LT2-T303-04 | Sensor / Transmisor de nivel máximo |
| LIC-T303-04 | Controlador / Indicador de nivel |
| LVF-T303-04 | Variador de frecuencia |
| I/P-T303-04 | Transductor intensidad - presión |
| LHV-T303-04 | Válvula automática todo / nada |



| | | | |
|---|---|---|---|
| | **ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL** | **ÍTEM LAZO:** L-T304-05 | **APROBADO:** |
| | | **Proyecto:** 1 | **Área:** 300 |
| | **PLANTA:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 12/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| LT1-T304-05 | Sensor / Transmisor de nivel mínimo |
| LT2-T304-05 | Sensor / Transmisor de nivel máximo |
| LIC-T304-05 | Controlador / Indicador de nivel |
| LDS-T304-05 | Dosificador de sólidos |
| I/P-T304-05 | Transductor intensidad - presión |
| LHV-T304-05 | Válvula automática todo / nada |



# LAZOS DE CONTROL EN EL ÁREA 400: Absorción de amoníaco

| | | DESCRIPCIÓN | V.CONTROLADA / MONITORIZADA | V.MANIPULADA | TIPO DE LAZO | ÍTEM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CONTROL** | **Proceso continuo** | Control de temperatura de la columna de absorción de amoníaco (C-401). *Pág. 3-34* | temperatura de la salmuera tras el intercambiador E-401 | caudal agua de refrigeración | Control feed-back | T-E401-01 |
| | | Control de temperatura de la salmuera amoniacal (E-402 y E-403). *Pág. 3-36* | temperatura de la salmuera amoniacal | caudal agua de refrigeración | Control feed-back | T-E402-02 y T-E403-03 |
| | | Control de amoníaco en la salmuera amoniacal a la salida de la columna de absorción (C-401). *Pág. 3-38* | concentración de NH3 en la salmuera amoniacal a la salida de C-401 | caudal de amoníaco fresco añadido al proceso (T-401) | Control feed-back + feed-forward | A-C401-04 |
| | **Operaciones batch** | Nivel tanque de amoníaco T-401. *Pág. 3-43* | Nivel mínimo y máximo de líquido | --- | Automatización | L-T401-05 |
| **SUPERVISIÓN / MONITORIZACIÓN** | **Seguimiento del proceso** | Correcta operación en la columna de absorción C-401. | Pérdida de presión gas en columnas absorción | --- | Supervisión y alarma | PT-C401-90 |
| | **Seguridad** | Nivel mínimo del tanque de amoníaco T-402. *Pág. 3-43* | Niveles mínimo y máximo | --- | Alarma | L-T402-06 |

## *Control de temperatura de la columna de absorción de amoníaco (C-401)*

### *Objetivo del lazo de control*

El objetivo de este lazo de control es conseguir que el fluido de proceso alcance la temperatura deseada, en la columna de absorción C-401. Esta temperatura se consigue mediante un enfriamiento externo del fluido, que en el punto medio de la columna se extrae, pasa por un intercambiador de calor E-401, y se reintroduce en el mismo punto.

El grado de enfriamiento deseado se puede conseguir regulando el caudal de refrigerante que entra al intercambiador.

### *Identificación de los lazos de control*

Este control contiene únicamente el siguiente lazo:

| Equipo donde se aplica el control | LAZO DE CONTROL | |
|---|---|---|
| E-401 | T-E401-01 | *Lazo desarrollado* |
| --- | --- | *Lazos análogos* |

### *Caracterización del lazo*

**Ítem** _____ T-E401-01

**Tipo de control** _____ feed- back

**Variable controlada y medida** _____ temperatura del fluido de proceso tras el intercambiador de calor E-401

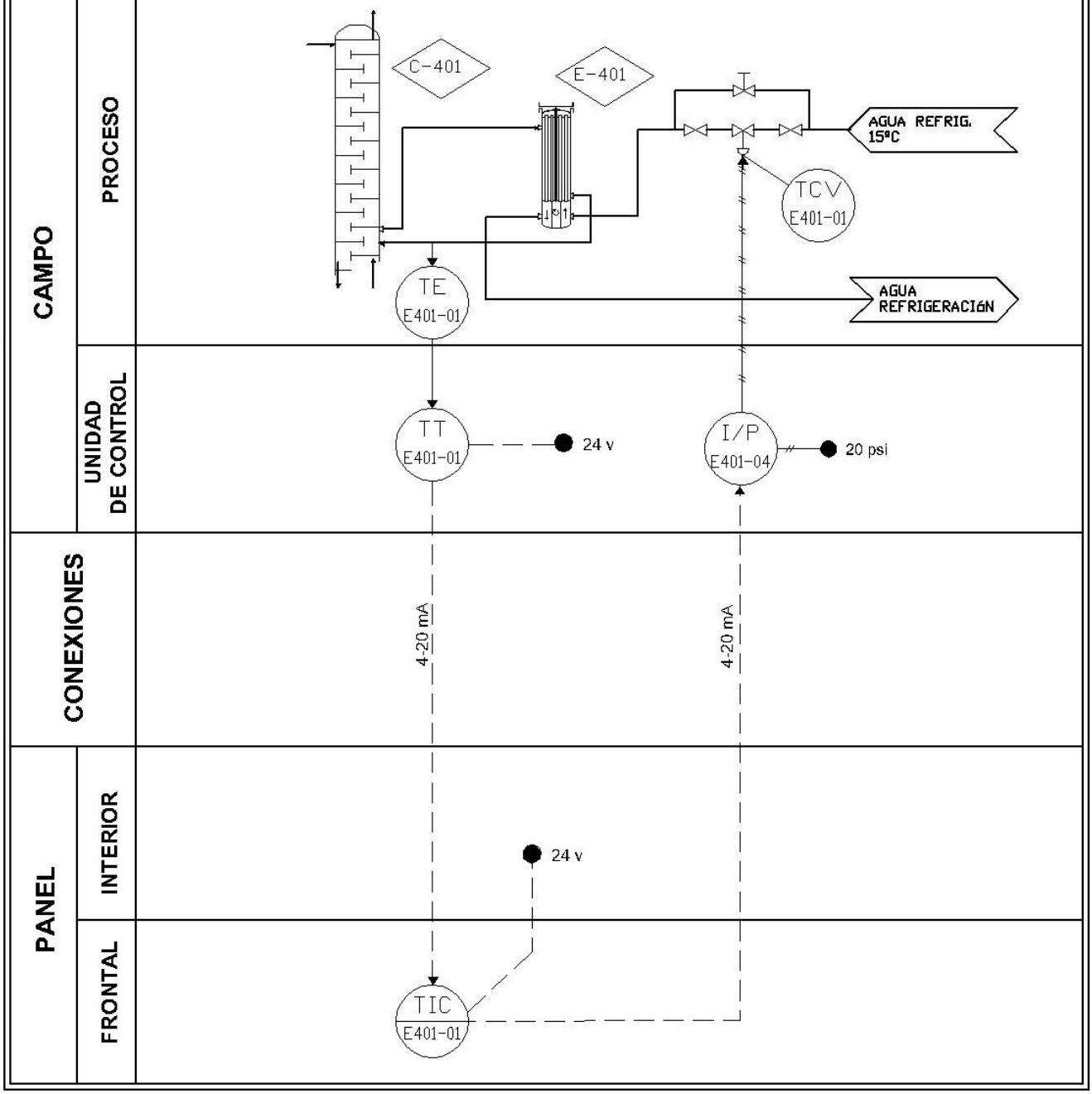
**Variable manipulada**_____ caudal de agua de refrigeración

**Set Point** _____ 50 ºC

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL** | **ÍTEM LAZO:** T-E401-01 | **APROBADO:** |
| | | **Proyecto:** 1 | **Área:** 400 |
| | **PLANTA:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 04/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| TT-E401-01 | Sensor / Transmisor de temperatura |
| TIC-E401-01 | Controlador / Indicador de temperatura |
| I/P-E401-01 | Transductor intensidad - presión |
| TCV-E401-01 | Válvula de control |



## *Control de temperatura de la salmuera amoniacal (E-402 y E-403)*

### *Objetivo del lazo de control*

En la columna de absorción C-401 ya hay un sistema de refrigeración del líquido de proceso, para extraer una parte de la gran cantidad de calor que se genera en este proceso. Sin embargo, la salmuera amoniacal que sale de la columna todavía estará a una temperatura alta para introducirla en las torres solvay (C-501 a C-510). Por eso hay dos etapas de enfriamiento, en los intercambiadores E-402 y E-403.

Este grado de enfriamiento es el que se pretende controlar, controlando la temperatura de salida de estos equipos, y adaptando el caudal de refrigerante necesario.

### *Identificación de los lazos de control*

Este control hace referencia a los siguientes lazos:

| Equipo donde se aplica el control | LAZO DE CONTROL | Set Point | |
|---|---|---|---|
| E-402 | T-E402-02 | 50 ºC | *Lazo desarrollado* |
| E-403 | T-E403-03 | 25 ºC | *Lazos análogos* |

En este caso no se trata de equipos paralelos. Sin embargo la estructura del lazo de control es exactamente la misma.

### *Caracterización del lazo*

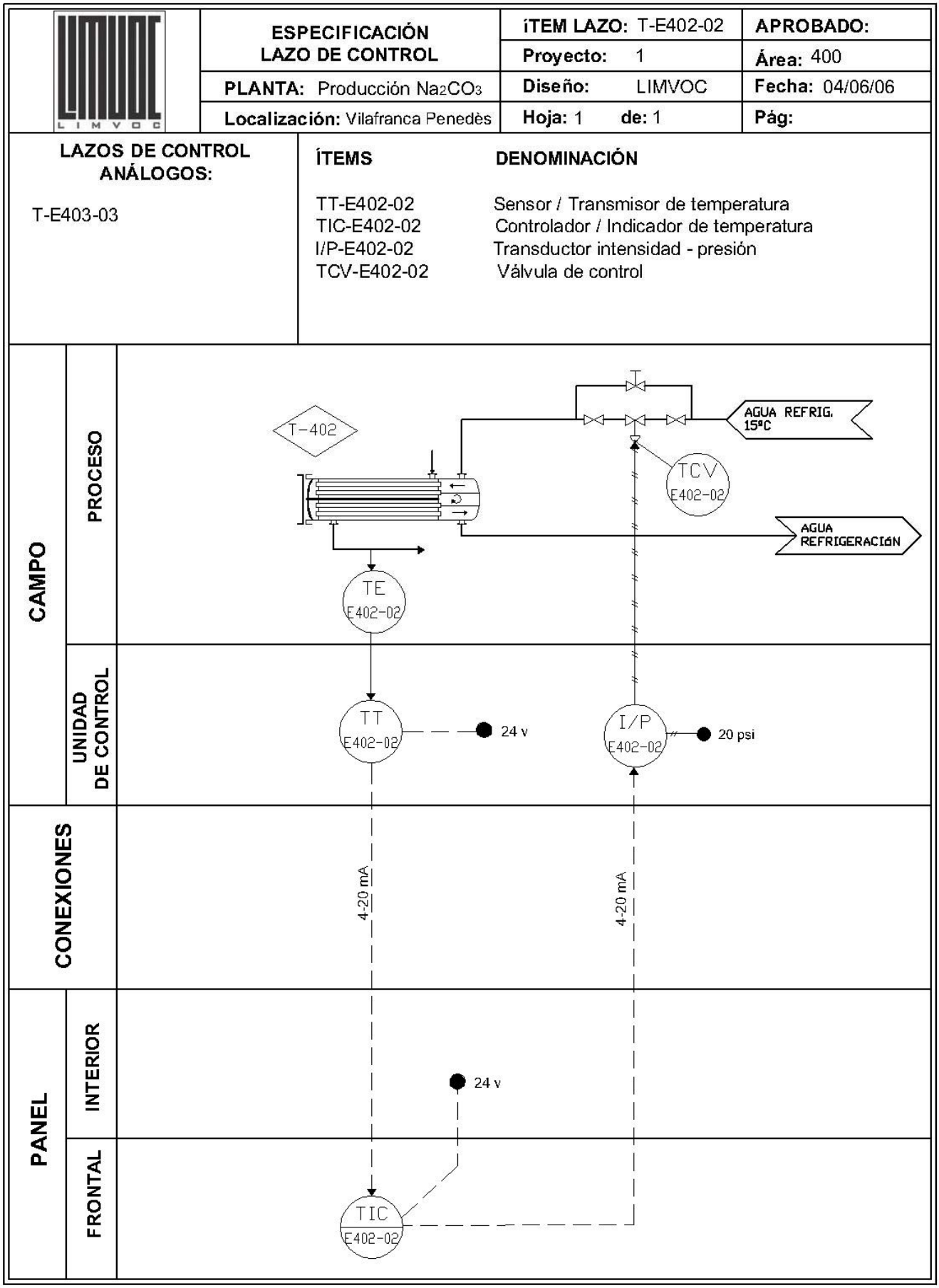
**Ítem** _____ T-E402-02
**Tipo de control** _____ feed- back
**Variable controlada y medida** _____ temperatura del fluido de proceso tras el intercambiador de calor E-402
**Variable manipulada**_____ caudal de agua de refrigeración
**Set Point** _____ 50 ºC

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL** | **ÍTEM LAZO:** T-E402-02 | **APROBADO:** |
| | | **Proyecto:** 1 | **Área:** 400 |
| | **PLANTA:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 04/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

T-E403-03

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| TT-E402-02 | Sensor / Transmisor de temperatura |
| TIC-E402-02 | Controlador / Indicador de temperatura |
| I/P-E402-02 | Transductor intensidad - presión |
| TCV-E402-02 | Válvula de control |



### *Control de amoníaco en la salmuera amoniacal a la salida de la columna de absorción (C-401)*

*Objetivo del lazo de control*

El control de la concentración de amoníaco en el fluido de proceso que sale de la columna de absorción C-401 es una de las variables importantes que deben estar bien fijadas en el proceso.

Esto se debe a que el amoníaco absorbido y forma de cloruro de amonio, es uno de los reactivos que ha de dar lugar, en las torres solvay (C-501 a C-510), al bicarbonato sódico (compuesto precedente al producto final). Por tanto, para conseguir llegar a la producción deseada es necesario que se efectúe la entrada adecuada de este reactivo en la columna de absorción, y es por este motivo que se ha considerado importante el desarrollo de este lazo de control, pese a su complejidad.

La alternativa introduciendo un exceso de amoníaco se considera una opción no viable, puesto que implicaría una progresiva acumulación de amoníaco en el proceso, y por tanto unas pérdidas mayores con los efluentes líquidos y gaseosos de la planta.

*Identificación del lazo de control*

Este control comprende el siguiente lazo:

| Equipo donde se aplica el control | LAZO DE CONTROL | |
|---|---|---|
| C-401 | A-C401-04 | *Lazo desarrollado* |
| --- | --- | *Lazos análogos* |

*Caracterización y explicación del lazo*

**Ítem** _____ A-C401-04

**Tipo de control** _____ feed-back + feed-forward

**Variable controlada** _____ concentración de NH3 en la salmuera amoniacal a la salida de C-401

**Variable medida en feed-back**_____ concentración de amoníaco en la salmuera amoniacal a la salida de C-401

**Variable medida en feed-forward** __ concentración de amoníaco y caudal másico total de gas a la entrada del absorbedor C-401

**Variable manipulada**_____ caudal de amoníaco fresco añadido al proceso (T-401)

**Set Point** _____ 58,6 g $NH_4^+$/ l

Se ha pensado en la utilización de un control anticipativo, complementado por un control por retroceso. El lazo funcionaria de la manera siguiente:

Como se ha comentado, el objetivo es que el fluido de proceso se dirija a las torres solvay (C-501 a C-510) con la concentración de amoníaco deseada. Este amoníaco se incorpora en la solución de tres maneras distintas:

1.- Mediante una absorción del amoníaco que arrastran los diferentes corrientes de gases en el proceso. Esta absorción se lleva a cabo en los lavadores de gases SB-301 SB-302 y SB-303.

2.- Mediante el amoníaco recuperado del licor que se separa de los cristales de producto, tras las torres solvay. Esta recuperación es la que se lleva a cabo en la zona 600, y el corriente de gas es el que se introduce en la columna de absorción C-401.

Con estas dos vías de absorción se estaría produciendo una circulación cíclica de amoníaco en el proceso. Sin embargo, debido a las pérdidas que se producen en las diferentes etapas, es necesario introducir una pequeña cantidad de amoníaco fresco de forma continuada. Por tanto, la tercera incorporación de amoníaco:

3.- Mediante la inyección directa de disolución de amoníaco en el fluido de proceso, antes de entrar a la columna C-401, desde el tanque pulmón T-401.

Se ha realizado una estimación de las pérdidas de amoníaco que se van a producir en el proceso, con las cuales se puede calcular el caudal de amoníaco fresco incorporado. Pero en la práctica no se pueden conocer las pérdidas reales que habrá en cada momento. Por tanto esta variable es la que se debe ir adaptando a la evolución del proceso, en función de la cantidad de amoníaco que haya presente:

- Medida del amoníaco presente en el gas obtenido de la recuperación de amoníaco.

El análisis de esta variable nos proporciona información en cuanto a las pérdidas de NH3 reales en el proceso. Por tanto, mediante un balance de materia se puede calcular el amoníaco fresco que será necesario introducir desde T-401. Éste será el fundamento para desarrollar el algoritmo de control anticipativo.

- Medida del amoníaco presente en el fluido de proceso a la salida de la torre de absorción C-401.

Esta otra medida se considera indispensable para acabar de solventar los problemas que presenta un control anticipativo de procesos. De este modo, se medirá la propia variable que se quiere controlar, para actuar de nuevo sobre la entrada de amoníaco fresco desde T-401. Se trata del bucle de control por retroalimentación.

### *Sobre la instrumentación: Elementos primarios*

Como se puede intuir ya de entrada, este lazo de control va a presentar un inconveniente importante, por lo que respecta a señales de entrada a la unidad de control: se requiere el análisis de amoníaco en el propio proceso, tanto en medio líquido como en medio gas.

Se han buscado los analizadores que mejor se adaptan al caso. Especialmente se ha tenido en cuenta, al elegir el método de análisis, el tiempo de respuesta del analizador, puesto que es un análisis con finalidad de control de proceso.

Tiempos de respuesta elevados anularían el propósito de control que se quiere realizar.

- Concentración de amoníaco en disolución:

Las dos posibilidades de análisis de este compuesto en el fluido de proceso son las siguientes:

- Analizador de ión específico
- Analizador por conductividad eléctrica

Optamos por el segundo tipo de análisis, puesto que funciona bastante bien para concentraciones elevadas de amoníaco en disolución de sales.

Se fundamenta en la generación de un campo magnético, y la medida de la inductancia conseguida. El paso de unidades físico-químicas detectadas a concentración de amoníaco se consigue mediante el correcto calibrado del aparato.

Este analizador no se instalará en el propio proceso. Se ha pensado en un pequeño bypass paralelo a la línea de proceso, en el cual se lleva a cabo la detección. El motivo es principalmente poder hacer un mantenimiento adecuado del analizador sin que sea necesario invadir el proceso.

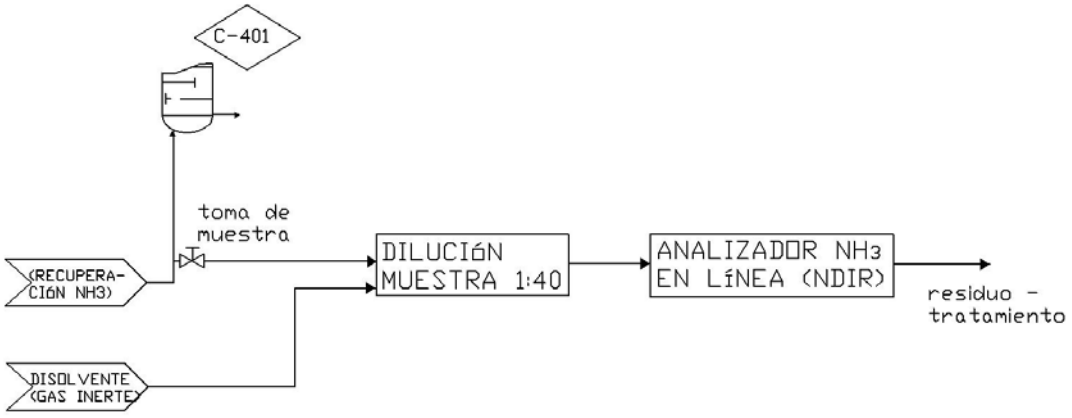
- **Concentración de amoníaco en fase gas:**

En este caso, los analizadores en línea que se pueden encontrar son los siguientes:

- Analizador electroquímico de gas
- Espectrómetro de masas

Ambos analizadores son capaces de detectar únicamente concentraciones de amoníaco gaseoso bastante bajas. Por este motivo, para poder realizar esta medida, se procederá de la siguiente manera (de forma automatizada):

1.- toma de muestra
2.- acondicionamiento de muestra: dilución
3.- detección mediante espectrómetro de masas IRND
4.- evacuación de la muestra, con el postratamiento que sea necesario




En el mercado se encuentran equipos que integran todo este proceso de análisis.

*Sobre la instrumentación: Elemento de actuación*

La actuación en este lazo de control es una regulación de la cantidad de amoníaco que se añade al proceso, lo cual se llevará a cabo mediante una bomba dosificadora de líquido.

*Algoritmo de control: compensación del tiempo muerto*

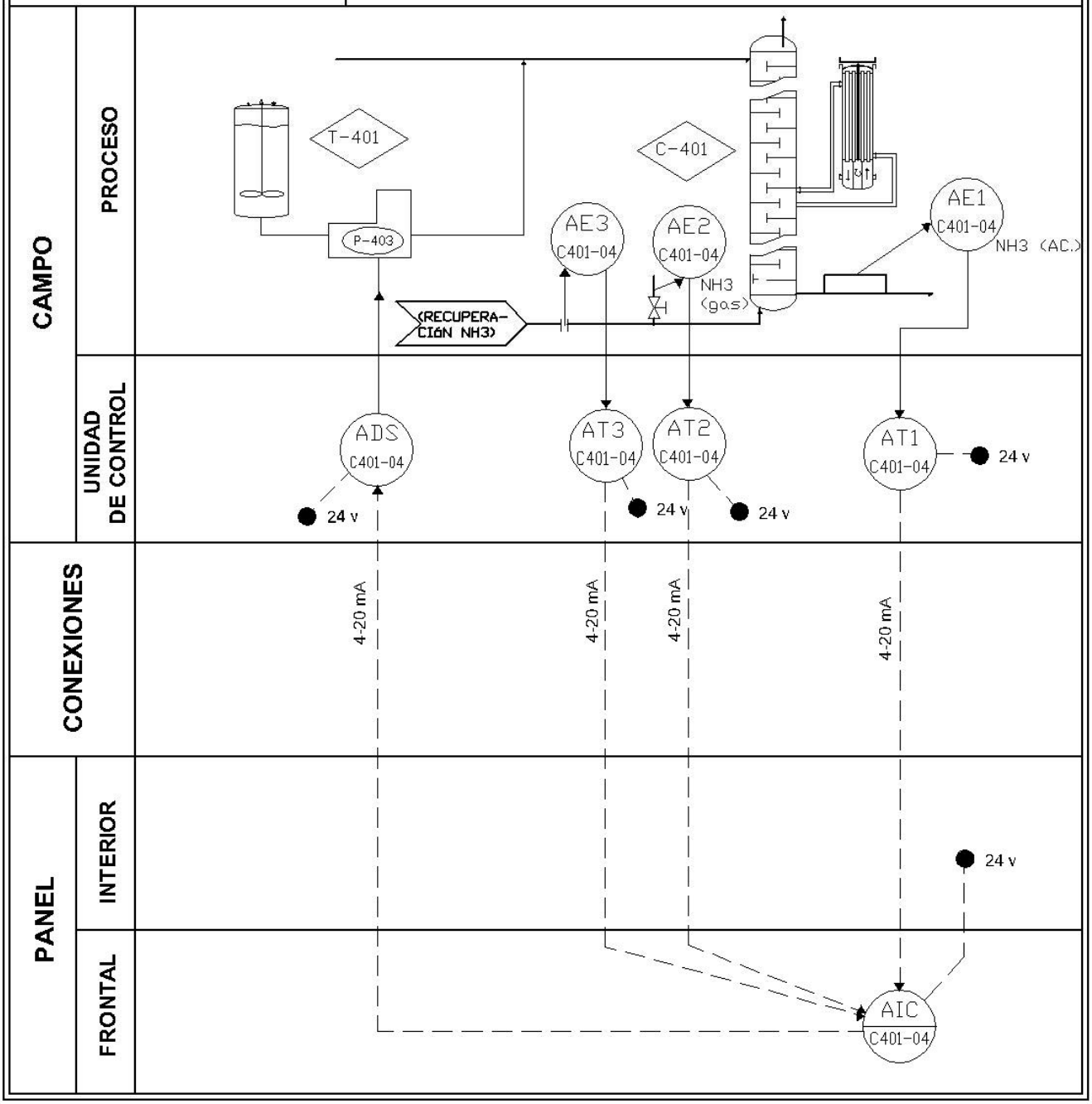
Al pensar en el algoritmo de control que hará falta en este lazo, se habrá de tener en cuenta lo siguiente:

A pesar de haber buscado los analizadores que den respuesta lo suficientemente rápido para que la dinámica del lazo de control sea mayor que la dinámica del proceso, no se trata de instrumentos de respuesta instantánea. Esto se tendrá en cuenta a la hora de programar el algoritmo de control, se podría dar una desestabilización importante del proceso. Se podría utilizar por ejemplo un algoritmo de control con compensación del tiempo muerto.

| | ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL | ÍTEM LAZO: A-C401-04 | APROBADO: |
|---|---|---|---|
| | | Proyecto: 1 | Área: 400 |
| | PLANTA: Producción $Na_2CO_3$ | Diseño: LIMVOC | Fecha: 04/06/06 |
| | Localización: Vilafranca Penedès | Hoja: 1 de: 1 | Pág: |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| AT1-C401-04 | Analizador / Transmisor en línea de $NH_3$ en solución |
| AT2-C401-04 | Analizador / Transmisor en línea de $NH_3$ en gas |
| AT3-C401-04 | Medidor / Transmisor de caudal volumétrico de gas |
| AIC-C401-04 | Controlador / Indicador de composición |
| ADS-C401-04 | Bomba dosificadora |



### *Llenado del tanque de almacenaje de amoníaco (T-401 y T-402)*

*Objetivo de la automatización*

El nivel de los tanques de almacenaje de reactivos que deben entrar al proceso no es una variable que haya de tener un valor determinado. Sin embargo, sí es cierto que se deberá pensar la manera de que no se lleguen a vaciar estos tanques pulmón en ningún momento.

Para ello es necesario un aviso de nivel mínimo que dé la orden de llenado del tanque cuando el nivel del mismo baje de un mínimo prefijado; y de un aviso de nivel máximo que avise cuando el tanque esté lleno para finalizar la operación.

Por otro lado se propone un sistema de alarmas de seguridad de nivel mínimo y máximo para el tanque T-402.

*Identificación de los lazo*

Esta secuencia de operaciones se tiene que llevar a cabo en los equipos que se presentan a continuación junto con la denominación de su lazo de automatización:

| Equipo implicado | AUTOMATIZACIÓN | MECANISMO SEGURIDAD | |
|---|---|---|---|
| T-401 | L-T401-05 | -- | *Lazos desarrollados* |
| T-402 | -- | L-T402-06 | |
| -- | -- | -- | *Lazos análogos* |

*Caracterización del lazo*

- Llenado del tanque

**Ítem** _____ L-T401-05
**Tipo de control** _____ automatización
**Variable medida** _____ 1.- nivel mínimo de líquido
2.- nivel máximo de líquido
**Variable manipulada**_____ 1.- entrada de solución de amoníaco desde T-402.
2.- funcionamiento bomba de impulsión del fluido

- Alarmas de seguridad

**Ítem** _____ L-T402-06
**Tipo de control** _____ alarmas de seguridad
**Variable medida** _____ niveles mínimo y máximo de líquido

*Sobre la instrumentación*

A diferencia de otras automatizaciones en la planta, como la F-C500-22 y F-C500-23, en esta rutina de actuación sí que se ejecutan órdenes a partir de señales de entrada provenientes del proceso (en los procesos automatizados mencionados las órdenes se ejecutan a partir de la utilización de contadores únicamente).

Por tanto, en este caso habrá tanto elementos de actuación sobre el proceso como elementos de medida del proceso.

*Secuencia de actuación*

La secuencia de actuación en este lazo es la siguiente:

1.- El tanque de amoníaco T-402 se va rellenando a medida que llega el camión cisterna de amoníaco cada cierto tiempo. En este tanque hay un sistema de alarmas para evitar la falta de amoníaco fresco en la planta.

2.- Cuando en el segundo tanque de amoníaco T-401 (de menor tamaño) se llega al nivel mínimo, se inicia la operación de llenado con solución que viene de T-402. En ese momento es necesario:

- que se ponga en funcionamiento la bomba de impulsión de líquido al tanque.

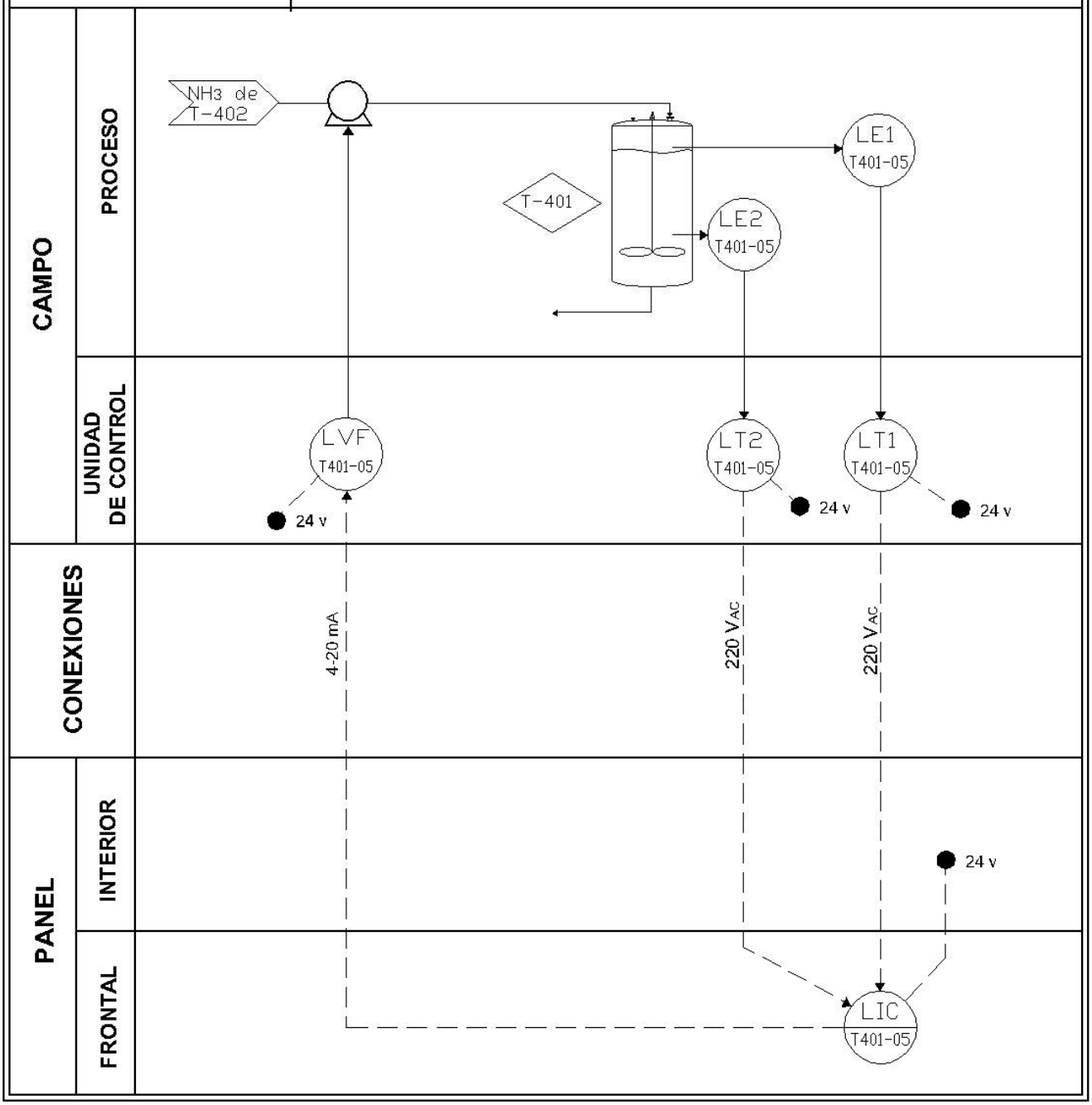
2.- Una vez el tanque se ha llenado y se activa el señal de nivel máximo de líquido, es necesario:

- que se pare la bomba de impulsión de líquido al tanque

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL** | **ÍTEM LAZO:** L-T401-05 | **APROBADO:** |
| | | **Proyecto:** 1 | **Área:** 400 |
| | **PLANTA:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 04/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

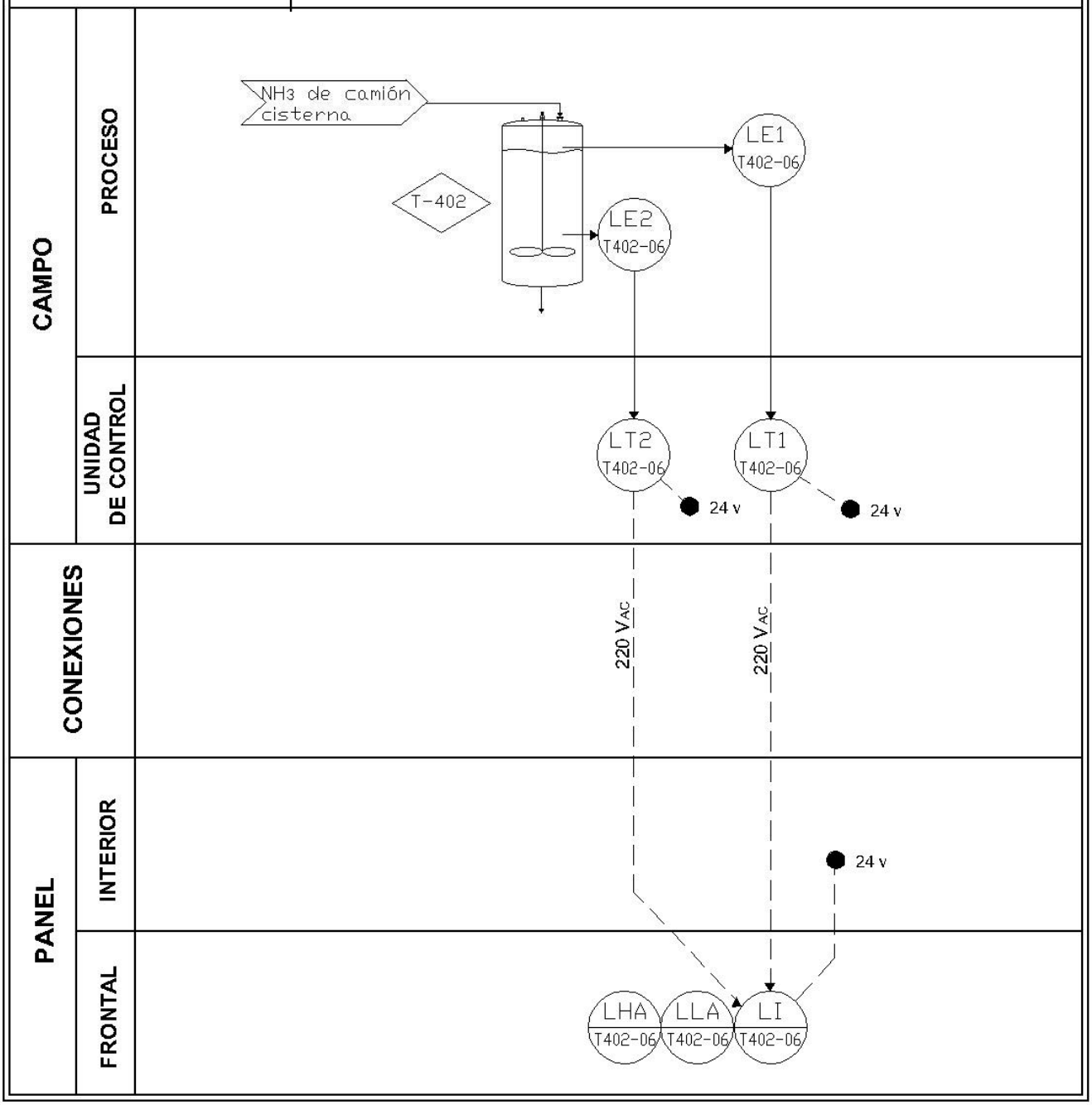
| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| LT1-T401-05 | Transmisor de nivel máximo |
| LT2-T401-05 | Transmisor de nivel mínimo |
| LIC-T401-05 | Controlador / Indicador de nivel |
| LVF-T401-05 | Variador de frecuencia bomba |



| | | | |
|---|---|---|---|
| | **ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL** | **ÍTEM LAZO:** L-T402-06 | **APROBADO:** |
| | | **Proyecto:** 1 | **Área:** 400 |
| | **PLANTA:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 04/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| LT1-T402-06 | Transmisor de nivel máximo |
| LT2-T402-06 | Transmisor de nivel mínimo |
| LIC-T402-06 | Indicador de nivel |
| LHA-T402-06 | Alarma nivel máximo |
| LLA-T402-06 | Alarma nivel mínimo |



# LAZOS DE CONTROL EN EL ÁREA 500: Torres de carbonatación, filtro y compresor

| | | DESCRIPCIÓN | V.CONTROLADA / MONITORIZADA | V.MANIPULADA | TIPO DE LAZO | ÍTEM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CONTROL** | **Proceso continuo** | Control de la temperatura en los cristalizadores de las torres solvay (C-501 a C-510). *Pág. 3-48* | temperatura en el segundo cristalizador de cada torre | caudal de agua de refrigeración que entra al primer cristalizador | Control feed-back | T-E5XX-01 a T-E5XX-10 |
| | | | temperatura en el cuarto cristalizador de cada torre | caudal de agua de refrigeración que entra al cuarto cristalizador | Control feed-back | T-E5XX-11 a T-EXX-20 |
| | | Control de la presión del gas a las torres solvay (CO-501 y CO-502). *Pág. 3-52* | presión del gas tras el compresor | Potencia suministrada por el compresor | Control feed-back | P-CO500-21 |
| | | Control de vacío en los filtros F-501 y F-502. *Pág. 3-56* | Presión creada por la bomba de vacío | Obertura válvula en la succión de aire | Control feed-back | P-F501-24 y P-F502-25 |
| | | Control de adición de agua en los filtros F-501 y F-502. *Pág. 3-58* | Caudal de agua de lavado | Entrada de agua complementaria | Control feed-back | F-F500-28 |
| | **Operaciones batch** | Secuencialización de la rotación de la operación de lavado de las torres solvay (C-501 a C-510). *Pág. 3-60* | rotación de la columna en fase de limpieza | circulación de fluido de proceso, de gas y de agua refrigerante | Automatización | F-C500-22 y F-C500-23 |
| | **Mecanismos de seguridad** | Control de seguridad en los compresores. *Pág. 3-52* | Presión mínima a la entrada de CO-501 | --- | Seguridad y alarma | P-CO501-26 |
| | | | Presión mínima a la entrada de CO-502 | --- | Seguridad y alarma | P-CO502-27 |
| **SUPERVISIÓN / MONITORIZACIÓN** | **Seguimiento del proceso** | Correcta operación en las torres solvay (C-501 a C-510). | Pérdida de presión gas en columnas absorción | --- | Supervisión y alarmas | PT-C501-90 a PT-C510-90 |
| | | | Turbidez de la suspensión en última parte torres solvay | --- | Supervisión | RT-C501-90 a RT-C510-90 |
| | | Seguimiento de los corrientes sólido y líquido tras los filtros F-501 y F-502. | Conductividad del filtrado tras los filtros | --- | Supervisión | CT-F501-90 y CT-F502-90 |
| | | | Caudal másico de sólido tras F-501 y F-502 | --- | Supervisión | WT-F501-90 y WT-F502-90 |

## *Control de la temperatura en los cristalizadores de las torres solvay (C-501 a C-510)*

### *Objetivo del lazo de control*

En cada una de las torres solvay (C-501 a C-502) hay una batería con cuatro etapas de cristalización mediante enfriamiento (E-501 a E-540). El control de la temperatura en estos cristalizadores es fundamental para obtener un buen crecimiento de bicarbonato sódico, desde el punto de vista de caudal de producto final obtenido, así como de la calidad del mismo, la cual viene marcada por un adecuado crecimiento de partícula.

Sin embargo, no se efectúa un control de temperatura en las cuatro etapas de cristalización, sino únicamente en dos de ellas: la última etapa y otra etapa intermedia. Las otras dos etapas quedan a su vez reguladas, puesto que los caudales de agua de refrigeración que estamos manipulando, pasan también por estas etapas.

### *Identificación de los lazos de control*

Este control comprende los siguientes lazos:

| | **LAZOS DE CONTROL** | | |
|---|---|---|---|
| **Columna donde se aplica el control** | **En el segundo cristalizador de cada batería de cristalizadores** | **En el cuarto cristalizador de cada batería de cristalizadores** | |
| C-501 | T-E502-01 | T-E504-11 | *Lazos desarrollados* |
| C-502<br>C-503<br>C-504<br>C-505<br>C-506<br>C-507<br>C-508<br>C-509<br>C-510 | T-E506-02<br>T-E510-03<br>T-E514-04<br>T-E518-05<br>T-E522-06<br>T-E526-07<br>T-E530-08<br>T-E534-09<br>T-E538-10 | T-E508-12<br>T-E512-13<br>T-E516-14<br>T-E520-15<br>T-E524-16<br>T-E528-17<br>T-E532-18<br>T-E536-19<br>T-E540-20 | *Lazos análogos* |

### *Caracterización de los lazos*

- Control en el segundo cristalizador de la batería de cristalizadores

  **Ítem** _____ T-E502-01

  **Tipo de control** _____ feed- back

  **Variable controlada y medida** _____ temperatura en el segundo cristalizador E-502

  **Variable manipulada**_____ caudal de agua de refrigeración que entra al primer cristalizador E-501

  **Set Point** _____ $T_{2ºcristalizador}$ = 50 ºC

► Control en el cuarto cristalizador de la batería de cristalizadores

| | |
|---|---|
| **Ítem** _____ | T-E504-11 |
| **Tipo de control** _____ | feed- back |
| **Variable controlada y medida** _____ | temperatura en el cuarto cristalizador E-504 |
| **Variable manipulada**_____ | caudal de agua de refrigeración que entra al cuarto cristalizador E-504 |
| **Set Point** _____ | $T_{4ºcristalizador}$ = 20 ºC |

*Sobre la instrumentación*

La instrumentación utilizada en los dos lazos de control T-E502-01 y T-E504-11 es la misma. Incluso en el caso de las válvulas de regulación, el caudal nominal con el que han de trabajar coincide, igual que las condiciones de operación de la válvula. Por tanto el dimensionamiento de las válvulas de regulación de los dos lazos de control será el mismo.

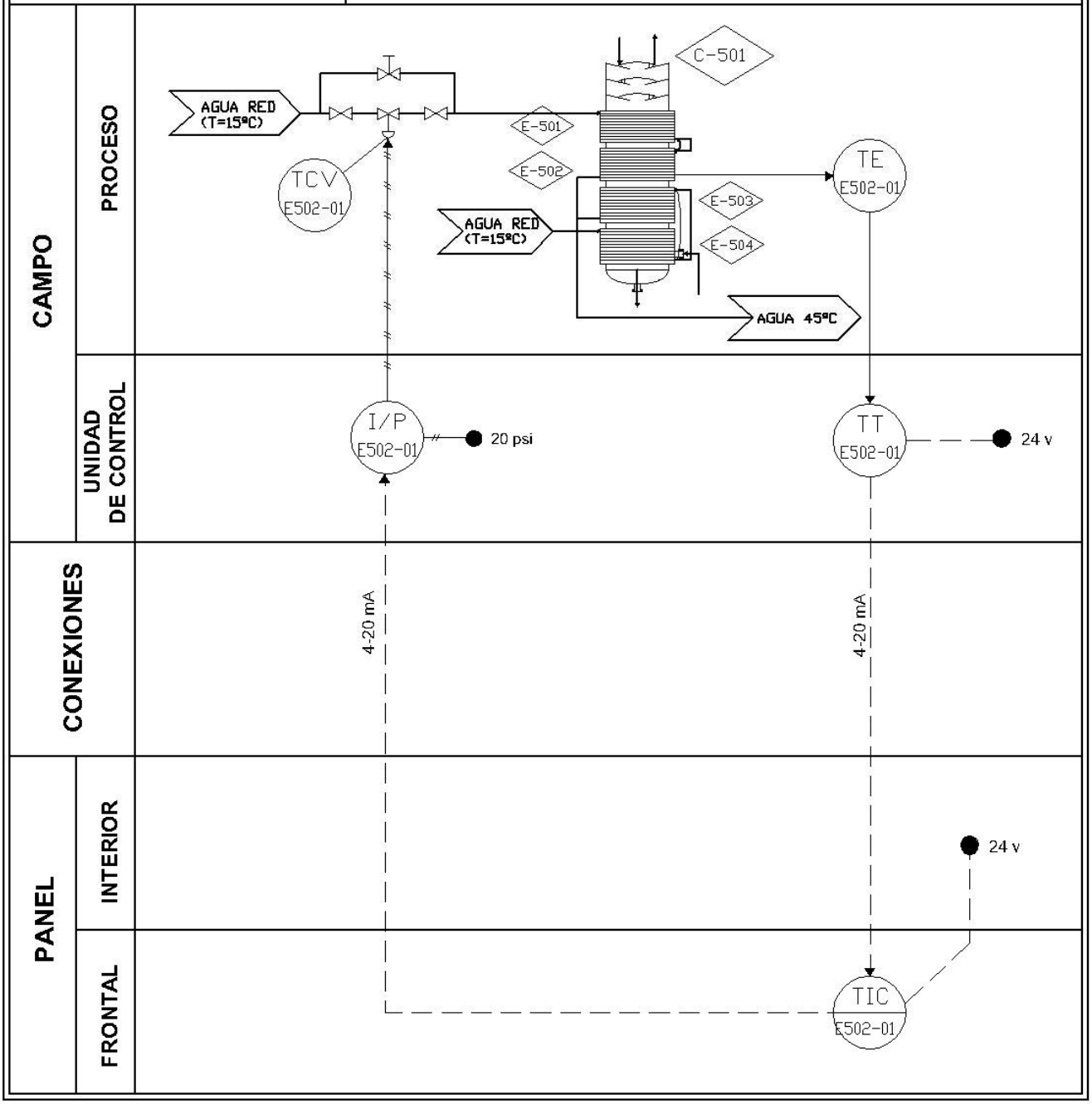
Por tanto se presenta para cada elemento del lazo una sola ficha técnica, que corresponde tanto a T-E502-01 como a T-E504-11.

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL** | **ÍTEM LAZO:** T-E502-01 | **APROBADO:** |
| | | **Proyecto:** 1 | **Área:** 500 |
| | **PLANTA:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 02/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

| | |
|---|---|
| T-E506-02 | T-E526-07 |
| T-E510-03 | T-E530-08 |
| T-E514-04 | T-E534-09 |
| T-E518-05 | T-E538-10 |
| T-E522-06 | |

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| TT-E502-01 | Sensor / Transmisor de temperatura |
| TIC-E502-01 | Controlador / Indicador de temperatura |
| I/P-E502-01 | Transductor intensidad - presión |
| TCV-E502-01 | Válvula de control |

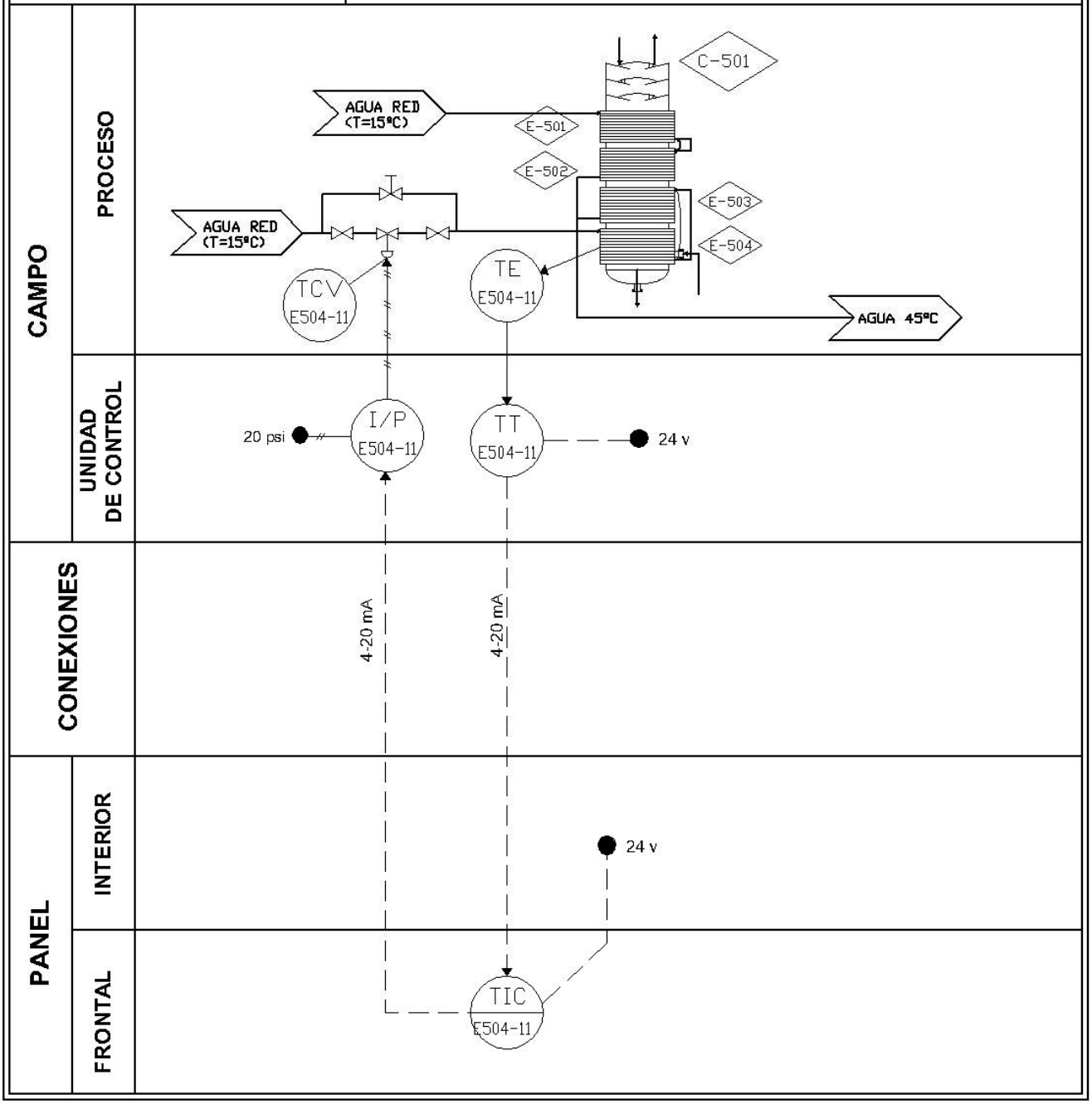


| | | | |
|---|---|---|---|
| | **ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL** | **ÍTEM LAZO:** T-E504-11 | **APROBADO:** |
| | | **Proyecto:** 1 | **Área:** 500 |
| | **PLANTA:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 02/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

| | |
|---|---|
| T-E508-12 | T-E528-17 |
| T-E512-13 | T-E532-18 |
| T-E516-14 | T-E536-19 |
| T-E520-15 | T-E540-20 |
| T-E524-16 | |

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| TT-E504-11 | Sensor / Transmisor de temperatura |
| TIC-E504-11 | Controlador / Indicador de temperatura |
| I/P-E504-11 | Transductor intensidad - presión |
| TCV-E504-11 | Válvula de control |



## *Control de la etapa de compresión: presión del gas a las torres solvay (CO-501 y CO-502)*

### *Objetivo del lazo de control*

El propósito que se persigue con este lazo de control es conseguir un grado de compresión determinado en el corriente de gases que han de entrar en la torre solvay.

Esta presión depende de la potencia suministrada por los compresores en serie CO-501 y CO-502. Puesto que se trata de compresores centrífugos, se toma la frecuencia de giro de los rotores de ambos compresores como variable manipulada.

### *Mecanismo de seguridad en los compresores*

También tendremos en cuenta desde el punto de vista de control, que ambos compresores cuentan con un mecanismo de seguridad. Consiste en un bypass cuya válvula automática se abre si la presión a la entrada del compresor se encuentra por debajo de un mínimo crítico, lo cual daría problemas de funcionamiento en estos equipos.

### *Identificación de los lazos de control*

Esta etapa de compresión comprende los siguientes lazos:

| Equipo donde se aplica el control | LAZO DE CONTROL | MECANISMO DE SEGURIDAD | |
|---|---|---|---|
| CO-501 | P-CO501-21 | P-CO501-26 | *Lazos desarrollados* |
| CO-502 | | P-CO501-27 | |
| --- | --- | --- | *Lazos análogos* |

### *Caracterización del lazo*

- Control de presión de los gases hacia las torres solvay
  - **Ítem** _____ P-CO501-21
  - **Tipo de control** _____ feed-back
  - **Variable controlada y medida** _____ presión del gas tras los compesores
  - **Variable manipulada**_____ potencia suministrada por los compresoeres
  - **Set Point** _____ 3 bar

- Mecanismo de seguridad
  - **Ítem** _____ P-CO501-26
  - **Tipo de control** _____ mecanismo automático de seguridad
  - **Variable medida** _____ presión del gas a la entrada del compresor
  - **Variable manipulada**_____ estado de la válvula automática en el bypass

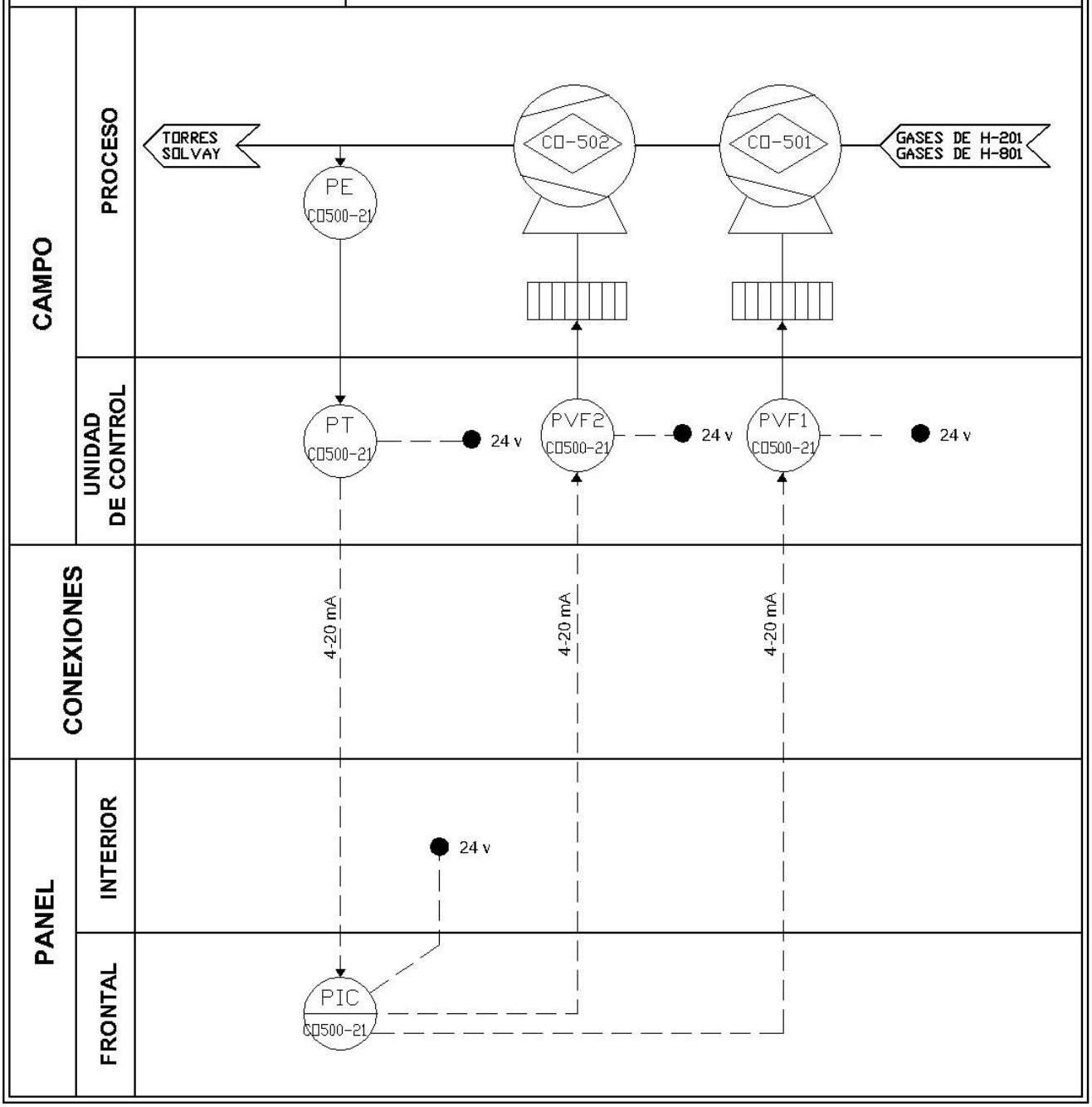
*Sobre la instrumentación*

En cuanto a la instrumentación utilizada en este lazo de control, aparece un componente referenciado como variador de frecuencia. No se trata de un elemento adicional del lazo de control, puesto que este variador de frecuencia se encuentra ya incorporado en los compresores, que ha se han elegido con velocidad de giro regulable.

| | ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL | ÍTEM LAZO: P-CO500-21 | APROBADO: |
|---|---|---|---|
| | | Proyecto: 1 | Área: 500 |
| | PLANTA: Producción $Na_2CO_3$ | Diseño: LIMVOC | Fecha: 02/06/06 |
| | Localización: Vilafranca Penedés | Hoja: 1 de: 1 | Pág: |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| PT-CO500-21 | Medidor / Transmisor de presión |
| PIC-CO500-21 | Controlador / Indicador de presión |
| PVF1-CO500-21 | Variador de frecuencia en CO-501 |
| PVF2-CO500-21 | Variador de frecuencia en CO-502 |

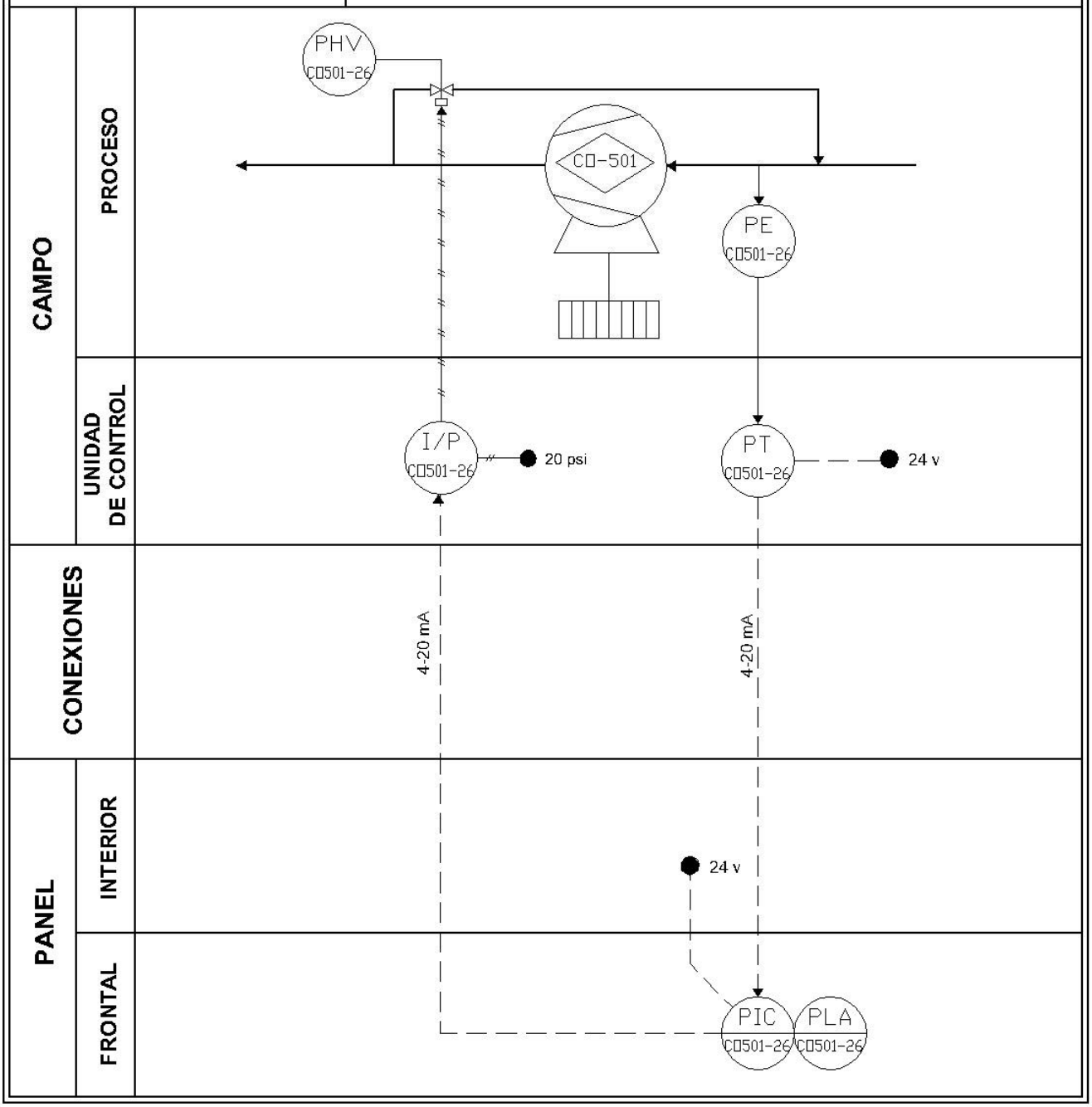


| | | | |
|---|---|---|---|
| | **ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL** | **ÍTEM LAZO:** P-CO501-26 | **APROBADO:** |
| | | **Proyecto:** 1 | **Área:** 500 |
| | **PLANTA:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 02/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

P-CO502-27

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| PT-CO501-26 | Medidor / Transmisor de presión |
| PIC-CO501-26 | Controlador / Indicador de presión |
| PLA-CO501-26 | Alarma de presión crítica |
| I/P-CO501-26 | Transductor intensidad - presión |
| PHV-CO501-26 | Válvula automática de seguridad |



## *Control de vacío en el filtro (F-501)*

### *Objetivo del lazo de control*

Los filtros que se encargan de la separación sólido-líquido tras las torres solvay funcionan por vacío.

Para conseguir la separación deseada, por tanto, será necesario conseguir la presión de vacío de diseño. Este es el objetivo de estos lazos de control.

### *Identificación de los lazos de control*

Este control contiene los siguientes lazos:

| Equipo donde se aplica el control | LAZO DE CONTROL | |
|---|---|---|
| F-501 | P-F501-24 | *Lazos desarrollados* |
| F-502 | P-F502-25 | *Lazos análogos* |

### *Caracterización y explicación de los lazos*

**Ítem** _____ P-F501-24
**Tipo de control** _____ feed- back y alarma
**Variable controlada y medida** _____ presión creada por la bomba de vacío en el filtro
**Variable manipulada**_____ paso de aire hacia la bomba de vacío

El vacío se obtiene mediante una bomba de vacío que funciona con una determinada potencia que no se puede regular. Por tanto, la manera de regular el vacío que crea en el filtro es necesario dotar al sistema de una válvula de regulación de la salida del aire succionado por la bomba de vacío. Esta es la variable manipulada.

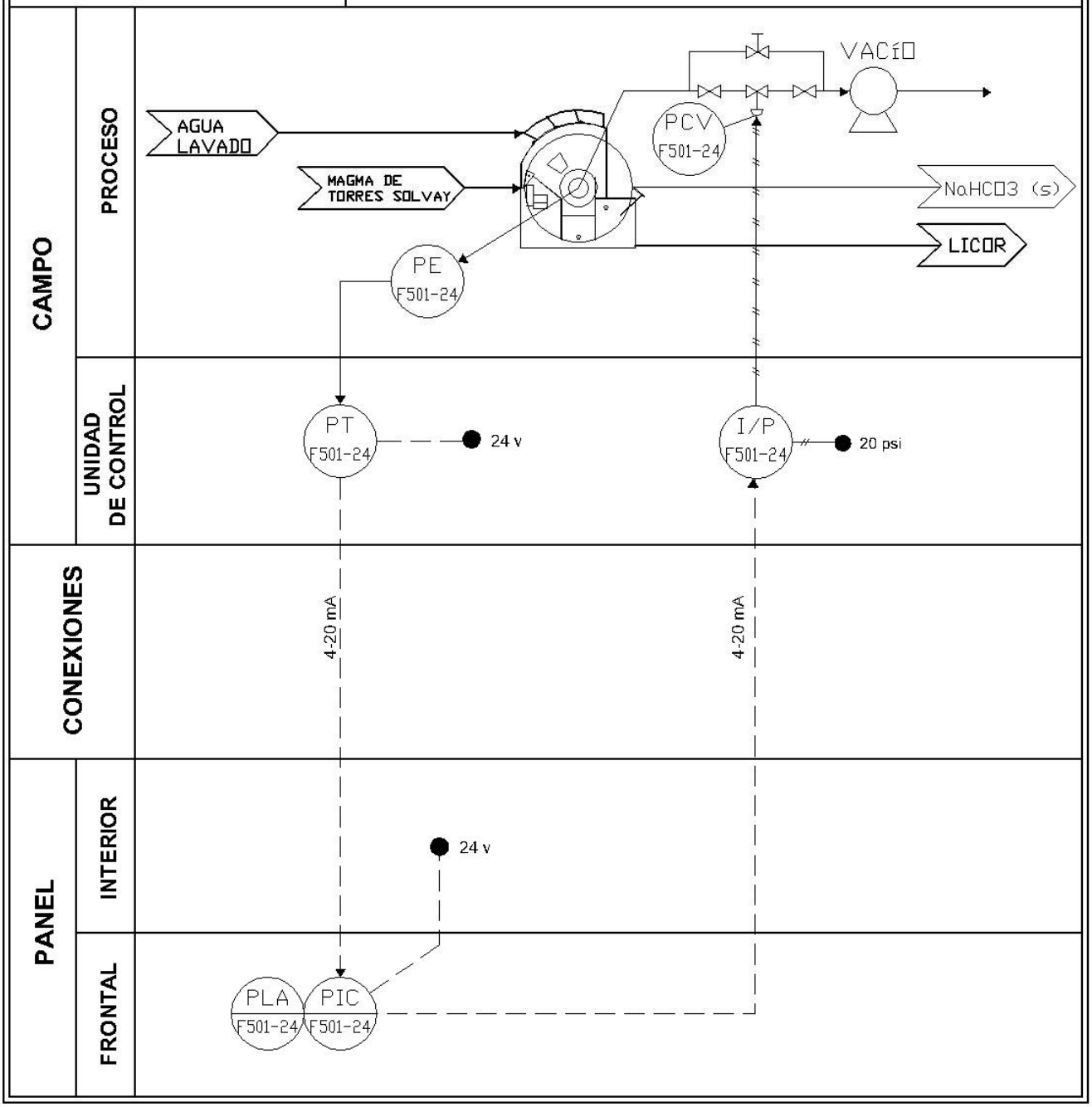
Este sistema de control también se dota de una alarma de vacío máximo, lo cual indica que el filtro no está funcionando correctamente y necesita operaciones de limpieza y mantenimiento

| | ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL | ÍTEM LAZO: P-F501-24 | APROBADO: |
|---|---|---|---|
| | | Proyecto: 1 | Área: 500 |
| | PLANTA: Producción $Na_2CO_3$ | Diseño: LIMVOC | Fecha: 02/06/06 |
| | Localización: Vilafranca Penedès | Hoja: 1 de: 1 | Pág: |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

PT-F502-25

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| PT-F501-24 | Medidor / Transmisor de presión |
| PIC-F501-24 | Controlador / Indicador de presión |
| PLA-F501-24 | Alarma de presión mínima |
| I/P-F501-24 | Transductor intensidad - presión |
| PCV-F501-24 | Válvula de control |



## *Control de adición de agua en los filtros F-501 y F-502*

### *Objetivo del lazo de control*

Para conseguir una buena separación entre el sólido y la disolución en los filtros F-501 y F-502, se realiza en los mismos filtros un lavado con agua. De este modo se intenta que el sólido contenga la menor cantidad de impurezas posible. El caudal de agua de lavado no puede ser demasiado grande porque se acabaría disolviendo el producto sólido; ni demasiado pequeño porque no arrastraría todas las impurezas. Por tanto, se ha estimado un caudal que permita mantener la relación sólido-agua de lavado dentro de un rango óptimo. Esta es la variable que se pretende regular.

Por otro lado, el agua procede en un 80% del condensando de los condesadores parciales CP-601 a CP-610. El 20% restante se deba añadir como consumo de agua. Este agua añadida es la variable manipulada.

### *Identificación de los lazos de control*

El lazo de control es el siguiente:

| Equipo donde se aplica el control | LAZO DE CONTROL | |
|---|---|---|
| F-501 y F-502 | F-F500-28 | *Lazos desarrollados* |
| --- | --- | *Lazos análogos* |

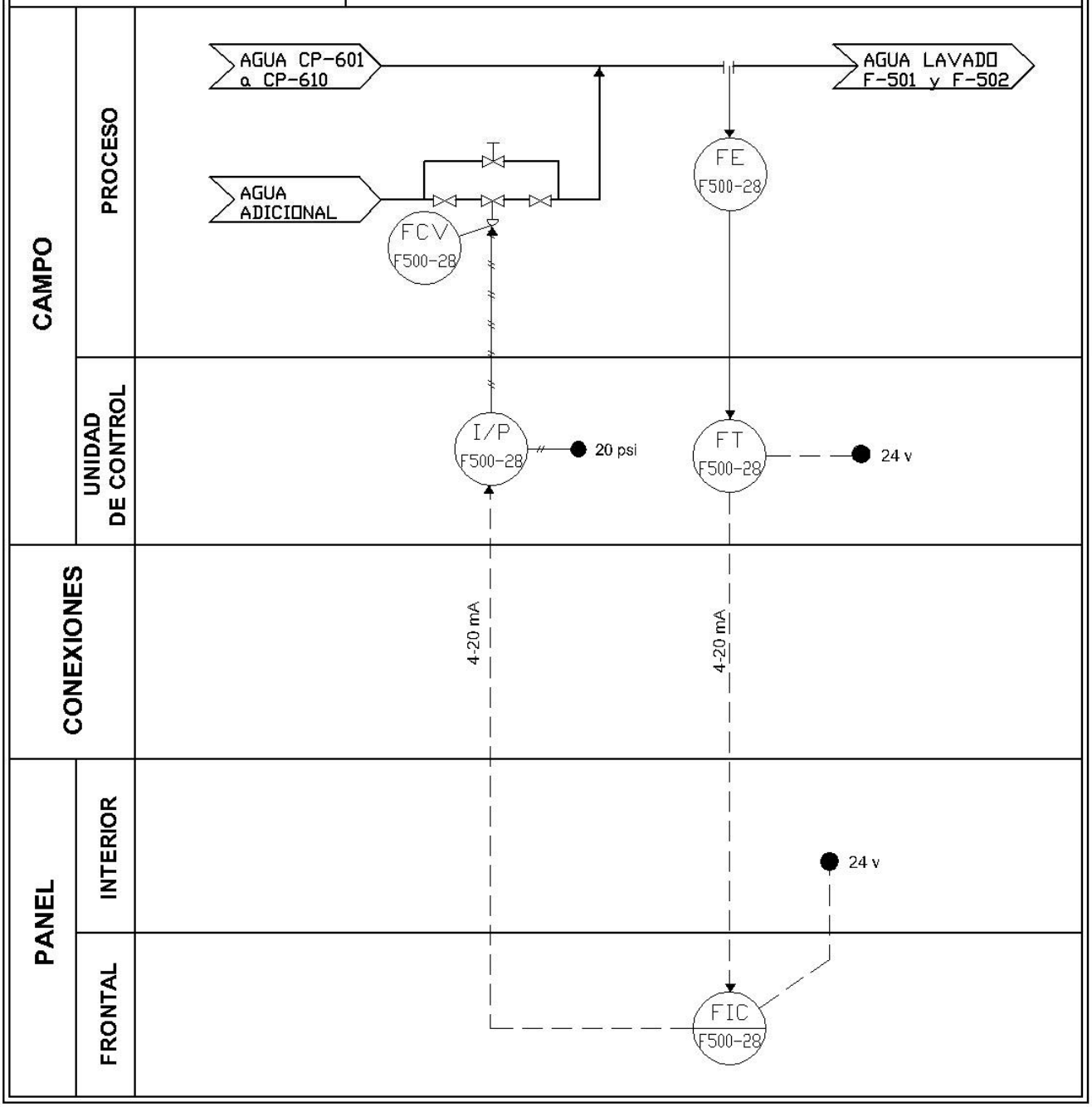
### *Caracterización del los lazo*

**Ítem** _____ F-F500-28
**Tipo de control** _____ feed- back
**Variable controlada y medida** _____ caudal de agua de lavado hacia los filtros F-501 y F-502
**Variable manipulada**_____ caudal de agua añadida
**Set Point** _____ 10400 kg/h

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL** | **ÍTEM LAZO:** F-F500-28 | **APROBADO:** |
| | | **Proyecto:** 1 | **Área:** 500 |
| | **PLANTA:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 02/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| FT-F500-28 | Medidor / Transmisor de caudal |
| FIC-F500-28 | Controlador / Indicador de caudal |
| I/P-F500-28 | Transductor intensidad - presión |
| FCV-F500-28 | Válvula de control |



## *Secuencialización de la rotación para el lavado de las torres solvay (C-501 a C-510)*

### *Objetivo de la automatización*

En este caso no se trata del control de una variable con un valor determinado, sino de una secuencialización de operaciones.

Concretamente, se trata de la correcta disposición de entradas y salidas de fluido de proceso y de gas en las torres solvay (C-501 a C-510). Estas entradas y salidas varían a lo largo del tiempo, debido a que las dos torres solvay que se encuentran en operación de limpieza son cada día dos torres distintas.

Por tanto, el objetivo de este lazo de control es conseguir el juego de abrir y cerrar las válvulas adecuadas de forma automatizada. Esto se lleva a cabo mediante la petición de órdenes desde el sistema de control, reglando la secuencia con la utilización de contadores.

### *Identificación de los lazos de automatización*

Esta secuencia de operación se aplica a los dos conjuntos de torres solvay por separado. Por tanto definiremos dos lazos de automatización:

| Equipos implicados | AUTOMATIZACIÓN | |
|---|---|---|
| C-501 C-502 C-503 C-504 C-505 | F-C500-22 | *Lazo desarrollado* |
| C-506 C-507 C-508 C-509 C-510 | F-C500-23 | *Lazo análogo* |

### *Caracterización del lazo*

**Ítem** _____ F-C500-22

**Tipo de control** _____ automatización mediante contadores

**Variable manipulada**_____ entradas y salidas de fluido de proceso y de gas en las 5 torres de cada conjunto de torres solvay

### *Sobre la instrumentación*

Este control, como se verá a continuación al presentar el diagrama, se caracteriza por una ausencia de instrumentos de medida y señales de entrada a la unidad de control para actuar en consecuencia.

El motivo es que las órdenes de actuación vienen determinadas por la programación realizada en la misma unidad de control, la cual se fundamenta únicamente en la utilización de contadores. Por tanto, a no ser que haya algún tipo de desviación extraordinaria en el funcionamiento de las torres, no se requieren señales de entrada para activar las órdenes de salida.

Una desviación en el buen funcionamiento de las torres quedaría reflejada en las variables supervisadas, como la pérdida de presión, la concentración de cristales formados, e incluso las dos temperaturas de los cristalizadores controladas (lazos de control T-E502-01 a T-E540-20). En este caso haría falta la intervención del operario, que tomara las medidas de actuación necesarias,

como por ejemplo dictaminar a la unidad de control un cambio en la torre de lavado, o bien una parada de la torre que presente problemas, etc. Estas alteraciones en el funcionamiento de las torres quedan fuera del alcance del control básico que se pretende abarcar en este proyecto.

### *Secuencia de actuación*

El funcionamiento en cada grupo de torres solvay es el siguiente:

1.- El fluido de proceso viene en su totalidad por una tubería, hasta llegar a un colector hacia las 5 posibles torres.

Aquí únicamente está abierta la entrada a una torre (p.ej C-501), mediante una válvula automática todo/nada. Las cuatro válvulas a las 4 torres restantes están cerradas.

2.- El fluido de proceso entra por la parte superior de esta única torre con la válvula abierta, y sale por la parte inferior de la columna. Se trata de la columna en fase de limpieza.

En esta columna no entra gas, de manera que la válvula (también todo/nada) que permite la entrada de gas por la parte inferior, se encuentra cerrada.

3.- El fluido que sale por la parte inferior de la columna se dirige hacia un colector (XXXX) situado por encima de las columnas. A partir de este colector se divide el corriente en las restantes torres (siguiendo el mismo ejemplo: C-502 C-503 C-504 y C-505), que estarán trabajando en fase de carbonatación. La entrada de fluido a estas columnas se efectúa a través de 4 válvulas todo/nada abiertas. La válvula a la columna en fase de limpieza se ha de encontrar cerrada.

Las válvulas que regulan la entrada de gas a estas cuatro columnas, estarán también abiertas.

Por último, la suspensión que sale por la parte inferior de las columnas en fase de carbonatación ahora se junta en una única tubería y se lleva hacia el filtro.

Respecto a la refrigeración de la batería de cristalizadores de las columnas, únicamente está abierta la circulación de refrigerante en las columnas de carbonatación.

4.- Éste era el primer tiempo de un ciclo de funcionamiento, que dura 24 horas.

El segundo tiempo funciona exactamente de la misma manera, pero ahora la torre de limpieza es otra torre (p.ej. C-502), y así sucesivamente pasando por cada una de las torres (luego C-503, C-504 y C-505).

En el diagrama del lazo de automatización que se presenta a continuación no aparecen las válvulas de seguridad que acompañan a cada válvula automática para no sobrecargar el esquema.

| | ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL | ÍTEM LAZO: F-C500-22 | APROBADO: |
|---|---|---|---|
| | | Proyecto: 1 | Área: 500 |
| | PLANTA: Producción $Na_2CO_3$ | Diseño: LIMVOC | Fecha: 02/06/06 |
| | Localización: Vilafranca Penedès | Hoja: 1 de: 1 | Pág: |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:** F-C500-23

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| FHV01-C500-22 hasta FHV05-C500-22 | Válvulas automáticas todo / nada para entrada fluido de proceso a torre lavado |
| FHV06-C500-22 hasta FHV10-C500-22 | Válvulas automáticas todo / nada para entrada fluido de proceso a torres carbonatación |
| FHV11-C500-22 hasta FHV15-C500-22 | Válvulas automáticas todo / nada para entrada de gas |
| FHV16-C500-22 hasta FHV20-C500-22 | Válvulas automáticas de tres vías para salida fluido de proceso |
| TCV-E5XX-01 hasta TCV-E5XX-05 TCV-E5XX-11 hasta TCV-E5XX-15 | Válvulas de regulación para entrada de refrigerante |

# CONTROL EN EL ÁREA 600: Recuperación de amoníaco

| | | DESCRIPCIÓN | V.CONTROLADA / MONITORIZADA | V.MANIPULADA | TIPO DE LAZO | ÍTEM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CONTROL** | **Proceso continuo** | Control calor subministrado en la recuperación de amoníaco (equipos C-601 a C-610). *Pág. 3-64* | Temperatura gas de salida destilación C-606 a C-610 | Vapor inyectado en C-601 a C-605 | Control feed-back + feed-forward | T-C600-01 a T-C600-05 |
| | | Control condiciones de salida del gas de los segundos condensadores parciales de la recuperación de amoníaco (CP-606 a CP-610). *Pág. 3-67* | Temperatura salida gas | Agua de refrigeración | Control feed-back | T-CP606-06 a T-CP610-10 |
| | | | Presión salida gas | Caudal de salida de gas | Control feed-back | P-CP606-11 a P-CP610-15 |
| | | Control de nivel en los condensadores parciales (CP-601 a CP-610). *Pág. 3-70* | Nivel de condensado | Caudal de salida de líquido | Control feed-back | L-CP601-16 a L-CP610-25 |
| | | Control de suministro de lechada de cal a los tanques de reacción T-601 y T-602. *Pág. 3-72* | Proporción de caudales entrada | Caudal entrada de lechada de cal | Control feed-forward (ratio control) | F-T601-26 |
| | | Control nivel en los prelimers T-601 y T-602. *Pág. 3-75* | Nivel de los prelimers T-601 y T-602 | Caudal de salida | Control feed-back | L-T601-28 y L-T602-29 |
| **SUPERVISIÓN / MONITORIZACIÓN** | **Seguimiento del proceso** | Temperatura entrada licor al stripping C-606 a C-610. | Temperatura licor tras los condensadores CP-601 a CP-605 | --- | Supervisión | TT-C606-90 a TT-C610-90 |
| | | Correcta operación en las columnas de destilación C-601 a C-610. | Pérdida de presión gas en columnas destilación | --- | Supervisión y alarma | PT-C606-90 a PT-C610-90 |
| | | | Caudal salida residuo líquido | --- | Supervisión | FT-C600-90 |
| | | | Concentración amoníaco en el residuo líquido | --- | Supervisión | AT-C600-90 |
| | | Exceso de hidróxido cálcico en los prelimers (T-601 y T-602). *Pág. 3-72* | Turbidez en los prelimers | --- | Supervisión | RT-T601-90 y RT-T602-90 |

## *Control calor subministrado en la recuperación de amoníaco (equipos C-601 a C-610)*

### *Objetivo del lazo de control: balance energético*

La recuperación del amoníaco de la solución proveniente de las torres solvay se fundamente en una operación de transferencia de energía.

El vapor inyectado en la parte baja de las columnas es quien aporta la energía para este proceso. Por tanto, el objetivo principal con este lazo de control es que el caudal de vapor que entra sea suficiente para llevar a cabo la operación de separación. Esta es la variable que va a ser manipulada.

Por otro lado, una correcta aportación de calor queda reflejada en la temperatura de salida de los gases de las columnas de destilación. Esta es la variable que vamos a controlar.

Dada la importancia de que esta operación se desarrolle adecuadamente, tanto desde el punto de vista de proceso, como desde el punto de vista ambiental, este control feed-back que se acaba de plantear se verá completado por otras acciones de control así como por el seguimiento de variables representativas.

### *Identificación de los lazos de control*

Este control comprende los siguientes lazos:

| Equipos donde se aplica el control | LAZO DE CONTROL | |
|---|---|---|
| C-601 C-606 | T-C600-01 | *Lazo desarrollado* |
| C-602 C-607<br>C-603 C-608<br>C-604 C-609<br>C-605 C-610 | T-C600-02<br>T-C600-03<br>T-C600-04<br>T-C600-05 | *Lazos análogos* |

### *Caracterización y explicación del lazo*

**Ítem** _____ T-C600-01

**Tipo de control** _____ feed-back + feed-forward + seguimiento variables

**Variable controlada** _____ temperatura de salida del gas del condensador parcial C-606

**Variable medida en feed-back**_____ temperatura de salida del gas de C-606

**Variable medida en feed-forward** __ temperatura de salida del licor de C-606 (antes de entrar al heater)

**Variable manipulada**_____ vapor inyectado en C-601

**Set Point** _____ 56ºC (entre 55 y 60ºC)

Se trata de un lazo de control feed-back, midiendo la temperatura de salida de los gases de las columnas de destilación (variable indicadora de un aporte de energía suficiente) y manipulando el aporte de vapor por la parte inferior.

La dinámica de este proceso no es muy rápida, por ello se intenta lleva a cabo una actuación de control más eficiente recurriendo a un lazo de control anticipativo que complete el control por retroalimentación planteado.

Para ello se mide la temperatura del corriente de licor que se extrae de la columna a media destilación. Esta es la variable utilizada en el algoritmo de control feed-forward, que nos permite corregir desviaciones en el balance energético antes de que se agraven.

Por último, también se lleva el seguimiento de una serie de variables también indicadoras de la correcta evolución del balance energético:

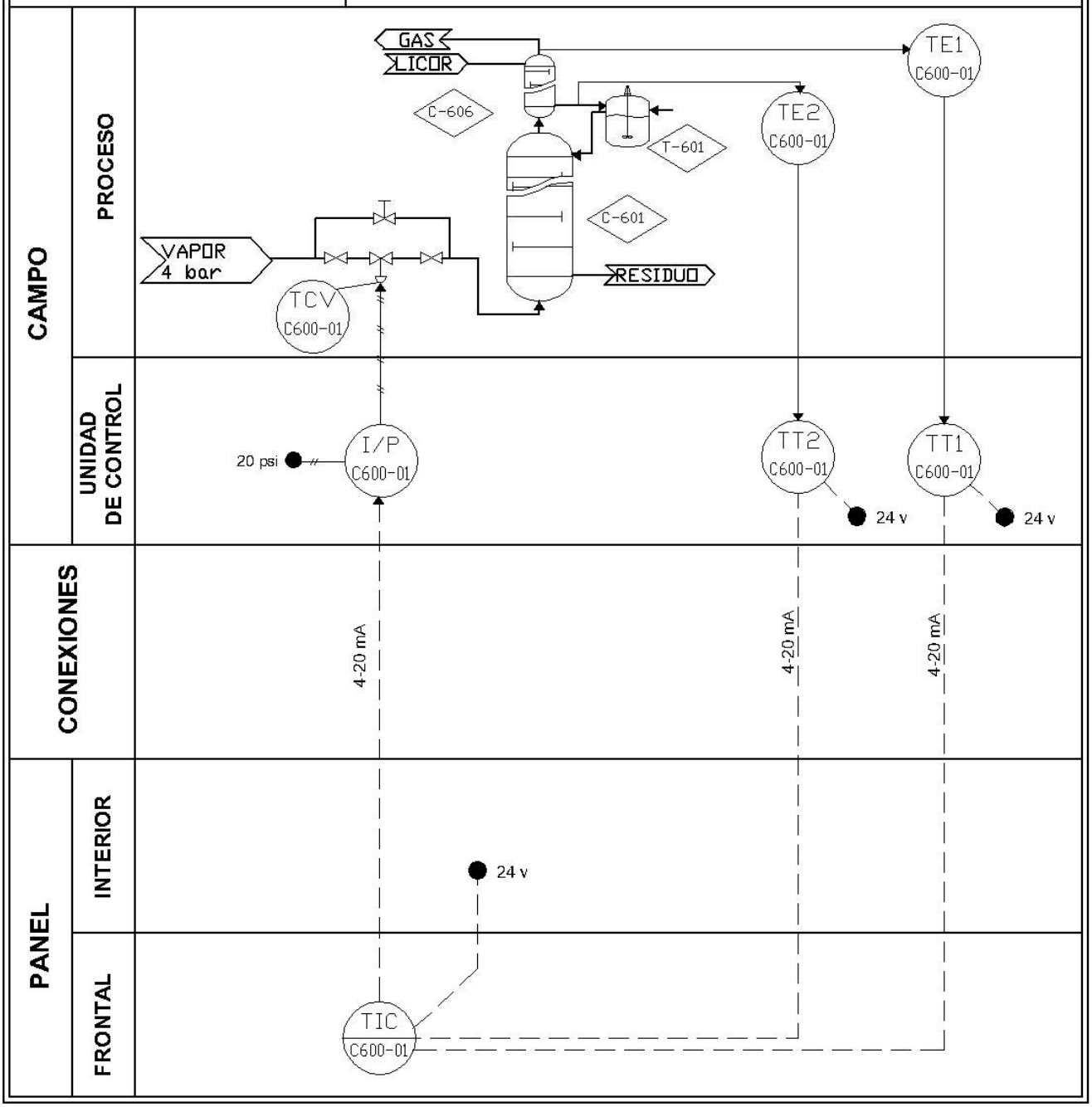
- Pérdida de presión gas en columnas destilación
- Caudal salida residuo líquido
- Concentración amoníaco en el residuo líquido

| | ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL | ÍTEM LAZO: T-C600-01 | APROBADO: |
|---|---|---|---|
| | | Proyecto: 1 | Área: 600 |
| | PLANTA: Producción $Na_2CO_3$ | Diseño: LIMVOC | Fecha: 10/06/06 |
| | Localización: Vilafranca Penedès | Hoja: 1 de: 1 | Pág: |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

T-C600-02 T-C600-04
T-C600-03 T-C600-05

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| TT1-C600-01 | Sensor / Transmisor de temperatura |
| TT2-C600-01 | Sensor / Transmisor de temperatura |
| TIC-C600-01 | Controlador / Indicador de temperatura |
| I/P-C600-01 | Transductor intensidad - presión |
| TCV-C600-01 | Válvula de control |



## *Control de presión y temperatura en los condensadores parciales (CP-606 a CP-610)*

### *Objetivo del lazo de control*

Estos condensadores parciales representan la última parte de la recuperación de amoníaco gas. Este corriente gaseoso que luego se utilizará en la etapa de absorción de amoníaco en salmuera (C-401) debe cumplir unos requisitos en cuanto a composición y temperatura.

Para ello se lleva a cabo un control de las condiciones de salida del gas tras el segundo condensador parcial de cada torre (CP-606 a CP-610).

### *Identificación de los lazos de control*

Este control comprende los siguientes lazos:

| | LAZOS DE CONTROL | | |
|---|---|---|---|
| **Equipos donde se aplica el control** | **Control de temperatura** | **Control de presión** | |
| CP-606 | T-CP606-06 | P-CP606-11 | *Lazos desarrollados* |
| CP-607<br>CP-608<br>CP-609<br>CP-610 | T-CP607-07<br>T-CP608-08<br>T-CP609-09<br>T-CP610-10 | P-CP607-12<br>P-CP608-13<br>P-CP609-14<br>P-CP610-15 | *Lazos análogos* |

### *Caracterización de los lazos*

▸ Control de temperatura

**Ítem** _____ T-CP606-06
**Tipo de control** _____ feed- back
**Variable controlada y medida** _____ temperatura de salida del gas
**Variable manipulada**_____ agua de refrigeración
**Set Point** _____ 56 ºC

Para llevar a cabo el control de temperatura en el condensador parcial se utiliza un serpentín complementario con agua de refrigeración.

La idea de los condensadores parciales es refrigerar el gas con el mismo fluido de proceso, el licor que viene del filtro de las trorres solvay. Están diseñados de tal manera que con este fluido de proceso se consiga la refrigeración necesaria. De este modo:

- Se aprovechan calores residuales
- No se puede llevar a cabo una regulación del calor intercambiado

Para solucionar este inconveniente, se dotan a estos condensadores parciales una pequeña refrigeración con agua que permita acabar de ajustar la temperatura de salida de los gases necesaria.

▸ Control en de presión

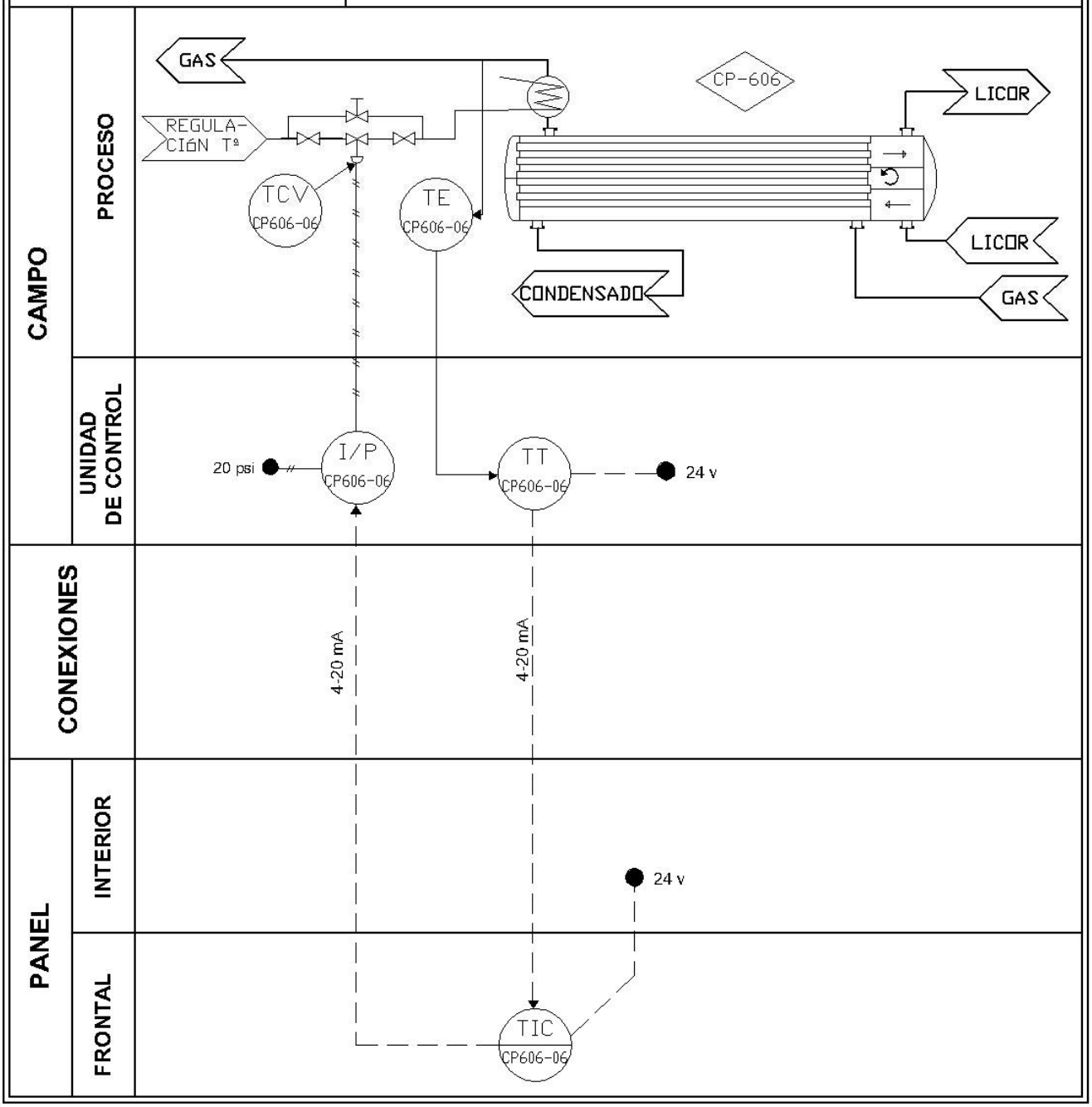
**Ítem** _____ P-CP606-11
**Tipo de control** _____ feed- back
**Variable controlada y medida** _____ presión en el condensador parcial
**Variable manipulada**_____ salida de gas (válvula regulación)

| | ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL | ÍTEM LAZO: T-CP606-06 | APROBADO: |
|---|---|---|---|
| | | Proyecto: 1 | Área: 600 |
| | PLANTA: Producción $Na_2CO_3$ | Diseño: LIMVOC | Fecha: 10/06/06 |
| | Localización: Vilafranca Penedès | Hoja: 1 de: 1 | Pág: |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

T-CP607-07 T-CP608-08
T-CP609-09 T-CP610-10

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| TT-CP606-06 | Sensor / Transmisor de temperatura |
| TIC-CP606-06 | Controlador / Indicador de temperatura |
| I/P-CP606-06 | Transductor intensidad - presión |
| TCV-CP606-06 | Válvula de control |

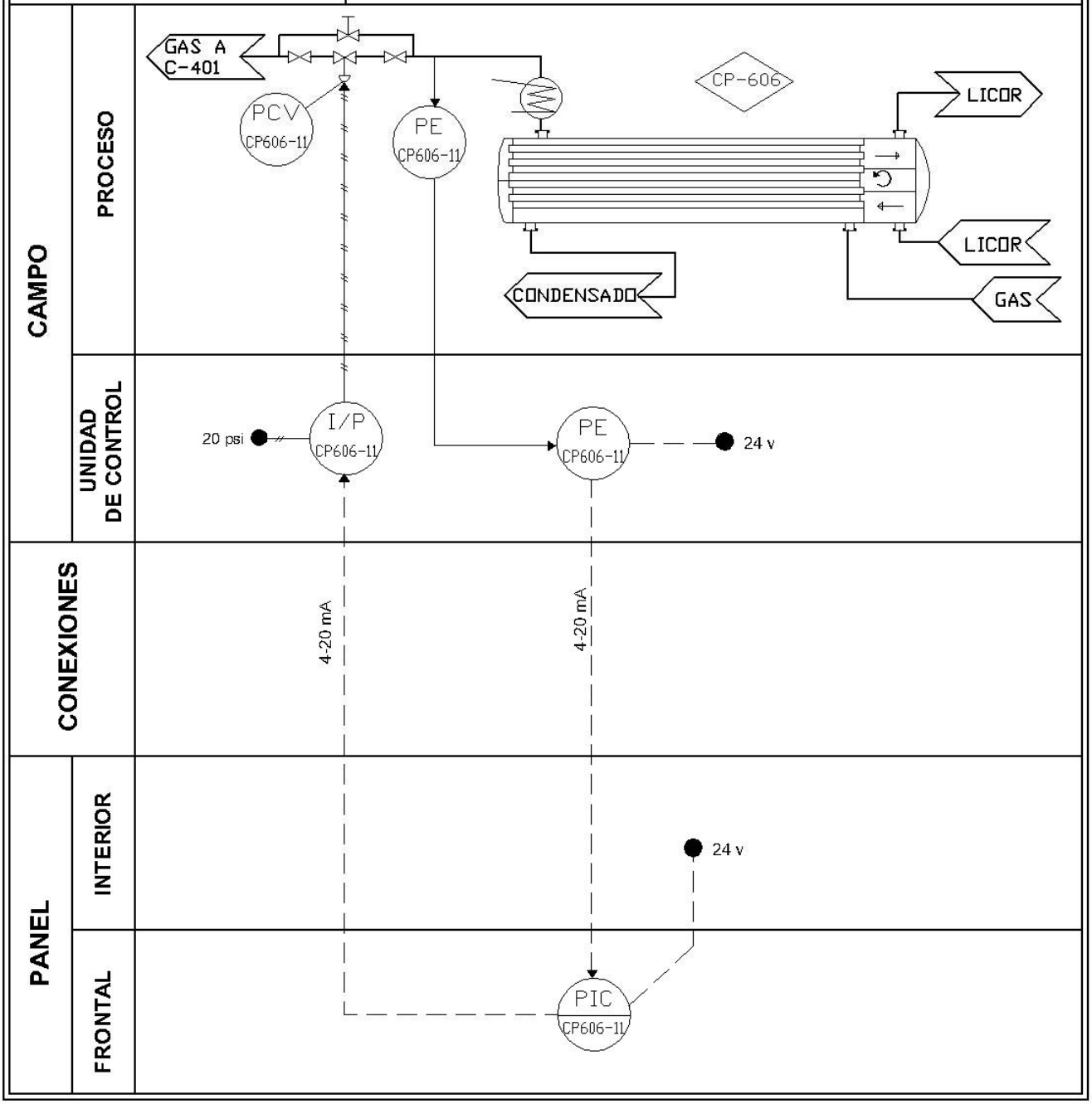


| | ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL | ÍTEM LAZO: P-CP606-11 | APROBADO: |
|---|---|---|---|
| | | Proyecto: 1 | Área: 600 |
| | PLANTA: Producción $Na_2CO_3$ | Diseño: LIMVOC | Fecha: 10/06/06 |
| | Localización: Vilafranca Penedès | Hoja: 1 de: 1 | Pág: |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

P-CP607-12 P-CP608-14
P-CP609-13 P-CP610-15

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| PT-CP606-11 | Sensor / Transmisor de presión |
| PIC-CP606-11 | Controlador / Indicador de presión |
| I/P-CP606-11 | Transductor intensidad - presión |
| PCV-CP606-11 | Válvula de control |



### *Control de nivel en los condensadores parciales (CP-601 a CP-610)*

*Objetivo del lazo de control*

Es importante llevar a cabo un control del nivel de agua presente en los condensadores parciales por varias razones:

- El condensado no debe llegar a inundar los tubos, puesto que reduciría la superficie de intercambio de calor y esto supondría un problema para el buen funcionamiento del equipo.
- Tampoco puede pasar por debajo de una altura mínima, para evitar que se escapen los gases por la salida de líquido

*Identificación de los lazos de control*

Este control se lleva a cabo en todos los condensadores parciales:

| Equipos donde se aplica el control | LAZO DE CONTROL | |
|---|---|---|
| CP-601 | L-CP601-16 | *Lazo desarrollado* |
| CP-602<br>CP-603<br>CP-604<br>CP-605<br>CP-606<br>CP-607<br>CP-608<br>CP-609<br>CP-610 | L-CP602-17<br>L-CP603-18<br>L-CP604-19<br>L-CP605-20<br>L-CP606-21<br>L-CP607-22<br>L-CP608-23<br>L-CP609-24<br>L-CP610-25 | *Lazos análogos* |
| --- | --- | *Lazos análogos* |

*Caracterización del lazo*

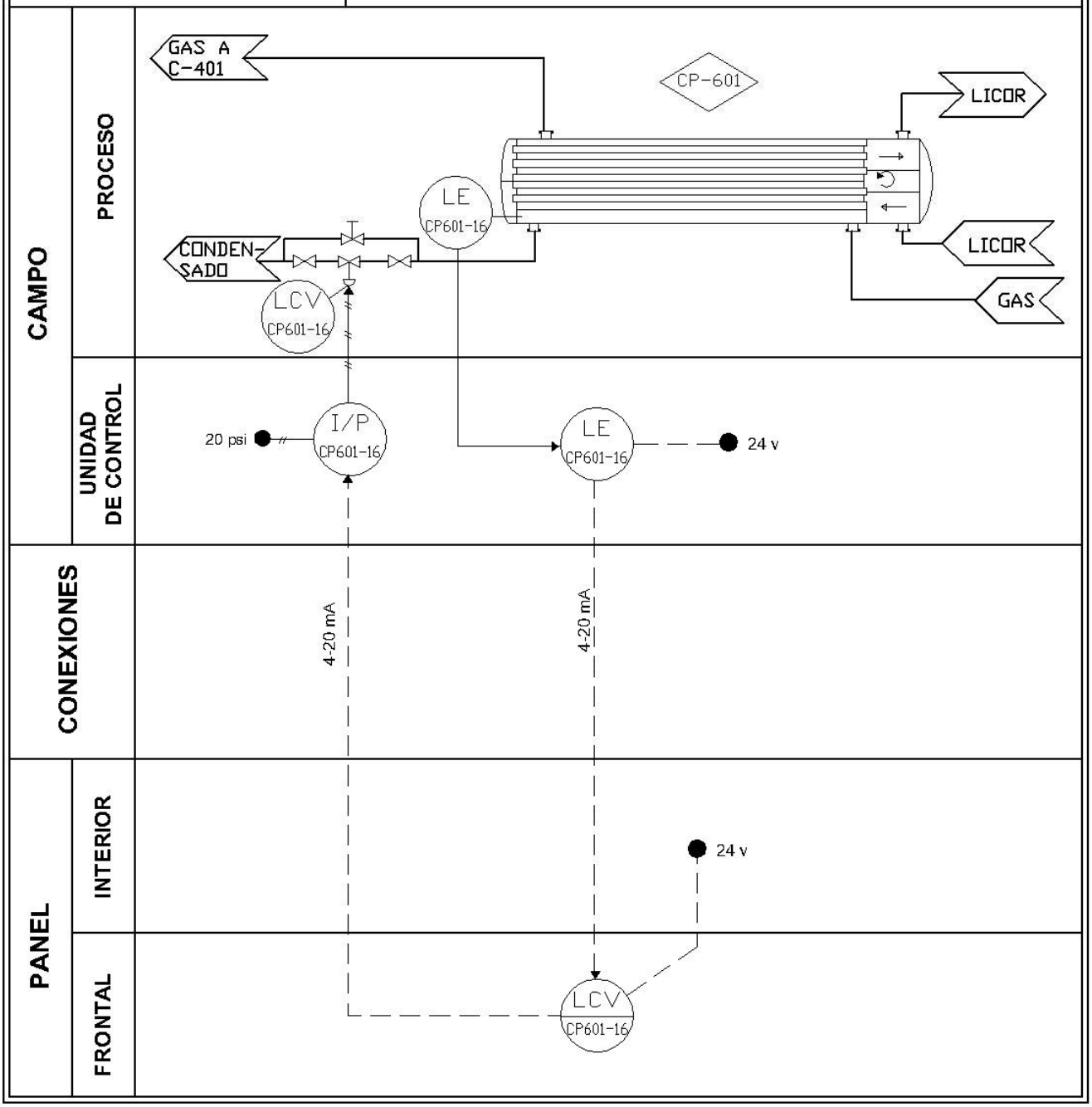
**Ítem** _____ L-CP601-16
**Tipo de control** _____ feed-back
**Variable controlada y medida** _____ nivel de condensado en CP-601
**Variable manipulada**_____ caudal de salida de condensado
**Set Point** _____ 850 mm desde arriba

| | ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL | ÍTEM LAZO: L-CP601-16 | APROBADO: |
|---|---|---|---|
| | | Proyecto: 1 | Área: 600 |
| | PLANTA: Producción $Na_2CO_3$ | Diseño: LIMVOC | Fecha: 10/06/06 |
| | Localización: Vilafranca Penedès | Hoja: 1 de: 1 | Pág: |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

| | |
|---|---|
| L-CP602-17 | L-CP607-22 |
| L-CP603-18 | L-CP608-23 |
| L-CP604-19 | L-CP609-24 |
| L-CP605-20 | L-CP610-25 |
| L-CP606-21 | |

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| LT-CP601-16 | Sensor / Transmisor de nivel |
| LIC-CP601-16 | Controlador / Indicador de nivel |
| I/P-CP601-16 | Transductor intensidad - presión |
| LCV-CP601-16 | Válvula de control |



## *Control de suministro de lechada de cal a los prelimers T-601 y T-602*

### *Lechada de cal introducida en los prelimers*

Las consecuencias negativas de la falta de energía en el proceso de recuperación de amoníaco son las siguientes:

- Transferencia parcial del amoníaco libre en disolución a la fase gaseosa.
- Eliminación incompleta de CO2 en la parte superior de la columna de destilación (stripping).

Esta segunda desviación sirve para agravar la primera: La presencia de CO2 en el prelimer implica un consumo del hidróxido de calcio, que en realidad estaba destinado a la descomposición de otras las sales presentes en el licor. De este modo una parte del amoníaco fijo tampoco se puede separar debido a la falta de reactivo (hidróxido) en el prelimer.

La primera posibilidad que se planteó fue introducir un exceso de hidróxido de calcio en el prelimer para solventar los problemas que presentaría la presencia de CO2 tras la primera parte de la destilación. De este modo se mantiene un exceso de hidróxido, que no influye en la concentración de la disolución, puesto que únicamente se disuelve la cantidad de cal que va reaccionando. Lo que no se disuelve se mantiene en suspensión.

Sin embargo, este sistema requeriría un separador líquido sólido para que el exceso de cristales de cal no entre en la columna de destilación, ya que el prelimer es un tanque agitado y el sólido no se puede separar por gravitación.

La desorción de CO2 en el stripping se lleva a cabo de forma completa si el funcionamiento del equipo no sufre ninguna perturbación extraordinaria. Por ello, en realidad no es absolutamente necesario un sistema como el descrito, a pesar de que podría ser favorable.

### *Mecanismo de control utilizado*

Lo que se realiza en nuestro sistema, finalmente:

- Se establecer una proporción entre el licor que llega al prelimer y la cantidad de lechada de cal necesaria. Se contará un exceso lo suficientemente pequeño para permitir la disolución del hidróxido cálcico.
- Para evitar la posible salida de cal no disuelta, en la tubería de salida del prelimer se utiliza un mecanismo de purga de sólido.
- Se lleva a cabo un análisis de amoníaco en el residuo líquido de la recuperación de amoníaco. Este análisis requiere un pretratamiento de la muestra añadiéndole un exceso de hidróxido cálcico. Ese pretratamiento se lleva a cabo para asegurar la descomposición del amoníaco fijo en caso de que hubiera, y por tanto, su detección.

- Seguimiento de la turbidez en los prelimers, para evitar un arrastre de hidróxido cálcico hacia las columnas de destilación.

*Identificación de los lazos de control*

Este control se lleva a cabo en los dos prelimers:

| **Equipos donde se aplica el control** | **LAZO DE CONTROL** | |
|---|---|---|
| T-601 y T-602 | F-T600-26 | *Lazo desarrollado* |
| --- | --- | *Lazos análogos* |

*Caracterización y explicación del lazo*

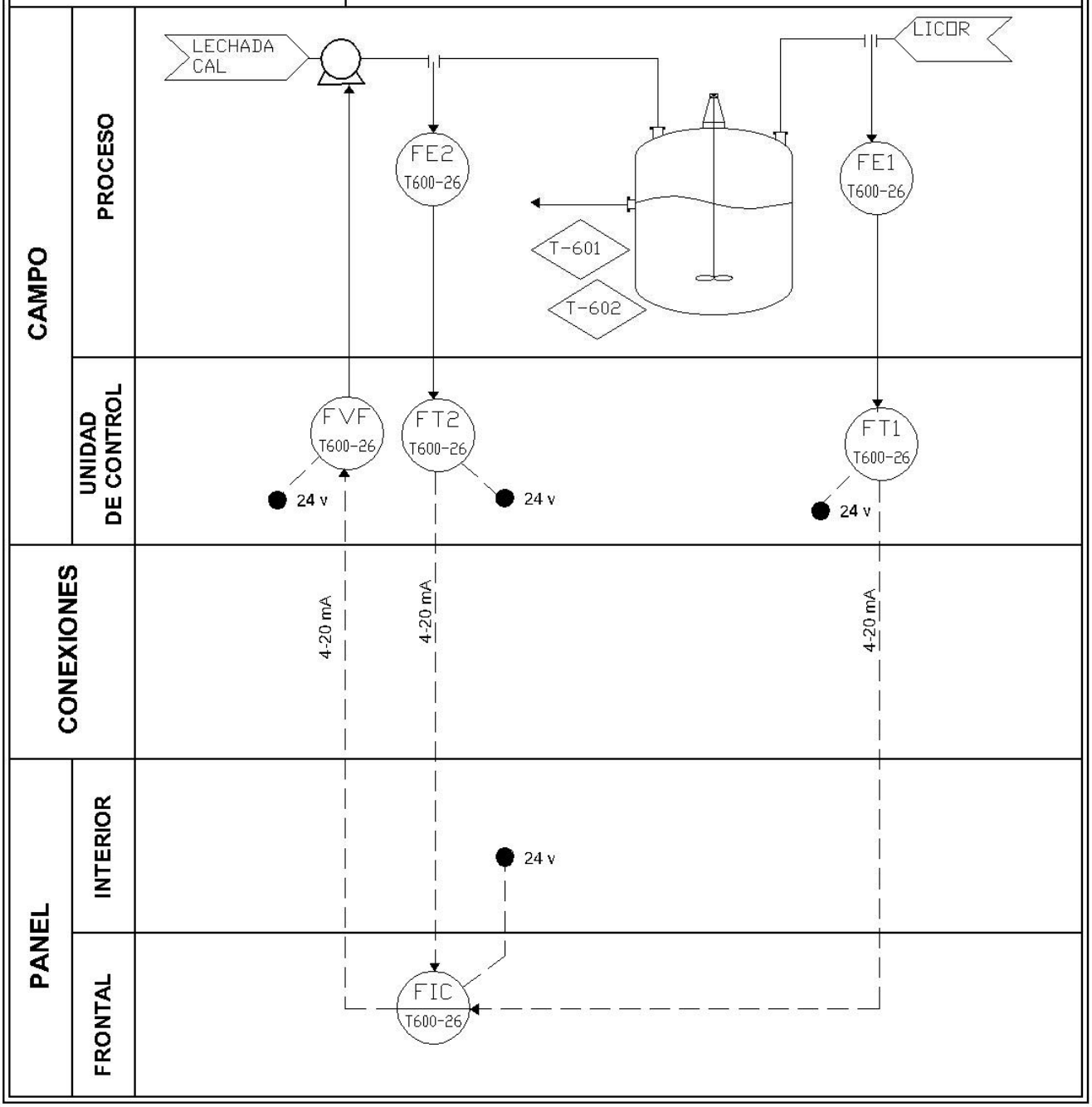
**Ítem** _____ F-T600-26
**Tipo de control** _____ feed-forward (ratio control)
**Variable controlada y medida** _____ proporción de caudales entrada
**Variable manipulada**_____ caudal entrada de lechada de cal
**Set Point** _____ licor : cal = 1 : 4
~21,5 m3/h lechada

El control se lleva a cabo sobre los corrientes que van a los dos tanques, antes de separarse. En los dos tanques entraran los mismos caudales, al distribuirse de manera equitativa en los divisores correspondientes. De este modo se controlan los dos reactores a la vez.

| | ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL | ÍTEM LAZO: F-T600-26 | APROBADO: |
|---|---|---|---|
| | | Proyecto: 1 | Área: 600 |
| | PLANTA: Producción $Na_2CO_3$ | Diseño: LIMVOC | Fecha: 10/06/06 |
| | Localización: Vilafranca Penedès | Hoja: 1 de: 1 | Pág: |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| FT1-T600-26 | Sensor / Transmisor de caudal licor |
| FT2-T600-26 | Sensor / Transmisor de caudal lechada |
| FIC-T600-26 | Controlador / Indicador de caudal |
| FVF-T600-26 | Variador de frecuencia bomba |



## *Control de nivel en los prelimers T-601 y T-602*

### *Objetivo del lazo de control*

El objetivo de este lazo de control es regular la potencia necesaria en las bombas a la salida de los tanques de reacción T-601 y T-602. Lo que se quiere conseguir es que no se produzca acumulación ni pérdida de nivel en estos tanques.

Para ello se recurre a un lazo de control de nivel en cada tanque, que actúe sobre la bomba correspondiente.

### *Identificación de los lazos de control*

Esta regulación corresponde a los siguientes lazos:

| Equipos donde se aplica el control | LAZO DE CONTROL | |
|---|---|---|
| T-601 | L-T601-28 | *Lazo desarrollado* |
| T-602 | L-T602-29 | *Lazos análogos* |

### *Caracterización del lazo*

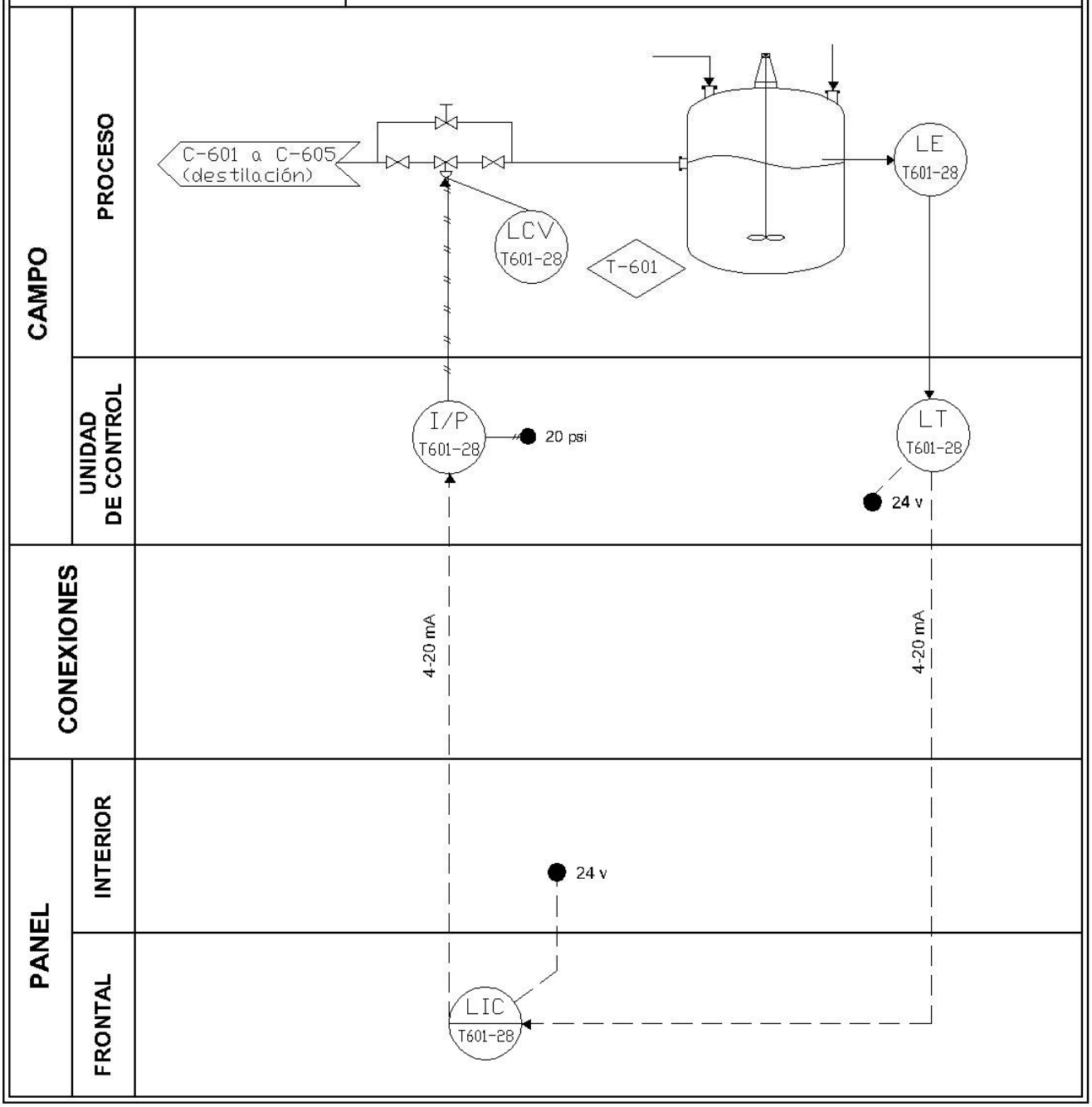
**Ítem** _____ L-T601-28
**Tipo de control** _____ feed-back
**Variable controlada y medida** _____ nivel en T-601
**Variable manipulada**_____ caudal de salida de condensado
**Set Point** _____ 850 mm desde arriba

| | ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL | ÍTEM LAZO: L-T601-28 | APROBADO: |
|---|---|---|---|
| | | Proyecto: 1 | Área: 600 |
| | PLANTA: Producción $Na_2CO_3$ | Diseño: LIMVOC | Fecha: 10/06/06 |
| | Localización: Vilafranca Penedès | Hoja: 1 de: 1 | Pág: |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

L-T602-29

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| LT-T601-28 | Sensor / Transmisor de nivel |
| LIC-T601-28 | Controlador / Indicador de nivel |
| I/P-T601-28 | Transductor intensidad - presión |
| LCV-T601-28 | Válvula de regulación |



# LAZOS DE CONTROL EN EL ÁREA 700: Hidratación de la cal

| | | DESCRIPCIÓN | V.CONTROLADA / MONITORIZADA | V.MANIPULADA | TIPO DE LAZO | ÍTEM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CONTROL** | **Proceso continuo** | Control de temperatura en los hidratadores HI-701 y HI-702. *Pág 3-78* | Temperatura tras la primera etapa de hidratación | Caudal de agua que entra al hidratador | Feed-back | T-HI701-01 y T-HI702-02 |
| **SUPERVISIÓN / MONITORIZACIÓN** | **Seguimiento del proceso** | Temperatura tanques de almacenaje de lechada de cal | Temperatura en T-701 y T-702 | --- | Supervisión | TT-T701-90 y TT-T702-90 |
| | **Seguridad** | Niveles máximo y mínimo de los tanques de almacenaje de lechada de cal | Niveles máximo y mínimo de T-701 | --- | Seguridad y alarmas | LT1-T701-90 y LT2-T701-90 |
| | | | Niveles máximo y mínimo de T-702 | --- | Seguridad y alarmas | LT1-T701-90 y LT2-T702-90 |

## *Control de temperatura en los hidratadores HI-701 y HI-702*

### *Objetivo del lazo de control*

En estos equipos, la reacción de hidratación que tiene lugar es fuertemente exotérmica. De este modo se consigue a la salida una suspensión a temperatura elevada, que permite que tras la etapa de almacenamiento de cal se conserve el calor necesario para introducir la lechada en la etapa de recuperación de amoníaco.

Debido a esta importante generación de calor, será necesario llevar a cabo un control de temperatura en estos equipos:

- La variable controlada será la temperatura de lechada en el horno tras la primera etapa de hidratación, donde se produce mayoritariamente la reacción.
- La variable que se puede manipular es la cantidad de agua introducida en el hidratador. En caso de que aumente en exceso la temperatura, podemos utilizar un exceso de agua que sirva para absorber parte del calor.

De este modo se está llevando a cabo un control implícito de la proporción entre caudales que entran al hidratador. Este control de proporción de caudales es importante, ya que en esta etapa no habrá siempre la misma carga a procesar, viniendo el óxido de calcio de un proceso semi-continuo, como es la descomposición de caliza en los hornos H-201 y H-202.

### *Identificación de los lazos de control*

Los lazos de control correspondientes son:

| Equipos donde se aplica el control | LAZO DE CONTROL | |
|---|---|---|
| HI-701 | T-HI701-01 | *Lazo desarrollado* |
| HI-702 | T-HI702-02 | *Lazos análogos* |

### *Caracterización del lazo*

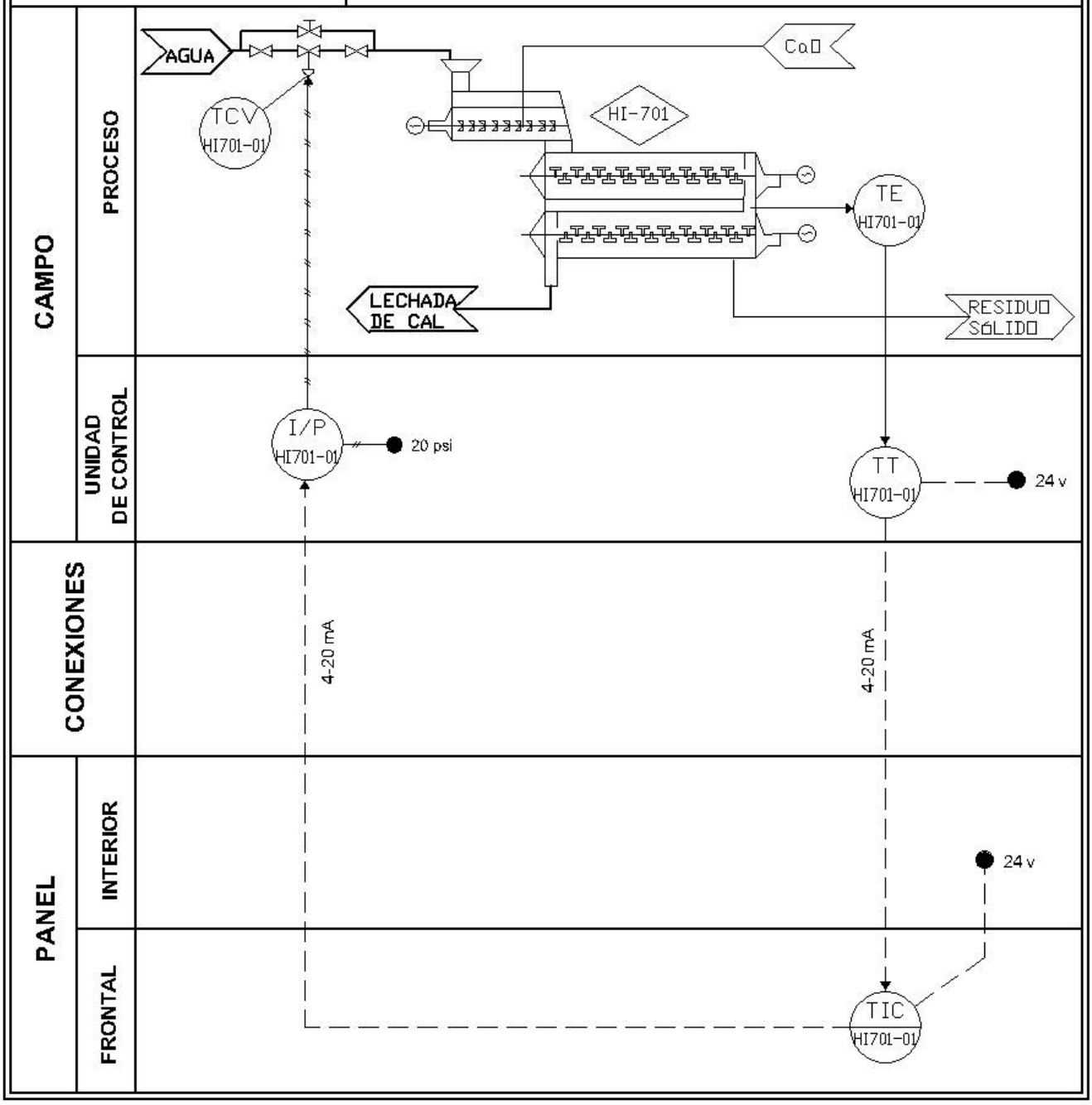
**Ítem** _____ T-HI701-01
**Tipo de control** _____ feed-back
**Variable controlada y medida** _____ temperatura de la suspensión tras la primera etapa de hidratación
**Variable manipulada**_____ caudal de entrada de agua al hidratador
**Set Point** _____ 87 ºC

| | ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL | ÍTEM LAZO: T-HI701-01 | APROBADO: |
|---|---|---|---|
| | | Proyecto: 1 | Área: 700 |
| | PLANTA: Producción $Na_2CO_3$ | Diseño: LIMVOC | Fecha: 15/06/06 |
| | Localización: Vilafranca Penedès | Hoja: 1 de: 1 | Pág: |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

T-HI702-02

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| TT-HI701-01 | Sensor / Transmisor de temperatura |
| TIC-HI701-01 | Controlador / Indicador de temperatura |
| I/P-HI701-01 | Transductor intensidad - presión |
| TCV-HI701-01 | Válvula de control |



# LAZOS DE CONTROL EN EL ÁREA 800: Descomposición térmica del bicarbonato y densificación

| | | DESCRIPCIÓN | V.CONTROLADA / MONITORIZADA | V.MANIPULADA | TIPO DE LAZO | ÍTEM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CONTROL** | **Proceso continuo** | Regulación de los corrientes de entrada a T-801. *Pág. 3-82* | Caudal másico de sólidos | Velocidad tornillo sin fin | Control feed-back | W-T801-01 |
| | | | Caudal agua que entra | Caudal agua que entra | Control feed-back | F-T801-02 |
| | | Nivel tanque pulmón de agua T-802. *Pág. 3-86* | Nivel de líquido | Entrada de agua de red | Control feed-back | L-T802-06 |
| | | Control de nivel en el tanque de disolución (T-801). *Pág. 3-86* | Nivel en el tanque T-801 | caudal de salida de licor del T-801 | Control feed-back | L-T801-03 |
| | | Control de temperatura de operación en el cristalizador (CR-801) . *Pág. 3-90* | Temperatura de operación en CR-801 | caudal de refrigeración | Control feed-back | T-CR801-04 |
| | | Control de nivel en el cristalizador (CR-801). *Pág. 3-92* | Nivel en el cristalizador CR-801 | caudal salida sus-pensión de CR-801 | Control feed-back | L-CR801-05 |
| **SUPERVISIÓN / MONITORIZACIÓN** | **Seguimiento del proceso** | Correcta maduración del producto final en los hornos-secadores (H-801, H-802). | Temperatura de salida del producto | --- | Supervisión | TT-H801-90 y TT-H802-90 |
| | | Correcta circulación del aire en los hornos-secadores (H-801, H-802). | Pérdida de presión del aire en el horno | --- | Supervisión | PT-H801-90 y PT-H802-90 |
| | | Buena transmisión de calor en los hornos-secadores (H-801, H-802), | Temperatura del aire en carcasa | --- | Supervisión | TT-H801-91 y TT-H802-91 |
| | | Composición de $CO_2$ en los gases de salida de los hornos-secadores (H-801, H-802). | Concentración de $CO_2$ en gases | --- | Supervisión y alarma | AT-H800-90 |
| | | Caudal de gases a la salida de los hornos-secadores (H-801 y H-802). | Caudal másico de gases | --- | Supervisión | FT-H800-90 |
| | | Concentración de cristales a la salida del cristalizador CR-801. | Turbidez magma | --- | Supervisión | RT-CR801-90 |
| | | Correcto funcionamiento horno-deshidratador H-803 | Presión salida vapor | --- | Alarma mínima | PT-H803-90 |
| | | | Temperatura operación carcasa | --- | Supervisión | TT-H803-90 |
| | | Humedad producto final. H-803 | Humedad producto final | --- | Alarma máxima | AT-H803-90 |

### *Control en los hornos-secadores H-801 y H-802*

Estos equipos no se ven sometidos a ningún lazo de control.

Es cierto que se trata de una de las etapas más cruciales de todo el proceso. Sin embargo, no se considera oportuno realizar un control debido a la complicación de manipular cualquiera de las variables:

El caudal másico de sólidos que ha de entrar al horno-secador depende de la eficacia conseguida en las etapas anteriores, especialmente en los cristalizadores de la torre solvay. En estas etapas ya se han establecido los lazos de control necesarios para conseguir el caudal de cristales de bicarbonato sódico deseado. Por tanto, se considera que esta variable no debe sufrir grandes cambios si el proceso funciona adecuadamente.

Por otro lado, ya pensando en posibles variaciones en las características del bicarbonato que entra, los hornos-secadores se han diseñado de tal manera que sean capaces de seguir operando correctamente. Las desviaciones más significativas que se pueden dar son las siguientes:

- Variación del caudal másico de entrada. Si se diera el caso, a pesar del control en etapas previas, esta desviación no supondría ningún problema, puesto que los hornos-secadores ya han sido dimensionados para que puedan admitir un mayor cabal.
- Variación en la humedad del sólido que entra.

  Esta perturbación puede darse con facilidad, puesto que en el filtro F-501 tampoco se lleva a cabo un control estricto de las condiciones de salida de los cristales.

  El problema que causa esta humedad en el horno-secador se debe a la posible formación de una masa pastosa que impida la circulación del aire caliente entre los cristales. Este problema se soluciona con la recirculación de parte del producto final.

  Al hacer el diseño ya se ha tomado un valor de recirculado óptimo para la humedad habitual, y suficiente para el caso de un aumento de esta variable.

Lo que sí será realmente importante es la supervisión del correcto funcionamiento de estos equipos. Ello se realizará mediante un seguimiento de:

- La temperatura de salida del producto, que indicará si se ha conseguido madurar bien.
- La pérdida de presión del aire al pasar por el horno, que reflejará posibles problemas de circulación del aire
- La temperatura del aire en carcasa, relacionada con una buena transmisión de calor a través de los tubos. Si bajara podría ser consecuencia de un exceso de sólido procesado, o bien de incrustaciones en los tubos, etc.

| EQUIPO | Temperatura de salida del producto | Pérdida de presión del aire en el horno | Temperatura del aire en carcasa |
|---|---|---|---|
| H-801 | TT-H801-90 | PT-H801-90 | TT-H801-91 |
| H-802 | TT-H802-90 | PT-H802-90 | TT-H802-91 |

## *Control de entrada de producto al proceso de densificación (T-801)*

### *Objetivo del lazo de control*

La etapa de densificación del carbonato sódico a 'dense ash' empieza con una disolución del producto ligero con una cantidad determinada de agua. Por ese motivo hace falta la utilización de dos lazos de control que regulen la entrada tanto del sólido como del líquido.

Los caudales se regulan por separado, sin recurrir a un lazo de proporción. Esto se debe a que no es necesario llevar un control estricto de la relación de entradas. Este control de proporción se utiliza para proporciones de entrada en combustiones o reactores. Pero no es el caso, ya que esta operación de disolución permite un pequeño margen en la relación de entradas.

En caso de que se produzca alguna perturbación fuera de lo habitual, se tendrán que llevar a cabo las medidas más apropiadas según la emergencia.

### *Identificación de los lazos de control*

Los lazos de control para llevar a cabo esta regulación son los siguientes:

| Equipo donde se aplica el control | LAZO DE CONTROL | | |
|---|---|---|---|
| | SÓLIDO | LÍQUIDO | |
| T-801 | W-T801-01 | F-T801-02 | *Lazos desarrollados* |
| --- | --- | --- | *Lazos análogos* |

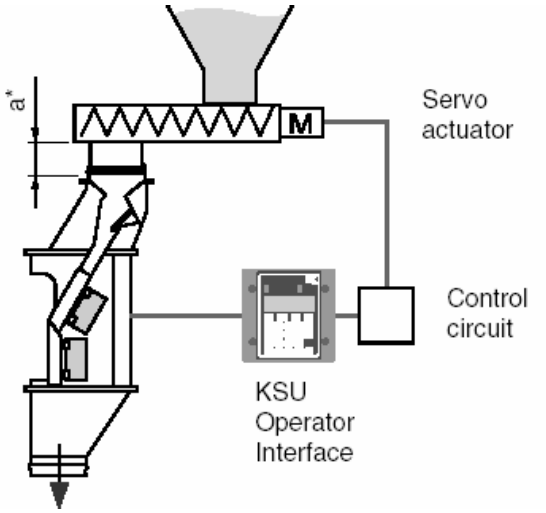
### *Caracterización y explicación del lazo*

- Control de caudal de sólido
  - **Ítem** _____ W-T801-01
  - **Tipo de control** _____ feed-back
  - **Variable controlada y medida** _____ entrada másica de sólido a T-801
  - **Variable manipulada**_____ velocidad de la cinta transportadora
  - **Set-point** _____ 11540 kg/h

- Control de caudal de agua
  - **Ítem** _____ F-T801-02
  - **Tipo de control** _____ feed-back
  - **Variable controlada y medida** _____ caudal de entrada de agua a T-801
  - **Variable manipulada**_____ obertura de la válvula
  - **Set-point** _____ 5,7 m3/h

*Sobre la instrumentación*

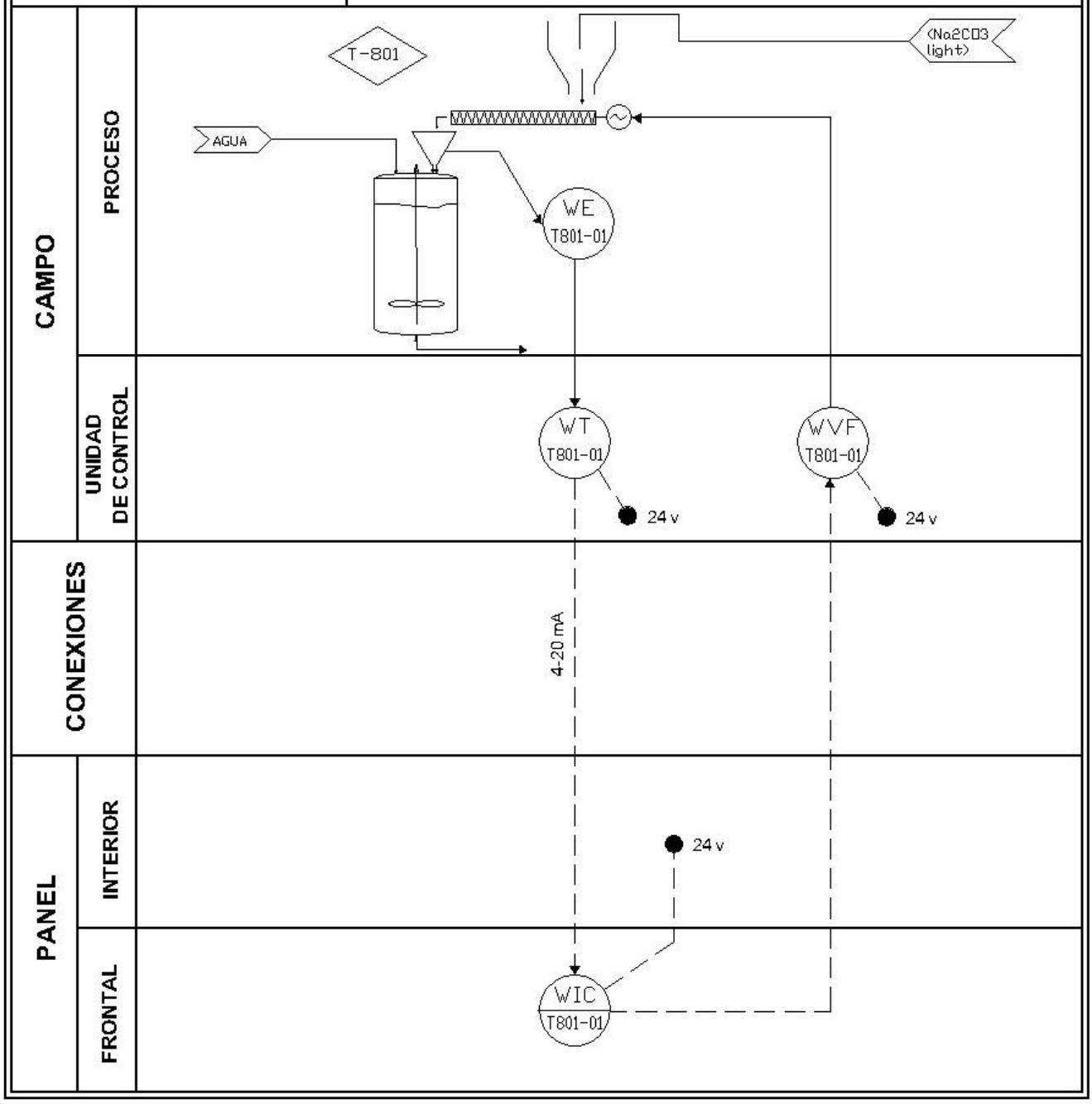
Sistema regulador de caudal de sólidos: sistema con medidor, unidad de control, y actuación mediante tornillo de Arquímedes.



| | ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL | ÍTEM LAZO: W-T801-01 | APROBADO: |
|---|---|---|---|
| | | Proyecto: 1 | Área: 800 |
| | PLANTA: Producción $Na_2CO_3$ | Diseño: LIMVOC | Fecha: 10/06/06 |
| | Localización: Vilafranca Penedés | Hoja: 1 de: 1 | Pág: |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

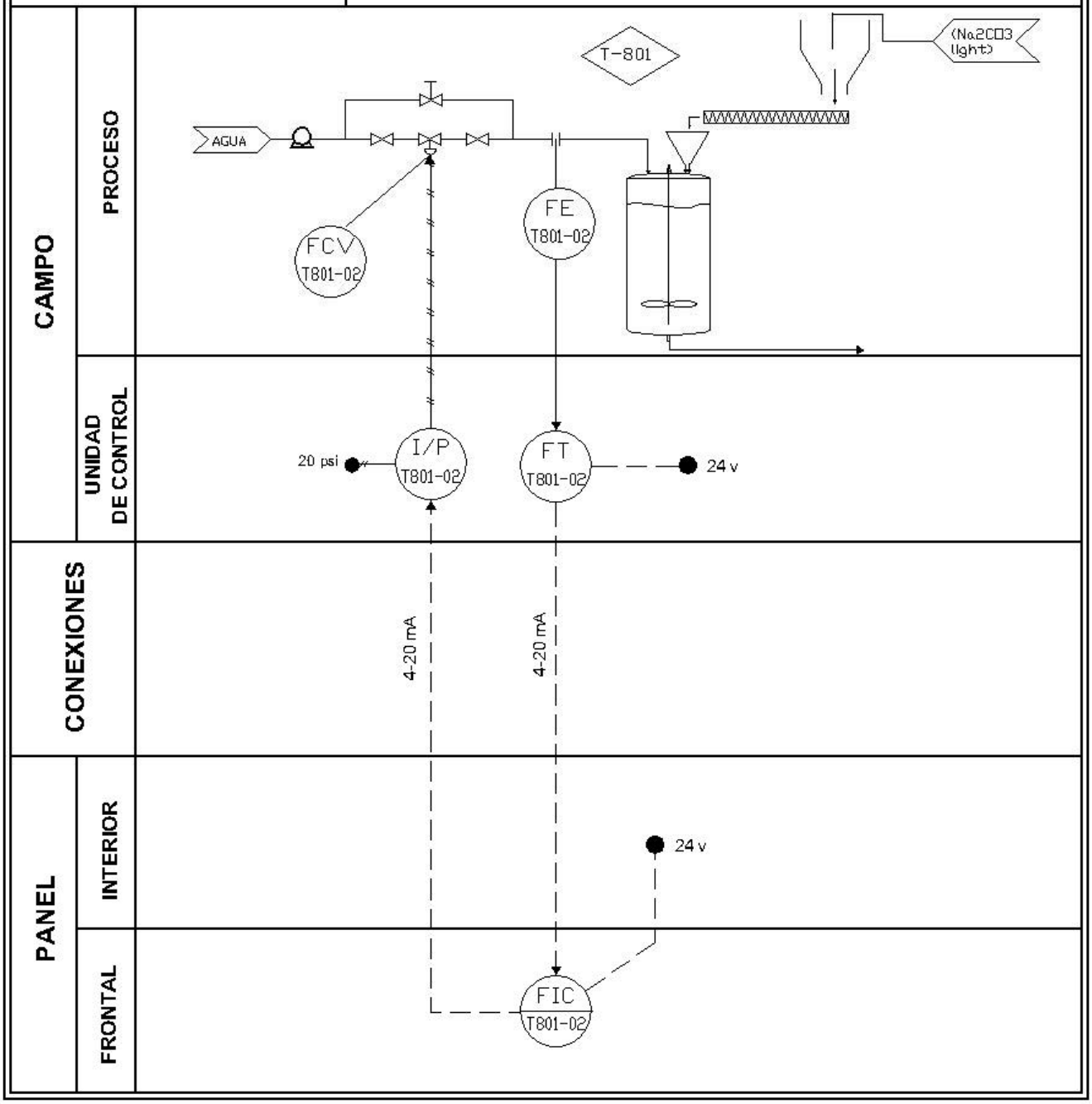
| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| WT-T801-01 | Sensor / Transmisor de caudal másico de sólidos |
| WIC-T801-01 | Controlador / Indicador de caudal másico |
| I/P-T801-01 | Transductor intensidad - presión |
| WVF-T801-01 | Variador de frecuencia |



| | ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL | ÍTEM LAZO: F-T801-02 | APROBADO: |
|---|---|---|---|
| | | Proyecto: 1 | Área: 800 |
| | PLANTA: Producción $Na_2CO_3$ | Diseño: LIMVOC | Fecha: 10/06/06 |
| | Localización: Vilafranca Penedés | Hoja: 1 de: 1 | Pág: |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| FT-T801-02 | Sensor / Transmisor de caudal |
| FIC-T801-02 | Controlador / Indicador de caudal |
| I/P-T801-02 | Transductor intensidad - presión |
| FCV-T801-02 | Válvula de regulación |



## *Nivel tanque pulmón de agua T-802*

### *Objetivo del lazo de control*

El agua que se destina al tanque T-801 para disolver el carbonato sódico procede de otras etapas de operación, más una entrada de agua de red para completar el caudal necesario.

Con este control de nivel se consigue regular el agua de red que debe irse incorporando en el proceso.

### *Identificación del lazo de control*

El lazo de para llevar a cabo esta regulación es el siguiente:

| Equipo donde se aplica el control | LAZO DE CONTROL | |
|---|---|---|
| T-802 | L-T802-06 | *Lazo desarrollado* |
| --- | --- | *Lazos análogos* |

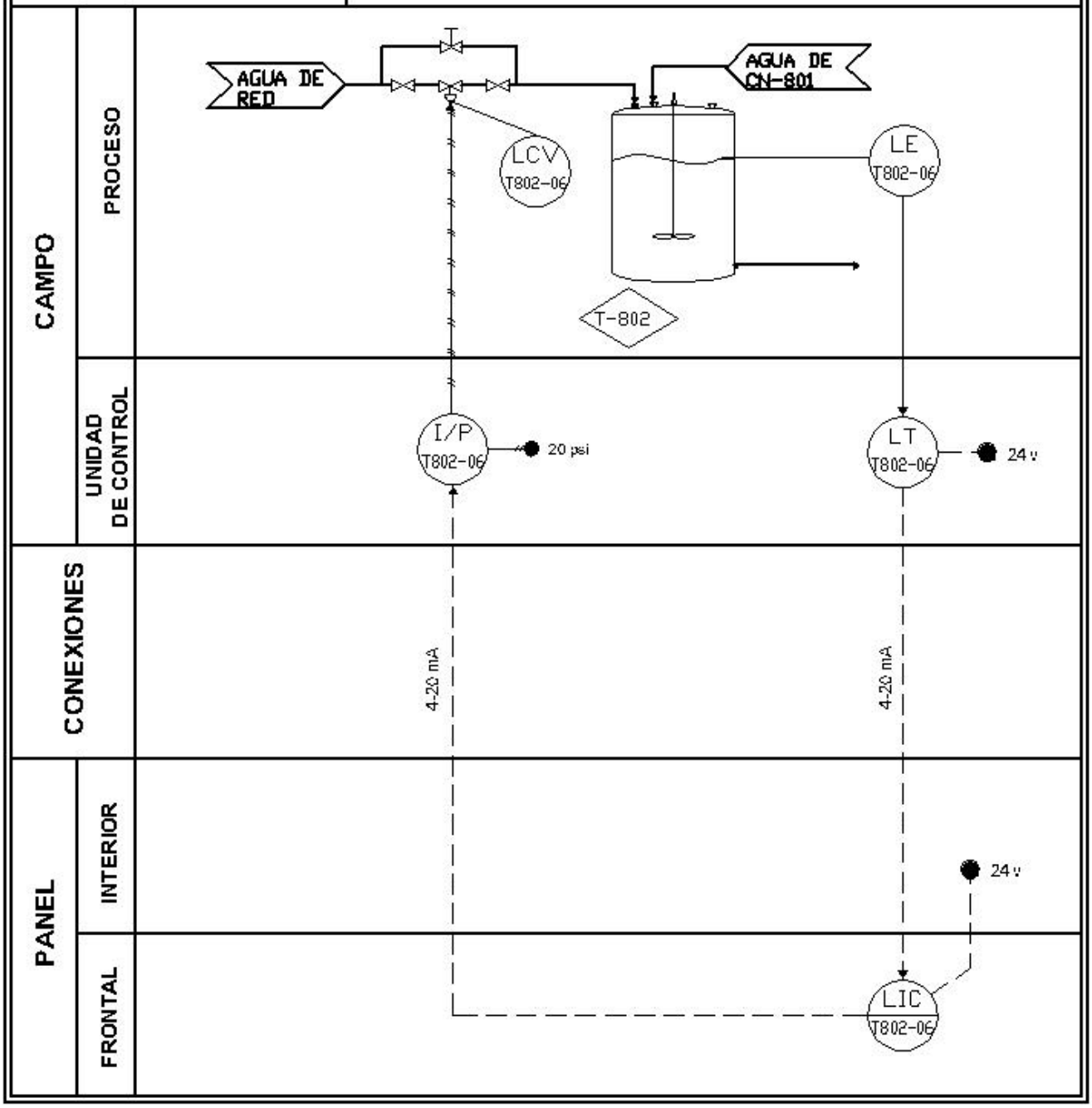
### *Caracterización del lazo*

**Ítem** _____ L-T802-06
**Tipo de control** _____ feed- back
**Variable controlada y medida** _____ nivel en el tanque T-802
**Variable manipulada**_____ caudal de entrada de agua de red
**Set Point** _____ 1,5 m desde parte superior del tanque

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL** | **ÍTEM LAZO:** L-T802-06 | **APROBADO:** |
| | | **Proyecto:** 1 | **Área:** 800 |
| | **PLANTA:** Produccion Na2CO3 | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 10/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| LT-T802-06 | Sensor / Transmisor de nivel |
| LIC-T802-06 | Controlador / Indicador de nivel |
| I/P-T802-06 | Transductor intensidad - presión |
| LCV-T802-06 | Variador de frecuencia bomba |



## *Control de nivel en el tanque de disolución (T-801)*

### *Objetivo del lazo de control*

Se trata de un lazo de control sencillo, cuyo objetivo es mantener la salida de licor del tanque T-801 con un determinado caudal, para conseguir que no se produzca acumulación ni pérdida de materia en el tanque.

Habitualmente, para regular un caudal y que se mantenga en un valor determinado, se suele aplicar un feed-back midiendo el propio caudal. En este caso, sin embargo, es más apropiado medir el nivel por si se diera el caso, por el motivo que fuera, de que hubiera fluctuaciones en las entradas al tanque.

### *Identificación del lazo de control*

El lazo de para llevar a cabo esta regulación es el siguiente:

| Equipo donde se aplica el control | LAZO DE CONTROL | |
|---|---|---|
| T-801 | L-T801-03 | *Lazo desarrollado* |
| --- | --- | *Lazos análogos* |

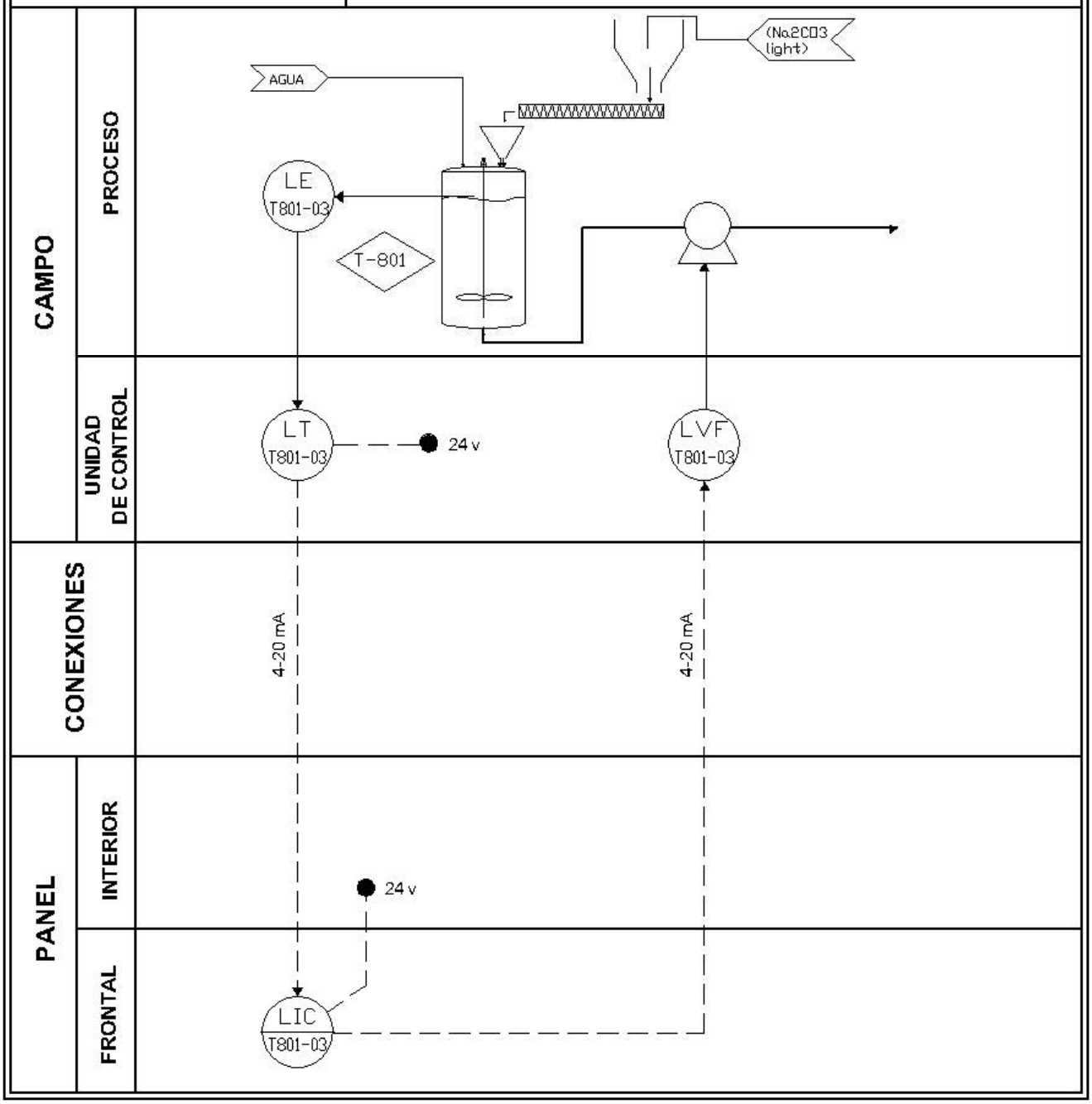
### *Caracterización del lazo*

**Ítem** _____ L-T801-03
**Tipo de control** _____ feed- back
**Variable controlada y medida** _____ nivel en el tanque T-801
**Variable manipulada**_____ caudal de salida de licor del T-801 (potencia bomba)
**Set Point** _____ 17,3 m3/h

| | ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL | ÍTEM LAZO: L-T801-03 | APROBADO: |
|---|---|---|---|
| | | Proyecto: 1 | Área: 800 |
| | PLANTA: Producción $Na_2CO_3$ | Diseño: LIMVOC | Fecha: 10/06/06 |
| | Localización: Vilafranca Penedés | Hoja: 1 de: 1 | Pág: |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| LT-T801-03 | Sensor / Transmisor de nivel |
| LIC-T801-03 | Controlador / Indicador de nivel |
| LVF-T801-03 | Variador de frecuencia bomba |



## *Control de temperatura de operación en el cristalizador (CR-801)*

### *Objetivo del lazo de control*

Para una buena cristalización del bicarbonato sódico denso es importante llevar a cabo esta operación a la temperatura adecuada. Por ese motivo se ha pensado en este lazo: control de temperatura manipulando el caudal de refrigerante.

### *Identificación del lazo de control*

El lazo de control es el siguiente:

| Equipo donde se aplica el control | LAZO DE CONTROL | |
|---|---|---|
| CR-801 | T-CR801-04 | *Lazo desarrollado* |
| --- | --- | *Lazos análogos* |

### *Caracterización del lazo*

**Ítem** _____ T-CR801-04
**Tipo de control** _____ feed- back
**Variable controlada y medida** _____ temperatura de operación en CR-801
**Variable manipulada**_____ caudal de vapor
**Set Point** _____ 105ºC

### *Sobre la instrumentación*

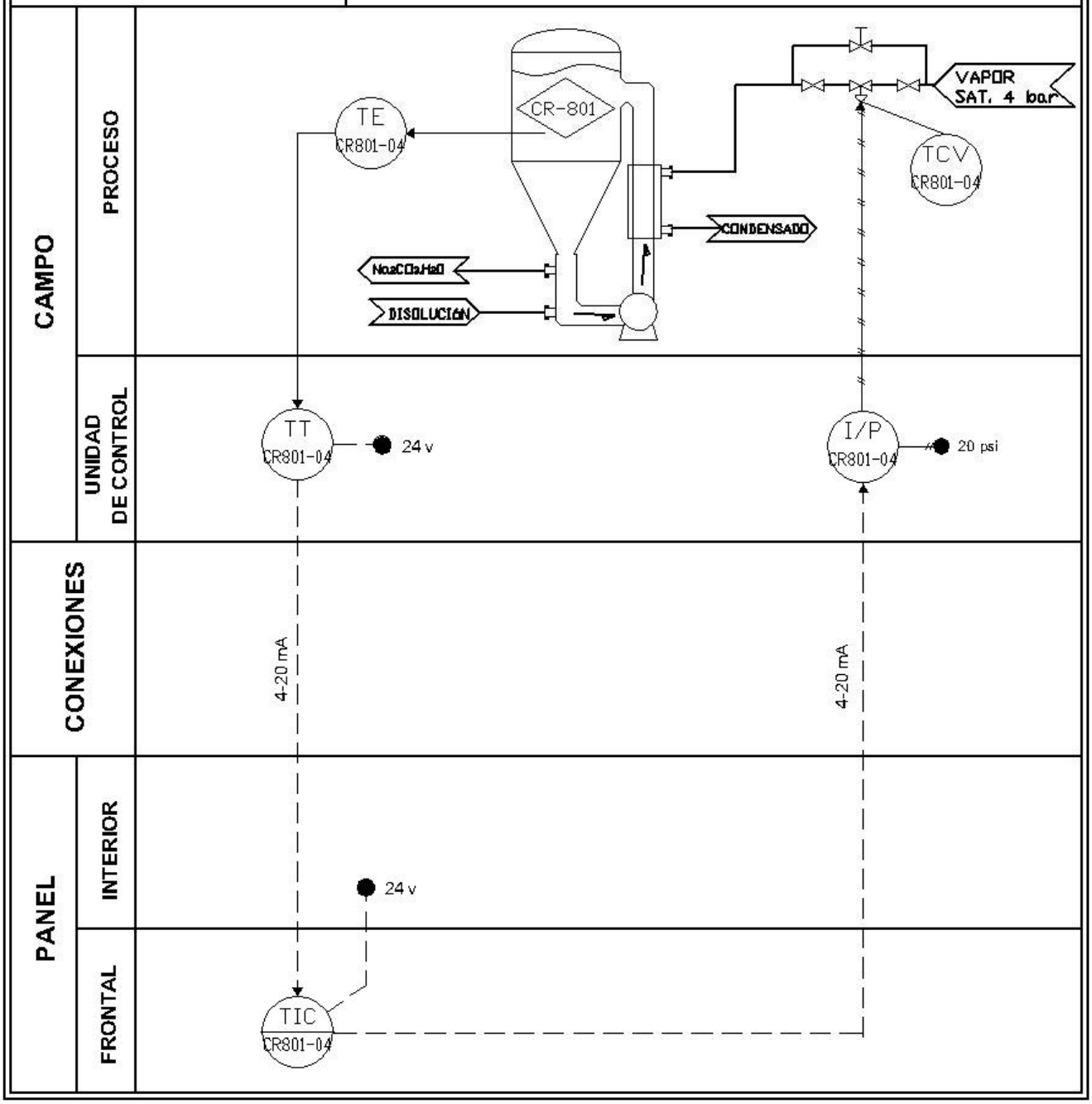
En este lazo de control se fija la temperatura de operación del cristalizador, y se actúa regulando el calor aportado por un corriente de vapor.

Para manipular este aporte de calor se utiliza como elemento final de control una válvula de regulación, con la cual se consigue una determinada pérdida de energía en forma de temperatura y de presión en el vapor que entra al intercambiador.

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL** | **ÍTEM LAZO:** T-CR801-04 | **APROBADO:** |
| | | **Proyecto:** 1 | **Área:** 800 |
| | **PLANTA:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 10/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca Penedés | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| TT-CR801-04 | Sensor / Transmisor de temperatura |
| TIC-CR801-04 | Controlador / Indicador de temperatura |
| I/P-CR801-04 | Transductor intensidad - presión |
| TCV-CR801-04 | Válvula de regulación |



## *Control de nivel en el cristalizador (CR-801)*

### *Objetivo del lazo de control*

El fundamento de este control de nivel es el mismo que el de L-T801-03: mantener la salida de licor del tanque T-801 con un determinado caudal, para conseguir que no se produzca acumulación ni pérdida de nivel en el tanque.

Habitualmente, para regular un caudal y que se mantenga en un valor determinado, se suele aplicar un feed-back midiendo el propio caudal. En este caso, sin embargo, es más apropiado medir el nivel por si se diera el caso, por el motivo que fuera, de que hubiera fluctuaciones en las entradas al tanque.

### *Identificación del lazo de control*

El lazo para llevar a cabo esta regulación es el siguiente:

| Equipo donde se aplica el control | LAZO DE CONTROL | |
|---|---|---|
| CR-801 | L-CR801-05 | *Lazo desarrollado* |
| --- | --- | *Lazos análogos* |

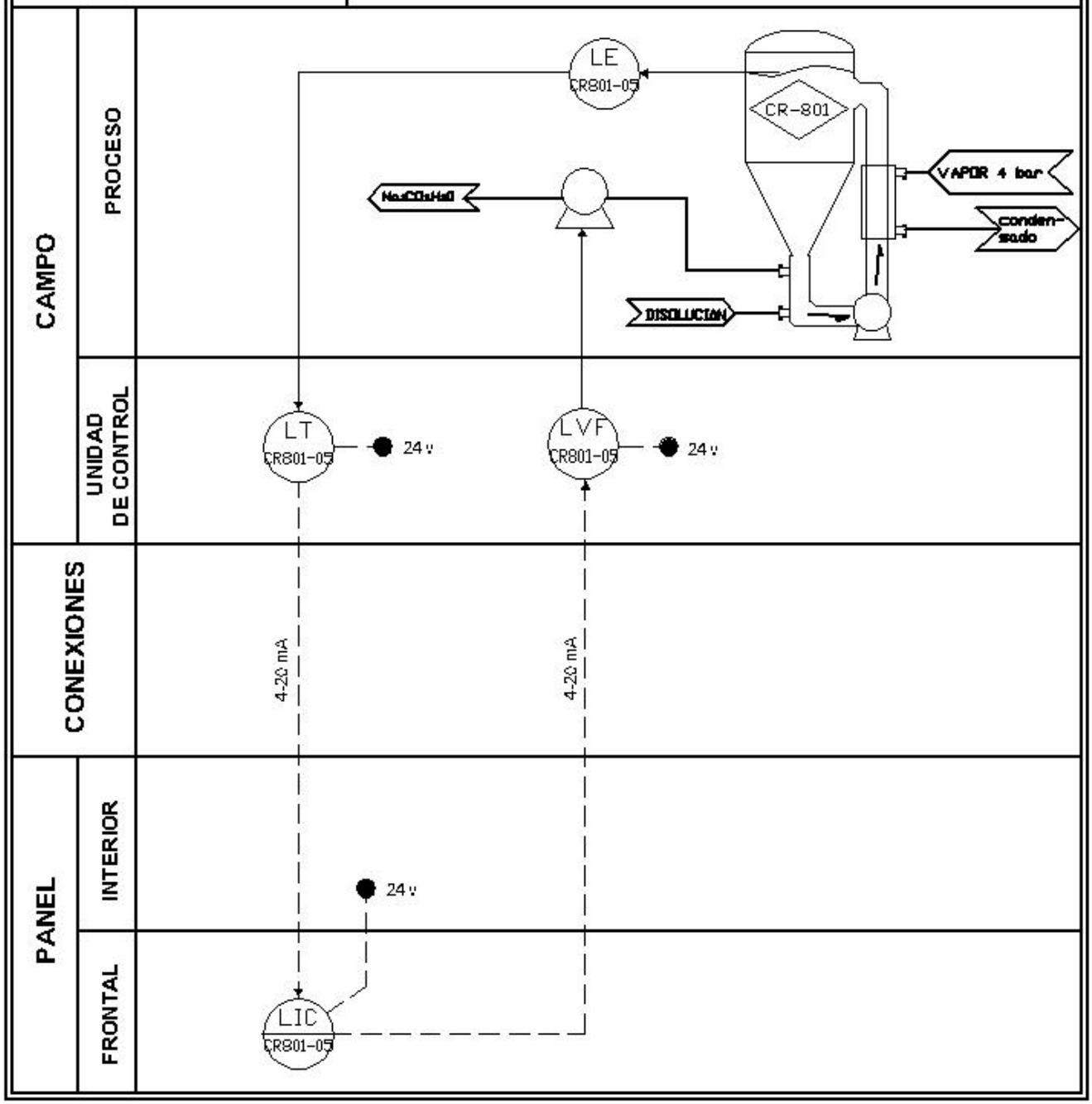
### *Caracterización del lazo*

**Ítem** _____ L-CR801-05
**Tipo de control** _____ feed- back
**Variable controlada y medida** _____ nivel en el cristalizador CR-801
**Variable manipulada**_____ caudal de salida de suspensión del CR-801 (potencia bomba)
**Set Point** _____ 0,4 m desde la parte superior

| | ESPECIFICACIÓN LAZO DE CONTROL | ÍTEM LAZO: L-CR801-05 | APROBADO: |
|---|---|---|---|
| | | Proyecto: 1 | Área: 800 |
| | PLANTA: Produccion Na2CO3 | Diseño: LIMVOC | Fecha: 10/06/06 |
| | Localización: Vilafranca Penedès | Hoja: 1 de: 1 | Pág: |

**LAZOS DE CONTROL ANÁLOGOS:**

| ÍTEMS | DENOMINACIÓN |
|---|---|
| LT-CR801-05 | Sensor / Transmisor de nivel |
| LIC-CR801-05 | Controlador / Indicador de nivel |
| LVF-CR801-05 | Variador de frecuencia bomba |



# 3.3. INSTRUMENTACIÓN

*Contenido del apartado:*
En este apartado se hace una recopilación de toda la instrumentación necesaria en el sistema de control de los principales lazos desarrollados, así como de las variables supervisadas más críticas.
Se contemplan, de este modo, los siguientes elementos:

- elementos primarios
  - de los lazos de control
  - de medida de variables supervisadas y monitorizadas
- elementos finales de control
  - válvulas
  - otros elementos finales
- tarjetas de adquisición de datos TAD

Para llevar a cabo la elección de las tarjetas de adquisición de datos (TAD) que hacen planta en la planta, tanto desde el punto de vista de caracterización de las mismas, como el número de tarjetas que hacen falta, es necesario llevar a cabo un recuento de los señales de entrada y salida las unidades de control de cada zona. Este recuento y especificación de las TAD se lleva a cabo en el punto 3.1.4 del capítulo

*Consideraciones generales en cuanto a la instrumentación*
A la hora de escoger los instrumentos de control, se ha tenido en cuenta:

- Elección de la instrumentación más sencilla y robusta que cumpliera los requisitos de medida / actuación en cada sistema
- Utilización de los mismos instrumentos en los distintos lazos de control (siempre que las características del instrumento permitan trabajar correctamente en tales condiciones de operación), para poder reducir el stock de instrumentos de recambio en la planta, y para hacer más sencilla las compatibilidades en el sistema de control
- Evitar siempre que se pueda la invasión del proceso con los instrumentos de medida, para facilitar las operaciones de mantenimiento y reparación.
- Utilizar un sistema de control homogéneo en frente a heterogéneo, tomando la mayor cantidad de instrumentos de un mismo fabricante posibles. Esta acción presenta como ventajas facilitar las operaciones de mantenimiento y reparación del sistema de control, y asegurar compatibilidad entre los diferentes elementos

*Presentación de la instrumentación*
Toda la instrumentación utilizada se presenta en las siguientes tablas, agrupada de la siguiente forma:

- ► Elementos de medida para lazos de control
- ► Elementos de medida para supervisión y seguridad
- ► Elementos finales de control: válvulas
- ► Elementos finales de control: otros.

Las fichas de especificación de los ítems de referencia ℜ se encuentran en los siguientes apartados de este mismo capítulo

## 3.3.1. Lista de instrumentación

### *3.3.1.1.* Instrumentación: elementos de medida

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **LISTA DE INSTRUMENTACIÓN: Elementos de medida para lazos de control** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

ℜ Ítem de referencia. Ver su hoja de especificaciones.

| ÍTEM | ÍTEM DE REFERENCIA | nº | DESCRIPCIÓN | MARGEN LECTURA | SITUACIÓN | ACTUACIÓN | OBSERVACIONES | LAZO AL QUE PERTENECE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ÁREA 100** | | | | | | | | |
| FT01-T100-01 hasta FT16-T100-01 | LT1-T401-05 | 16 | Sensor / Transmisor de niveles mínimo y máximo | | Campo | Eléctrica | Nivel líquido extremo: vibrónico | F-T100-01 |
| **ÁREA 200** | | | | | | | | |
| WT-H201-01 y WT-H202-02 | WT-T801-01 | 2 | Medidor / Transmisor de caudal másico de sólidos | | Campo | Eléctrica | Caudal sólidos - por gravedad | W-H201-01 y W-H202-02 |
| DT-PE201-03 | AT3-C401-04 | 1 | Medidor / Transmisor de caudal | | Campo | Eléctrica | Caudal másico de gas - Coriollis | D-PE201-03 |
| FT1-SB201-04 | AT3-C401-04 | 1 | Medidor / Transmisor de caudal | | Campo | Eléctrica | Caudal másico de gas - Coriollis | F-SB201-04 |
| FT2-SB201-04 | FT-T301-01 | 1 | Medidor / Transmisor de caudal | | Campo | Eléctrica | Caudal de líquido - presión diferencial (orificio) | F-SB201-04 |
| **ÁREA 300** | | | | | | | | |
| FT-T301-01 | ℜ | 1 | Medidor / Transmisor de caudal | | Campo | Eléctrica | Caudal de líquido - presión diferencial (orificio) | F-T301-01 |
| TT-SB303-02 | TT-E502-01 | 1 | Sensor / Transmisor de temperatura | | Campo | Eléctrica | Gas – Termorresistencia | T-SB303-02 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **LISTA DE INSTRUMENTACIÓN: Elementos de medida para lazos de control** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

ℜ Ítem de referencia. Ver su hoja de especificaciones.

| ÍTEM | ÍTEM DE REFERENCIA | nº | DESCRIPCIÓN | MARGEN LECTURA | SITUACIÓN | ACTUACIÓN | OBSERVACIONES | LAZO AL QUE PERTENECE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FT-SB301-03 | FT-T301-01 | 1 | Medidor / Transmisor de caudal | | Campo | Eléctrica | Caudal de líquido - presión diferencial (orificio) | F-TSB301-03 |
| LT1-T303-04 y LT2-T303-04 | LT1-T401-05 | 2 | Sensor / Transmisor de niveles mínimo y máximo | | Campo | Eléctrica | Nivel líquido extremo - vibrónico | L-T303-04 |
| LT1-T304-05 y LT2-T304-05 | LT1-T401-05 | 2 | Sensor / Transmisor de niveles mínimo y máximo | | Campo | Eléctrica | Nivel líquido extremo - vibrónico | L-T304-05 |
| LT-T302-06 | LT-T801-03 | 1 | Sensor / Transmisor de nivel | | Campo | Eléctrica | Nivel líquido continuo - capacitancia | L-T302-06 |
| **ÁREA 400** | | | | | | | | |
| TT-E401-01 | TT-E502-01 | 1 | Sensor / Transmisor de temperatura | | Campo | Eléctrica | Líquido - Termorresistencia | T-E401-01 |
| TT-E402-02 | TT-E502-01 | 1 | Sensor / Transmisor de temperatura | | Campo | Eléctrica | Líquido – Termorresistencia | T-E402-02 |
| TT-E403-03 | TT-E502-01 | 1 | Sensor / Transmisor de temperatura | | Campo | Eléctrica | Líquido - Termorresistencia | T-E403-03 |
| AT1-C401-04 | ℜ | 1 | Analizador / Transmisor composición | | Campo | Eléctrica | $NH_3$ solución - conductimetría | A-C401-04 |
| AT2-C401-04 | ℜ | 1 | Analizador / Transmisor composición | | Campo | Eléctrica | $NH_3$ gas - NDIR espectrometría | A-C401-04 |
| AT3-C401-04 | ℜ | 1 | Medidor / Transmisor de caudal | | Campo | Eléctrica | Caudal másico de gas - Coriollis | A-C401-04 |
| LT1-T401-05 | ℜ | 1 | Sensor / Transmisor de nivel máximo | | Campo | Eléctrica | Nivel líquido extremo - Vibrónico | L-T401-05 |
| LT2-T401-05 | LT1-T401-05 | 1 | Sensor / Transmisor de nivel mínimo | | Campo | Eléctrica | Nivel líquido extremo - Vibrónico | L-T401-05 |

| | **LISTA DE INSTRUMENTACIÓN: Elementos de medida para lazos de control** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
|---|---|---|---|---|
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

ℜ Ítem de referencia. Ver su hoja de especificaciones.

| ÍTEM | ÍTEM DE REFERENCIA | nº | DESCRIPCIÓN | MARGEN LECTURA | SITUACIÓN | ACTUACIÓN | OBSERVACIONES | LAZO AL QUE PERTENECE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LT1-T402-06 y LT2-T402-06 | LT1-T401-05 | 2 | Sensor / Transmisor de nivel mínimo y máximo | | Campo | Eléctrica | Nivel líquido extremo - vibrónico | L-T402-06 |
| **ÁREA 500** | | | | | | | | |
| TT-E502-01 | ℜ | 1 | Sensor / Transmisor temperatura | | Campo | Eléctrica | Líquido - Termorresistencia | T-E502-01 |
| TT-E5XX-02 hasta TT-E5XX-20 | TT-E502-01 | 19 | Sensor / Transmisor temperatura | | Campo | Eléctrica | Líquido - Termorresistencia | T-E5XX-02 hasta T-E5XX-20 |
| PT-CO500-21 | ℜ | 1 | Sensor / Transmisor de presión | | Campo | Eléctrica | Gas – Membrana cerámica | P-CO500-21 |
| PT-CO501-26 y PT-CO502-27 | PT-CO500-21 | 2 | Sensor / Transmisor de presión | | Campo | Eléctrica | Gas – Membrana cerámica | P-CO501-26 y P-CO502-27 |
| PT-F501-24 y PT-F502-25 | PT-CO500-21 | 2 | Sensor / Transmisor de presión | | Campo | Eléctrica | Aire – Membrana cerámica | P-F501-24 y P-F502-25 |
| FT-F500-28 | FT-T301-01 | 1 | Medidor / Transmisor de caudal | | Campo | Eléctrica | Caudal de líquido - presión diferencial (orificio) | F-F500-28 |
| **ÁREA 600** | | | | | | | | |
| TT1-C600-01 hasta TT1-C600-05 | TT-E502-01 | 5 | Sensor / Transmisor de temperatura | | Campo | Eléctrica | Gas – Termorresistencia | T-C600-01 hasta T-CP600-05 |
| TT2-C600-01 hasta TT2-C600-05 | TT-E502-01 | 5 | Sensor / Transmisor de temperatura | | Campo | Eléctrica | Gas – Termorresistencia | T-C600-01 hasta T-CP600-05 |
| TT-CP606-06 hasta TT-CP610-10 | TT-E502-01 | 5 | Sensor / Transmisor de temperatura | | Campo | Eléctrica | Gas – Termorresistencia | T-CP606-06 hasta T-CP610-10 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LIMVOC | **LISTA DE INSTRUMENTACIÓN: Elementos de medida para lazos de control** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

ℜ Ítem de referencia. Ver su hoja de especificaciones.

| ÍTEM | ÍTEM DE REFERENCIA | nº | DESCRIPCIÓN | MARGEN LECTURA | SITUACIÓN | ACTUACIÓN | OBSERVACIONES | LAZO AL QUE PERTENECE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PT-CP606-11 hasta PT-CP610-15 | PT-CO500-21 | 5 | Sensor / Transmisor de presión | | Campo | Eléctrica | Gas – Membrana cerámica | P-CP606-11 hasta P-CP610-15 |
| LT-CP601-16 hasta LT-CP610-25 | LT-T801-03 | 10 | Sensor / Transmisor de nivel | | Campo | Eléctrica | Nivel líquido continuo - capacitancia | L-CP601-16 hasta L-CP610-25 |
| FT1-T600-26 | FT-T301-01 | 1 | Medidor / Transmisor de caudal | | Campo | Eléctrica | Caudal de líquido - presión diferencial (orificio) | F-T600-26 |
| FT2-T600-26 | ℜ | 1 | Medidor / Transmisor de caudal | | Campo | Eléctrica | Caudal suspensión - sensor electromagnético | F-T600-26 |
| LT-T601-28 y LT-602-29 | LT-CR801-05 | 2 | Sensor / Transmisor de nivel | | Campo | Eléctrica | Nivel líquido continuo - ultrasónico | L-T601-28 y L-602-29 |
| **ÁREA 700** | | | | | | | | |
| TT-HI701-01 y TT-HI702-02 | TT-E502-01 | 2 | Sensor / Transmisor de temperatura | | Campo | Eléctrica | Gas – Termorresistencia | T-HI701-01 y T-HI702-02 |
| **ÁREA 800** | | | | | | | | |
| WT-T801-01 | ℜ | 1 | Medidor / Transmisor de caudal másico de sólidos | | Campo | Eléctrica | Caudal sólidos - por gravedad | W-T801-01 |
| FT-T801-02 | FT-T301-01 | 1 | Medidor / Transmisor de caudal | | Campo | Eléctrica | Caudal de líquido - presión diferencial (orificio) | F-T801-02 |
| LT-T801-03 | ℜ | 1 | Sensor / Transmisor de nivel | | Campo | Eléctrica | Nivel líquido continuo - capacitancia | L-T801-03 |
| TT-CR801-04 | TT-E502-01 | 1 | Sensor / Transmisor de temperatura | | Campo | Eléctrica | Licor cristalizador - Termorresist. | T-CR801-04 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **LISTA DE INSTRUMENTACIÓN: Elementos de medida para lazos de control** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

ℜ Ítem de referencia. Ver su hoja de especificaciones.

| ÍTEM | ÍTEM DE REFERENCIA | nº | DESCRIPCIÓN | MARGEN LECTURA | SITUACIÓN | ACTUACIÓN | OBSERVACIONES | LAZO AL QUE PERTENECE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LT-CR801-05 | ℜ | 1 | Sensor / Transmisor de nivel | | Campo | Eléctrica | suspensión continuo – ultrasónico | L-CR801-05 |
| LT-T802-06 | LT-T801-03 | 1 | Sensor / Transmisor de nivel | | Campo | Eléctrica | Nivel líquido continuo - capacitancia | L-T802-06 |

### *3.3.1.2.* Instrumentación: elementos de medida para supervisión de variables

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **LISTA DE INSTRUMENTACIÓN: Elementos de medida para la supervisión de variables** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

ℜ Ítem de referencia. Ver su hoja de especificaciones.

| ÍTEM | ÍTEM DE REFERENCIA | nº | DESCRIPCIÓN | MARGEN LECTURA | SITUACIÓN | ACTUACIÓN | OBSERVACIONES | LAZO AL QUE PERTENECE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ÁREA 100** | | | | | | | | |
| **ÁREA 200** | | | | | | | | |
| AT-H201-90 y AT-H202-90 | AT-SB303-91 | 2 | Analizador / Transmisor composición | | Campo | Eléctrica | CO2 gas – IR espectrometría | Supervisión |
| AT-H201-91 | ℜ | 1 | Analizador / Transmisor composición | | Campo | Eléctrica | CO gas – sensor electroquím. | Supervisión |
| AT-H202-91 | AT-H201-91 | 1 | Analizador / Transmisor composición | | Campo | Eléctrica | CO gas – sensor electroquím. | Supervisión |
| PT-H201-90 y PT-H202-90 | PT-CO500-21 | 2 | Sensor / Transmisor de presión | | Campo | Eléctrica | Gas – Membrana cerámica | Supervisión |
| TT-H201-90 y TT-H202-90 | TT-E502-01 | 2 | Sensor / Transmisor de temperatura | | Campo | Eléctrica | Gas – Termorresistencia | Supervisión |
| TT-H201-91 y TT-H201-91 | TT-E502-01 | 2 | Sensor / Transmisor de temperatura | | Campo | Eléctrica | Gas – Termorresistencia | Supervisión |
| PT-SB201-90 | PT-CO500-21 | 1 | Sensor / Transmisor de presión | | Campo | Eléctrica | Gas – Membrana cerámica | Supervisión |
| **ÁREA 300** | | | | | | | | |
| RT-S301-90 | ℜ | 1 | Medidor / Transmisor de turbidez | | Campo | Eléctrica | Turbidez – espectrometría NIR | Supervisión |
| RT-S302-90 | RT-S301-90 | 1 | Medidor / Transmisor de turbidez | | Campo | Eléctrica | Turbidez – espectrometría NIR | Supervisión |
| FT-S300-90 | FT-T301-01 | 1 | Medidor / Transmisor de caudal | | Campo | Eléctrica | Caudal de líquido – presión diferencial (orificio) | Supervisión |
| FT-SB300-90 | FT-T301-01 | 1 | Medidor / Transmisor de caudal | | Campo | Eléctrica | Caudal de líquido – presión diferencial (orificio) | Supervisión |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **LISTA DE INSTRUMENTACIÓN: Elementos de medida para la supervisión de variables** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

ℜ Ítem de referencia. Ver su hoja de especificaciones.

| ÍTEM | ÍTEM DE REFERENCIA | nº | DESCRIPCIÓN | MARGEN LECTURA | SITUACIÓN | ACTUACIÓN | OBSERVACIONES | LAZO AL QUE PERTENECE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AT-SB301-90 y AT-SB303-90 | AT2-C401-04 | 2 | Analizador / Transmisor composición | | Campo | Eléctrica | $NH_3$ gas – NDIR espectrometría | Supervisión |
| AT-SB303-91 | ℜ | 1 | Analizador / Transmisor composición | | Campo | Eléctrica | $CO_2$ gas – IR espectrometría | Supervisión |
| LT-T301-90 | LT1-T401-05 | 1 | Sensor / Transmisor de nivel mínimo | | Campo | Eléctrica | Nivel líquido extremo – vibrónico | Seguridad |
| LT-S301-90 y LT-S302-90 | LT1-T401-05 | 2 | Sensor / Transmisor de nivel mínimo | | Campo | Eléctrica | Nivel líquido extremo – vibrónico | Seguridad |
| **ÁREA 400** | | | | | | | | |
| PT-C401-90 | PT-CO500-21 | 1 | Sensor / Transmisor de presión | | Campo | Eléctrica | Gas – Membrana cerámica | Supervisión |
| **ÁREA 500** | | | | | | | | |
| PT-C501-90 hasta PT-C510-90 | PT-CO500-21 | 10 | Sensor / Transmisor de presión | | Campo | Eléctrica | Gas – Membrana cerámica | Supervisión |
| RT-C501-90 hasta RT-C510-90 | RT-S301-90 | 10 | Medidor / Transmisor de turbidez | | Campo | Eléctrica | Turbidez – espectrometría NIR | Supervisión |
| CT-F501-90 y CT-F502-90 | AT1-C401-04 | 2 | Analizador /Transmisor conductividad | | Campo | Eléctrica | Conductividad solución – inducción | Supervisión |
| WT-F501-90 y WT-F502-90 | WT-T801-01 | 2 | Medidor / Transmisor de caudal másico de sólidos | | Campo | Eléctrica | Caudal sólidos – gravimetría | Supervisión |
| **ÁREA 600 falta ponerlo** | | | | | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **LISTA DE INSTRUMENTACIÓN: Elementos de medida para la supervisión de variables** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

℟ Ítem de referencia. Ver su hoja de especificaciones.

| ÍTEM | ÍTEM DE REFERENCIA | nº | DESCRIPCIÓN | MARGEN LECTURA | SITUACIÓN | ACTUACIÓN | OBSERVACIONES | LAZO AL QUE PERTENECE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TT-C606-90 hasta TT-C610-90 | TT-E502-01 | 5 | Sensor / Transmisor de temperatura | | Campo | Eléctrica | Líquido – termorresistencia | Supervisión |
| PT-C606-90 hasta PT-C610-90 | PT-CO500-21 | 5 | Sensor / Transmisor de presión | | Campo | Eléctrica | Gas – Membrana cerámica | Supervisión |
| FT-C600-90 | FT-T301-01 | 1 | Medidor / Transmisor de caudal | | Campo | Eléctrica | Caudal de líquido - presión diferencial (orificio) | Supervisión |
| AT-C600-90 | AT1-C401-04 | 1 | Analizador / Transmisor composición | | Campo | Eléctrica | $NH_3$ solución – conductimetría. Pretratamiento con Ca(OH)2 | Supervisión |
| RT-T601-90 y RT-T602-90 | RT-S301-9 | 2 | Medidor / Transmisor de turbidez | | Campo | Eléctrica | Turbidez – espectrometría NIR | Supervisión |
| **ÁREA 700** | | | | | | | | |
| TT-T701-90 y TT-T702-90 | TT-E502-01 | 2 | Sensor / Transmisor de temperatura | | Campo | Eléctrica | Suspensión – Termorresistenc. | Supervisión |
| LT1-T701-90 y LT2-T701-90 | LT1-T401-05 | 2 | Sensor / Transmisor de niveles máximo y mínimo | | Campo | Eléctrica | Nivel líquido extremo: vibrónico | Seguridad |
| LT1-T702-90 y LT2-T702-90 | LT1-T401-05 | 2 | Sensor / Transmisor de niveles máximo y mínimo | | Campo | Eléctrica | Nivel líquido extremo: vibrónico | Seguridad |
| **ÁREA 800** | | | | | | | | |
| TT-H801-90 y TT-H802-90 | TT-E502-01 | 2 | Sensor / Transmisor de temperatura | | Campo | Eléctrica | Sólido – termorresistencia | Supervisión |
| PT-H801-90 y PT-H802-90 | PT-CO500-21 | 2 | Sensor / Transmisor de presión | | Campo | Eléctrica | Gas – Membrana cerámica | Supervisión |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **LISTA DE INSTRUMENTACIÓN: Elementos de medida para la supervisión de variables** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

ℜ Ítem de referencia. Ver su hoja de especificaciones.

| ÍTEM | ÍTEM DE REFERENCIA | nº | DESCRIPCIÓN | MARGEN LECTURA | SITUACIÓN | ACTUACIÓN | OBSERVACIONES | LAZO AL QUE PERTENECE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TT-H801-91 y TT-H802-91 | TT-E502-01 | 2 | Sensor / Transmisor de temperatura | | Campo | Eléctrica | Gas – Termorresistencia | Supervisión |
| AT-H800-90 | AT-SB303-91 | 1 | Analizador / Transmisor composición | | Campo | Eléctrica | $CO_2$ gas – IR espectrometría | Supervisión |
| FT-H800 90 | AT3-C401-04 | 1 | Medidor / Transmisor de caudal | | Campo | Eléctrica | Caudal másico de gas – Coriollis | Supervisión |
| RT-CR801-90 | RT-S301-90 | 1 | Medidor / Transmisor de turbidez | | Campo | Eléctrica | Turbidez – espectrometría NIR | Supervisión |
| PT-H803-90 | PT-CO500-21 | 1 | Sensor / Transmisor de presión | | Campo | Eléctrica | Gas – Membrana cerámica | Supervisión |
| TT-H803-90 | TT-E502-01 | 1 | Sensor / Transmisor de temperatura | | Campo | Eléctrica | Gas – Termorresistencia | Supervisión |
| AT-H803-90 | ℜ | 1 | Analizador / Transmisor composición | | Campo | Eléctrica | humedad – analizador óxido alumnio | Supervisión |

### *3.3.1.3.* Instrumentación: válvulas

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **LISTA DE INSTRUMENTACIÓN: Válvulas de control** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

℟ Ítem de referencia. Ver su hoja de especificaciones.

| ÍTEM | ÍTEM DE REFERENCIA | nº | DESCRIPCIÓN | MARGEN DE LECTURA | SITUACIÓN | ACTUACIÓN | OBSERVACIONES: FINAL DE CARRERA, PARÁMETROS... | LAZO AL QUE PERTENECE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ÁREA 100** | | | | | | | | |
| FHV01-T100-01 hasta FHV16-T100-01 | FHV01-C500-22 | 16 | Válvula automática todo-nada | | Campo: proceso | Neumática | Líquido: salmuera | F-T100-01 |
| **ÁREA 200** | | | | | | | | |
| FCV-SB201-04 | TCV-E502-01 | 1 | Válvula de regulación | | Campo | Neumática | Líquido: agua de lavado | F-SB201-04 |
| **ÁREA 300** | | | | | | | | |
| FCV-T301-01 | TCV-E502-01 | 1 | Válvula de regulación | | Campo | Neumática | Líquido: salmuera | F-T301-01 |
| TCV-SB303-02 | TCV-E502-01 | 1 | Válvula de regulación | | Campo: proceso | Neumática | Líquido: salmuera entrada | T-SB303-02 |
| FCV-SB301-03 | TCV-E502-01 | 1 | Válvula de regulación | | Campo: proceso | Neumática | Líquido: salmuera entrada | F-TSB301-03 |
| LHV-T-303-04 | FHV01-C500-22 | 1 | Válvula automática todo-nada | | Campo: proceso | Neumática | Líquido: agua red | L-T303-04 |
| LHV-T304-05 | FHV01-C500-22 | 1 | Válvula automática todo-nada | | Campo: proceso | Neumática | Líquido: agua red | L-T304-05 |
| LCV-T302-06 | TCV-E502-01 | 1 | Válvula de regulación | | Campo | Neumática | Líquido: salmuera | L-T302-06 |
| **ÁREA 400** | | | | | | | | |
| TCV-E401-01 | TCV-E502-01 | 1 | Válvula de regulación | | Campo: proceso | Neumática | Líquido: agua de refrigeración | T-E401-01 |
| TCV-E402-02 | TCV-E502-01 | 1 | Válvula de regulación | | Campo: proceso | Neumática | Líquido: agua de refrigeración | T-E402-02 |
| TCV-E403-03 | TCV-E502-01 | 1 | Válvula de regulación | | Campo: proceso | Neumática | Líquido: agua de refrigeración | T-E403-03 |
| **ÁREA 500** | | | | | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **LISTA DE INSTRUMENTACIÓN: Válvulas de control** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

ℜ Ítem de referencia. Ver su hoja de especificaciones.

| ÍTEM | ÍTEM DE REFERENCIA | nº | DESCRIPCIÓN | MARGEN DE LECTURA | SITUACIÓN | ACTUACIÓN | OBSERVACIONES: FINAL DE CARRERA, PARÁMETROS... | LAZO AL QUE PERTENECE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TCV-E502-01 | ℜ | 1 | Válvula de regulación | | Campo: proceso | Neumática | Líquido: agua de refrigeración | T-E502-01 |
| TCV-E5XX-02 hasta TCV-E5XX-20 | TCV-E502-01 | 19 | Válvula de regulación | | Campo: proceso | Neumática | Líquido: agua de refrigeración | T-E5XX-02 hasta T-E5XX-20 |
| PCV-F501-24 | ℜ | 1 | Válvula de regulación | | Campo: proceso | Neumática | Vacío | P-F501-24 |
| PCV-F502-25 | PCV-F501-24 | 1 | Válvula de regulación | | Campo: proceso | Neumática | Vacío | P-F502-25 |
| FHV01-C500-22 | ℜ | 1 | Válvula automática todo / nada | | Campo: proceso | Neumática | L.Proceso: entrada a torre limpieza | F-C500-22 |
| FHV02-C500-22 hasta FHV05-C500-22 | FHV01-C500-22 | 4 | Válvula automática todo / nada | | Campo: proceso | Neumática | L.Proceso: entrada a torre limpieza | F-C500-22 |
| FHV06-C500-22 hasta FHV10-C500-22 | FHV01-C500-22 | 5 | Válvula automática todo / nada | | Campo: proceso | Neumática | L.Proceso: entrada a torre carbonat | F-C500-22 |
| FHV11-C500-22 | ℜ | 1 | Válvula automática todo / nada | | Campo: proceso | Neumática | Gas: entrada a torre carbonatación | F-C500-22 |
| FHV-12-C500-22 hasta FHV15-C500-22 | FHV11-C500-22 | 4 | Válvula automática todo / nada | | Campo: proceso | Neumática | Gas: entrada a torre carbonatación | F-C500-22 |
| FHV16-C500-22 | ℜ | 1 | Válvula de tres vías automática | | Campo: proceso | Neumática | L.Proceso: a carbonat. O a filtro | F-C500-22 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **LISTA DE INSTRUMENTACIÓN: Válvulas de control** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

℟ Ítem de referencia. Ver su hoja de especificaciones.

| ÍTEM | ÍTEM DE REFERENCIA | nº | DESCRIPCIÓN | MARGEN DE LECTURA | SITUACIÓN | ACTUACIÓN | OBSERVACIONES: FINAL DE CARRERA, PARÁMETROS... | LAZO AL QUE PERTENECE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FHV17-C500-22 hasta FHV20-C500-22 | FHV16-C500-22 | 4 | Válvula de tres vías automática (por un canal o por el otro, no repartido) | | Campo: proceso | Neumática | L.Proceso: a carbonat. O a filtro | F-C500-22 |
| FHV01-C500-23 hasta FHV05-C500-23 | FHV01-C500-22 | 5 | Válvula automática todo / nada | | Campo: proceso | Neumática | L.Proceso: entrada a torre limpieza | F-C500-23 |
| FHV06-C500-23 hasta FHV10-C500-23 | FHV01-C500-22 | 5 | Válvula automática todo / nada | | Campo: proceso | Neumática | L.Proceso: entrada a torre carbonat | F-C500-23 |
| FHV-11-C500-23 hasta FHV15-C500-23 | FHV11-C500-22 | 5 | Válvula automática todo / nada | | Campo: proceso | Neumática | Gas: entrada a torre carbonatación | F-C500-23 |
| FHV16-C500-23 hasta FHV20-C500-23 | FHV16-C500-22 | 5 | Válvula de tres vías automática (por un canal o por el otro, no repartido) | | Campo: proceso | Neumática | L.Proceso: a carbonat. O a filtro | F-C500-23 |
| PHV-CO501-26 y PHV-CO502-27 | FHV11-C500-22 | 2 | Válvula automática todo / nada | | Campo: proceso | Neumática | Gas: bypass gas comprimido | P-CO501-26 y P-CO502-27 |
| FCV-F500-28 | TCV-E502-01 | 1 | Válvula de regulación | | Campo: proceso | Neumática | Líquido: agua de lavado | F-F500-28 |
| **ÁREA 600** | | | | | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **LISTA DE INSTRUMENTACIÓN: Válvulas de control** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

ℜ Ítem de referencia. Ver su hoja de especificaciones.

| ÍTEM | ÍTEM DE REFERENCIA | nº | DESCRIPCIÓN | MARGEN DE LECTURA | SITUACIÓN | ACTUACIÓN | OBSERVACIONES: FINAL DE CARRERA, PARÁMETROS... | LAZO AL QUE PERTENECE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TCV-C600-01 | ℜ | 1 | Válvula de regulación | | Campo: proceso | Neumática | Vapor a baja presión | T-C600-01 |
| TCV-C600-02 hasta TCV-C600-05 | TCV-C600-01 | 4 | Válvula de regulación | | Campo: proceso | Neumática | Vapor a baja presión | T-C600-02 hasta T-C600-05 |
| TCV-CP606-06 hasta TCV-CP610-10 | TCV-E502-01 | 5 | Válvula de regulación | | Campo | Neumática | Líquido: agua de refrigeración | T-CP606-06 a T-CP610-10 |
| PCV-CP606-11 hasta PCV-CP610-15 | TCV-E502-01 | 5 | Válvula de regulación | | Campo | Neumática | Gas: | P-CP606-11 hasta P-CP610-15 |
| LCV-CP601-16 hasta LCV-CP610-25 | TCV-E502-01 | 10 | Válvula de regulación | | Campo | Neumática | Líquido: salida de condensado | L-CP601-16 hasta L-CP610-25 |
| LCV-T601-28 y LCV-T602-29 | ℜ | 2 | Válvula de regulación | | Campo | Neumática | Líquido proceso | L-T601-28 y L-T602-29 |
| **ÁREA 700** | | | | | | | | |
| TCV-HI701-01 y TCV-HI702-02 | TCV-E502-01 | 2 | Válvula de regulación | | Campo | Neumática | Líquido: agua reacción | T-HI701-01 y T-HI702-02 |
| **ÁREA 800** | | | | | | | | |
| FCV-T801-02 | TCV-E502-01 | 1 | Válvula de regulación | | Campo | Neumática | Líquido: agua reacción | F-T801-02 |
| TCV-CR801-04 | TCV-CP600-01 | 1 | Válvula de regulación | | Campo: proceso | Neumática | Vapor a baja presión | T-CR801-04 |
| LCV-T802-06 | TCV-E502-01 | 1 | Válvula de regulación | | Campo: proceso | Neumática | Líquido: agua de red | L-T802-06 |

### *3.3.1.4.* Instrumentación: otros elementos finales de actuación

| | LISTA DE INSTRUMENTACIÓN: Otros elementos finales de actuación | Planta: Producción $Na_2CO_3$ | Proyecto nº: 1 | APROBADO: |
|---|---|---|---|---|
| | | LOCALIZACIÓN: Vilafranca del Penedès | Diseño: LIMVOC | Fecha: |
| | | | Hoja: de: | Pág: |

ℜ Ítem de referencia. Ver su hoja de especificaciones.

| ÍTEM | ÍTEM DE REFERENCIA | nº | DESCRIPCIÓN | MARGEN LECTURA | SITUACIÓN | ACTUACIÓN | OBSERVACIONES | LAZO AL QUE PERTENECE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ÁREA 100** | | | | | | | | |
| **ÁREA 200** | | | | | | | | |
| WDS-H201-01 y WDS-H202-02 | LDS-T304-05 | 2 | Dosificador sólidos | | Campo: proceso | Eléctrica | Dosificador de sólidos | W-H201-01 y W-H202-02 |
| DT-PE201-03 | | 1 | Variador de frecuencia | | Campo | Eléctrica | Variador potencial aplicado | D-PE201-03 |
| **ÁREA 300** | | | | | | | | |
| LVF-T303-04 | | 1 | Variador de frecuencia | | Campo: proceso | Eléctrica | Variador potencia de la bomba | L-T303-04 |
| LDS-T304-05 | ℜ | 1 | Dosificador de sólidos | | Campo: proceso | Eléctrica | Dosificador de gran precisión k-tron | L-T304-05 |
| **ÁREA 400** | | | | | | | | |
| LVF-T401-05 | | 1 | Variador de frecuencia | | Campo: proceso | Eléctrica | Variación potencia bomba | L-T401-05 |
| ADS-C401-04 | ℜ | 1 | Bomba dosificadora | | Campo: proceso | Eléctrica | Bomba dosificadora líquido | A-c401-06 |
| **ÁREA 500** | | | | | | | | |
| PVF1-CO500-21 y PVF2-CO500-21 | | 2 | Variador de frecuencia | | Campo: proceso | Eléctrica | Variación potencia compresor | P-CO500-21 |
| **ÁREA 600** | | | | | | | | |
| FVF-T600-26 | | 1 | Variador de frecuencia | | Campo: proceso | Eléctrica | Variación potencia bomba | F-T600-26 |
| **ÁREA 700** | | | | | | | | |
| **ÁREA 800** | | | | | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **LISTA DE INSTRUMENTACIÓN:**<br>**Otros elementos finales de actuación** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:**<br>Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

℟ Ítem de referencia. Ver su hoja de especificaciones.

| ÍTEM | ÍTEM DE REFERENCIA | nº | DESCRIPCIÓN | MARGEN LECTURA | SITUACIÓN | ACTUACIÓN | OBSERVACIONES | LAZO AL QUE PERTENECE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| WVF-T801-01 | | 1 | Variador de frecuencia | | Campo: proceso | Eléctrica | Variación tornillo sin fin | W-T801-01 |
| LVF-T801-03 | | 1 | Variador de frecuencia | | Campo: proceso | Eléctrica | Variación frecuencia bomba | L-T801-03 |
| LVF-CR801-05 | | 1 | Variador de frecuencia | | Campo: proceso | Eléctrica | Variación frecuencia bomba | L-CR801-05 |

## 3.3.2. Hojas de especificación elementos de medida

| | ÍTEM | DESCRIPCIÓN | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|
| | **SENSORES TEMPERATURA** | | |
| ℜ | TT-E502-01 | Sensor / Transmisor temperatura | Termorresistencia para gas y líquido |
| | **SENSORES NIVEL** | | |
| ℜ | LT-T801-03 | Sensor / Transmisor de nivel | Nivel líquido continuo - capacitancia |
| ℜ | LT-CR801-05 | Sensor / Transmisor de nivel | suspensión cont. – ultrasónic |
| ℜ | LT1-T401-05 | Sensor / Transmisor de nivel | Nivel líquido extremo: vibrónico |
| | **SENSORES PRESIÓN** | | |
| ℜ | PT-CO501-22 | Sensor / Transmisor de presión | Gases: Membrana cerámica |
| | **MEDIDORES CAUDAL** | | |
| ℜ | FT-T301-01 | Medidor / Transmisor de caudal | Caudal de líquido: presión diferencial (orificio) |
| ℜ | AT3-C401-04 | Medidor / Transmisor de caudal | Caudal másico de gas: Coriollis |
| ℜ | FT-T700-03 | Medidor / Transmisor de caudal | Suspensión: electromagnético |
| ℜ | FT2-T601-26 | | |
| ℜ | WT-T801-01 | Medidor / Transmisor de caudal másico de sólidos | Gravimetría |
| | **ANALIZADORES EN LÍNEA** | | |
| ℜ | AT1-C401-04 | Analizador / Transmisor conductividad | $NH_3$ solución: conductimetría |
| ℜ | AT2-C401-04 | Analizador / Transmisor composición | $NH_3$ gas: NDIR espectrometría |
| ℜ | RT-S301-90 | Sensor / Transmisor de turbidez y sólidos suspendidos | Turbidez: espectrometría NIR |
| ℜ | AT-SB303-91 | Analizador / Transmisor de composición | $CO_2$ gas: IR espectrometría |
| ℜ | AT-H201-91 | Analizador / Transmisor de composición | CO gas: sensor electroquím. |
| ℜ | AT-H803-90 | Analizador / Transmisor de composición | Analizador óxido aluminio |

*Baina de protección en los medidores de temperatura:*

El sensor de temperatura realiza la medida sumergido en el medio. Debido a que se trata de un proceso con numerosos medios agresivos, tanto ácidos como alcalinos, es fundamental la utilización de sensores de temperatura aislados del medio mediante una baina. El material de la baina más apropiado es acero inoxidable, debido a su resistencia al ataque del medio así como su coeficiente de transmisión de calor suficientemente elevado de manera que permita mantener una buena sensibilidad y velocidad de respuesta en el sensor de temperatura.

*Criterios de decisión de los medidores de presión*

- Debido a que se trata de un proceso con numerosos medios agresivos, tanto ácidos como alcalinos, se ha pensado en la utilización de sensores de presión cerámicos.
- También se tiene en cuenta que el rango de presiones en las diferentes etapas de operación no excede en ningún momento los 10 bar. El hecho de no trabajar con presiones excesivamente elevadas nos va a permitir utilizar unos medidores de presión de gran sencillez.

*Medidor de nivel:*

- Líquido límite
  - Ultrasónicos:
    *Para tanques de almacenaje*
  - Capacitancia:
    *En contacto sumergidos en el líquido / medida continua y límite*
  - Conductivo:
    *Medios líquidos conductivos*

*Analizadores de proceso:*

En ciertos casos es importante llevar a cabo el análisis de algunos compuestos para efectuar el control de la planta, ya que esto permite optimizar el proceso y evitar desvíos en la correcta evolución del mismo.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que el análisis de compuestos en el proceso es una medida que podría ser más compleja que por ejemplo la medida de otras variables como podrían ser temperatura, presión, nivel o caudal. Por tanto habrá que ir con cierta cautela al recurrir a un analizador de proceso en el control de la planta.

Hay numerosos tipos de análisis de concentración, con diferente grado de complejidad. De este modo, hay algunas medidas fundamentadas en procesos físico-químicos bastante sencillos.

Sin embargo, también existen otros sistemas de análisis en línea que requieren una toma de muestra, acondicionamiento, generación de un cambio físico-químico detectable, medida de la variable, etc. Estos sistemas se pueden automatizar, sin embargo se va a intentar evitar este tipo de medidas por dos motivos:

1.- En primer lugar se trata sin duda de análisis más complejos que sólo interesarán si son estrictamente necesarios

2.- Por otro lado, suelen conllevar tiempos de medida más elevados, que repercuten en tiempos muertos importantes en la unidad de control, y por tanto pueden perjudicar en la toma de decisiones.

| Tipo de analizador | Velocidad de respuesta |
|---|---|
| Espectroscópicos<br>Ópticos<br>Eléctricos | < 1s |
| Electroquímicos<br>Térmicos | < 15 s |
| Cromatográficos | 3 – 5 min |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **Sensor-transmisor temperatura en líquidos/gases** | **Ítem:** TT-E502-01 | **APROBADO: OK** |
| | | **Proyecto nº:** 1 | **Área:** 500 |
| | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 02/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca del Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**IDENTIFICACIÓN**

**Lazo de control:** T-E502-01
**Denominación:** TT-E502-01
**Transmite el señal a:** TIC-E502-01

**CONDICIONES DE SERVICIO**

**Fluido:** suspensión — **Estado:** suspensión (líquido y sólido)

| | Unidades | Máximo | Normal | Mínimo |
|---|---|---|---|---|
| **Presión** | bar | 3 | 2 | 1 |
| **Temperatura** | ºC | 70 | 50 | 20 |
| **Densidad** | $kg/m^3$ | 1300 | 1210 | 1000 |

**DATOS DE OPERACIÓN**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Actuación:** | **Neumática:** | **Acción:** | **Directa, aumento de caudal si el señal de salida aumenta:** X |
| | **Eléctrica:** X | | **Inversa, aumento de caudal si el señal de salida disminuye** |

| | | |
|---|---|---|
| **Alimentación:** | 24 V | **Boca nº:** |
| **Señal de salida:** | 4-20 mA analógica | **Boca nº:** |

| | |
|---|---|
| **Campo de medida (SPAN):** -50ºC – 600ºC | **Ajuste del cero (sí/no):** sí |
| **Sensibilidad:** ±0,5ºC | **Calibrado:** sí |
| **Indicador en campo (sí/no):** sí | **Tiempo de respuesta:** respuesta rápida ~ 1s |

**DATOS TÉCNICOS**

**Cuerpo unidad sensible:** Termorresistencia atornillable Pt 100 B
**Material unidad sensible:** Platino

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Dimensiones:** | **Diámetro sensor (mm):** 6 | **Longitud (mm):** 16 | **Tipo y norma:** categoría B |

| | |
|---|---|
| **Protección (sí/no):** sí | **Forma del cabezal:** BIP 54 |
| **Material protección:** acero inoxidable | **Diámetro (mm):** 11 |

**Relleno protección:** material cerámico en polvo
**Condiciones de operación:** robusto
**Medida tubo unidad sensible en caja transmisora:**

| | |
|---|---|
| **Diámetro de conexión a proceso (mm):** 40 | **Tipo de conexión:** roscada C |

| | | |
|---|---|---|
| **Medida de las conexiones:** | **Alimentación:** | **Boca nº:** |
| | **Señal de salida:** | **Boca nº:** |

**Peso total (kg):**

**DATOS DE INTALACIÓN**

| | |
|---|---|
| **Temperatura ambiente:** | **Máxima:** 30ºC |
| | **Mínima:** 15 ºC |

**Protección caja de transmisión:**
**Distancia unidad sensible-caja transmisión:** 0,5 m máximo
**Distancia al controlador:** 40 m máximo

| | | |
|---|---|---|
| **Posición**: | **Vertical:** | **Horizontal:** X |

**Soporte (sí/no):** no

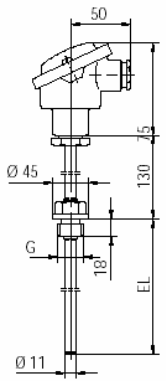
| | |
|---|---|
| **Filtro reductor (sí/no):** no | **Manómetro (sí/no):** no |

**Presión de origen (sí/no):**

**MODELO**

**Suministrador:** KOBOLD Messring GmbH
**Serie:** TWD
**Modelo:** CB416

**ESQUEMA**



| | | | |
|---|---|---|---|
| | **Sensor / Transmisor de nivel continuo para líquidos** | **Ítem:** LT-T801-03 | **APROBADO: OK** |
| | | **Proyecto nº:** 1 | **Área:** 800 |
| | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 10/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca del Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**IDENTIFICACIÓN**

**Lazo de control:** L-T801-03

**Denominación:** LT-T801-03

**Señal enviada a:** LIC-T801-03

**CONDICIONES DE SERVICIO**

**Fluido: disolución** $NaHCO_3$ — **Estado:** líquido

| | **Unidades** | **Máximo** | **Normal** | **Mínimo** |
|---|---|---|---|---|
| **Presión** | bar | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| **Temperatura** | ºC | 120 | 110 | 90 |
| **Densidad** | $kg/m^3$ | 1250 | 1100 | 1000 |
| **Viscosidad** | cP | 0,500 | 0,301 | 0,279 |

**DATOS DE OPERACIÓN**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Actuación:** | **Neumática:** | | | | |
| | **Eléctrica:** X | | | | |
| **Alimentación:** | 24 V | | | **Boca nº:** | |
| **Señal de salida:** | 4-20 mA analógica | | | **Boca nº:** | |
| **Tipo de medida:** | **Medida de líquido:** X | **Medida de sólido:** | | | |
| | **Medida continua:** X | **Medida límite:** | **Máximo:** | **Mínimo:** | |

| | |
|---|---|
| **Método de medida:** Capacitancia | **Contacto con el medio (sí/no):** sí |
| **Campo de medida (SPAN):** 0– 20 m según modelo | **Ajuste del cero (sí/no):** sí |
| **Sensibilidad:** -- | **Calibrado (sí/no):** sí |
| **Indicador en campo (sí/no):** no | **Tiempo de respuesta:** respuesta rápida ~ 1s |

**DATOS TÉCNICOS**

| | |
|---|---|
| **Cuerpo unidad sensible:** carcasa | **Material cuerpo:** aluminio |
| **Unidad sensible:** | **Material unidad sensible:** acero inoxidable |

**Material juntas:** elastómero fibrado resistente a aceites, disolventes, vapor, ácidos y bases débiles

**Condiciones de operación:** hasta 100bar / hasta 200ºC

| | |
|---|---|
| **Dimensiones:** 500 – 22000 mm a escoger | **Diámetro:** 22 mm |
| **Diámetro conexión proceso:** paso parelelo | **Tipo y norma:** DIN ISO 228 |

| | | |
|---|---|---|
| **Medida de las conexiones:** | **Alimentación:** | **Boca nº:** |
| | **Señal de salida:** | **Boca nº:** |

**Peso total (kg):**

**DATOS DE INTALACIÓN**

| | | |
|---|---|---|
| **Temperatura ambiente (ºC):** | **Máxima:** | |
| | **Mínima:** | |
| **Protección caja de transmisión:** | | |
| **Distancia unidad sensible-caja transmisión:** 0,5m máximo | | |
| **Distancia al controlador:** 50m máximo | | |
| **Posición**: | **Vertical:** X | **Horizontal:** |
| **Soporte (sí/no):** sí | | |
| **Filtro reductor (sí/no):** no | **Manómetro (sí/no):** no | |
| **Presión de origen (sí/no):** no | | |

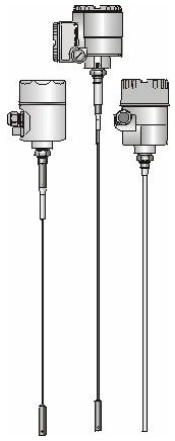
**MODELO**

**Suministrador:** Endress+Hausser (E+H)

**Serie:** Multicap T

**Modelo:** DC21Tx

**ESQUEMA**



| | | | |
|---|---|---|---|
| LIMVOC | **Sensor / Transmisor de nivel continuo para sólido-líquido** | **Ítem:** LT-CR801-05 | **APROBADO: OK** |
| | | **Proyecto nº:** 1 | **Área:** 800 |
| | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Data:** 10/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca del Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**IDENTIFICACIÓN**

**Lazo de control:** L-CR801-05
**Denominación:** LT-CR801-05
**Señal enviada a:** LIC-CR801-05

**CONDICIONES DE SERVICIO**

**Fluido:** magma cristalización — **Estado:** líquido + sólido

| | Unidades | Máximo | Normal | Mínimo |
|---|---|---|---|---|
| **Presión** | bar | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| **Temperatura** | ºC | 110 | 100 | 90 |
| **Densidad** | $Kg/m^3$ | 1700 | 1500 | 1300 |
| **Viscosidad** | cP | | | |

**DATOS DE OPERACIÓN**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Actuación:** | **Neumática:** | | | | |
| | **Eléctrica:** X | | | | |
| **Alimentación:** | 24 V | | | **Boca nº:** | |
| **Señal de salida:** | 4 – 20 mA analógica | | | **Boca nº:** | |
| **Tipo de medida:** | **Medida de líquido:** X | **Medida de sólido:** X | | | |
| | **Medida continua:** X | **Medida límite:** | **Máximo:** | **Mínimo:** | |

| | |
|---|---|
| **Método de medida:** Ultrasónico | **Contacto con el medio (sí/no):** no |
| **Campo de medida (SPAN):** 0,25 – 5m | **Ajuste del cero (sí/no):** no |
| **Sensibilidad:** 0,1% | **Calibrado (sí/no):** no |
| **Indicador en campo (sí/no):** no | **Tiempo de respuesta:** respuesta rápida ~1s |

**DATOS TÉCNICOS**

| | | |
|---|---|---|
| **Cuerpo unidad sensible:** box spanner 60 AF | **Material cuerpo:** PVDF | |
| **Unidad sensible:** | **Material unidad sensible:** PVDF | |
| **Material juntas:** | | |
| **Condiciones de operación:** -40 – 120 ºC / hasta 3 bar | | |
| **Dimensiones:** | **Diámetro (mm):** | |
| **Diámetro conexión proceso:** 65 mm | **Tipo y norma:** "Flange connection (10K)" JIS B2238 | |
| **Medida de las conexiones:** | **Alimentación:** | **Boca nº:** |
| | **Señal de salida:** | **Boca nº:** |
| **Peso total (kg):** | | |

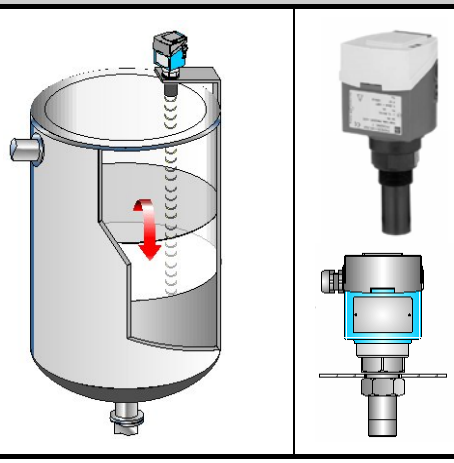
**DATOS DE INTALACIÓN**

| | | |
|---|---|---|
| **Temperatura ambiente:** | **Máxima:** 30ºC | |
| | **Mínima:** 15ºC | |
| **Protección caja de transmisión:** | | |
| **Distancia unidad sensible-caja transmisión:** 0,5 m | | |
| **Distancia al controlador:** 50m máximo | | |
| **Posición**: | **Vertical:** X | **Horizontal:** |
| **Soporte (sí/no):** sí | | |
| **Filtro reductor (sí/no):** no | **Manómetro (sí/no):** no | |
| **Presión de origen (sí/no):** no | | |

**MODELO**

**Suministrador:** Endress+Hausser (E+H)
**Serie:** Prosonic T
**Modelo:** FTU 230

**ESQUEMA**



| | | | |
|---|---|---|---|
| | **Sensor / Transmisor de nivel límite para líquidos** | **Ítem:** LT1-T401-05 | **APROBADO: OK** |
| | | **Proyecto nº:** 1 | **Área:** 400 |
| | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Data:** 04/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca del Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**IDENTIFICACIÓN**

**Lazo de control:** L-T401-05
**Denominación:** LT1-T401-05
**Señal enviada a:** LIC-T401-05

**CONDICIONES DE SERVICIO**

**Fluido:** disolución NH3 30% **Estado:** líquido

| | Unidades | Máximo | Normal | Mínimo |
|---|---|---|---|---|
| **Presión** | bar | 1,5 | 1 | 0,5 |
| **Temperatura** | ºC | 30 | 20 | 15 |
| **Densidad** | $kg/m^3$ | 1100 | 998 | 900 |
| **Viscosidad** | cP | 1,100 | 1,001 | 0,900 |

**DATOS DE OPERACIÓN**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Actuación:** | **Neumática:** | | | | |
| | **Eléctrica:** X | | | | |
| **Alimentación:** | 24 V | | | **Boca nº:** | |
| **Señal de salida:** | 0 – 5 V digital | | | **Boca nº:** | |
| **Tipo de medida:** | **Medida de líquido:** X | **Medida de sólido:** | | | |
| | **Medida continua:** | **Medida límite:** X | **Máximo:** X | **Mínimo:** (X) | |

| | |
|---|---|
| **Método de medida:** Vibrónico | **Contacto con el medio (sí/no):** sí |
| **Campo de medida (SPAN):** O/l | **Ajuste del cero (sí/no):** no |
| **Sensibilidad:** -- | **Calibrado (sí/no):** no |
| **Indicador en campo (sí/no):** no | **Tiempo de respuesta:** respuesta rápida ~ 1s |

**DATOS TÉCNICOS**

| | | |
|---|---|---|
| **Cuerpo unidad sensible:** | | **Material cuerpo:** |
| **Unidad sensible:** acero inoxidable | | **Material unidad sensible:** acero inoxidable |
| **Material juntas:** | | |
| **Condiciones de operación:** -40 – 100ºC / -1 – 40 bar | | |
| **Dimensiones:** | **Longitud:** 35mm | **Diámetro (mm):** |
| **Diámetro conexión proceso:** 1” | | **Tipo y norma:** |
| **Medida de las conexiones:** | **Alimentación:** | **Boca nº:** |
| | **Señal de salida:** | **Boca nº:** |
| **Peso total (kg):** | | |

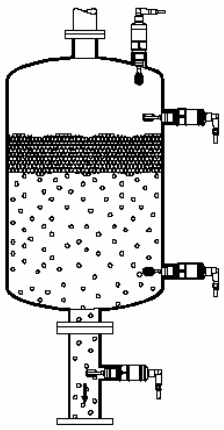
**DATOS DE INTALACIÓN**

| | | |
|---|---|---|
| **Temperatura ambiente:** | **Máxima:** 30 ºC | |
| | **Mínima:** 15ºC | |
| **Protección caja de transmisión:** | | |
| **Distancia unidad sensible-caja transmisión:** 0,5 m máximo | | |
| **Distancia al controlador:** 20 m máximo | | |
| **Posición**: | **Vertical:** | **Horizontal:** X |
| **Soporte (sí/no):** no | | |
| **Filtro reductor (sí/no):** no | **Manómetro (sí/no):** no | |
| **Presión de origen (sí/no):** no | | |

**MODELO**

**Suministrador:** Endress+Hausser (E+H)
**Serie:** Liquiphant T
**Modelo:** FTL260

**ESQUEMA**



| | | | |
|---|---|---|---|
| | **Sensor-transmisor presión** | **Ítem:** PT-CO500-21 | **APROBADO: OK** |
| | | **Proyecto nº:** 1 | **Área:** 500 |
| | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Data:** 02/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca del Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**IDENTIFICACIÓN**

| |
|---|
| **Lazo de control:** P-CO500-21 |
| **Denominación:** PT-CO500-21 |
| **Transmite el señal a:** PIC-CO500-21 |

**CONDICIONES DE SERVICIO**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Fluido:** mezcla de gases: CO2, N2, O2, CO, | | | **Estado:** gas | |
| | **Unidades** | **Máximo** | **Normal** | **Mínimo** |
| **Presión** | bar | 4 | 3,2 | 2,8 |
| **Temperatura** | ºC | 60 | 40 | 20 |
| **Densidad** | $kg/m^3$ | | | |

**DATOS DE OPERACIÓN**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Actuación:** | **Neumática:** | | |
| | **Eléctrica:** X | | |
| **Alimentación:** | 24 V | | **Boca nº:** |
| **Señal de salida:** | 4-20 mA analógica | | **Boca nº:** |
| **Tipo de medición:** | **Absoluta:** X | **Manométrica:** X | |
| **Campo de medida (SPAN):** 0,1 - 40 bar | | **Calibrado (sí/no):** sí | |
| **Sensibilidad:** ± 0,2 bar | | **Ajuste del cero (sí/no):** sí | |
| **Estabilidad a largo plazo**: 0,15% / año | | **Indicador en campo (sí/no):** no | |
| **Temperaturas de operación (ºC):** -40ºC – 135ºC | | **Tiempo de respuesta:** 20 s | |

**DATOS TÉCNICOS**

| | | |
|---|---|---|
| **Elemento detector:** membrana resistiva | | **Material detectores:** cerámico ($Al_2O_3$) |
| **Diámetro conexión a proceso:** 1/2” | | **Tipo y norma:** DIN IEC 770 |
| **Conexión al proceso:** rosca | | **Material juntas:** Acero inoxidable |
| **Tapón de purga (sí/no):** no | | |
| **Condiciones de operación:** 100ºC máximo | | |
| **Tamaño de las conexiones:** | **Alimentación:** | **Boca nº:** |
| | **Señal de salida:** | **Boca nº:** |
| **Peso total (kg):** | | |

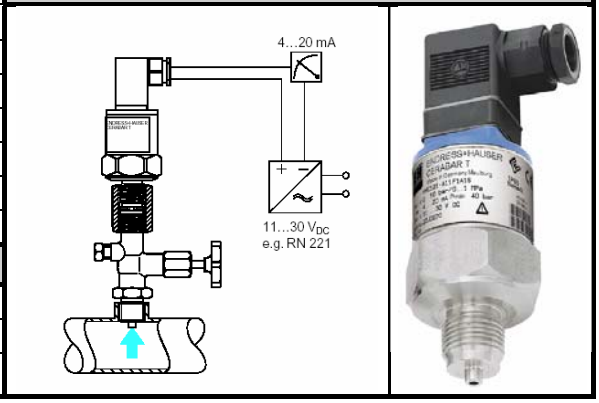
**DATOS DE INTALACIÓN**

| | |
|---|---|
| **Temperatura ambiente:** | |
| **Máxima:** 30ºC | **Mínima:** 15ºC |
| **Distancia unidad sensible-caja transmisión**: 0,5 m máximo | |
| **Protección caja de transmisión:** | |
| **Calorifugado cuerpo (sí/no):** sí | |
| **Posición:** **Vertical:** | **Horizontal:** |
| **Distancia a controlador (mm):** 10 m. máximo | |
| **Soporte (sí/no):** no | |
| **Válvula conexión (sí/no):** no | |
| **Filtro reductor (sí/no):** no | **Manómetro (sí/no):** no |
| **Presión de origen:** | |

**MODELO**

| |
|---|
| **Suministrador:** Endress+Hausser (E+H) |
| **Serie:** Cerabar T |
| **Modelo:** PMC 131 |

**ESQUEMA**



| | | | |
|---|---|---|---|
| | **Medidor / Transmisor de caudal de líquido** | **Ítem:** FT-T301-01 | **APROBADO: OK** |
| | | **Proyecto nº:** 1 | **Área:** 300 |
| | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 12/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca del Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**IDENTIFICACIÓN**

| |
|---|
| **Lazo de control:** F-T301-01 |
| **Denominación:** FT-T301-01 |
| **Señal enviada a:** FIC-T301-01 |

**CONDICIONES DE SERVICIO**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Fluido:** salmuera | | | **Estado:** líquido | |
| | **Unidades** | **Máximo** | **Normal** | **Mínimo** |
| **Caudal másico** | kg/h | 106000 | 105000 | 104000 |
| **Presión** | bar | 2 | 1,5 | 1,0 |
| **Temperatura** | ºC | 30 | 25 | 20 |
| **Densidad** | $kg/m^3$ | 1230 | 1210 | 1200 |

**DATOS DE OPERACIÓN**

| | | |
|---|---|---|
| **Actuación:** | **Neumática:** | |
| | **Eléctrica:** X | |
| **Alimentación:** | 24 V | **Boca nº:** |
| **Señal de salida:** | 4 - 20 mA analógica | **Boca nº:** |

| | |
|---|---|
| **Método de medida:** Presión diferencial (plato de orificio) | **Otras variables medidas:** caudal másico y volumétrico |
| **Campo de medida (SPAN):** $\Delta P$ = 4 – 600mbar<br>85000 – 130000 kg/h | **Ajuste del cero (sí/no):** sí |
| **Sensibilidad:** ± 1 % | **Calibrado (sí/no):** sí |
| **Indicador en campo (sí/no):** sí | **Tiempo de respuesta:** respuesta rápida ~ 1s |

**DATOS TÉCNICOS**

| | | |
|---|---|---|
| **Cuerpo unidad sensible:**orificio+extensión de tubería | | **Material cuerpo:** Acero inoxidable |
| **Diámetro (mm):** diámetro tubería | | **Material cabezal:** Acero inoxidable |
| **Material juntas:** Acero inoxidable | | |
| **Condiciones de operación:** hasta 100ºC / hasta 160 bar | | |
| **Diámetro conexión proceso:** diámetro tubería | | **Tipo y norma:** DIN 1952 |
| **Medida de las conexiones:** | **Alimentación:** | **Boca nº:** |
| | **Señal de salida:** | **Boca nº:** |
| **Tapón de purga (sí/no):** no | | **Peso total (kg):** |

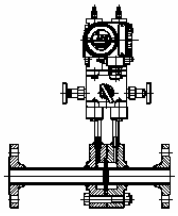
**DATOS DE INTALACIÓN**

| | | |
|---|---|---|
| **Temperatura ambiente:** | **Máxima:** 30ºC | |
| | **Mínima:** 15ºC | |
| **Protección caja de transmisión:** 0,5 m máximo | | |
| **Distancia unidad sensible-caja transmisión:** 60 m máximo | | |
| **Distancia al controlador:** | | |
| **Posición**: | **Vertical:** | **Horizontal:** X |
| **Soporte (sí/no):** no | | |
| **Filtro reductor (sí/no):** no | **Manómetro (sí/no):** sí | |
| **Presión de origen (sí/no):** no | | |

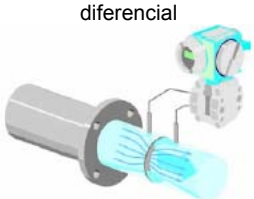
**MODELO**

| |
|---|
| **Suministrador:** Endress+Hausser (E+H) |
| **Serie:** Deltatop |
| **Modelo:** DPO 15E |

**ESQUEMA**



Fundamento medida por presión diferencial



| | | | |
|---|---|---|---|
| LIMVOC | **Medidor / Transmisor de caudal másico de gas** | **Ítem:** AT3-C401-04 | **APROBADO: OK** |
| | | **Proyecto nº:** 1 | **Área:** 400 |
| | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 04/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca del Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**IDENTIFICACIÓN**

| |
|---|
| **Lazo de control:** A-C401-04 |
| **Denominación:** AT3-C401-04 |
| **Señal enviada a:** AIC-C401-04 |

**CONDICIONES DE SERVICIO**

**Fluido:** mezcla de gases: $NH_3$, $CO_2$, $H_2O$ — **Estado:** gas

| | Unidades | Máximo | Normal | Mínimo |
|---|---|---|---|---|
| **Caudal másico** | kg/h | 15000 | 13500 | 12000 |
| **Presión** | bar | 1,2 | 1,0 | 0,8 |
| **Temperatura** | ºC | 60 | 56 | 52 |
| **Densidad** | $Kg/m^3$ | 9,00 | 8,20 | 6,50 |

**DATOS DE OPERACIÓN**

| | | |
|---|---|---|
| **Actuación:** | **Neumática:** | |
| | **Eléctrica:** X | |
| **Alimentación:** | 24 V | **Boca nº:** |
| **Señal de salida:** | 4 - 20 mA analógica | **Boca nº:** |

| | |
|---|---|
| **Método de medida:** Coriollis - medida caudal másico | **Otras variables medidas:** densidad / temperatura |
| **Campo de medida (SPAN):** 0-15000kg/h (gas) | **Ajuste del cero (sí/no):** sí |
| **Sensibilidad:** ± 0,2 % | **Calibrado (sí/no):** sí |
| **Indicador en campo (sí/no):** sí | **Tiempo de respuesta:** < 2s |

**DATOS TÉCNICOS**

| | | |
|---|---|---|
| **Cuerpo unidad sensible:** Promass H | | **Material cuerpo:** Circonio |
| **Diámetro:** 80 mm | | **Material cabezal:** Acero inoxidable |
| **Material juntas:** Acero inoxidable | | |
| **Condiciones de operación:** hasta 200ºC / hasta 100 bar | | |
| **Diámetro conexión proceso:** 160 mm | | **Tipo y norma:** DIN 2501 |
| **Medida de las conexiones:** | **Alimentación:** | **Boca nº:** |
| | **Señal de salida:** | **Boca nº:** |
| **Tapón de purga (sí/no):** sí | | **Peso total (kg):** |

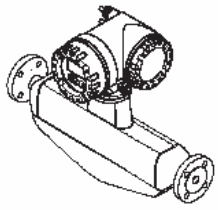
**DATOS DE INTALACIÓN**

| | | |
|---|---|---|
| **Temperatura ambiente:** | **Máxima:** 30ºC | |
| | **Mínima:** 15ºC | |
| **Protección caja de transmisión:** | | |
| **Distancia unidad sensible-caja transmisión:** 0,5 m máximo | | |
| **Distancia al controlador:** 20 m. máximo | | |
| **Posición**: | **Vertical:** X | **Horizontal:** |
| **Soporte (sí/no):** no | | |
| **Filtro reductor (sí/no):** no | **Manómetro (sí/no):** sí | |
| **Presión de origen (sí/no):** sí | | |

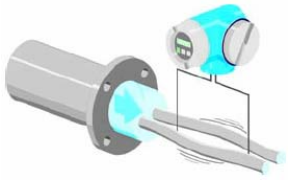
**MODELO**

| |
|---|
| **Suministrador:** Endress+Hausser (E+H) |
| **Serie:** Promass |
| **Modelo:** Promass 80 – H |

**ESQUEMA**



Fundamento medida Coriolli:



| | | | |
|---|---|---|---|
| LIMVOC | **Medidor / Transmisor de caudal de líquido** | **Ítem:** FT-T700-03 | **APROBADO: OK** |
| | | **Proyecto nº:** 1 | **Área:** 700 |
| | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 15/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca del Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**IDENTIFICACIÓN**

| |
|---|
| **Lazo de control:** F-T700-03 |
| **Denominación:** FT-T700-03 |
| **Señal enviada a:** FIC-T700-03 |

**CONDICIONES DE SERVICIO**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Fluido:** lechada | | | **Estado:** líquido + sólido | |
| | **Unidades** | **Máximo** | **Normal** | **Mínimo** |
| **Caudal másico** | kg/h | 28600 | 28300 | 28000 |
| **Presión** | bar | 1,2 | 1,0 | 0,9 |
| **Temperatura** | ºC | 90 | 85 | 75 |
| **Densidad** | $kg/m^3$ | | 1500 | |

**DATOS DE OPERACIÓN**

| | | |
|---|---|---|
| **Actuación:** | **Neumática:** | |
| | **Eléctrica:** X | |
| **Alimentación:** | 24 V | **Boca nº:** |
| **Señal de salida:** | 4 - 20 mA analógica | **Boca nº:** |

| | |
|---|---|
| **Método de medida:** electromagnético | **Otras variables medidas:** |
| **Campo de medida (SPAN):** $\Delta P$ = 4 – 600mbar<br>85000 – 130000 kg/h | **Ajuste del cero (sí/no):** sí |
| **Sensibilidad:** ± 1 % | **Calibrado (sí/no):** sí |
| **Indicador en campo (sí/no):** sí | **Tiempo de respuesta:** respuesta rápida ~ 1s |

**DATOS TÉCNICOS**

| | | |
|---|---|---|
| **Cuerpo unidad sensible:** orificio+extensión de tubería | | **Material cuerpo:** rebestimiento PFE |
| **Diámetro (mm):** diámetro tubería | | **Material cabezal:** Acero inoxidable |
| **Material juntas:** Acero inoxidable | | |
| **Condiciones de operación:** -40–180ºC | | |
| **Diámetro conexión proceso:** diámetro tubería | | **Tipo y norma:** DIN 1952 |
| **Medida de las conexiones:** | **Alimentación:** | **Boca nº:** |
| | **Señal de salida:** | **Boca nº:** |
| **Tapón de purga (sí/no):** no | | **Peso total (kg):** |

**DATOS DE INTALACIÓN**

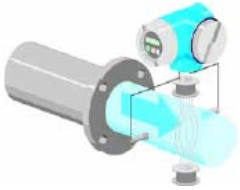
| | | |
|---|---|---|
| **Temperatura ambiente:** | **Máxima:** 30ºC | |
| | **Mínima:** 15ºC | |
| **Protección caja de transmisión:** 0,5 m máximo | | |
| **Distancia unidad sensible-caja transmisión:** 50 m máximo | | |
| **Distancia al controlador:** | | |
| **Posición**: | **Vertical:** | **Horizontal:** X |
| **Soporte (sí/no):** no | | |
| **Filtro reductor (sí/no):** no | **Manómetro (sí/no):** sí | |
| **Presión de origen (sí/no):** no | | |

**MODELO**

| |
|---|
| **Suministrador:** Endress+Hausser (E+H) |
| **Serie:** Proline Promag P |
| **Modelo:** |

**ESQUEMA**

Fundamento medida electromagnética



| | | | |
|---|---|---|---|
| | **Medidor / Transmisor de caudal de sólido** | **Ítem:** WT-T801-01 | **APROBADO: OK** |
| | | **Proyecto nº:** 1 | **Área:** 800 |
| | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 10/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca del Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

| **IDENTIFICACIÓN** |
|---|
| **Lazo de control:** W-T801-01 |
| **Denominación:** WT-T801-01 |
| **Señal enviada a:** WIC-T801-01 |

| **CONDICIONES DE SERVICIO** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Producto:** bicarbonato sódico filtrado | | | **Estado:** sólido | |
| | **Unidades** | **Máximo** | **Normal** | **Mínimo** |
| **Caudal másico** | kg/h | 12000 | 11550 | 11000 |
| **Presión** | bar | 1,5 bar | 1,0 bar | 1,0 bar |
| **Temperatura** | ºC | 30 | 20 | 15 |
| **Densidad** | $kg/m^3$ | | 1500 | |

| **DATOS DE OPERACIÓN** | | |
|---|---|---|
| **Actuación:** | **Neumática:** | |
| | **Eléctrica:** X | |
| **Alimentación:** | 24 V | **Boca nº:** |
| **Señal de salida:** | 4 - 20 mA analógica | **Boca nº:** |

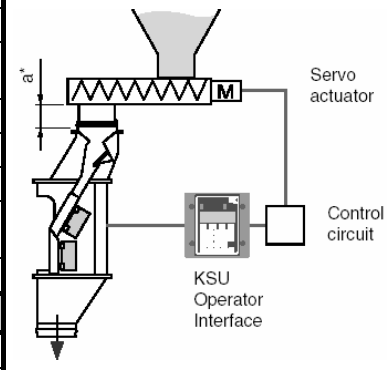
| | |
|---|---|
| **Método de medida:** gravimetría | **Otras variables medidas:** |
| **Campo de medida (SPAN):** 5 – 100 tn/h<br>10 – 60 $m^3/h$ | **Ajuste del cero (sí/no):** sí |
| **Sensibilidad:** ± 0,5% | **Calibrado (sí/no):** no |
| **Indicador en campo (sí/no):** sí | **Tiempo de respuesta:** respuesta rápida ~ 1s |

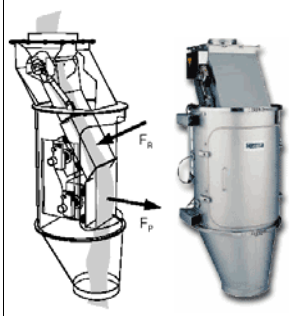
| **DATOS TÉCNICOS** | | |
|---|---|---|
| **Cuerpo unidad sensible:** | **Material cuerpo:** Acero inoxidable | |
| **Diámetro (mm):** 550 | **Material cabezal:** --- | |
| **Material juntas:** Acero inoxidable | | |
| **Condiciones de operación:** -10 – 70 ºC / 95% humedad máxima | | |
| **Diámetro conexión proceso:** entrada 350 mm | **Tipo y norma:** | |
| **Medida de las conexiones:** | **Alimentación:** | **Boca nº:** |
| | **Señal de salida:** | **Boca nº:** |
| **Tapón de purga (sí/no):** no | **Peso total (kg):** 80 | |

| **DATOS DE INTALACIÓN** | | |
|---|---|---|
| **Temperatura ambiente:** | **Máxima:** 30ºC | |
| | **Mínima:** 15ºC | |
| **Protección caja de transmisión:** | | |
| **Distancia unidad sensible-caja transmisión:** 0,5m máximo | | |
| **Distancia al controlador:** 50m máximo | | |
| **Posición**: **Vertical:** X | **Horizontal:** | |
| **Soporte (sí/no):** sí | | |
| **Filtro reductor (sí/no):** no | **Manómetro (sí/no):** sí | |
| **Presión de origen (sí/no):** no | | |

| **MODELO** |
|---|
| **Suministrador:** K-Tron |
| **Serie:** SFM – Smart Flow Meter |
| **Modelo:** K-SF275 |

**ESQUEMA**



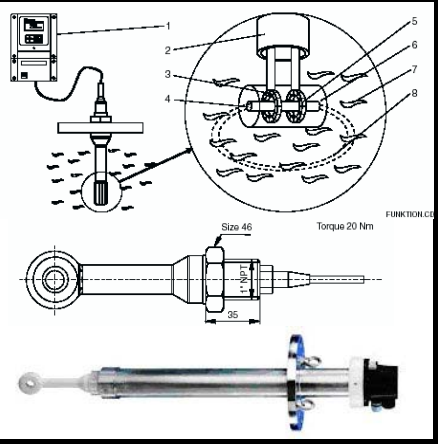
| | | | |
|---|---|---|---|
| | **Analizador / Transmisor conductividad** | **Ítem:** AT1-C401-04 | **APROBADO: OK** |
| | | **Proyecto nº:** 1 | **Área:** 400 |
| | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 04/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca del Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

| **IDENTIFICACIÓN** |
|---|
| **Lazo de control:** A-C401-04 |
| **Denominación:** AT1-C401-04 |
| **Señal enviada a:** AIC-C401-04 |

| **CONDICIONES DE SERVICIO** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Fluido:** salmuera amoniacal | | | **Estado:** líquido | |
| | **Unidades** | **Máximo** | **Normal** | **Mínimo** |
| **Presión** | bar | 1,5 | 1,0 | 0,8 |
| **Temperatura** | ºC | 70 | 50 | 45 |
| **Densidad** | $kg/m^3$ | 1300 | 1210 | 1150 |
| **Concentración NH3** | $kg/m^3$ | 80 | 71 | 60 |

| **DATOS DE OPERACIÓN** | | | |
|---|---|---|---|
| **Actuación:** | **Neumática:** | | |
| | **Eléctrica:** X | | |
| **Alimentación:** | 24 V | | **Boca nº:** |
| **Señal de salida:** | 4 - 20 mA analógica | | **Boca nº:** |
| **Método de análisis:** Conductimetría por inducción | | | |
| **Toma de muestra (sí/no):** sí | | **Tipo de toma de muestra:** línea paralela a proceso | |
| **Acondicionamiento de muestra (sí/no):** no | | **Tipo de acondicionamiento:** -- | |
| **Corrección con temperatura (sí/no):** sí | **Sensor de temperatura:** Pt100 | **Temperatura máx. (ºC):** 125 | |
| **Campo de medida (SPAN):** 0,1 – 2000 mS/cm | | **Ajuste del cero (sí/no):** sí | |
| **Sensibilidad:** ± 100 mS/cm | | **Calibrado (sí/no):** sí | |
| **Indicador en campo (sí/no):** sí | | **Tiempo de respuesta:** ~ 1s respuesta rápida | |

| **DATOS TÉCNICOS** | | |
|---|---|---|
| **Tipo de cuerpo:** | | **Material cuerpo:** PFA |
| **Elementos detectores:** inductores | | **Material detector:** PFA |
| **Material juntas:** PTFE | | |
| **Condiciones de operación:** hasta 180ºC / | | |
| **Diámetro conexión proceso (mm):** 27 | | **Tipo y norma:** DN 50 PN15 |
| **Tapón de purga (sí/no):** sí | | **Longitud:** |
| **Medida de las conexiones:** | **Alimentación:** | **Boca nº:** |
| | **Señal de salida:** | **Boca nº:** |
| **Peso total (kg):** | | |

| **DATOS DE INTALACIÓN** | | | **ESQUEMA** |
|---|---|---|---|
| **Temperatura ambiente:** | **Máxima:** 30ºC | |  |
| | **Mínima:** 15ºC | | |
| **Protección caja de transmisión:** | | | |
| **Distancia unidad sensible-caja transmisión:** 0,5 m máximo | | | |
| **Distancia al controlador:** 20 m máximo | | | |
| **Posición**: | **Vertical:** X | **Horizontal:** | |
| **Soporte (sí/no):** sí | | | |
| **Filtro reductor (sí/no):** | **Manómetro (sí/no):** | | |
| **Presión de origen (sí/no):** | | | |

| **MODELO** |
|---|
| **Suministrador:** Endress+Hausser (E+H) |
| **Serie:** Indumax P |
| **Modelo:** CLS 50 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **Analizador / Transmisor de $NH_3$ gas en línea** | **Ítem:** AT2-C401-04 | **APROBADO: OK** |
| | | **Proyecto nº:** 1 | **Área:** 400 |
| | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 04/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca del Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**IDENTIFICACIÓN**

| |
|---|
| **Lazo de control:** A-C401-04 |
| **Denominación:** AT2-C401-04 |
| **Señal enviada a:** AIC-C401-04 |

**CONDICIONES DE SERVICIO**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Fluido:** mezcla de gases: $NH_3$, $CO_2$, $H_2O$ | | | **Estado:** gas | |
| | **Unidades** | **Máximo** | **Normal** | **Mínimo** |
| **Presión** | bar | 1,2 | 1,0 | 0,8 |
| **Temperatura** | ºC | 60 | 56 | 52 |
| **Densidad** | $kg/m^3$ | 9,00 | 8,20 | 6,50 |
| **Concentración NH3** | ppm (%) | 600000 (65) | 460000 (62) | 350000 (60) |

**DATOS DE OPERACIÓN**

| | | |
|---|---|---|
| **Actuación:** | **Neumática:** | |
| | **Eléctrica:** X | |
| **Alimentación:** | 24 V | **Boca nº:** |
| **Señal de salida:** | 4 - 20 mA analógica | **Boca nº:** |
| **Método de análisis:** NDIR – Espectrómetro infrarrojo de gases no dispersivo | | |
| **Toma de muestra (sí/no):** sí | **Tipo de toma de muestra:** Difusión | |
| **Acondicionamiento de muestra (sí/no):** sí | **Tipo de acondicionamiento:** Dilución 1:40 | |
| **Corrección con temperatura (sí/no):** | **Sensor de temperatura:** | **Temperatura máx. (ºC):** |
| **Campo de medida (SPAN):** 0 – 20000 ppm (2%) | **Ajuste del cero (sí/no):** sí | |
| **Sensibilidad:** ± 1000 ppm | **Calibrado (sí/no):** sí | |
| **Indicador en campo (sí/no):** sí | **Tiempo de respuesta:** ~ 90 s (pero sólo del sensor, el tiempo de respuesta será mayor, al considerar toma de muestra+dilución+análisis) | |

**DATOS TÉCNICOS**

| | | |
|---|---|---|
| **Tipo de cuerpo:** | **Material cuerpo:** | |
| **Elementos detectores:** | **Material detector:** | |
| **Material juntas:** | **Condiciones de operación:** | |
| **Diámetro conexión proceso:** | **Tipo y norma:** | |
| **Tapón de purga (sí/no):** sí | **Longitud:** | |
| **Medida de las conexiones:** | **Alimentación:** | **Boca nº:** |
| | **Señal de salida:** | **Boca nº:** |

**Peso total (kg):** 5 lbs

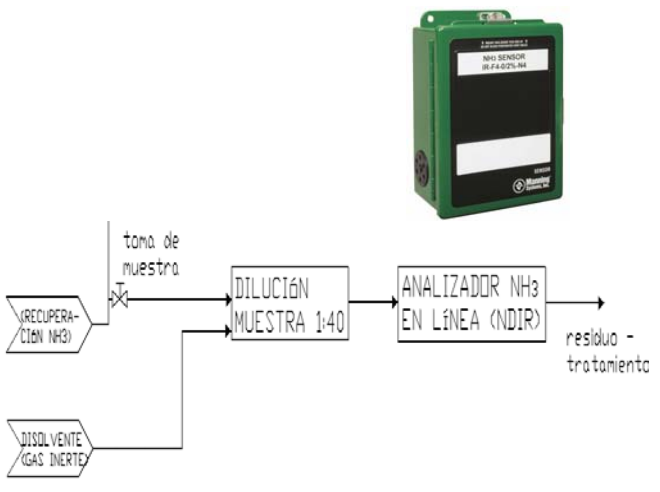
**DATOS DE INTALACIÓN**

| | | |
|---|---|---|
| **Temperatura ambiente:** | **Máxima:** 30ºC | |
| | **Mínima:** 15ºC | |
| **Protección caja de transmisión:** | | |
| **Distancia unidad sensible-caja transmisión:** 0,5 m máximo | | |
| **Distancia al controlador:** 20 m máximo | | |
| **Posición**: | **Vertical:** X | **Horizontal:** |
| **Soporte (sí/no):** sí | | |
| **Filtro reductor(s/n):**sí | **Manómetro(s/n):** sí | |
| **Presión de origen (sí/no):** no | | |

**MODELO**

| |
|---|
| **Suministrador:** Manning Systems, Inc. |
| **Serie:** IR |
| **Modelo:** IR-NH3 más información ver ficha informativa |

**ESQUEMA**

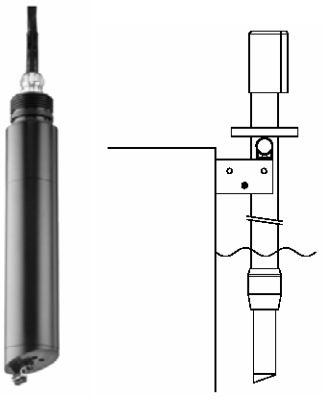


| | | | |
|---|---|---|---|
| | **Sensor / Transmisor turbidez y sólidos suspendidos** | **Ítem:** RT-S301-90 | **APROBADO: OK** |
| | | **Proyecto nº:** 1 | **Área:** 300 |
| | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 12/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca del Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

| **IDENTIFICACIÓN** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Lazo de control:** SUPERVISIÓN | | | | |
| **Denominación:** RT-S301-90 | | | | |
| **Señal enviada a:** RI-S301-90 | | | | |
| **CONDICIONES DE SERVICIO** | | | | |
| **Fluido:** salmuera purificada | | | **Estado:** líquido | |
| | **Unidades** | **Máximo** | **Normal** | **Mínimo** |
| **Presión** | bar | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| **Temperatura** | ºC | 30 | 20 | 15 |
| **Densidad** | $kg/m^3$ | 1220 | 1210 | 1200 |
| **Concentración** | g/l | 200 | 110 | 50 |

| **DATOS DE OPERACIÓN** | | | |
|---|---|---|---|
| **Actuación:** | **Neumática:** | | |
| | **Eléctrica:** X | | |
| **Alimentación:** | 24 V | | **Boca nº:** |
| **Señal de salida:** | 4 - 20 mA analógica | | **Boca nº:** |
| **Método de análisis:** Óptico: espectrometría NIR 880 nm. | | | |
| **Toma de muestra (sí/no):** no | | **Tipo de toma de muestra:** -- | |
| **Acondicionamiento de muestra (sí/no):** -- | | **Tipo de acondicionamiento:** -- | |
| **Corrección con temperatura (sí/no):** sí | **Sensor de temperatura:** sí | | **Temperatura máx. (ºC):** 50 |
| **Campo de medida (SPAN):** 0 – 300 g/l | | **Ajuste del cero (sí/no):** sí | |
| **Sensibilidad:** ± | | **Calibrado (sí/no):** sí | |
| **Indicador en campo (sí/no):** | | **Tiempo de respuesta:** | |

| **DATOS TÉCNICOS** | | |
|---|---|---|
| **Tipo de cuerpo:** | **Material cuerpo:** PVC | |
| **Elementos detectores:** | **Material detector:** zafiro | |
| **Material juntas:** PVC | | |
| **Condiciones de operación:** 25 – 50 ºC / 1 – 6 bar | | |
| **Diámetro conexión proceso:** 60 mm | **Tipo y norma:** DN 50 | |
| **Tapón de purga (sí/no):** no | **Longitud:** 93 mm | |
| **Medida de las conexiones:** | **Alimentación:** | **Boca nº:** |
| | **Señal de salida:** | **Boca nº:** |
| **Peso total (kg):** 3 aprox. | | |

| **DATOS DE INTALACIÓN** | | | **ESQUEMA** |
|---|---|---|---|
| **Temperatura ambiente (ºC):** | **Máxima:** 30ºC | |  |
| | **Mínima:** 15ºC | | |
| **Protección caja de transmisión:** | | | |
| **Distancia unidad sensible-caja transmisión:** 0,5 m máximo | | | |
| **Distancia al controlador:** 60 m máximo | | | |
| **Posición**: | **Vertical:** | **Horizontal:** X | |
| **Soporte (sí/no):** no | | | |
| **Filtro reductor (sí/no):** no | **Manómetro (sí/no):** no | | |
| **Presión de origen (sí/no):** sí | | | |
| **MODELO** | | | |
| **Suministrador:** Endress+Hausser (E+H) | | | |
| **Serie:** TurbiMax W | | | |
| **Modelo:** CUS 41 / 41-W | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| LIMVOC | **Analizador / Transmisor de $CO_2$ gas en línea** | **Ítem:** AT-SB303-91 | **APROBADO: OK** |
| | | **Proyecto nº:** 1 | **Área:** 300 |
| | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 12/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca del Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**IDENTIFICACIÓN**

**Lazo de control:** SUPERVISIÓN
**Denominación:** AT-SB303-91
**Señal enviada a:** AI-SB303-91

**CONDICIONES DE SERVICIO**

**Fluido:** mezcla de gases: $CO_2$, O2, N2 **Estado:** gas

| | Unidades | Máximo | Normal | Mínimo |
|---|---|---|---|---|
| **Presión** | bar | 1,5 | 1,0 | 0,5 |
| **Temperatura** | ºC | 40 | 25 | 22 |
| **Densidad** | $kg/m^3$ | 2 | 1,7 | 0,7 |
| **Concentración NH3** | ppm (%) | 875500 (50) | 850000 (47) | 790500 (40) |

**DATOS DE OPERACIÓN**

| | | |
|---|---|---|
| **Actuación:** | **Neumática:** | |
| | **Eléctrica:** X | |
| **Alimentación:** | 24 V | **Boca nº:** |
| **Señal de salida:** | 4 - 20 mA analógica | **Boca nº:** |

**Método de análisis:** IR – Espectrómetro infrarrojo selectivo de $CO_2$ (gases)

| | | |
|---|---|---|
| **Toma de muestra (sí/no):** sí | **Tipo de toma de muestra:** Difusión | |
| **Acondicionamiento de muestra (sí/no):** sí | **Tipo de acondicionamiento:** Dilución 1:10 | |
| **Corrección con temperatura (sí/no):** | **Sensor de temperatura:** | **Temperatura máx. (ºC):**140ºF |
| **Campo de medida (SPAN):** 0 - 50000ppm (5%) | **Ajuste del cero (sí/no):** sí | |
| **Sensibilidad:** ± 3% | **Calibrado (sí/no):** sí | |
| **Indicador en campo (sí/no):** sí | **Tiempo de respuesta:** ~ 10 s (pero sólo del sensor, el tiempo de respuesta será mayor, al considerar toma de muestra+dilución+análisis) | |

**DATOS TÉCNICOS**

| | | |
|---|---|---|
| **Tipo de cuerpo:** | **Material cuerpo:** | |
| **Elementos detectores:** | **Material detector:** | |
| **Material juntas:** | **Condiciones de operación:** | |
| **Diámetro conexión proceso:** | **Tipo y norma:** | |
| **Tapón de purga (sí/no):** sí | **Longitud:** | |
| **Medida de las conexiones:** | **Alimentación:** | **Boca nº:** |
| | **Señal de salida:** | **Boca nº:** |

**Peso total (kg):** 5lbs

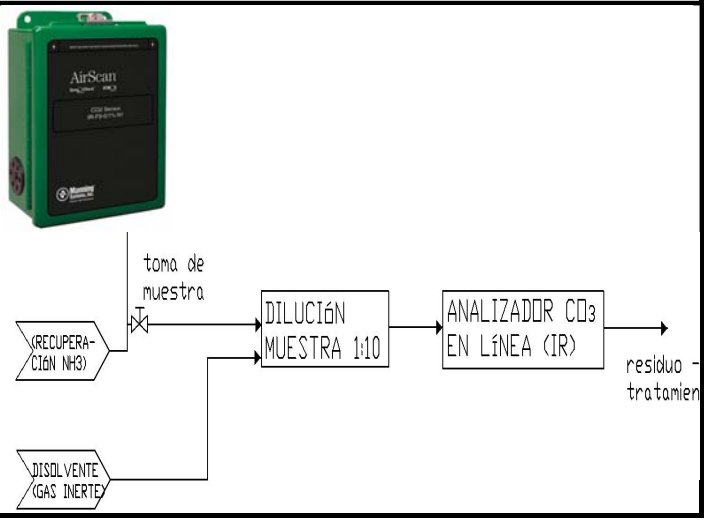
**DATOS DE INTALACIÓN**

| | |
|---|---|
| **Temperatura ambiente:** | **Máxima:** 30ºC |
| | **Mínima:** 15ºC |
| **Protección caja de transmisión:** | |
| **Distancia unidad sensible-caja transmisión:** 0,5 m máximo | |
| **Distancia al controlador:** 60 m máximo | |
| **Posición**: **Vertical:** X | **Horizontal:** |
| **Soporte (sí/no):** sí | |
| **Filtro reductor(s/n):** | **Manómetro (sí/no):** sí |
| **Presión de origen (sí/no):** no | |

**MODELO**

**Suministrador:** Manning Systems, Inc.
**Serie:** IR
**Modelo:** AirScan-iCO2

**ESQUEMA**



| | | | |
|---|---|---|---|
| | **Analizador / Transmisor de $CO_2$ gas en línea** | **Ítem:** AT-H201-91 | **APROBADO: OK** |
| | | **Proyecto nº:** 1 | **Área:** 200 |
| | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 15/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca del Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

**IDENTIFICACIÓN**

**Lazo de control:** SUPERVISIÓN
**Denominación:** AT-H201-91
**Señal enviada a:** AI- H201-91

**CONDICIONES DE SERVICIO**

**Fluido:** mezcla de gases: $CO_2$, CO, O2, N2 — **Estado:** gas

| | Unidades | Máximo | Normal | Mínimo |
|---|---|---|---|---|
| **Presión** | bar | | | |
| **Temperatura** | ºC | | | |
| **Densidad** | $kg/m^3$ | | | |
| **Concentración NH3** | ppm (%) | | | |

**DATOS DE OPERACIÓN**

| | | |
|---|---|---|
| **Actuación:** | **Neumática:** | |
| | **Eléctrica:** X | |
| **Alimentación:** | 24 V | **Boca nº:** |
| **Señal de salida:** | 4 - 20 mA analógica | **Boca nº:** |

**Método de análisis:** Electroquímico

| | | |
|---|---|---|
| **Toma de muestra (sí/no):** sí | **Tipo de toma de muestra:** Difusión | |
| **Acondicionamiento de muestra (sí/no):** no | **Tipo de acondicionamiento:** | |
| **Corrección con temperatura (sí/no):** | **Sensor de temperatura:** | **Temperatura máx. (ºC):**140ºF |
| **Campo de medida (SPAN):** 0 – 200 ppm | **Ajuste del cero (sí/no):** sí | |
| **Sensibilidad:** ± 5% | **Calibrado (sí/no):** sí | |
| **Indicador en campo (sí/no):** sí | **Tiempo de respuesta:** ~ 10 s | |

**DATOS TÉCNICOS**

| | | |
|---|---|---|
| **Tipo de cuerpo:** | **Material cuerpo:** | |
| **Elementos detectores:** | **Material detector:** | |
| **Material juntas:** | **Condiciones de operación:** 0–10psi / 5–100%RH humedad /-50–125 ºF | |
| **Diámetro conexión proceso:** | **Tipo y norma:** | |
| **Tapón de purga (sí/no):** sí | **Longitud:** | |
| **Medida de las conexiones:** | **Alimentación:** | **Boca nº:** |
| | **Señal de salida:** | **Boca nº:** |

**Peso total (kg):** 3lbs

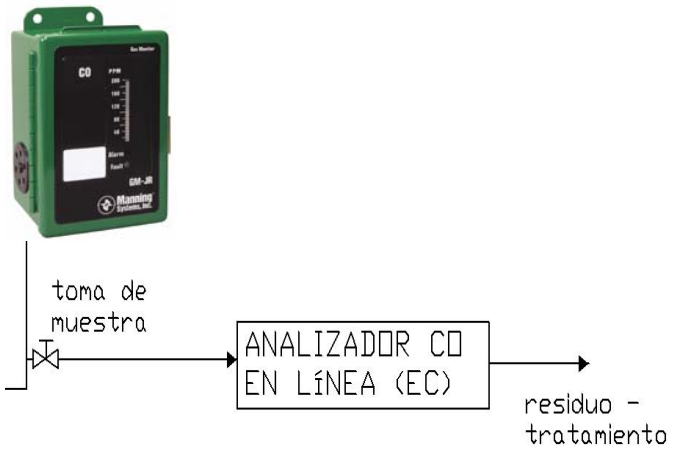
**DATOS DE INTALACIÓN**

| | |
|---|---|
| **Temperatura ambiente:** | **Máxima:** 30ºC |
| | **Mínima:** 15ºC |
| **Protección caja de transmisión:** | |
| **Distancia unidad sensible-caja transmisión:** 0,5 m máximo | |
| **Distancia al controlador:** 50 m máximo | |
| **Posición**: **Vertical:** X | **Horizontal:** |
| **Soporte (sí/no):** sí | |
| **Filtro reductor(s/n):** | **Manómetro (sí/no):** sí |
| **Presión de origen (sí/no):** no | |

**MODELO**

**Suministrador:** Manning Systems, Inc.
**Serie:** EC
**Modelo:** EC-CO

**ESQUEMA**



## 3.3.3. Válvulas de control

### *3.3.3.1.* Dimensionamiento de válvulas de control

Las válvulas son los elementos finales de control más utilizados, y por ello les dedicaremos una atención especial en cuanto al diseño.

Hay de numerosos tipos, según el tamaño y las características de la regulación que llevan a cabo. En nuestra planta se plantea la utilización de tres tipos principales de válvulas:

- De regulación: válvulas de asiento o bola para líquido, gas y vapor
- Válvulas automáticas de todo / nada para líquido y gas
- Válvulas automáticas de tres vías para líquido

El diseño de las válvulas consiste principalmente en la elección de los coeficientes de caudal Kvs y Cv, y el tamaño de la válvula (diámetro nominal). Estos son los parámetros que presentan los fabricantes para la elección de las válvulas.

*Definición de los parámetros característicos de una válvula de control*

- El Kv es el caudal de agua en m3/h a una temperatura entre 5 y 30ºC que con una pérdida de presión de 1 bar fluye a través de una válvula con cualquier obertura.
- El Kvs es el valor que representa el Kv previsto para una obertura teorica de la válvula del 100%.
- El Cv, se define como el caudal de agua en galones USA por minuto que con una pérdida de presión de 1psi fluye a través de la válvula totalmente abierta.
  La diferencia entre el Kvs y el Cv son únicamente las unidades. Por tanto, se pueden relacionar:

$$Kvs = 0{,}86 * Cv$$

*Elección de una válvula de control:*

Antes de elegir los parámetros de la válvula es necesario hacer un cálculo previo a partir de los valores de:

- caudal
- caída de presión en la válvula
- propiedades del fluido

Este cálculo se lleva a cabo utilizando el caudal de operación, sin embargo los coeficientes que aparecen en los catálogos corresponden al caudal máximo que puede pasar. Esta diferencia entre el caudal para realizar los cálculos y el caudal de especificación de la válvula, se soluciona seleccionando el tamaño

de válvula que presenta el coeficiente de caudal más próximo por exceso, de los que aparecen en el catálogo.

*Ecuaciones:*

- Cálculo de la velocidad del fluido:

$$v = \frac{W / \rho}{\frac{\pi}{4} * D^2}$$

Donde: $v$ [m/s] velocidad fluido;
$\rho$ [kg/m3] densidad fluido;
$W$ [kg/h] caudal másico;
$D$ [m] diámetro de paso

- Cálculo de la pérdida de carga en la válvula:

$$e_v = \frac{k * v^2}{2 * g}$$

Donde: $e_v$ [m] pérdida de carga

$k$ constante de la válvula, relacionada con el factor de expansión de la válvula. Depende del tipo de válvula y de su posición. El valor para:

  - válvulas de asiento: $k = 13$
  - válvulas todo - nada: $k = 10$

$g = 9{,}81 m/s^2$ gravedad

- Cambio de las unidades de pérdida de carga:

$$\Delta p = \frac{e_v * \rho}{1{,}013 \cdot 10^4}$$

Donde: $\Delta p$ [bar] pérdida de presión en bar
$e_v$ [m] pérdida de presión en m
$\rho$ [kg/m3] densidad del fluido
$1{,}013 \cdot 10^4 kg/m^2 = 1 bar$

- Determinación del Kvs:

| | |
|---|---|
| $K_{VS} = W / \rho * \sqrt{\frac{\rho / \rho_{agua}}{\Delta p}}$ | Para líquidos |
| $K_{VS} = \frac{W}{14{,}2 * m * \sqrt{\rho_{fluido} * p_1}}$ | Para gases |

Donde: $K_{VS}$ [m3/h]
$W$ [kg/h] caudal másico
$\rho$ [kg/m3] densidad del fluido
$\rho_{agua}$ [kg/m3] densidad del agua

$\Delta p$ [bar] pérdida de carga en bar
$p_1$ [kg/m3] presión a la entrada de la válvula
$m$ factor que es función de $p_1 / p_2$. Se utiliza $m = 0,2$
aproximando la relación $p_1 / p_2 \approx 1$ en todas las válvulas

| | RECOPILACIÓN VÁLVULAS DE CONTROL | | | | | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | | | **Proyecto nº:** 1 | | | | **APROBADO:** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | | | **Diseño:** LIMVOC | | | | **Fecha:** |
| | | | | | | | | | **Hoja:** | **de:** | | | **Pág:** |

| VÁLVULA | TUBERÍA | G/L | DENSIDAD | CAUDAL | DN (in) | v (m/s) | ev (m) | Δp | Calcul. | | catalogo | | modelo |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Kvs | Cv | Kvs | Cv | |
| **Válvulas de regulación para líquidos y gases. Suministrador: Samson. Serie 240** | | | | | | | | | | | | | |
| FCV-SB201-04 | 6"-F-S1-AR-203 | L | 1000 | 175000 | 6 | 2,7 | 4,71 | 0,46 | 257 | 299 | 260 | 302 | Serie 240. 3241-7 |
| FCV-T301-01 | 5"-T-S1-SA-306 | L | 1210 | 109989 | 5 | 0,3 | 0,06 | 0,01 | 1185 | 1378 | 1500 | 1744 | Serie 240. 3241-7 |
| TCV-SB303-02 | 3"-T-S1-SA-319 | L | 1210 | 55055 | 3 | 2,8 | 5,09 | 0,61 | 64 | 75 | 80 | 93 | Serie 240. 3241-7 |
| FCV-SB301-03 | 2"-T-S1-SA-321 | L | 1210 | 27467 | 2 | 3,1 | 6,41 | 0,77 | 29 | 33 | 40 | 47 | Serie 240. 3241-7 |
| LCV-T302-06 | 5"-T-S1-SA-308 | L | 1210 | 109989 | 5 | 2,0 | 2,63 | 0,31 | 178 | 207 | 250 | 291 | Serie 240. 3241-7 |
| TCV-E401-01 | 5"-F-S1-AR-402 | L | 1000 | 90218 | 5 | 2,0 | 2,59 | 0,26 | 178 | 207 | 260 | 302 | Serie 240. 3241-7 |
| TCV-E402-02 | 5"-F-S1-AR-403 | L | 1000 | 90218 | 5 | 2,0 | 2,59 | 0,26 | 178 | 207 | 260 | 302 | Serie 240. 3241-7 |
| TCV-E403-03 | 5"-F-S1-AR-404 | L | 1000 | 90218 | 5 | 2,0 | 2,59 | 0,26 | 178 | 207 | 260 | 302 | Serie 240. 3241-7 |
| TCV-E5XX-01 a TCV-E5XX-20 | 2"-F-S1-AR-559 a 2"-F-S1-AR-578 | L | 1000 | 15372,9 | 2 | 2,1 | 2,94 | 0,29 | 29 | 33 | 40 | 47 | Serie 240. 3241-7 |
| FCV-F500-28 | | | 1000 | 2100 | 3 | 0,1 | 0,01 | 0,00 | 64 | 75 | 80 | 93 | Serie 240. 3241-7 |
| LCV-CP601-16 a LCV-CP610-25 | 2"-F-S1-VC-637 a 2"-F-S1-VC-646 | L | 1000 | 4167 | 2 | 0,6 | 0,22 | 0,02 | 29 | 33 | 40 | 47 | Serie 240. 3241-7 |
| TCV-HI701-01 y TCV-HI702-02 | 2"-T-S1-AR-205 y 2"-T-S1-AR-206 | L | 1000 | 30000 | 2 | 4,1 | 11,20 | 1,11 | 29 | 33 | 40 | 47 | Serie 240. 3241-7 |
| FCV-T801-02 | 2"-T-S1-AP-811 | L | 1000 | 10000 | 2 | 1,4 | 1,24 | 0,12 | 29 | 33 | 40 | 47 | Serie 240. 3241-7 |
| LCV-T802-06 | 2"-F-S1-AR-808 | L | 1000 | 6000 | 2 | 0,8 | 0,45 | 0,04 | 29 | 33 | 40 | 47 | Serie 240. 3241-7 |
| PCV-CP606-11 a PCV-CP610-15 | 4"-T-S1-NH-631 a 4"-T-S1-NH-635 | G | 8,2 | 2700 | 4 | 11,28 | 84,33 | 0,07 | 332 | 386 | 360 | 419 | Serie 240. 3241-7 |
| **Válvulas automáticas todo-nada para líquidos y gases. Suministrador: Samson. Serie 240** | | | | | | | | | | | | | |
| FT01-T100-01 a FT16-T100-01 | 4"-T-S1-SA-103 a 4"-T-S1-SA-119 | L | 1210 | 105800 | 4 | 3,00 | 4,57 | 0,55 | 130 | 151 | 160 | 186 | Serie 240. 3351-1 |
| LHV-T-303-04 | 1,5"-F-S1-AR-302 | L | 1000 | 7500 | 1 1/2 | 1,83 | 1,70 | 0,17 | 18 | 21 | 25 | 29 | Serie 240. 3351-1 |
| LHV-T304-05 | 1,5"-F-S1-AR-303 | L | 1000 | 7500 | 1 1/2 | 1,83 | 1,70 | 0,17 | 18 | 21 | 25 | 29 | Serie 240. 3351-1 |

| | RECOPILACIÓN VÁLVULAS DE CONTROL | | | | | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | | | **Proyecto nº:** 1 | | | | **APROBADO:** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | | | **Diseño:** LIMVOC | | | | **Fecha:** |
| | | | | | | | | | **Hoja:** | **de:** | | | **Pág:** |
| **VÁLVULA** | **TUBERÍA** | **G/L** | **DENSIDAD** | **CAUDAL** | **DN (in)** | **v (m/s)** | **ev (m)** | **Δp** | **Calcul.** | | **catalogo** | | **modelo** |
| | | | | | | | | | **Kvs** | **Cv** | **Kvs** | **Cv** | |
| FHV01-C500-22 a FHV05-C500-22 | 3,5"-T-S1-SA-504 a 3,5"-T-S1-SA-508 | L | 1240 | 59130 | 3 1/2 | 2,13 | 2,32 | 0,28 | 100 | 116 | 100 | 116 | Serie 240. 3351-1 |
| FHV06-C500-22 a FHV10-C500-22 | 2"-T-S1-SA-524 a 2"-T-S1-SA-528 | L | 1240 | 14780 | 3 1/2 | 0,53 | 0,15 | 0,02 | 100 | 116 | 100 | 116 | Serie 240. 3351-1 |
| FHV01-C500-23 a FHV05-C500-23 | 3,5"-T-S1-SA-509 a 3,5"-T-S1-SA-513 | L | 1240 | 59130 | 3 1/2 | 2,13 | 2,32 | 0,28 | 100 | 116 | 100 | 116 | Serie 240. 3351-1 |
| FHV06-C500-23 a FHV10-C500-23 | 2"-T-S1-SA-529 a 2"-T-S1-SA-533 | L | 1240 | 14780 | 2 | 1,63 | 1,36 | 0,17 | 33 | 38 | 40 | 47 | Serie 240. 3351-1 |
| FHV11-C500-22 a FHV15-C500-22 | 3"-F-S1-GP-594 a 3"-F-S1-GP-598 | G | 4,3 | 4660 | 3 | 66,01 | 1532,43 | 0,65 | 457 | 531 | 630 | 733 | Serie 240. 3351-1 |
| FHV11-C500-23 a FHV15-C500-23 | 3"-F-S1-GP-599 a 3·-F-S1-GP-5103 | G | 4,3 | 4660 | 3 | 66,01 | 1532,43 | 0,65 | 457 | 531 | 630 | 733 | Serie 240. 3351-1 |
| TCV-C600-01 a TCV-C600-05 | 10"-F-S1-V-626 a 10"-F-S1-V-630 | V | 2,1 | 14100 | 10 | 36,81 | 897,69 | 0,19 | 1211 | 1408 | 1500 | 1744 | Serie 240. 3351-1 |
| TCV-CR801-04 | 2"-F-S1-V-819 | V | 2,1 | 446 | 2 | 29,11 | 561,35 | 0,12 | 54 | 63 | 60 | 70 | Serie 240. 3351-1 |
| **Válvulas automáticas todo-nada de tres vías. Suministrador: Pekos.** | | | | | | | | | | | | | |
| FHV16-C500-22 a FHV20-C500-22 | 2"-T-S1-DB-504 a 2"-T-S1-DB-508 | L | 1240 | 59130 | 2 | 6,54 | 21,77 | 2,66 | 33 | 38 | 40 | 47 | |
| FHV16-C500-23 a FHV20-C500-23 | 2"-T-S1-DB-539 a 2"-T-S1-DB-543 | L | 1240 | 59310 | 2 | 6,56 | 21,90 | 2,68 | 33 | 38 | 40 | 47 | |

*Hojas de especificación*

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **Válvula de control** | **Ítem:** TCV-E502-01 | **APROBADO:** |
| | | **Proyecto nº:** 1 | **Área:** 500 |
| | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 02/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca del Penedés | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

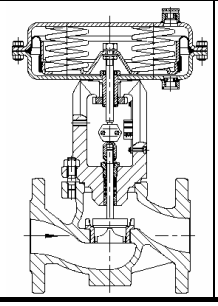
| **IDENTIFICACIÓN** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Lazo de control:** T-E502-01 | | | | | |
| **Denominación:** TCV-E502-01 | | | **Tubería:** 2"-F-S1-AR-559 | | |
| **Señal de entrada procedente de:** TIC-E502-01 | | | | | |
| **CONDICIONES DE SERVICIO** | | | | | |
| **Fluido:** Agua de refrigeración | | **Líquido:** X | | **Gas:** | |
| | **Unidades** | **Máximo** | **Normal** | **Mínimo** | |
| **Caudal másico** | kg/h | | 15375 | | |
| **Presión de entrada** | bar | | 1,19 | | |
| **Presión de salida** | bar | | 0,90 | | |
| **Pérdida de carga** | bar | | 0,29 | | |
| **Temperatura** | ºC | | 15 | | |
| **Densidad** | $kg/m^3$ | | 999 | | |
| **Cv (unidades americanas)** | **Cv calculado:** 33 | **Cv de la válvula:** 47 | **Cf usadas para cálculos:** | | |
| **Kv (unidads métricas)** | **Kv calculado:** 29 | **Kv de la válvula:** 40 | | | |

| **CARACTERIZACIÓN DE LA VÁLVULA** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Característica de caudal** | **Todo-nada:** | **Apertura rápida:** | **Lineal:** | **Isoporcentual:** X | **Tres vías:** |
| **El fluido tiende a:** | **Abrir el obturador:** X | | **Cerrar el obturador:** | | |
| **Actuación:** | **Neumática:** X | | **Eléctrica:** | | |
| **Alimentación:** | 3-15 psi | mA | V | Hz | **Boca nº:** |
| **Señal de salida:** | psi | 4-20 mA | V | Hz | **Boca nº:** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Actuador:** | | **Directo:** X | **Inverso:** |
| **Aumento señal entrada:** | | **Abre:** | **Cierra:** X |
| **Posición en caso de fallo de senyal** | | **Abierta:** X | **Cerrada:** |
| **Posicionador (sí/no):** sí | **Acción:** | **Directa:** X | **Inversa:** |
| **Opción manual (sí/no):** sí | | **Final de carrera (sí/no):** no | |

| **DATOS DE CONTRUCCIÓN** | | | |
|---|---|---|---|
| **Forma cuerpo :** | **Material cuerpo:** acero inoxidable | | **Tipo de cierre:** metall-metall |
| **Forma obturador:** asiento | **Material obturador: ------** | | **Grado hermético:** 0,01 valor kvs |
| **Nº asientos:** 1 | **Material asiento:** ----- | | **Tipo de conexiones:** |
| **Diámetro de paso (mm):** | **Material juntas:** | | **Norma de conexiones:** DIN |
| **Diámetro asiento (mm):** | **Material estopada: ------** | | **Tapón de purga (sí/no):** sí |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Tipo de actuador:** | | **Simple efecto:** X | **Doble efecto:** |
| **Tipo de posicionador:** | | **Simple efecto:** X | **Doble efecto:** |
| **Conexiones:** | **Alimentación:** | | **Boca nº:** |
| | **Señal de entrada:** | | **Boca nº:** |
| **Peso total (kg):** | | | |

| **DATOS DE INSTALACIÓN** | | | **ESQUEMA** |
|---|---|---|---|
| **Temperatura ambiente (ºC) :** | **Máxima:** | **Mínima:** |  |
| **Protección del posicionador y/o actuador (sí/no):** no | | | |
| **Actuador respecto la vàlvula** | **Vertical:** X | **Horizontal:** | |
| **Distancia al controlador (m):** | **Calorifugado válvula (sí/no):** no | | |
| **Filtro reductor (sí/no):** no | **Manómetro (sí/no):** no | | |
| **MODELO** | | | |
| **Suministrador:** SAMSON | | | |
| **Serie:** 240 | **Modelo:** 3241-7 | | |

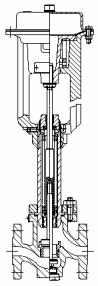
| | | | |
|---|---|---|---|
| | **Válvula de control** | **Ítem:** FHV01-C500-22 | **APROBADO:** |
| | | **Proyecto nº:** 1 | **Área:** 500 |
| | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 02/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca del Penedés | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

| **IDENTIFICACIÓN** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Lazo de control:** F-C500-22 | | | | | |
| **Denominación:** FHV01-C500-22 | | | **Tubería:** 3,5"-T-S1-SA-504 | | |
| **Señal de entrada procedente de:** FIC-C500-22 | | | | | |
| **CONDICIONES DE SERVICIO** | | | | | |
| **Fluido:** Solución de proceso | | **Líquido:** X | | **Gas:** | |
| | **Unidades** | **Máximo** | **Normal** | **Mínimo** | |
| **Caudal másico** | kg/h | | 59130 | | |
| **Presión de entrada** | bar | | 1,22 | | |
| **Presión de salida** | bar | | 0,94 | | |
| **Pérdida de carga** | bar | | 0,28 | | |
| **Temperatura** | ºC | | 25 | | |
| **Densidad** | $kg/m^3$ | | 1240 | | |
| **Cv (unidades americanas)** | **Cv calculado: 116** | **Cv de la válvula: 116** | **Cf usadas para cálc** | | |
| **Kv (unidads métricas)** | **Kv calculado: 100** | **Kv de la válvula: 100** | | | |

| **CARACTERIZACIÓN DE LA VÁLVULA** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Característica de caudal** | **Todo-nada:**X | **Apertura rápida:** | **Lineal:** | **Isoporcentual:** | **Tres vías:** |
| **El fluido tiende a:** | **Abrir el obturador:** | **Cerrar el obturador:** X | | | |
| **Actuación:** | **Neumática:** X | **Eléctrica:** | | | |
| **Alimentación:** | 3-15 psi | mA | V | Hz | **Boca nº:** |
| **Señal de salida:** | psi | 4-20 mA | V | Hz | **Boca nº:** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Actuador:** | | **Directo:** X | **Inverso:** |
| **Aumento señal entrada:** | | **Abre:** X | **Cierra:** |
| **Posición en caso de fallo de senyal** | | **Abierta:** | **Cerrada:** X |
| **Posicionador (sí/no):** no | **Acción:** | **Directa:** X | **Inversa:** |
| **Opción manual (sí/no):** sí | | **Final de carrera (sí/no):** sí | |

| **DATOS DE CONTRUCCIÓN** | | | |
|---|---|---|---|
| **Forma cuerpo :** | **Material cuerpo:** acero inoxidable fundido | **Tipo de cierre:** metall-metall | |
| **Forma obturador:** asiento | **Material obtur.:** metálico y junta blanda | **Grado hermético:** 0,01 valor kvs | |
| **Nº asientos:** 1 | **Material asiento:** ----- | **Tipo de conexiones:** | |
| **Diámetro de paso (mm):** | **Material juntas:** | **Norma de conexiones:** ASME | |
| **Diámetro asiento (mm):** | **Material estopada: ------** | **Tapón de purga (sí/no):** sí | |
| **Tipo de actuador:** | | **Simple efecto:** X | **Doble efecto:** |
| **Tipo de posicionador:** | | **Simple efecto:** X | **Doble efecto:** |
| **Conexiones:** | **Alimentación:** | | **Boca nº:** |
| | **Señal de entrada:** | | **Boca nº:** |
| **Peso total (kg):** | | | |

| **DATOS DE INSTALACIÓN** | | | **ESQUEMA** | |
|---|---|---|---|---|
| **Temperatura ambiente (ºC) :** | **Máxima:** | **Mínima:** |  | |
| **Protección del posicionador y/o actuador (sí/no):** no | | | | |
| **Actuador respecto la vàlvula** | **Vertical:** X | **Horizontal:** | | |
| **Distancia al controlador (m):** | **Calorifugado válvula (sí/no):** no | | | |
| **Filtro reductor (sí/no):** no | **Manómetro (sí/no):** no | | | |
| **MODELO** | | | | |
| **Suministrador:** SAMSON | | | | |
| **Serie:** 240 –aplicaciones especiales | **Modelo:** 3351-1 | | | |

## 3.3.4. Tarjetas de Adquisición de Datos

Las entradas y salidas a estos dispositivos pueden ser analógicas y digitales. Las señales analógicas deben pasar por los convertidores A/D (si es entrada) o D/A (si es salida) para ser procesadas por la unidad de control en forma de señal digital.

Estas tarjetas se encargan de hacer la conversión a señales digitales de aquellas que inicialmente eran analógicas.

Las señales que procesan son de tipo estándar:

- ► Señales analógicas: rango estándar 4 – 20 mA
- ► Señales digitales: rango estándar utilizado 0 – 5 V

### *3.3.4.1.* Recuento de señales

*Señales en válvulas neumáticas:*
Las válvulas son elementos de actuación neumática. Regulan su grado de obertura según la señal que reciben de la unidad de control. Esta señal es de tipo eléctrico, y la transforman en señal neumática mediante una electroválvula y un posicionador de obertura, integrados en la misma válvula. De este modo:

**Señal de entrada a la válvula:**
**eléctrica (analógica para válvulas de regulación / digital para válvulas automáticas todo / nada)**

A su vez, las válvulas de control pueden llevar incorporado un elemento que indica que la válvula se encuentra en una posición de obertura 100% o bien 0%. Se trata de los finales de carrera, que generan una señal digital que se envía hacia la unidad de control. Estos elementos son opcionales, y se suelen utilizar cuando el conocimiento de la posición de la válvula es crítico.
Consideramos necesario un único posicionador en las válvulas automáticas todo-nada:

**Señal de salida de las válvulas:**
**digital para válvulas automáticas todo / nada**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **LISTA DE SEÑALES**<br>**PROCESO – UNIDAD DE CONTROL**<br>**Área 100** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:**<br>Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| **LAZOS DE CONTROL** | **DESCRIPCIÓN** | **nº** | **ÍTEMS INSTRUMENTOS** | **UNIDADES DE INTERFASE EN LA UNIDAD DE CONTROL** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **EA** | **ED** | **SA** | **SD** | **EAI** | **EDI** | **SAI** | **SDI** |
| F-T100-01 | Sensor / Transmisor de niveles mínimo y máximo | 16 | FT01-T100-01 hasta FT16-T100-01 | | 16 | | | | | | |
| | Válvula automática todo-nada y final de carrera | 16 | FHV01-T100-01 hasta FHV16-T100-01 | | 16 | | 16 | | | | |
| | | | **TOTAL** | **0** | **32** | **0** | **16** | **0** | **0** | **0** | **0** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **LISTA DE SEÑALES**<br>**PROCESO – UNIDAD DE CONTROL**<br>**Área 200** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:**<br>Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| LAZOS DE CONTROL | DESCRIPCIÓN | nº | ÍTEMS INSTRUMENTOS | UNIDADES DE INTERFASE EN LA UNIDAD DE CONTROL | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | EA | ED | SA | SD | EAI | EDI | SAI | SDI |
| W-H201-01 y W-H202-02 | Medidor / Transmisor de caudal másico de sólidos | 2 | WT-H201-01, WT-H202-02 | 2 | | | | | | | |
| | Variador de frecuencia - Dosificador de sólidos | 2 | WDS-H201-01, WDS-H202-02 | | | 2 | | | | | |
| D-PE201-03 | Medidor / Transmisor de caudal | 1 | DT-PE201-03 | 1 | | | | | | | |
| | Variador de frecuencia - Variador potencial aplicado | 1 | DT-PE201-03 | | | 1 | | | | | |
| F-SB201-04 | Medidor / Transmisor de caudal | 2 | FT1-SB201-04, FT2-SB201-04 | 2 | | | | | | | |
| | Válvula de regulación | 1 | FCV-SB201-04 | | | 1 | | | | | |
| Supervisión | Analizador / Transmisor composición | 4 | AT-H201-90, AT-H202-90<br>AT-H201-91, AT-H202-91 | 4 | | | | | | | |
| | Sensor / Transmisor de presión | 2 | PT-H201-90, PT-H202-90 | 2 | | | | | | | |
| | Sensor / Transmisor de temperatura | 4 | TT-H201-90, TT-H202-90<br>TT-H201-91, TT-H201-91 | 4 | | | | | | | |
| | Sensor / Transmisor de presión | 1 | PT-SB201-90 | 1 | | | | | | | |
| | | | **TOTAL** | **16** | **0** | **4** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |

| | LISTA DE SEÑALES<br>PROCESO – UNIDAD DE CONTROL<br>Área 300 | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
|---|---|---|---|---|
| | | **LOCALIZACIÓN:**<br>Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| LAZOS DE CONTROL | DESCRIPCIÓN | nº | ÍTEMS INSTRUMENTOS | UNIDADES DE INTERFASE EN LA UNIDAD DE CONTROL | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | EA | ED | SA | SD | EAI | EDI | SAI | SDI |
| F-T301-01 | Sensor / Transmisor de caudal | 1 | FT-T301-01 | 1 | | | | | | | |
| | Válvula de regulación | 1 | FCV-T301-01 | | | 1 | | | | | |
| T-SB303-02 | Sensor / Transmisor de temperatura | 1 | TT-SB303-02 | 1 | | | | | | | |
| | Válvula de regulación | 1 | TCV-SB303-02 | | | 1 | | | | | |
| F-SB301-03 | Sensor / Transmisor de caudal | 1 | FT-SB301-03 | 1 | | | | | | | |
| | Válvula de regulación | 1 | FCV-SB301-03 | | | 1 | | | | | |
| L-T303-04<br>L-T304-05 | Sensor / Transmisor de niveles mínimo y máximo | 4 | LT1-T303-04, LT2-T303-04<br>LT1-T304-05, LT2-T304-05 | | 4 | | | | | | |
| | Dosificador de sólidos | 1 | LDS-T303-04 | | | 1 | | | | | |
| | Bomba dosificadora | 1 | LDS-T304-05 | | | 1 | | | | | |
| | Válvula automática todo / nada + final de carrera | 2 | LHV-T303-04<br>LHV-T304-05 | | 2 | | 2 | | | | |
| | Alarma de nivel máximo y mínimo | 4 | LHA-T303-04, LLA-T303-04<br>LHA-T304-05, LLA-T304-05 | | | | 4 | | | | |
| L-T302-06 | Sensor / Transmisor de nivel | 1 | LT-T302-06 | 1 | | | | | | | |
| | Válvula de regulación | 1 | LCV-T302-06 | | | 1 | | | | | |
| Supervisión | Medidor / Transmisor de turbidez | 2 | RT-S301-90, RT-S302-90 | 2 | | | | | | | |
| | Medidor / Transmisor de caudal | 1 | FT-S300-90 | 1 | | | | | | | |
| | Medidor / Transmisor de caudal | 1 | FT-SB300-90 | 1 | | | | | | | |
| | Analizador / Transmisor composición | 2 | AT-SB301-90, AT-SB303-90 | 2 | | | | | | | |
| | Analizador / Transmisor composición | 1 | AT-SB303-91 | 1 | | | | | | | |
| Seguridad | Sensor / Transmisor de nivel mínimo | 3 | LT-T301-90, LT-S301-90, LT-S302-90 | | 3 | | | | | | |
| | Alarma de nivel mínimo | 3 | | | | | 3 | | | | |
| | | | **TOTAL** | **11** | **9** | **6** | **9** | **0** | **0** | **0** | **0** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **LISTA DE SEÑALES**<br>**PROCESO – UNIDAD DE CONTROL**<br>**Área 400** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:**<br>Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| **LAZOS DE CONTROL** | **DESCRIPCIÓN** | **nº** | **ÍTEMS INSTRUMENTOS** | **UNIDADES DE INTERFASE EN LA UNIDAD DE CONTROL** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **EA** | **ED** | **SA** | **SD** | **EAI** | **EDI** | **SAI** | **SDI** |
| T-E401-01 | Sensor / Transmisor de temperatura | 1 | TT-E401-01 | 1 | | | | | | | |
| | Válvula de regulación | 1 | TCV-E401-01 | | | 1 | | | | | |
| T-E402-02 | Sensor / Transmisor de temperatura | 1 | TT-E402-02 | 1 | | | | | | | |
| | Válvula de regulación | 1 | TCV-E402-02 | | | 1 | | | | | |
| T-E403-03 | Sensor / Transmisor de temperatura | 1 | TT-E403-03 | 1 | | | | | | | |
| | Válvula de regulación | 1 | TCV-E403-03 | | | 1 | | | | | |
| A-C401-04 | Analizador / Transmisor composición | 1 | AT1-C401-04 | 1 | | | | | | | |
| | Analizador / Transmisor composición | 1 | AT2-C401-04 | 1 | | | | | | | |
| | Medidor / Transmisor de caudal | 1 | AT3-C401-04 | 1 | | | | | | | |
| | Bomba dosificadora | 1 | ADS-C401-04 | | | 1 | | | | | |
| L-T401-05 | Sensor / Transmisor de niveles mínimo y máximo | 2 | LT1-T401-05, LT2-T401-05 | | 2 | | | | | | |
| | Variador de frecuencia | 1 | LVF-T401-05 | | | 1 | | | | | |
| L-T402-06 | Sensor / Transmisor de niveles mínimo y máximo | 2 | LT1-T402-06, LT2-T402-06 | | 2 | | | | | | |
| | Alarmas de nivel mínimo y máximo | 2 | | | | | 2 | | | | |
| Supervisión | Sensor / Transmisor de presión | 1 | PT-C401-90 | 1 | | | | | | | |
| | | | **TOTAL** | **7** | **4** | **5** | **2** | **0** | **0** | **0** | **0** |

| | **LISTA DE SEÑALES PROCESO – UNIDAD DE CONTROL Área 500** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
|---|---|---|---|---|
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| **LAZOS DE CONTROL** | **DESCRIPCIÓN** | **nº** | **ÍTEMS INSTRUMENTOS** | **UNIDADES DE INTERFASE EN LA UNIDAD DE CONTROL** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **EA** | **ED** | **SA** | **SD** | **EAI** | **EDI** | **SAI** | **SDI** |
| T-E5XX-01 hasta T-E5XX-20 | Sensor / Transmisor temperatura | 20 | TT-E5XX-01 hasta TT-E5XX-20 | 20 | | | | | | | |
| | Válvula de regulación | 20 | TCV-E5XX-01 hasta TCV-E5XX-20 | | | 20 | | | | | |
| P-CO500-21 | Sensor / Transmisor de presión | 1 | PT-CO500-21 | 1 | | | | | | | |
| | Variación potencia compresor | 2 | PVF1-CO500-21, PVF2-CO500-21 | | | 2 | | | | | |
| F-C500-22, F-C500-23 | Válvula automática todo / nada + final de carrera | 10 | FHV01-C500-22 hasta FHV05-C500-22<br>FHV01-C500-23 hasta FHV05-C500-23 | | 10 | | 10 | | | | |
| | Válvula automática todo / nada + final de carrera | 10 | FHV06-C500-22 hasta FHV10-C500-22<br>FHV06-C500-23 hasta FHV10-C500-23 | | 10 | | 10 | | | | |
| | Válvula automática todo / nada + final de carrera | 10 | FHV-11-C500-22 hasta FHV15-C500-22<br>FHV-11-C500-23 hasta FHV15-C500-23 | | 10 | | 10 | | | | |
| | Válvula de tres vías automática + final de carrera | 10 | FHV16-C500-22 hasta FHV20-C500-22<br>FHV16-C500-23 hasta FHV20-C500-23 | | 10 | | 10 | | | | |
| P-CO501-26, P-CO502-27 | Sensor / Transmisor de presión | 2 | PT-CO501-26, PT-CO502-27 | 2 | | | | | | | |
| | Válvula automática todo / nada + final de carrera | 2 | PHV-CO501-26, PHV-CO502-27 | | 2 | | 2 | | | | |
| P-F501-24, P-F502-25 | Sensor / Transmisor de presión | 2 | PT-F501-24, PT-F502-25 | 2 | | | | | | | |
| | Válvula de regulación | 2 | PT-F501-24, PT-F502-25 | | | 2 | | | | | |
| F-F500-28 | Medidor / Transmisor de caudal | 1 | FT-F500-28 | 1 | | | | | | | |
| | Válvula de regulación | 1 | FCV-F500-28 | | | 1 | | | | | |
| Supervisión | Sensor / Transmisor de presión | 10 | PT-C501-90 hasta PT-C510-90 | 10 | | | | | | | |
| | Medidor / Transmisor de turbidez | 10 | RT-C501-90 hasta RT-C510-90 | 10 | | | | | | | |
| | Analizador /Transmisor conductividad | 2 | CT-F501-90, CT-F502-90 | 2 | | | | | | | |
| | Medidor / Transmisor de caudal másico de sólidos | 2 | WT-F501-90, WT-F502-90 | 2 | | | | | | | |
| | | | **TOTAL** | **50** | **42** | **25** | **42** | **0** | **0** | **0** | **0** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **LISTA DE SEÑALES**<br>**PROCESO – UNIDAD DE CONTROL**<br>**Área 600** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:**<br>Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| **LAZOS DE CONTROL** | **DESCRIPCIÓN** | **nº** | **ÍTEMS INSTRUMENTOS** | **UNIDADES DE INTERFASE EN LA UNIDAD DE CONTROL** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **EA** | **ED** | **SA** | **SD** | **EAI** | **EDI** | **SAI** | **SDI** |
| T-C600-01 hasta T-CP600-05 | Sensor / Transmisor de temperatura | 10 | TT1-C600-01 hasta TT1-C600-05<br>TT2-C600-01 hasta TT2-C600-05 | 10 | | | | | | | |
| | Válvula de regulación | 5 | TCV-C600-01 hasta TCV-C600-05 | | | 5 | | | | | |
| T-CP606-06 hasta T-CP610-10 | Sensor / Transmisor de temperatura | 5 | TT-CP606-06 hasta TT-CP610-10 | 5 | | | | | | | |
| | Válvula de regulación | 5 | TCV-CP606-06 hasta TCV-CP610-10 | | | 5 | | | | | |
| P-CP606-11 hasta P-CP610-15 | Sensor / Transmisor de presión | 5 | PT-CP606-11 hasta PT-CP610-15 | 5 | | | | | | | |
| | Válvula de regulación | 5 | PCV-CP606-11 hasta PCV-CP610-15 | | | 5 | | | | | |
| L-CP601-16 hasta L-CP610-25 | Sensor / Transmisor de nivel | 10 | LT-CP601-16 hasta LT-CP610-25 | 10 | | | | | | | |
| | Válvula de regulación | 10 | LCV-CP601-16 hasta LCV-CP610-25 | | | 10 | | | | | |
| F-T600-26 | Medidor / Transmisor de caudal | 2 | FT1-T600-26, FT2-T600-26 | 2 | | | | | | | |
| | Variador de frecuencia | 1 | FVF-T600-26 | | | 1 | | | | | |
| L-T601-28 y L-602-29 | Sensor / Transmisor de nivel | 2 | LT-T601-28, LT-602-29 | 2 | | | | | | | |
| | Válvula de regulación | 2 | LCV-T601-28, LCV-T602-29 | | | 2 | | | | | |
| Supervisión | Sensor / Transmisor de temperatura | 5 | TT-C606-90 hasta TT-C610-90 | 5 | | | | | | | |
| | Sensor / Transmisor de presión | 5 | PT-C606-90 hasta PT-C610-90 | 5 | | | | | | | |
| | Medidor / Transmisor de caudal | 1 | FT-C600-90 | 1 | | | | | | | |
| | Analizador / Transmisor composición | 1 | AT-C600-90 | 1 | | | | | | | |
| | Medidor / Transmisor de turbidez | 2 | RT-T601-90, RT-T602-90 | 2 | | | | | | | |
| | | | **TOTAL** | **48** | **0** | **28** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **LISTA DE SEÑALES**<br>**PROCESO – UNIDAD DE CONTROL**<br>**Área 700** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:**<br>Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| LAZOS DE CONTROL | DESCRIPCIÓN | nº | ÍTEMS INSTRUMENTOS | UNIDADES DE INTERFASE EN LA UNIDAD DE CONTROL | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | EA | ED | SA | SD | EAI | EDI | SAI | SDI |
| T-HI701-01 y T-HI701-02 | Sensor / Transmisor de temperatura | 2 | TT-HI701-01, TT-HI702-02 | 2 | | | | | | | |
| T-HI702-02 | Válvula de regulación | 2 | TCV-HI701-01, TCV-HI702-02 | | | 2 | | | | | |
| Supervisión | Sensor / Transmisor de temperatura | 2 | TT-T701-90, TT-T702-90 | 2 | | | | | | | |
| Seguridad | Sensor / Transmisor de niveles máximo y mínimo | 4 | LT1-T701-90, LT2-T701-90 | | 4 | | | | | | |
| | | | LT1-T701-90, LT2-T702-90 | | | | | | | | |
| | | | **TOTAL** | **4** | **4** | **2** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **LISTA DE SEÑALES**<br>**PROCESO – UNIDAD DE CONTROL**<br>**Área 800** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:**<br>Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| LAZOS DE CONTROL | DESCRIPCIÓN | nº | ÍTEMS INSTRUMENTOS | UNIDADES DE INTERFASE EN LA UNIDAD DE CONTROL | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | EA | ED | SA | SD | EAI | EDI | SAI | SDI |
| W-T801-01 | Medidor / Transmisor de caudal másico | 1 | WT-T801-01 | 1 | | | | | | | |
| | Válvula de regulación | 1 | WVF-T801-01 | | | 1 | | | | | |
| F-T801-02 | Medidor / Transmisor de caudal | 1 | FT-T801-02 | 1 | | | | | | | |
| | Válvula de regulación | 1 | FCV-T801-02 | | | 1 | | | | | |
| L-T801-03 | Sensor / Transmisor de nivel | 1 | LT-T801-03 | 1 | | | | | | | |
| | Variador de frecuencia | 1 | LVF-T801-03 | | | 1 | | | | | |
| T-CR801-04 | Sensor / Transmisor de temperatura | 1 | TT-CR801-04 | 1 | | | | | | | |
| | Válvula de regulación | | TCV-CR801-04 | | | 1 | | | | | |
| L-CR801-05 | Sensor / Transmisor de nivel | 1 | LT-CR801-05 | 1 | | | | | | | |
| | Variador de frecuencia | 1 | LVF-CR801-05 | | | 1 | | | | | |
| L-T802-06 | Sensor / Transmisor de nivel | 1 | LT-T802-06 | 1 | | | | | | | |
| | Válvula de regulación | | LCV-T802-06 | | | 1 | | | | | |
| Supervisión | Sensor / Transmisor de temperatura | 2 | TT-H801-90, TT-H802-90 | 2 | | | | | | | |
| | Sensor / Transmisor de presión | 2 | PT-H801-90 y PT-H802-90 | 2 | | | | | | | |
| | Sensor / Transmisor de temperatura | 2 | TT-H801-91 y TT-H802-91 | 2 | | | | | | | |
| | Analizador / Transmisor composición | 1 | AT-H800-90 | 1 | | | | | | | |
| | Medidor / Transmisor de caudal | 1 | FT-H800 90 | 1 | | | | | | | |
| | Medidor / Transmisor de turbidez | 1 | RT-CR801-90 | 1 | | | | | | | |
| | Sensor / Transmisor de presión | 1 | PT-H803-90 | 1 | | | | | | | |
| | Sensor / Transmisor de temperatura | 1 | TT-H803-90 | 1 | | | | | | | |
| | Analizador / Transmisor composición | 1 | AT-H803-90 | 1 | | | | | | | |
| | | | **TOTAL** | **18** | **0** | **6** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |

### *3.3.4.2.* Determinación del número de tarjetas de adquisición de datos

Las tarjetas de adquisición de datos agruparán señales para enviarlas a/desde la unidad de control por áreas. De este modo, a continuación se presenta la cantidad de señales que hay en cada una de las zonas de la planta, para ver cuántas tarjetas hacen falta para gestionar todos los señales:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LIMVOC | **RESUMEN SEÑALES PROCESO – UNIDAD DE CONTROL** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| ÁREA | UNIDADES DE INTERFASE | | | | TAD | | | | Nº |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | EA | ED | SA | SD | MODELO | EA | SA | DIGITAL I/O | |
| 100 | 0 | 32 | 0 | 16 | NI 6259 | 32 | 4 | 48 | 1 |
| 200 | 16 | 0 | 4 | 0 | NI 6259 | 32 | 4 | 48 | 1 |
| 300 | 11 | 9 | 6 | 9 | NI 6251 | 16 | 2 | 24 | 3 |
| 400 | 7 | 4 | 5 | 2 | NI 6251 | 16 | 2 | 24 | 3 |
| 500 | 50 | 42 | 25 | 42 | NI 6259 | 32 | 4 | 48 | 6 |
| | | | | | NI 6251 | 16 | 2 | 24 | 1 |
| 600 | 48 | 0 | 28 | 0 | NI 6259 | 32 | 4 | 48 | 9 |
| 700 | 4 | 4 | 2 | 0 | NI 6251 | 16 | 2 | 24 | 1 |
| 800 | 18 | 0 | 6 | 0 | NI 6251 | 16 | 2 | 24 | 3 |

### *3.3.4.3.* Hojas de especificación de las tarjetas de adquisición de datos

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **TAD - Tarjeta de Adquisición de Datos** | **Ítem:** | **APROBADO:** |
| | | **Proyecto nº:** 1 | **Área:** |
| | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 24/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca del Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

| **IDENTIFICACIÓN** | | |
|---|---|---|
| **Área:** | | |
| **Denominación:** | | |
| **Recibe / transmite el señal de / a :** | | |
| **CARACTERÍSTICAS** | | |
| **Entradas analógicas:** 16 | | **Resolución:** 16 bits |
| **Salidas analógicas:** 2 | | **Resolución:** 16 bits |
| **Digital I/O:** 24 | | |
| **DATOS TÉCNICOS** | | **MODELO** |
| **Velocidad:** 1,25 MS/s | **Mínima:** 0 MS/s | **Suministrador:** National Instruments |
| | **Máxima:** 2,8 MS/s | **Serie:** HIGH-SPEED M Series multifunction DAQ |
| **Resolución temporal:** 50ns | | **Modelo:** NI 6251 |
| **Rangos de entrada posibles:** ±10V, ±5V, ±2V, ±1V, ±0.5V, ±0.2V, ±0,1V | | |
| **Rango de salidas:** ±10V | | |
| **Software recomentado:** | LabVIEW<br>LabWindows / CVI<br>Measurement Studio | |
| **Software compatible:** | NI Signal Express<br>Visual Basic<br>C/C++ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **TAD - Tarjeta de Adquisición de Datos** | **Ítem:** | **APROBADO:** |
| | | **Proyecto nº:** 1 | **Área:** |
| | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** 24/06/06 |
| | **Localización:** Vilafranca del Penedès | **Hoja:** 1 **de:** 1 | **Pág:** |

| **IDENTIFICACIÓN** | | |
|---|---|---|
| **Área:** | | |
| **Denominación:** | | |
| **Recibe / transmite el señal de / a :** | | |
| **CARACTERÍSTICAS** | | |
| **Entradas analógicas:** 32 | | **Resolución:** 16 bits |
| **Salidas analógicas:** 4 | | **Resolución:** 16 bits |
| **Digital I/O:** 48 | | |
| **DATOS TÉCNICOS** | | **MODELO** |
| **Velocidad:** 1,25 MS/s | **Mínima:** 0 MS/s | **Suministrador:** National Instruments |
| | **Máxima:** 2,8 MS/s | **Serie:** HIGH-SPEED M Series multifunction DAQ |
| **Resolución temporal:** 50ns | | **Modelo:** NI 6259 |
| **Rangos de entrada posibles:** ±10V, ±5V, ±2V, ±1V, ±0.5V, ±0.2V, ±0,1V | | |
| **Rango de salidas:** ±10V | | |
| **Software recomentado:** | LabVIEW<br>LabWindows / CVI<br>Measurement Studio | |
| **Software compatible:** | NI Signal Express<br>Visual Basic<br>C/C++ | |

# CAPÍTULO 4: TUBERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS

**4.1. Designación de tuberías ..... 4-1**
4.1.1. Normas de diseño ..... 4-2
4.1.2. Tuberías ..... 4-3
Nomenclatura de las líneas ..... 4-3
Identificación de materiales para tuberías y accesorios ..... 4-3
Identificación del tipo de unión y presión nominal ..... 4-4
Identificación de las áreas ..... 4-4
Identificación de los fluidos ..... 4-5
Identificación de los accesorios ..... 4-5
Aislamiento térmico de tuberías y accesorios ..... 4-6
4.1.3. Listado de líneas ..... 4-7

**4.2. Válvulas y accesorios ..... 4-20**
4.2.1.Nomenclatura de válvulas ..... 4-21
4.2.2. Listado de válvulas ..... 4-21

**4.3 Bombas..... ..... 4-41**
4.3.1. Bombas centrífugas ..... 4-42
4.3.2. Bombas dosificadoras ..... 4-42
4.3.3. Listado de bombas ..... 4-43

## 4.1. DESIGNACIÓN DE TUBERÍAS

Las materias primas empleadas en el proceso deben atravesar una serie de etapas en las cuales su transformación tiene como objetivo la obtención del producto deseado. El trasporte de estas entre etapas es parte fundamental del proyecto por lo que es imprescindible incluir un apartado en donde se detallen los medios que hacen posible la circulación de dichas materias a través del proceso.

Por tanto, se incluye este apartado dentro de la memoria con el fin de especificar las tuberías, accesorios, bombas, compresores y válvulas que emplearan para dicho fin.

Creemos importante definir el alcance de este apartado, dado que no se trata de un diseño mecánico completo del sistema de tuberías El diseño de un sistema de tuberías consiste en el diseño de sus tuberías, brida y su tornillería, empacaduras, válvulas, accesorios, filtros, trampas de vapor juntas de expansión. También incluye el diseño de los elementos de soporte, tales como zapatas, resortes y colgantes, pero no incluye el de estructuras para fijar los soportes, tales como fundaciones, armaduras o pórticos de acero.

La lista siguiente muestra los pasos que deben completarse en el diseño mecánico de cualquier sistema de tuberías:

a) Establecimiento de las condiciones de diseño incluyendo presión, temperaturas y otras condiciones, tales como la velocidad del viento, movimientos sísmicos, choques de fluido, gradientes térmicos y número de ciclos de varias cargas.
b) Determinación del diámetro de la tubería, el cual depende fundamentalmente de las condiciones del proceso, es decir, del caudal, la velocidad y la presión del fluido.
c) Selección de los materiales de la tubería con base en corrosión, fragilidad y resistencia.
d) Selección de las clases de “rating” de bridas y válvulas.
e) Cálculo del espesor mínimo de pared (Schedule) para las temperaturas y presiones de diseño, de manera que la tubería sea capaz de soportar los esfuerzos tangenciales producidos por la presión del fluido.
f) Establecimiento de una configuración aceptable de soportes para el sistema de tuberías.
g) Análisis de esfuerzos por flexibilidad para verificar que los esfuerzos producidos en la tubería por los distintos tipos de carga estén dentro de los valores admisibles, a objeto de comprobar que las cargas sobre los equipos no sobrepasen los valores límites, satisfaciendo así los criterios del código a emplear.

El análisis de flexibilidad tiene por objeto verificar que los esfuerzos en la tubería, los esfuerzos en componentes locales del sistema y las fuerzas y momentos en los puntos terminales, estén dentro de límites aceptables, en todas las fases de operación normal y anormal, durante toda la vida de la planta.

El diseño empleado para este apartado no abarca al completo el diseño mecánico antes mencionado. Nos centraremos en la determinación del diámetro de tubería en base a velocidades típicas, selección del material y especificación de las bombas y válvulas empleadas en cada línea del proceso.

En este primer estudio no se abordaran estudios referidos a los soportes, estudios de flexibilidad, esfuerzo, análisis mecánicos, etc.

El procedimiento realizado para la caracterización y diseño de las tuberías, como así de las bombas se puede consultar en el manual de cálculos adjunto a esta memoria.

## 4.1.1. Normas de diseño

Las normas más utilizadas en el análisis de sistemas de tuberías son las normas conjuntas del American Estándar Institute y la American Society of Mechanical Engineers ANSI/ASME B31.1, B31.3, etc.

En lo que concierne al diseño todas las normas son muy parecidas, existiendo algunas discrepancias con relación a las condiciones de diseño, al cálculo de los esfuerzos y a los factores admisibles.

**Nomenclatura**

Con el fin de simplificar y mejorar la comprensión de los diagramas de ingeniería es necesario establecer un código claro por el cual se pueda identificar fácilmente a que se esta haciendo referencia y cuales son sus características.

Por esto desarrollaremos a continuación la nomenclatura que utilizaremos en el proyecto.

Esta hará referencia a tuberías, bombas y accesorios (válvulas, filtros, etc.), exceptuando las válvulas de control.

En lo referente a una línea y accesorios, es importante poder identificar el diámetro de esta, el material del que esta compuesta, el tipo de unión, la presión de trabajo, el fluido que por ahí circula y el número de lía dentro y área.

## 4.1.2. Tuberías

### Nomenclatura de las líneas

Estas serán nombradas de forma sistemática resumiendo 5 puntos los cuales harán referencia a:

1. Diámetro nominal de la tubería en pulgadas. Estos diámetros son seleccionados en función del caudal (en condiciones máximas de operación), velocidades típicas de circulación y teniendo en cuenta un posible aumento de la producción a futuro. Por último se consulta con proveedores la existencia en stock o catalogo del mismo y en caso contrario se modifica al diámetro más cercano en stock.

2. Tipo de materia del cual esta compuesta la tubería. En principio podemos hacer una división en dos grupos. Para servicios utilizaremos acero al carbono (F) y para proceso acero inoxidable 316 (T).

3. Tipo de unión y presión nominal La inclusión de este punto tiene como fin detallar como se realiza la unión entre tramos de líneas a que presión han sido fabricadas.

4. Fluido La idea básica de este punto es identificar fácilmente que tipo de producto es el que atraviesa dicho tramo.

5. Número de área y línea Con este número se podrá ubicar rápidamente dentro de la planta a que línea se esta haciendo referencia y en que área esta se encuentra.

A continuación se resume en cuadros la información la información necesaria para la configuración de la nomenclatura antes expuesta.

### Identificación de materiales para tuberías y accesorios

| Abreviación | Tipor de Material |
|---|---|
| F | Acero al carbono |
| T | Acero inoxidable 316 |

## Identificación del tipo de unión y presión nominal

| Abreviación | Tipor de unión | Presión Nominal |
|---|---|---|
| S1 | Soldada | 16 |
| S2 | Brida | 16 |

## Identificación de las áreas

| Abreviación | Area |
|---|---|
| 100 | Área de almacenamiento de reactivos |
| 200 | Área de calcinación de $CaCO_3$ |
| 300 | Área de purificación |
| 400 | Área de absorción de amoníaco |
| 500 | Área de carbonatación |
| 600 | Área de recuperación de amoníaco |
| 700 | Área de preparación de la lechada de cal |
| 800 | Área producción de carbonato sódico 'light' y 'dense' |
| 900 | Área de almacenamiento de producto |
| 1000 | Zona de empaquetado |
| 1100 | Área de cogeneración |
| 1200 | Zona de servicios |
| 1300 | Área de medio ambiente |
| 1400 | Sala de control |
| 1500 | Laboratorios y análisis de calidad |
| 1600 | Oficinas |

## Identificación de los fluidos

| Abreviación | Fluido |
|---|---|
| AR | Agua de red |
| AD | Agua descalcificada |
| AR | Agua de refrigeración |
| AP | Agua de proceso |
| SA | Salmuera |
| VC | Condensado |
| V | Vapor |
| GP | Gas de proceso |
| NH | Amoniaco gas |
| SN | Sales amoniacales |
| DB | Disolución de bicarbonato |
| SC | Solución de carbonato sódico |
| CA | Lechada de cal |
| SP | Sub-productos (sales) |

## Identificación de los accesorios

| Abreviación | Accesorios |
|---|---|
| F | Filtro en línea |
| PL | Purgador líquidos |
| PG | Purgador gases |

A modo de ejemplo citaremos una supuesta línea (ficticia) en la cual se resume lo antes explicado.

2”-T-S1-AR-501

En este caso estaríamos haciendo referencia a una línea de dos pulgadas, de acero inoxidable, con unión de soldadura y presión nominal 16 bares por donde circula agua de refrigeración y esta ubicada en el área de carbonatación.

**Aislamiento térmico de tuberías y accesorios**

Las razones para la utilización del aislamiento térmico son, fundamentalmente:

a) *Necesidades de proceso,* ya que deben evitarse transferencias térmicas que disfunciones el proceso por diferencias de temperaturas no admisibles.

b) *Seguridad de las personas y bienes.* Si no existe aislamiento térmico suficiente, las temperaturas superficiales externas pueden ser elevadas y provocar lesiones y accidentes en las personas. En el límite, producir efectos de combustión e incendio en materiales combustibles próximos a estas superficies. Cabe mencionar también que la legislación actual obliga a aislar toda superficie, de modo que ninguna supere 50 ºC en su superficie.

c) *El aislamiento térmico reduce las pérdidas energéticas,* de tal modo que éstas pueden llegar a ser un 2-3% de las pérdidas energéticas sin aislamiento.

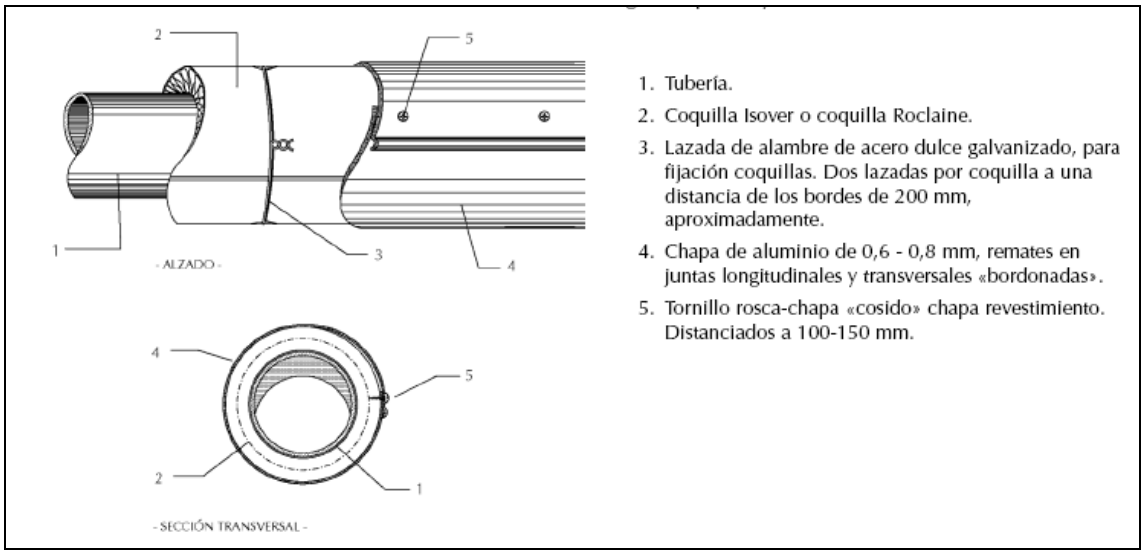
Es con mucho el mejor método de ahorro de energía conocido, permitiendo la amortización del material aislante instalado en períodos de tiempo muy bajos, por ejemplo, algunas semanas.

d) *La reducción de la contaminación ambiental.*

El material aislante empleado será la lana de vidrio. Un material aislante se caracteriza por el valor de su conductividad térmica; su poder aislante es tanto más elevado cuanto más pequeña es su conductividad. La lana de vidrio es un material compuesto. El fieltro, que se forma en la cadena, está constituido por

Fibras entrecruzadas desordenadamente, que impiden las corrientes de convección del aire. Es evidente que la conductividad térmica del fieltro será no una conductividad sólida real, sino una conductividad aparente y que será el balance de los efectos conjugados de varios procesos de cambios de calor.

El material empleado para el aislamiento térmico empleados en nuestro proyecto será proveído por la empresa Induver, el calculo de espesor de aislante se realiza mediante un software suministrado por la empresa (induver, versión 2.1) y estas figuran en la lista de líneas adjunta a este apartado. El material empleado será coquilla y manta de lana de roca.




**Aislamiento de una tubería con coquilla y manta de lana de roca.**

La figura antes expuesta resume el tipo de instalación de aislamiento. La nomenclatura empleada se resume en un cuadro junto con las demás abreviaciones.

## 4.1.3. Listado de líneas

Las listas adjuntas en este apartado resumen los valores y detalles más relevantes en lo que hace referencia a tuberías, bombas y accesorios. Todas las abreviaciones quedan definidas en los cuadros que se encuentran al comienzo de este apartado.

**FIGURAS 1 a 7**

| | **LISTADO DE TUBERÍAS**<br>**Área 100** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
|---|---|---|---|---|
| | | **LOCALIZACIÓN:**<br>Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja: 1 de: 1** | **Pág:** |

| DN | MATE-RIAL | PN | FLUIDO | ESTADO | Nº LÍNEA | TRAMO | | Q (m3/h) | P (bar) | | T (ºC) | | Aislamiento | | NOMENCLATURA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | de | a | | Trabajo | Diseño | Trabajo | Diseño | sí/no | Espesor (mm) | | | | | |
| 4 | T | **16** | Salmuera | L | 1 | Estación | D-101 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 4 | T | S1 | SA | 101 |
| 4 | T | **16** | Salmuera | L | 2 | Estación | D-102 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 4 | F | S1 | SA | 102 |
| 4 | T | **16** | Salmuera | L | 3 | D-101 | T-101 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 4 | F | S1 | SA | 103 |
| 4 | T | **16** | Salmuera | L | 4 | D-101 | T-102 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 4 | F | S1 | SA | 104 |
| 4 | T | **16** | Salmuera | L | 5 | D-101 | T-103 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 4 | F | S1 | SA | 105 |
| 4 | T | **16** | Salmuera | L | 6 | D-101 | T-104 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 4 | F | S1 | SA | 106 |
| 4 | T | **16** | Salmuera | L | 7 | D-102 | T-105 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 4 | F | S1 | SA | 112 |
| 4 | T | **16** | Salmuera | L | 8 | D-102 | T-106 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 4 | F | S1 | SA | 113 |
| 4 | T | **16** | Salmuera | L | 9 | D-102 | T-107 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 4 | F | S1 | SA | 114 |
| 4 | T | **16** | Salmuera | L | 10 | D-102 | T-108 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 4 | F | S1 | SA | 115 |
| 4 | T | **16** | Salmuera | L | 11 | T-101 | M-101 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 4 | F | S1 | SA | 107 |
| 4 | T | **16** | Salmuera | L | 12 | T-102 | M-101 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 4 | F | S1 | SA | 108 |
| 4 | T | **16** | Salmuera | L | 13 | T-103 | M-101 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 4 | F | S1 | SA | 109 |
| 4 | T | **16** | Salmuera | L | 14 | T-104 | M-101 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 4 | F | S1 | SA | 110 |
| 4 | T | **16** | Salmuera | L | 15 | T-105 | M-102 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 4 | F | S1 | SA | 116 |
| 4 | T | **16** | Salmuera | L | 16 | T-106 | M-102 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 4 | F | S1 | SA | 117 |
| 4 | T | **16** | Salmuera | L | 17 | T-107 | M-102 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 4 | F | S1 | SA | 118 |
| 4 | T | **16** | Salmuera | L | 18 | T-108 | M-102 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 4 | F | S1 | SA | 119 |
| 4 | T | **16** | Salmuera | L | 19 | M-101 | Linea | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 4 | F | S1 | SA | 111 |
| 4 | T | 16 | Salmuera | L | 20 | M-102 | Linea | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 4 | F | S1 | SA | 120 |

FIG.1

| | **LISTADO DE TUBERÍAS**<br>**Área 200/700** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
|---|---|---|---|---|
| | | **LOCALIZACIÓN:**<br>Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja: 1 de: 1** | **Pág:** |

| DN | MATE-RIAL | PN | FLUIDO | ESTADO | Nº LÍNEA | TRAMO | | Q (m3/h) | P (bar) | | T (ºC) | | Aislamiento | | NOMENCLATURA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | de | a | | Trabajo | Diseño | Trabajo | Diseño | sí/no | Espesor (mm) | | | | | |
| 24 | T | **16** | GP | G | 1 | H-201 | A500 | 15789 | 1,01 | 3,01 | 80 | 90 | SI | 150 | 24 | T | S1 | GP | 201 |
| 24 | T | **16** | GP | G | 2 | H-202 | PE-201 | 15789 | 1,01 | 3,01 | 80 | 90 | SI | 150 | 24 | T | S1 | GP | 202 |
| 6 | F | **16** | AR | L | 3 | Red | C-201 | 175 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 6 | F | S1 | AR | 203 |
| 6 | F | **16** | AP | L | 4 | C-201 | A1300 | 175 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 6 | F | S1 | AP | 204 |
| 2,5 | T | **16** | AR | L | 5 | Red | HI-701 | 30 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | AR | 205 |
| 2,5 | T | **16** | AR | L | 6 | Red | HI-702 | 30 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | AR | 206 |
| 2 | T | **16** | LC | L | 7 | HI-701 | T-601 | 14 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 100 | 2 | T | S1 | LC | 207 |
| 2 | T | **16** | LC | L | 8 | 2"-T-T-217 | T-702 | 14 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 100 | 2 | T | S1 | LC | 208 |
| 2 | T | **16** | LC | L | 9 | HI-702 | T-602 | 14 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 100 | 2 | T | S1 | LC | 209 |
| 2 | T | **16** | LC | L | 10 | 2"-T-T-219 | T-701 | 14 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 100 | 2 | T | S1 | LC | 210 |
| 2 | T | **16** | LC | L | 11 | T-701 | A600 | 14 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 100 | 2 | T | S1 | LC | 211 |
| 2 | T | **16** | LC | L | 12 | T-702 | 2"-T-T-223 | 14 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 100 | 2 | T | S1 | LC | 212 |
| 1 | T | **16** | LC | L | 13 | T-701 | A300 | 5 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 1 | T | S1 | LC | 213 |

FIG.2

| | **LISTADO DE TUBERÍAS**<br>**Área 300** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
|---|---|---|---|---|
| | | **LOCALIZACIÓN:**<br>Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja: 1 de: 1** | **Pág:** |

| DN | MATE-RIAL | PN | FLUIDO | ESTADO | Nº LÍNEA | TRAMO | | Q (m3/h) | P (bar) | | T (ºC) | | Aislamiento | | NOMENCLATURA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | de | a | | Trabajo | Diseño | Trabajo | Diseño | sí/no | Espesor (mm) | | | | | |
| 2 | F | **16** | AR | L | 1 | red | D-301 | 15,0 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 301 |
| 1,5 | F | **16** | AR | L | 2 | D-301 | T-303 | 7,5 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 1,5 | F | S1 | AR | 302 |
| 1,5 | F | **16** | AR | L | 3 | D-301 | T-304 | 7,5 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 1,5 | F | S1 | AR | 303 |
| 1 | T | **16** | LC | L | 4 | T-303 | T-301 | 0,0 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 1 | T | S1 | LC | 304 |
| 1 | T | **16** | SC | L | 5 | T-304 | T-301 | 0,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 1 | T | S1 | SC | 305 |
| 5 | T | **16** | SA | L | 6 | A100 | T-301 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 5 | T | S1 | SA | 306 |
| 5 | T | **16** | SA | L | 7 | T-301 | T-302 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 5 | T | S1 | SA | 307 |
| 5 | T | **16** | SA | L | 8 | T-302 | S-302 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 5 | T | S1 | SA | 308 |
| 5 | T | **16** | SA | L | 9 | 5"-T-T-314 | S-301 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 5 | T | S1 | SA | 309 |
| 2 | T | **16** | LO | L | 10 | S-301 | 2"-T-T-318 | 0,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | LO | 310 |
| 2 | T | **16** | LO | L | 11 | S-301 | 2"-T-T-319 | 0,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | LO | 311 |
| 2 | T | **16** | LO | L | 12 | S-302 | 2"-T-T-320 | 0,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | LO | 312 |
| 2 | T | **16** | LO | L | 13 | S-302 | 2"-T-T-321 | 0,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | LO | 313 |
| 2 | T | **16** | LO | L | 14 | 2"-T-T-318 | 2"-T-T-322 | 0,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | LO | 314 |
| 2 | T | **16** | LO | L | 14 | 2"-T-T-320 | 2"-T-T-323 | 0,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | LO | 314 |
| 2 | T | **16** | LO | L | 15 | 2"-T-T-322 | U-301 | 0,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | LO | 315 |
| 2 | T | **16** | LO | L | 15 | 2"-T-T-323 | U-301 | 0,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | LO | 315 |
| 2 | T | **16** | LO | L | 15 | U-301 | A1300 | 0,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | LO | 316 |
| 5 | T | **16** | SA | L | 16 | S-301 | U-302 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 5 | T | S1 | SA | 317 |
| 5 | T | **16** | SA | L | 16 | S-302 | D-302 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 5 | T | S1 | SA | 318 |
| 3 | T | **16** | SA | L | 17 | D-302 | SB-303 | 45,5 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3 | T | S1 | SA | 319 |
| 3 | T | **16** | SA | L | 18 | D-302 | D-303 | 45,5 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3 | T | S1 | SA | 320 |
| 2 | T | **16** | SA | L | 19 | D-303 | SB-301 | 22,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | SA | 321 |
| 2 | T | **16** | SA | L | 20 | D-303 | SB-302 | 22,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | SA | 322 |
| 2 | T | **16** | SA | L | 21 | SB-301 | M-301 | 22,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | SA | 323 |
| 2 | T | **16** | SA | L | 22 | SB-302 | M-301 | 22,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | SA | 324 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **LISTADO DE TUBERÍAS**<br>**Área 300** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | **LOCALIZACIÓN:**<br>Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | **Hoja: 1 de: 1** | **Pág:** |

| DN | MATE-RIAL | PN | FLUIDO | ESTADO | Nº LÍNEA | TRAMO | | Q (m3/h) | P (bar) | | T (ºC) | | Aislamiento | | NOMENCLATURA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | de | a | | Trabajo | Diseño | Trabajo | Diseño | sí/no | Espesor (mm) | | | | | |
| 3 | T | **16** | SA | L | 23 | SB-303 | M-301 | 45,5 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3 | T | S1 | SA | 325 |
| 5 | T | **16** | SA | L | 24 | M-301 | A400 | 90,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 5 | T | S1 | SA | 326 |
| 1 | T | **16** | SA | L | 25 | A400 | T-303 | 0,8 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 1 | T | S1 | SA | 327 |

FIG.3

| | **LISTADO DE TUBERÍAS**<br>**Área 400** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
|---|---|---|---|---|
| | | **LOCALIZACIÓN:**<br>Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | MATE-RIAL | PN | FLUIDO | ESTADO | Nº LÍNEA | TRAMO | | Q (m3/h) | P (bar) | | T (ºC) | | Aislamiento | | NOMENCLATURA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | de | a | | Trabajo | Diseño | Trabajo | Diseño | sí/no | Espesor (mm) | | | | | |
| 8 | F | **16** | AR | L | 1 | Red | D-401 | 270,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 8 | F | S1 | AR | 401 |
| 5 | F | **16** | AR | L | 2 | D-401 | E-401 | 90,2 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 5 | F | S1 | AR | 402 |
| 5 | F | **16** | AR | L | 3 | D-401 | E-402 | 90,2 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 5 | F | S1 | AR | 403 |
| 5 | F | **16** | AR | L | 4 | D-401 | E-403 | 90,2 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 5 | F | S1 | AR | 404 |
| 5 | F | **16** | AR | L | 5 | E-401 | 8"-F-AR-408 | 90,2 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 5 | F | S1 | AR | 405 |
| 5 | F | **16** | AR | L | 6 | E-402 | 8"-F-AR-408 | 90,2 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 5 | F | S1 | AR | 406 |
| 5 | F | **16** | AR | L | 7 | E-403 | 8"-F-AR-408 | 90,2 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 5 | F | S1 | AR | 407 |
| 8 | F | **16** | AR | L | 8 | 8"-F-SAR-408 | torre refri | 270,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 8 | F | S1 | AR | 408 |
| 5 | T | **16** | SA | L | 9 | A300 | C-401 | 88,8 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 5 | T | S1 | SA | 326 |
| 1 | T | **16** | NH | L | 10 | T-401 | C-401 | 0,0 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 1 | T | S1 | NH | 410 |
| 2 | T | **16** | NH | L | 11 | T-401 | T-402 | 16,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | NH | 411 |
| 5 | T | **16** | NH | G | 12 | A600 | C-401 | 1538 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 5 | T | S1 | NH | 412 |
| 5 | T | **16** | SA | L | 13 | C-401 | E-401 | 95,8 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 40 | 5 | T | S1 | SA | 413 |
| 5 | T | **16** | SA | L | 14 | C-401 | A500 | 100,0 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 40 | 5 | T | S1 | SA | 414 |
| 2 | T | **16** | NH | L | 15 | cisterna | T-402 | 18,8 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 40 | 2 | T | S1 | NH | 415 |

FIG.4

| | **LISTADO DE TUBERÍAS**<br>**Área 500** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
|---|---|---|---|---|
| | | **LOCALIZACIÓN:**<br>Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | MATE-RIAL | PN | FLUIDO | ESTADO | Nº LÍNEA | TRAMO | | Q (m3/h) | P (bar) | | T (ºC) | | Aislamiento | | NOMENCLATURA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | de | a | | Trabajo | Diseño | Trabajo | Diseño | sí/no | Espesor (mm) | | | | | |
| 5 | T | **16** | SA | L | 1 | E-403 | D-501 | 98,6 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 5 | T | S1 | SA | 501 |
| 3,5 | T | **16** | SA | L | 2 | D-501 | M-501 | 49,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SA | 502 |
| 3,5 | T | **16** | SA | L | 3 | D-501 | M-502 | 49,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SA | 503 |
| 3,5 | T | **16** | SA | L | 4 | M-502 | C-501 | 49,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SA | 504 |
| 3,5 | T | **16** | SA | L | 5 | M-502 | C-502 | 49,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SA | 505 |
| 3,5 | T | **16** | SA | L | 6 | M-502 | C-503 | 49,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SA | 506 |
| 3,5 | T | **16** | SA | L | 7 | M-502 | C-504 | 49,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SA | 507 |
| 3,5 | T | **16** | SA | L | 8 | M-502 | C-505 | 49,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SA | 508 |
| 3,5 | T | **16** | SA | L | 9 | M-501 | C-506 | 49,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SA | 509 |
| 3,5 | T | **16** | SA | L | 10 | M-501 | C-507 | 49,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SA | 510 |
| 3,5 | T | **16** | SA | L | 11 | M-501 | C-508 | 49,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SA | 511 |
| 3,5 | T | **16** | SA | L | 12 | M-501 | C-509 | 49,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SA | 512 |
| 3,5 | T | **16** | SA | L | 13 | M-501 | C-510 | 49,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SA | 513 |
| 3,5 | T | **16** | SA | L | 14 | C-501 | M-503 | 49,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SA | 514 |
| 3,5 | T | **16** | SA | L | 15 | C-502 | M-503 | 49,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SA | 515 |
| 3,5 | T | **16** | SA | L | 16 | C-503 | M-503 | 49,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SA | 516 |
| 3,5 | T | **16** | SA | L | 17 | C-504 | M-503 | 49,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SA | 517 |
| 3,5 | T | **16** | SA | L | 18 | C-505 | M-503 | 49,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SA | 518 |
| 3,5 | T | **16** | SA | L | 19 | C-506 | M-504 | 49,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SA | 519 |
| 3,5 | T | **16** | SA | L | 20 | C-507 | M-504 | 49,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SA | 520 |
| 3,5 | T | **16** | SA | L | 21 | C-508 | M-504 | 49,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SA | 521 |
| 3,5 | T | **16** | SA | L | 22 | C-509 | M-504 | 49,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SA | 522 |
| 3,5 | T | **16** | SA | L | 23 | C-510 | M-504 | 49,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SA | 523 |
| 2 | T | **16** | SA | L | 24 | M-503 | C-501 | 12,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | SA | 524 |
| 2 | T | **16** | SA | L | 25 | M-503 | C-502 | 12,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | SA | 525 |

| | **LISTADO DE TUBERÍAS**<br>**Área 500** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
|---|---|---|---|---|
| | | **LOCALIZACIÓN:**<br>Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | MATE-RIAL | PN | FLUIDO | ESTADO | Nº LÍNEA | TRAMO | | Q (m3/h) | P (bar) | | T (ºC) | | Aislamiento | | NOMENCLATURA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | de | a | | Trabajo | Diseño | Trabajo | Diseño | sí/no | Espesor (mm) | | | | | |
| 2 | T | **16** | SA | L | 26 | M-503 | C-503 | 12,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | SA | 526 |
| 2 | T | **16** | SA | L | 27 | M-503 | C-504 | 12,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | SA | 527 |
| 2 | T | **16** | SA | L | 28 | M-503 | C-505 | 12,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | SA | 528 |
| 2 | T | **16** | SA | L | 29 | M-504 | C-506 | 12,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | SA | 529 |
| 2 | T | **16** | SA | L | 30 | M-504 | C-507 | 12,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | SA | 530 |
| 2 | T | **16** | SA | L | 31 | M-504 | C-508 | 12,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | SA | 531 |
| 2 | T | **16** | SA | L | 32 | M-504 | C-509 | 12,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | SA | 532 |
| 2 | T | **16** | SA | L | 33 | M-504 | C-510 | 12,3 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | SA | 533 |
| 2 | T | **16** | DB | L | 34 | C-501 | M-505 | 12,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | DB | 534 |
| 2 | T | **16** | DB | L | 35 | C-502 | M-505 | 12,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | DB | 535 |
| 2 | T | **16** | DB | L | 36 | C-503 | M-505 | 12,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | DB | 536 |
| 2 | T | **16** | DB | L | 37 | C-504 | M-505 | 12,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | DB | 537 |
| 2 | T | **16** | DB | L | 38 | C-505 | M-505 | 12,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | DB | 538 |
| 2 | T | **16** | DB | L | 39 | C-506 | M-506 | 12,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | DB | 539 |
| 2 | T | **16** | DB | L | 40 | C-507 | M-506 | 12,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | DB | 540 |
| 2 | T | **16** | DB | L | 41 | C-508 | M-506 | 12,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | DB | 541 |
| 2 | T | **16** | DB | L | 42 | C-509 | M-506 | 12,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | DB | 542 |
| 2 | T | **16** | DB | L | 43 | C-510 | M-506 | 12,9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | DB | 543 |
| 3,5 | T | **16** | DB | L | 44 | M-505 | F-501 | 51,4 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | DB | 544 |
| 3,5 | T | **16** | DB | L | 45 | M-506 | F-502 | 51,4 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | DB | 545 |
| 8 | F | **16** | AR | L | 46 | Red | D-502 | 246,0 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 8 | F | S1 | AR | 546 |
| 5 | F | **16** | AR | L | 47 | D-502 | M-507 | 123,0 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 5 | F | S1 | AR | 547 |
| 5 | F | **16** | AR | L | 48 | D-502 | M-508 | 123,0 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 5 | F | S1 | AR | 548 |
| 2,5 | F | **16** | AR | L | 49 | M-507 | D-503 | 30,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2,5 | F | S1 | AR | 549 |
| 2,5 | F | **16** | AR | L | 50 | M-507 | D-504 | 30,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2,5 | F | S1 | AR | 550 |

| | **LISTADO DE TUBERÍAS**<br>**Área 500** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
|---|---|---|---|---|
| | | **LOCALIZACIÓN:**<br>Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | MATE-RIAL | PN | FLUIDO | ESTADO | Nº LÍNEA | TRAMO | | Q (m3/h) | P (bar) | | T (ºC) | | Aislamiento | | NOMENCLATURA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | de | a | | Trabajo | Diseño | Trabajo | Diseño | sí/no | Espesor (mm) | | | | | |
| 2,5 | F | **16** | AR | L | 51 | M-507 | D-505 | 30,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2,5 | F | S1 | AR | 551 |
| 2,5 | F | **16** | AR | L | 52 | M-507 | D-506 | 30,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2,5 | F | S1 | AR | 552 |
| 2,5 | F | **16** | AR | L | 53 | M-507 | D-507 | 30,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2,5 | F | S1 | AR | 553 |
| 2,5 | F | **16** | AR | L | 54 | M-508 | D-508 | 30,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2,5 | F | S1 | AR | 554 |
| 2,5 | F | **16** | AR | L | 55 | M-508 | D-509 | 30,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2,5 | F | S1 | AR | 555 |
| 2,5 | F | **16** | AR | L | 56 | M-508 | D-510 | 30,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2,5 | F | S1 | AR | 556 |
| 2,5 | F | **16** | AR | L | 57 | M-508 | D-511 | 30,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2,5 | F | S1 | AR | 557 |
| 2,5 | F | **16** | AR | L | 58 | M-508 | D-512 | 30,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2,5 | F | S1 | AR | 558 |
| 2 | F | **16** | AR | L | 59 | D-503 | C-501 | 15,4 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 559 |
| 2 | F | **16** | AR | L | 60 | D-503 | C-501 | 15,4 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 560 |
| 2 | F | **16** | AR | L | 61 | D-504 | C-502 | 15,4 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 561 |
| 2 | F | **16** | AR | L | 62 | D-504 | C-502 | 15,4 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 562 |
| 2 | F | **16** | AR | L | 63 | D-505 | C-503 | 15,4 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 563 |
| 2 | F | **16** | AR | L | 64 | D-505 | C-503 | 15,4 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 564 |
| 2 | F | **16** | AR | L | 65 | D-506 | C-504 | 15,4 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 565 |
| 2 | F | **16** | AR | L | 66 | D-506 | C-504 | 15,4 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 566 |
| 2 | F | **16** | AR | L | 67 | D-507 | C-505 | 15,4 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 567 |
| 2 | F | **16** | AR | L | 68 | D-507 | C-505 | 15,4 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 568 |
| 2 | F | **16** | AR | L | 69 | D-508 | C-506 | 15,4 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 569 |
| 2 | F | **16** | AR | L | 70 | D-508 | C-506 | 15,4 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 570 |
| 2 | F | **16** | AR | L | 71 | D-509 | C-507 | 15,4 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 571 |
| 2 | F | **16** | AR | L | 72 | D-509 | C-507 | 15,4 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 572 |
| 2 | F | **16** | AR | L | 73 | D-510 | C-508 | 15,4 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 573 |
| 2 | F | **16** | AR | L | 74 | D-510 | C-508 | 15,4 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 574 |
| 2 | F | **16** | AR | L | 75 | D-511 | C-509 | 15,4 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 575 |

| | **LISTADO DE TUBERÍAS**<br>**Área 500** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
|---|---|---|---|---|
| | | **LOCALIZACIÓN:**<br>Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | MATE-RIAL | PN | FLUIDO | ESTADO | Nº LÍNEA | TRAMO | | Q (m3/h) | P (bar) | | T (ºC) | | Aislamiento | | NOMENCLATURA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | de | a | | Trabajo | Diseño | Trabajo | Diseño | sí/no | Espesor (mm) | | | | | |
| 2 | F | **16** | AR | L | 76 | D-511 | C-509 | 15,4 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 576 |
| 2 | F | **16** | AR | L | 77 | D-512 | C-510 | 15,4 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 577 |
| 2 | F | **16** | AR | L | 78 | D-512 | C-510 | 15,4 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 578 |
| 2,5 | F | **16** | AR | L | 79 | C-501 | M-509 | 30,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 2,5 | F | S1 | AR | 579 |
| 2,5 | F | **16** | AR | L | 80 | C-502 | M-509 | 30,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 2,5 | F | S1 | AR | 580 |
| 2,5 | F | **16** | AR | L | 81 | C-503 | M-509 | 30,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 2,5 | F | S1 | AR | 581 |
| 2,5 | F | **16** | AR | L | 82 | C-504 | M-509 | 30,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 2,5 | F | S1 | AR | 582 |
| 2,5 | F | **16** | AR | L | 83 | C-505 | M-509 | 30,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 2,5 | F | S1 | AR | 583 |
| 2,5 | F | **16** | AR | L | 84 | C-506 | M-510 | 30,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 2,5 | F | S1 | AR | 584 |
| 2,5 | F | **16** | AR | L | 85 | C-507 | M-510 | 30,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 2,5 | F | S1 | AR | 585 |
| 2,5 | F | **16** | AR | L | 86 | C-508 | M-510 | 30,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 2,5 | F | S1 | AR | 586 |
| 2,5 | F | **16** | AR | L | 87 | C-509 | M-510 | 30,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 2,5 | F | S1 | AR | 587 |
| 2,5 | F | **16** | AR | L | 88 | C-510 | M-510 | 30,7 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 2,5 | F | S1 | AR | 588 |
| 5 | F | **16** | AR | L | 89 | M-509 | torre refri. | 123,0 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 5 | F | S1 | AR | 589 |
| 5 | F | **16** | AR | L | 90 | M-510 | torre refri. | 123,0 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 5 | F | S1 | AR | 590 |
| 8 | F | **16** | AR | L | 116 | U-501 | torre refri. | 246,0 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 8 | F | S1 | AR | 5116 |
| 2 | F | **16** | VC | L | 117 | M-60X | Unión | 8,5 | 1,01 | 3,01 | 60 | 70 | SI | 40 | 2 | F | S1 | VC | 5117 |
| 2 | F | **16** | AR | L | 118 | red | Unión | 15,0 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 5118 |
| 2,5 | F | **16** | AR | L | 119 | Unión | Divisor | 23,5 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2,5 | F | S1 | AR | 5119 |
| 2 | F | **16** | AR | L | 120 | Divisor | F-501 | 11,8 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 5120 |
| 2 | F | **16** | AR | L | 121 | Divisor | F-502 | 11,8 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 5121 |

FIG.5

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **LISTADO DE TUBERÍAS**<br>**Área 600** | | | | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | | | **Proyecto nº:** 1 | | | **APROBADO:** | | | | | | |
| | | | | | | | | **LOCALIZACIÓN:**<br>Vilafranca del Penedès | | | **Diseño:** LIMVOC | | | **Fecha:** | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | **Hoja:** | | **de:** | **Pág:** | | | | | | |
| **DN** | **MATE-RIAL** | **PN** | **FLUIDO** | **ESTADO** | **Nº LÍNEA** | **TRAMO** | | **Q (m3/h)** | **P (bar)** | | **T (ºC)** | | **Aislamiento** | | **NOMENCLATURA** | | | | | |
| | | | | | | **de** | **a** | | **Trabajo** | **Diseño** | **Trabajo** | **Diseño** | **sí/no** | **Espesor (mm)** | | | | | | |
| 3,5 | T | **16** | SB | L | 1 | F-501 | M-601 | 47 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SB | 601 |
| 3,5 | T | **16** | SB | L | 2 | F-502 | M-601 | 47 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SB | 602 |
| 2 | T | **16** | SB | L | 3 | M-601 | M-602 | 9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | SB | 603 |
| 2 | T | **16** | SB | L | 4 | M-601 | M-602 | 9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | SB | 604 |
| 2 | T | **16** | SB | L | 5 | M-601 | M-602 | 9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | SB | 605 |
| 2 | T | **16** | SB | L | 6 | M-601 | M-602 | 9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | SB | 606 |
| 2 | T | **16** | SB | L | 7 | M-601 | M-602 | 9 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | SB | 607 |
| 3,5 | T | **16** | SB | L | 8 | M-602 | T-601 | 47 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SB | 608 |
| 3,5 | T | **16** | SB | L | 9 | D-601 | T-602 | 47 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SB | 609 |
| 2,5 | T | **16** | CA | L | 10 | A700 | T-601 | 27 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2,5 | T | S1 | CA | 610 |
| 2,5 | T | **16** | CA | L | 11 | D-602 | T-602 | 27 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2,5 | T | S1 | CA | 611 |
| 5 | T | **16** | SN | L | 12 | T-601 | M-603 | 47 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 5 | T | S1 | SN | 612 |
| 5 | T | **16** | SN | L | 13 | T-602 | U-601 | 47 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 5 | T | S1 | SN | 613 |
| 2,5 | T | **16** | SN | L | 14 | M-603 | C-601 | 23 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 2,5 | T | S1 | SN | 614 |
| 2,5 | T | **16** | SN | L | 15 | M-603 | C-602 | 23 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 2,5 | T | S1 | SN | 615 |
| 2,5 | T | **16** | SN | L | 16 | M-603 | C-603 | 23 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 2,5 | T | S1 | SN | 616 |
| 2,5 | T | **16** | SN | L | 17 | M-603 | C-604 | 23 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 2,5 | T | S1 | SN | 617 |
| 2,5 | T | **16** | SN | L | 18 | M-603 | C-605 | 23 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 2,5 | T | S1 | SN | 618 |
| 3,5 | T | **16** | SN | L | 19 | C-601 | M-604 | 23 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 3,5 | T | S1 | SN | 619 |
| 3,5 | T | **16** | SN | L | 20 | C-602 | M-604 | 23 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 3,5 | T | S1 | SN | 620 |
| 3,5 | T | **16** | SN | L | 21 | C-603 | M-604 | 23 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 3,5 | T | S1 | SN | 621 |

| | **LISTADO DE TUBERÍAS**<br>**Área 600** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
|---|---|---|---|---|
| | | **LOCALIZACIÓN:**<br>Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | MATE-RIAL | PN | FLUIDO | ESTADO | Nº LÍNEA | TRAMO | | Q (m3/h) | P (bar) | | T (ºC) | | Aislamiento | | NOMENCLATURA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | de | a | | Trabajo | Diseño | Trabajo | Diseño | sí/no | Espesor (mm) | | | | | |
| 3,5 | T | **16** | SN | L | 22 | C-604 | M-604 | 23 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 3,5 | T | S1 | SN | 622 |
| 3,5 | T | **16** | SN | L | 23 | C-605 | M-604 | 23 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 3,5 | T | S1 | SN | 623 |
| 5 | T | **16** | SN | L | 24 | M-604 | A1300 | 113 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 5 | T | S1 | SN | 624 |
| 20 | F | **16** | V | G | 25 | A1200 | M-605 | 33333 | 4,04 | 6,04 | 140 | 150 | SI | 330 | 20 | F | S1 | V | 625 |
| 10 | F | **16** | V | G | 26 | M-605 | C-601 | 6667 | 4,04 | 6,04 | 140 | 150 | SI | 300 | 10 | F | S1 | V | 626 |
| 10 | F | **16** | V | G | 27 | M-605 | C-602 | 6667 | 4,04 | 6,04 | 140 | 150 | SI | 300 | 10 | F | S1 | V | 627 |
| 10 | F | **16** | V | G | 28 | M-605 | C-603 | 6667 | 4,04 | 6,04 | 140 | 150 | SI | 300 | 10 | F | S1 | V | 628 |
| 10 | F | **16** | V | G | 29 | M-605 | C-604 | 6667 | 4,04 | 6,04 | 140 | 150 | SI | 300 | 10 | F | S1 | V | 629 |
| 10 | F | **16** | V | G | 30 | M-605 | C-605 | 6667 | 4,04 | 6,04 | 140 | 150 | SI | 300 | 10 | F | S1 | V | 630 |
| 4 | T | **16** | NH | G | 31 | C-601 | M-606 | 1667 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 100 | 4 | T | S1 | NH | 631 |
| 4 | T | **16** | NH | G | 32 | C-602 | M-606 | 1667 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 100 | 4 | T | S1 | NH | 632 |
| 4 | T | **16** | NH | G | 33 | C-603 | M-606 | 1667 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 100 | 4 | T | S1 | NH | 633 |
| 4 | T | **16** | NH | G | 34 | C-604 | M-606 | 1667 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 100 | 4 | T | S1 | NH | 634 |
| 4 | T | **16** | NH | G | 35 | C-605 | M-606 | 1667 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 100 | 4 | T | S1 | NH | 635 |
| 10 | T | **16** | NH | G | 36 | M-606 | A300 | 8333 | 3,03 | 5,03 | 30 | 40 | NO | | 4 | T | S1 | NH | 636 |
| 3,5 | T | **16** | SB | L | 1 | F-501 | M-601 | 47 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 3,5 | T | S1 | SB | 601 |

FIG.6

| | **LISTADO DE TUBERÍAS**<br>**Área 800** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
|---|---|---|---|---|
| | | **LOCALIZACIÓN:**<br>Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | MATE-RIAL | PN | FLUIDO | ESTADO | Nº LÍNEA | TRAMO | | Q (m3/h) | P (bar) | | T (ºC) | | Aislamiento | | NOMENCLATURA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | de | a | | Trabajo | Diseño | Trabajo | Diseño | sí/no | Espesor (mm) | | | | | |
| 14 | F | **16** | V | G | 1 | Servicios | H-801 | 15000 | 8 | 10 | 440 | 600 | SI | 300 | 14 | F | S1 | V | 801 |
| 14 | F | **16** | V | G | 2 | Servicios | H-802 | 15000 | 8 | 10 | 440 | 600 | SI | 300 | 14 | F | S1 | V | 802 |
| 10 | F | **16** | V | G | 3 | Servicios | H-803 | 7500 | 8 | 10 | 440 | 600 | SI | 280 | 10 | F | S1 | V | 803 |
| 14 | F | **16** | V | G | 4 | H-801 | M-801 | 15000 | 8 | 10 | 440 | 600 | SI | 300 | 14 | F | S1 | V | 804 |
| 14 | F | **16** | V | G | 5 | H-802 | M-801 | 15000 | 8 | 10 | 440 | 600 | SI | 300 | 14 | F | S1 | V | 805 |
| 10 | F | **16** | V | G | 6 | H-803 | M-801 | 7500 | 8 | 10 | 440 | 600 | SI | 280 | 10 | F | S1 | V | 806 |
| 24 | F | **16** | V | G | 7 | M-801 | turbina | 37500 | 8 | 10 | 440 | 600 | SI | 340 | 24 | F | S1 | V | 807 |
| 2 | F | **16** | AR | L | 8 | red | T-802 | 6 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | F | S1 | AR | 808 |
| 2 | T | **16** | VC | L | 9 | CR-801 | T-802 | 6 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 2 | T | S1 | VC | 809 |
| 2 | T | **16** | AP | L | 10 | CN-801 | T-802 | 6 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | AP | 810 |
| 2 | T | **16** | AP | L | 11 | T-802 | T-801 | 10 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | AP | 811 |
| 2 | T | **16** | SC | L | 12 | T-801 | CR-801 | 15 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | NO | | 2 | T | S1 | SC | 812 |
| 2 | T | **16** | SC | L | 13 | CR-801 | CN-801 | 8 | 1,01 | 3,01 | 30 | 40 | SI | 30 | 2 | T | S1 | SC | 813 |
| 2 | T | **16** | SC | L | 14 | CR-801 | A1200 | 1 | 4 | 6 | 140 | 150 | SI | 300 | 2 | T | S1 | SC | 814 |
| 8 | T | **16** | SC | G | 15 | H-803 | Colector | 2917 | 1,52 | 3,52 | 100 | 110 | SI | 300 | 8 | T | S1 | SC | 815 |
| 8 | T | **16** | SC | G | 16 | H-802 | Colector | 3333 | 1,52 | 3,52 | 100 | 110 | SI | 300 | 8 | T | S1 | SC | 816 |
| 8 | T | **16** | SC | G | 17 | H-801 | Colector | 833 | 1,52 | 3,52 | 100 | 110 | SI | 300 | 8 | T | S1 | SC | 817 |
| 10 | T | **16** | SC | G | 18 | Colector | A300 | 7083 | 1,52 | 3,52 | 100 | 110 | SI | 300 | 10 | T | S1 | SC | 818 |

FIG.7

## 4.2. VÁLVULAS Y ACCESORIOS

En este apartado se definen el tipo de válvulas empleadas en el proyecto. Puede consultarse el cuadro resumen con las respectivas abreviaciones.

Se denomina accesorio a aquel dispositivo incluido en la línea con el fin de evitar ciertos fenómenos los cuales afectarían al normal funcionamiento de la instalación. Estos no serán listados, pero sí se instalaran dentro de una configuración habitual en ciertos equipos. Puede que se utilicen también fuera de estas configuraciones para aplicaciones puntuales. Estos se verán reflejados en el diagrama de ingeniería y sus leyendas serán también incluidas.

Algunos de los accesorios empleados son filtros, purgadores, separadores, mirillas, colectores de fangos, etc.

Las válvulas más empleadas se detallan a continuación:

a) Válvulas de bola: Según el sentido permiten el paso o no de este. Suelen emplearse en diámetros no mayores de 3".
b) Válvulas mariposa: También son del tipo todo-nada, en este caso se suelen emplear para diámetros mayores a 3"
c) Válvulas de retención: Permiten la circulación de un fluido en una sola dirección evitando así el retorno de este.
d) Válvulas de tres vías: Dentro de estas podemos encontrar dos tipos, las de admisión, las cuales permiten la entrada de dos corrientes y concentran su salida en uno, o las de bifurcación, las cuales permiten desviar el fluido.
e) Válvulas de expansión: en el caso de un fluido a presión inferior a la del sistema.
f) Válvulas reductoras: Cuando se necesite pasar un fluido de una presión superior a una presión inferior.

| Abreviación | Tipor de válvulas |
|---|---|
| B | Válvula de Bola |
| M | Válvula Mariposa |
| N | Válvula de retención |
| T | Válvula de tres vías |
| W | Válvula de cuatro vías |
| E | Válvulas de expanción |
| R | Válvulas reductora |

Existen también otro tipo de válvulas empleadas como las de control o seguridad, estas se definen y especifican en los correspondientes apartados.

## 4.2.1.Nomenclatura de válvulas

Análogamente a lo expuesto para las líneas la nomenclatura de las válvulas se resume de la siguiente manera:

1. Diámetro nominal: de la válvula. Este también es constatado con el proveedor.
2. Tipo de material: de construcción. Al igual que las lineas.
3. Tipo de válvula: permite identificar el tipo de válvula en cuestión
4. Número de área y de válvula: permite identificar la válvula como así el área en la que esta se encuentra.

Ejemplo: 2”-T-B-601

En este caso, se hace referencia a una válvula de bola, de 2” de diámetro de acero inoxidable que se encuentra en el área 600.

## 4.2.2. Listado de válvulas

Las listas a continuación expuestas resumen las válvulas instaladas en el proceso.

**FIGURAS 8 a 14**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LIMVOC | **LISTADO DE VÁLVULAS Área 100** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | TIPO | MATERIAL | PN | NOMENCLATURA |
|---|---|---|---|---|
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-101 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-102 |
| 16 | N | T | 4 | 4"-T-N-103 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-104 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-105 |
| 16 | N | T | 4 | 4"-T-N-106 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-107 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-108 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-109 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-110 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-111 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-112 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-113 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-114 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-115 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-116 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-117 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-118 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-119 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-120 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-121 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-122 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-123 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-124 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-125 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-126 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-127 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-128 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-129 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-130 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-131 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-132 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-133 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-134 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LIMVOC | **LISTADO DE VÁLVULAS Área 100** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | TIPO | MATERIAL | PN | NOMENCLATURA |
|---|---|---|---|---|
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-135 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-136 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-137 |
| 16 | M | T | 4 | 4"-T-M-138 |
| 16 | T | T | 4 | 4"-T-T-139 |

FIG.8

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LIMVOC | **LISTADO DE VÁLVULAS Área 200/700** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | TIPO | MATERIAL | PN | NOMENCLATURA |
|---|---|---|---|---|
| 16 | C | T | 24 | 24"-T-S1-GP-201 |
| 16 | C | T | 24 | 24"-T-S1-GP-201 |
| 16 | M | F | 6 | 6"-F-S1-AR-203 |
| 16 | M | F | 6 | 6"-F-S1-AR-203 |
| 16 | M | F | 6 | 6"-F-S1-AR-203 |
| 16 | M | F | 6 | 6"-F-S1-AP-204 |
| 16 | B | F | 2 | 2"-F-S1-AR-205 |
| 16 | B | F | 2 | 2"-F-S1-AR-205 |
| 16 | B | F | 2 | 2"-F-S1-AR-205 |
| 16 | B | F | 2 | 2"-F-S1-AR-205 |
| 16 | B | F | 2 | 2"-F-S1-AR-206 |
| 16 | B | F | 2 | 2"-F-S1-AR-206 |
| 16 | B | F | 2 | 2"-F-S1-AR-206 |
| 16 | B | F | 2 | 2"-F-S1-AR-206 |
| 16 | B | T | 2 | 2"-F-S1-LC-207 |
| 16 | B | T | 2 | 2"-F-S1-LC-207 |
| 16 | T | T | 2 | 2"-F-S1-LC-207 |
| 16 | B | T | 2 | 2"-F-S1-LC-208 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LIMVOC | **LISTADO DE VÁLVULAS Área 200/700** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | TIPO | MATERIAL | PN | NOMENCLATURA |
|---|---|---|---|---|
| 16 | T | T | 2 | 2"-F-S1-LC-209 |
| 16 | B | T | 2 | 2"-F-S1-LC-209 |
| 16 | B | T | 2 | 2"-F-S1-LC-209 |
| 16 | B | T | 2 | 2"-F-S1-LC-210 |
| 16 | B | T | 2 | 2"-F-S1-LC-211 |
| 16 | T | T | 2 | 2"-F-S1-LC-211 |
| 16 | B | T | 2 | 2"-F-S1-LC-212 |

FIG.9

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LIMVOC | **LISTADO DE VÁLVULAS Área 300** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | TIPO | MATERIAL | PN | NOMENCLATURA |
|---|---|---|---|---|
| 2 | B | F | 16 | 2"-F-B-301 |

| | **LISTADO DE VÁLVULAS Área 300** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
|---|---|---|---|---|
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | TIPO | MATERIAL | PN | NOMENCLATURA |
|---|---|---|---|---|
| 2 | B | F | 16 | 2"-F-B-302 |
| 2 | B | F | 16 | 2"-F-B-303 |
| 1,5 | B | F | 16 | 1,5"-F-B-303 |
| 1,5 | B | F | 16 | 1,5"-F-B-304 |
| 1 | B | F | 16 | 1"-F-B-305 |
| 1 | B | F | 16 | 1"F-B-306 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-F-M-307 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-F-M-308 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-F-M-309 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-F-M-310 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-F-N-311 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-F-M-312 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-F-M-313 |
| 5 | T | T | 16 | 5"-T-T-314 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-F-M-314 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-F-M-315 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-F-M-316 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-F-M-317 |
| 2 | T | T | 16 | 2"-T-T-318 |
| 2 | T | T | 16 | 2"-T-T-319 |
| 2 | T | T | 16 | 2"-T-T-320 |
| 2 | T | T | 16 | 2"-T-T-321 |
| 2 | T | T | 16 | 2"-T-T-322 |
| 2 | T | T | 16 | 2"-T-T-323 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-324 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-325 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-326 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-327 |
| 2 | N | T | 16 | 2"-T-N-328 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-329 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-330 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-331 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-332 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-333 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-334 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-N-335 |
| 3 | B | T | 16 | 3"-T-B-336 |
| 3 | B | T | 16 | 3"-T-B-337 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LIMVOC | **LISTADO DE VÁLVULAS Área 300** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | TIPO | MATERIAL | PN | NOMENCLATURA |
|---|---|---|---|---|
| 3 | B | T | 16 | 3"-T-B-338 |
| 3 | B | T | 16 | 3"-T-B-339 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-340 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-341 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-342 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-343 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-344 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-345 |
| 3 | B | T | 16 | 3"-T-B-346 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-347 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-348 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-349 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-350 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-351 |
| 5 | N | T | 16 | 5"-T-N-352 |
| 5 | N | T | 16 | 5"-T-N-353 |
| 1 | B | T | 16 | 1"-T-B-354 |
| 1 | B | T | 16 | 1"-T-B-355 |
| 1 | B | T | 16 | 1"-T-N-356 |

FIG.10

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LIMVOC | **LISTADO DE VÁLVULAS Área 400** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | TIPO | MATERIAL | PN | NOMENCLATURA |
|---|---|---|---|---|
| 8 | M | F | 16 | 8"-F-M-401 |
| 8 | N | F | 16 | 8"-F-N-402 |
| 8 | M | F | 16 | 8"-F-M-403 |
| 8 | M | F | 16 | 8"-F-M-404 |
| 8 | N | F | 16 | 8"-F-N-405 |
| 8 | M | F | 16 | 8"-F-M-406 |
| 5 | M | F | 16 | 5"-F-M-407 |
| 5 | M | F | 16 | 5"-F-M-408 |
| 5 | M | F | 16 | 5"-F-M-409 |
| 5 | M | F | 16 | 5"-F-M-410 |
| 5 | M | F | 16 | 5"-F-M-411 |
| 5 | M | F | 16 | 5"-F-M-412 |
| 5 | M | F | 16 | 5"-F-M-413 |
| 5 | M | F | 16 | 5"-F-M-414 |
| 5 | M | F | 16 | 5"-F-M-415 |
| 5 | M | F | 16 | 5"-F-M-416 |
| 5 | M | F | 16 | 5"-F-M-417 |
| 5 | M | F | 16 | 5"-F-M-418 |
| 8 | M | F | 16 | 8"-F-M-419 |
| 8 | M | F | 16 | 8"-F-M-420 |
| 8 | N | F | 16 | 8"-F-N-420 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-421 |
| 1 | B | T | 16 | 1"-T-B-422 |
| 1 | B | T | 16 | 1"-T-B-423 |
| 1 | B | T | 16 | 1"-T-B-424 |
| 1 | B | T | 16 | 1"-T-B-424 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-425 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-426 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-427 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-428 |
| 2 | N | T | 16 | 2"-T-N-429 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-430 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-431 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-432 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LIMVOC | **LISTADO DE VÁLVULAS Área 400** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | TIPO | MATERIAL | PN | NOMENCLATURA |
|---|---|---|---|---|
| 5 | R | T | 16 | 5"-T-R-433 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-434 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-435 |
| 5 | N | T | 16 | 5"-T-N-436 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-437 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-438 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-439 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-440 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-441 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-442 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-443 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-444 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-445 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-446 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-447 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-448 |
| 5 | N | T | 16 | 5"-T-N-447 |
| 5 | N | T | 16 | 5"-T-N-448 |
| 2 | N | T | 16 | 2"-T-N-449 |
| 5 | B | T | 16 | 2"-T-B-449 |
| 5 | B | T | 16 | 2"-T-B-449 |

FIG.11

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LIMVOC | **LISTADO DE VÁLVULAS Área 500** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | TIPO | MATERIAL | PN | NOMENCLATURA |
|---|---|---|---|---|
| 8 | M | F | 16 | 8"-F-M-501 |
| 8 | M | F | 16 | 8"-F-M-502 |
| 8 | N | F | 16 | 8"-F-N-503 |
| 8 | M | F | 16 | 8"-F-M-504 |
| 8 | M | F | 16 | 8"-F-M-505 |
| 8 | N | F | 16 | 8"-F-N-506 |
| 8 | T | F | 16 | 8"-F-T-507 |
| 2,5 | B | F | 16 | 2,5"-F-B-508 |
| 2,5 | B | F | 16 | 2,5"-F-B-509 |
| 2,5 | N | F | 16 | 2,5"-F-N-510 |
| 2,5 | T | F | 16 | 2,5"-F-T-511 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-512 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-513 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-514 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-515 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-N-516 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LIMVOC | **LISTADO DE VÁLVULAS Área 500** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | TIPO | MATERIAL | PN | NOMENCLATURA |
|---|---|---|---|---|
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-N-517 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-518 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-519 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-520 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-521 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-522 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-523 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-524 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-525 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-526 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-527 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-528 |
| 2,5 | B | F | 16 | 2,5"-F-B-529 |
| 2,5 | B | F | 16 | 2,5"-F-B-530 |
| 2,5 | N | F | 16 | 2,5"-F-N-531 |
| 2,5 | T | F | 16 | 2,5"-F-T-532 |
| 2,5 | B | F | 16 | 2,5"-F-B-533 |
| 2,5 | B | F | 16 | 2,5"-F-B-534 |
| 2,5 | N | F | 16 | 2,5"-F-N-535 |
| 2,5 | T | F | 16 | 2,5"-F-T-536 |
| 2,5 | B | F | 16 | 2,5"-F-B-537 |
| 2,5 | B | F | 16 | 2,5"-F-B-538 |
| 2,5 | N | F | 16 | 2,5"-F-N-539 |
| 2,5 | T | F | 16 | 2,5"-F-T-540 |
| 2,5 | B | F | 16 | 2,5"-F-B-541 |
| 2,5 | B | F | 16 | 2,5"-F-B-542 |
| 2,5 | N | F | 16 | 2,5"-F-N-543 |
| 2,5 | T | F | 16 | 2,5"-F-T-544 |
| 2,5 | B | F | 16 | 2,5"-F-B-545 |
| 2,5 | B | F | 16 | 2,5"-F-B-546 |
| 2,5 | N | F | 16 | 2,5"-F-N-547 |
| 2,5 | T | F | 16 | 2,5"-F-T-548 |
| 2,5 | B | F | 16 | 2,5"-F-B-549 |
| 2,5 | B | F | 16 | 2,5"-F-B-550 |
| 2,5 | N | F | 16 | 2,5"-F-N-551 |
| 2,5 | T | F | 16 | 2,5"-F-T-552 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LIMVOC | **LISTADO DE VÁLVULAS Área 500** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | TIPO | MATERIAL | PN | NOMENCLATURA |
|---|---|---|---|---|
| 2,5 | B | F | 16 | 2,5"-F-B-553 |
| 2,5 | B | F | 16 | 2,5"-F-B-554 |
| 2,5 | N | F | 16 | 2,5"-F-N-555 |
| 2,5 | T | F | 16 | 2,5"-F-T-556 |
| 2,5 | B | F | 16 | 2,5"-F-B-557 |
| 2,5 | B | F | 16 | 2,5"-F-B-558 |
| 2,5 | N | F | 16 | 2,5"-F-N-559 |
| 2,5 | T | F | 16 | 2,5"-F-T-560 |
| 2,5 | B | F | 16 | 2,5"-F-B-561 |
| 2,5 | B | F | 16 | 2,5"-F-B-562 |
| 2,5 | N | F | 16 | 2,5"-F-N-563 |
| 2,5 | T | F | 16 | 2,5"-F-T-564 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-565 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-566 |
| 3,5 | N | T | 16 | 3,5"-T-N-567 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-568 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-569 |
| 3,5 | N | T | 16 | 3,5"-T-N-570 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-571 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-572 |
| 3,5 | N | T | 16 | 3,5"-T-N-573 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-574 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-575 |
| 3,5 | N | T | 16 | 3,5"-T-N-576 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-577 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-578 |
| 3,5 | N | T | 16 | 3,5"-T-N-579 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-580 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-581 |
| 3,5 | N | T | 16 | 3,5"-T-N-582 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-583 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-584 |
| 3,5 | N | T | 16 | 3,5"-T-N-585 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-586 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-587 |
| 3,5 | N | T | 16 | 3,5"-T-N-588 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LIMVOC | **LISTADO DE VÁLVULAS Área 500** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | TIPO | MATERIAL | PN | NOMENCLATURA |
|---|---|---|---|---|
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-589 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-590 |
| 3,5 | N | T | 16 | 3,5"-T-N-591 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-592 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-593 |
| 3,5 | N | T | 16 | 3,5"-T-N-594 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-595 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-596 |
| 3,5 | N | T | 16 | 3,5"-T-N-597 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-598 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-599 |
| 3,5 | N | T | 16 | 3,5"-T-N-5100 |
| 8 | M | T | 16 | 8"-F-M-5101 |
| 8 | M | T | 16 | 8"-F-M-5102 |
| 8 | N | T | 16 | 8"-F-N-5103 |
| 8 | M | T | 16 | 8"-F-M-5104 |
| 8 | M | T | 16 | 8"-F-M-5105 |
| 8 | N | T | 16 | 8"-F-N-5106 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-5107 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-5108 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-5109 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-5110 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-5111 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-5112 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-5113 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-5114 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-5115 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-5116 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5117 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5118 |
| 3 | R | F | 16 | 3"-F-R-5119 |
| 3 | S | F | 16 | 3"-F-S-5120 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5121 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5122 |
| 3 | R | F | 16 | 3"-F-R-5123 |
| 3 | S | F | 16 | 3"-F-S-5124 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LIMVOC | **LISTADO DE VÁLVULAS Área 500** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | TIPO | MATERIAL | PN | NOMENCLATURA |
|---|---|---|---|---|
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5125 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5126 |
| 3 | R | F | 16 | 3"-F-R-5127 |
| 3 | S | F | 16 | 3"-F-S-5128 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5129 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5130 |
| 3 | R | F | 16 | 3"-F-R-5131 |
| 3 | S | F | 16 | 3"-F-S-5132 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5133 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5134 |
| 3 | R | F | 16 | 3"-F-R-5135 |
| 3 | S | F | 16 | 3"-F-S-5136 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5137 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5138 |
| 3 | R | F | 16 | 3"-F-R-5139 |
| 3 | S | F | 16 | 3"-F-S-5140 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5141 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5142 |
| 3 | R | F | 16 | 3"-F-R-5143 |
| 3 | S | F | 16 | 3"-F-S-5144 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5145 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5146 |
| 3 | R | F | 16 | 3"-F-R-5147 |
| 3 | S | F | 16 | 3"-F-S-5148 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5149 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5150 |
| 3 | R | F | 16 | 3"-F-R-5151 |
| 3 | S | F | 16 | 3"-F-S-5152 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5153 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5154 |
| 3 | R | F | 16 | 3"-F-R-5155 |
| 3 | S | F | 16 | 3"-F-S-5156 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-5157 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-5158 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-5159 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-5160 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LIMVOC | **LISTADO DE VÁLVULAS Área 500** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | TIPO | MATERIAL | PN | NOMENCLATURA |
|---|---|---|---|---|
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-5161 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-5162 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-5163 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-5164 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-5165 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-5166 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5167 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5168 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5169 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5170 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5171 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5172 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5173 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5174 |
| 3 | M | F | 16 | 3"-F-M-5175 |

FIG.12

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LIMVOC | **LISTADO DE VÁLVULAS Área 600** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | TIPO | MATERIAL | PN | NOMENCLATURA |
|---|---|---|---|---|
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-601 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-602 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-N-603 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-604 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-605 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-N-606 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-607 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-608 |
| 2 | N | T | 16 | 2"-T-N-609 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LIMVOC | **LISTADO DE VÁLVULAS Área 600** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | TIPO | MATERIAL | PN | NOMENCLATURA |
|---|---|---|---|---|
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-610 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-611 |
| 2 | N | T | 16 | 2"-T-N-612 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-613 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-614 |
| 2 | N | T | 16 | 2"-T-N-615 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-616 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-617 |
| 2 | N | T | 16 | 2"-T-N-618 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-619 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-620 |
| 2 | N | T | 16 | 2"-T-N-621 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-622 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-623 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-624 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-625 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-626 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-627 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-628 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-629 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-630 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-631 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-632 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-633 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-634 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-635 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-636 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-637 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-638 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-639 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-640 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-641 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-642 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-643 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-644 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-646 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LIMVOC | **LISTADO DE VÁLVULAS Área 600** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | TIPO | MATERIAL | PN | NOMENCLATURA |
|---|---|---|---|---|
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-645 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-647 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-648 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-649 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-650 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-651 |
| 2 | M | T | 16 | 2"-T-M-652 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-653 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-654 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-655 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-656 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-657 |
| 3,5 | N | T | 16 | 3,5"-T-N-658 |
| 3,5 | N | T | 16 | 3,5"-T-N-659 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-660 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-661 |
| 2,5 | M | T | 16 | 2,5"-T-M-662 |
| 2,5 | M | T | 16 | 2,5"-T-M-663 |
| 2,5 | M | T | 16 | 2,5"-T-M-664 |
| 2,5 | M | T | 16 | 2,5"-T-M-665 |
| 2,5 | M | T | 16 | 2,5"-T-M-666 |
| 2,5 | M | T | 16 | 2,5"-T-M-667 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-668 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-669 |
| 2,5 | M | T | 16 | 2,5"-T-M-670 |
| 2,5 | M | T | 16 | 2,5"-T-M-671 |
| 2,5 | M | T | 16 | 2,5"-T-M-672 |
| 2,5 | M | T | 16 | 2,5"-T-M-673 |
| 2,5 | M | T | 16 | 2,5"-T-M-674 |
| 2,5 | N | T | 16 | 2,5"-T-N-675 |
| 2,5 | M | T | 16 | 2,5"-T-M-676 |
| 2,5 | M | T | 16 | 2,5"-T-M-677 |
| 2,5 | N | T | 16 | 2,5"-T-N-678 |
| 2,5 | M | T | 16 | 2,5"-T-M-679 |
| 2,5 | M | T | 16 | 2,5"-T-M-680 |
| 2,5 | N | T | 16 | 2,5"-T-N-681 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LIMVOC | **LISTADO DE VÁLVULAS Área 600** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | TIPO | MATERIAL | PN | NOMENCLATURA |
|---|---|---|---|---|
| 2,5 | M | T | 16 | 2,5"-T-M-681 |
| 2,5 | M | T | 16 | 2,5"-T-M-682 |
| 2,5 | M | T | 16 | 2,5"-T-N-683 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-684 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-685 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-686 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-687 |
| 3,5 | M | T | 16 | 3,5"-T-M-688 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-689 |
| 5 | M | T | 16 | 5"-T-M-690 |
| 5 | N | T | 16 | 5"-T-M-691 |
| 20 | A | F | 16 | 20"-F-A-692 |
| 10 | A | F | 16 | 10"-F-A-693 |
| 10 | A | F | 16 | 10"-F-A-694 |
| 10 | A | F | 16 | 10"-F-A-695 |
| 10 | A | F | 16 | 10"-F-A-696 |
| 10 | A | F | 16 | 10"-F-A-697 |
| 10 | N | F | 16 | 10"-F-N-693 |
| 10 | N | F | 16 | 10"-F-N-694 |
| 10 | N | F | 16 | 10"-F-N-695 |
| 10 | N | F | 16 | 10"-F-N-696 |
| 10 | N | F | 16 | 10"-F-N-697 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-698 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-699 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6100 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6101 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6102 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6103 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6104 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6105 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6106 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6107 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6108 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6109 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6110 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6111 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LIMVOC | **LISTADO DE VÁLVULAS Área 600** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | TIPO | MATERIAL | PN | NOMENCLATURA |
|---|---|---|---|---|
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6112 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6113 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6114 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6115 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6116 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6117 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6118 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6119 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6120 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6121 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6122 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6123 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6124 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6125 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6126 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6127 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6128 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6129 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6130 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6131 |
| 4 | A | T | 16 | 4"-T-A-6132 |
| 10 | A | T | 16 | 10"-T-A-6133 |

FIG.13

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LIMVOC | **LISTADO DE VÁLVULAS Área 800** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | TIPO | MATERIAL | PN | NOMENCLATURA |
|---|---|---|---|---|
| 14 | A | F | 16 | 14"-F-A-801 |
| 14 | A | F | 16 | 14"-F-A-802 |
| 10 | A | F | 16 | 10"-F-A-803 |
| 14 | A | F | 16 | 14"-F-A-804 |
| 14 | A | F | 16 | 14"-F-A-805 |
| 10 | A | F | 16 | 14"-F-A-806 |
| 20 | A | F | 16 | 24"-F-A-807 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-808 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-808 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LIMVOC | **LISTADO DE VÁLVULAS Área 800** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja:** **de:** | **Pág:** |

| DN | TIPO | MATERIAL | PN | NOMENCLATURA |
|---|---|---|---|---|
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-808 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-810 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-811 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-812 |
| 2 | N | T | 16 | 2"-T-N-813 |
| 2 | N | T | 16 | 2"-T-N-814 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-815 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-816 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-817 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-818 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-819 |
| 2 | B | T | 16 | 2"-T-B-820 |
| 2 | A | T | 16 | 2"-T-A-821 |
| 2 | A | T | 16 | 8"-T-A-822 |
| 2 | A | T | 16 | 8"-T-A-823 |
| 2 | A | T | 16 | 8"-T-A-824 |
| 2 | A | T | 16 | 8"-T-A-825 |
| 2 | A | T | 16 | 8"-T-A-826 |
| 2 | A | T | 16 | 8"-T-A-827 |
| 2 | A | T | 16 | 10"-T-A-828 |
| 2 | A | T | 16 | 2"-F-A-829 |

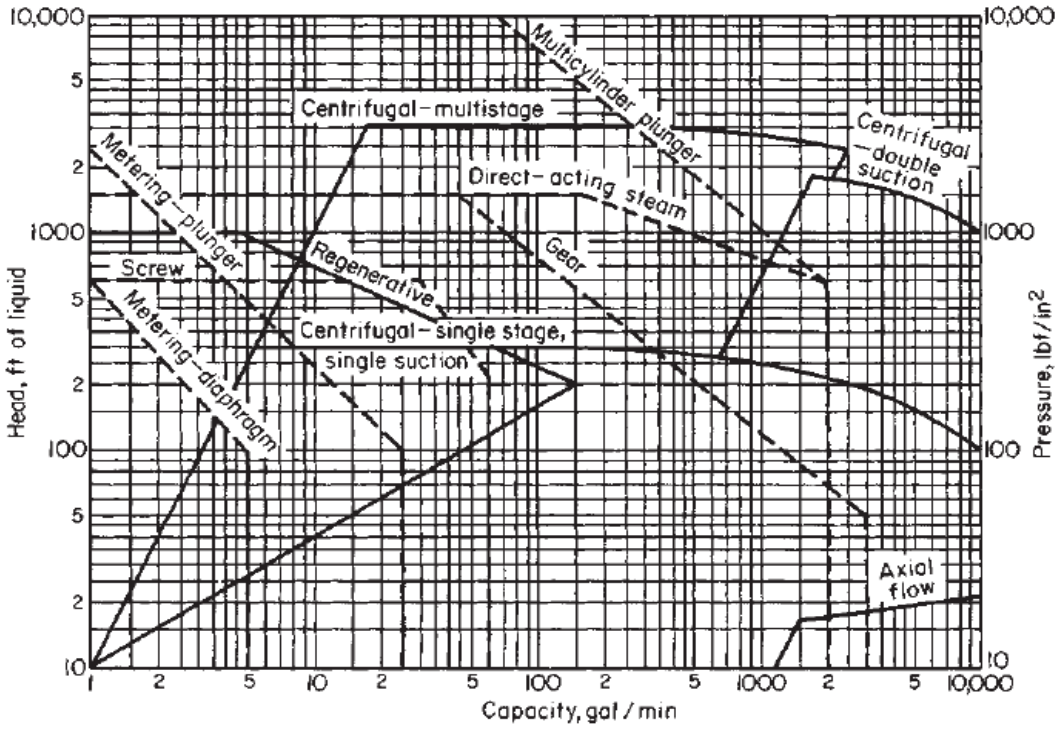
FIG.14

## 4.3 BOMBAS

En general, cuando es necesario hacer circular un fluido necesitaremos de un aporte de energía el cual permita vencer la resistencia que ofrece la instalación.

El funcionamiento en si de la bomba será el de un convertidor de energía, o sea, transformara la energía mecánica en energía cinética, generando presión y velocidad en el fluido. Existen muchos tipos de bombas para diferentes aplicaciones.

Cuando se quiere seleccionar bomba para cualquier servicio, es necesario saber el tipo de líquido a ser impulsado, la carga total del sistema, las cargas a las zonas de succión y de impulsión, la temperatura, la viscosidad, su presión de vapor y su densidad. Pero no solo con esto alcanza, ya que también es importante poder determinar el rango de operación debido a la gran variedad de bombas. La siguiente grafica da una idea aproximada, dentro de los rangos mas habituales de operación que tipo de bomba se debe emplear.



Se desprende de la grafica anterior que en nuestro caso, el tipo de bomba a emplear, será la bomba tipo centrifuga debido a su gran adaptabilidad, y alto rendimiento, como así su bajo coste y mantenimiento.

### 4.3.1. Bombas centrífugas

Las bombas centrifugas son las más empleadas en la industria, este tipo de bombas tiene un rango de operación por demás amplio, permitiendo su utilización en casi todos los procesos. Su capacidad es alta, tanto en caudal, como así en las presiones de salida.

Las ventajas más destacadas de este tipo de bombas son bajo costo inicial, caudal uniforme, dimensiones reducidas, bajo mantenimiento, operación rápida, etc.

Las bombas centrifugas son instaladas sobre el nivel del suelo en plataforma de hormigón armado y se considerará esta cota 0 de altura. Algunas bombas serán dobladas, entiéndase por esto, la instalación de una bomba adicional en forma de by-pass con el fin de asegurar la circulación del fluido en zonas críticas del proceso.

### 4.3.2. Bombas dosificadoras

En algunas aplicaciones puntuales dentro del proceso tendremos que disponer de este tipo de bombas. Este tipo de bombas nos garantiza la posibilidad de dosificar un cierto producto con un control del caudal. Existen diferentes clases, pero las mas empleadas actúan mediante una membrana la cual por ciclos va suministrando el fluido. Este tipo de bombas proporcionan un caudal tipo “pulsante”.

El tipo de nomenclatura empleado para las bombas sigue el mimo criterio que el de los demás equipos, la letra P hará referencia a la bomba, y el número que le sigue indicará el área donde se encuentra y el número de bomba.

Cada grupo de bombas contara con su ficha de especificaciones técnicas y al final de este capitulo se resumirán en un listado dando sus características mas relevantes.

Para la correcta selección de una bomba se deben conocer ciertos parámetros, los cuales se resumen en el siguiente cuadro. En el manual de cálculos adjunto a esta memoria se detalla la metodología aplicada para la caracterización de una línea y la correcta selección de una bomba en base a la carga neta requerida y las gráficas de los fabricantes.

**Formulario a considerar para adquirir una bomba centrífuga**

| | | | |
|---|---|---|---|
| CARACTERISTICAS DEL EQUIPO / OBSERVACIONES | | | |
| Aplicación | _ | | _ |
| Altura sobre nivel mar | (m.s.n.m.) | | _ |
| CARACTERISTICAS DEL LIQUIDO / OBSERVACIONES | | | |
| Tipo de Líquido | _ | | _ |
| Agentes Corrosivos | _ | | _ |
| Concentración | _ | | _ |
| Viscosidad | _ | | _ |
| Gravedad específica líquido | _ | | _ |
| pH del líquido | _ | | _ |
| Temperatura líquido °C | _ | | _ |
| ¿Hay sólidos presentes? | Si / No: | | Porcentaje:<br>Granulometría: |
| CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION / OBSERVACIONES | | | |
| ø int. tubo / modif. (si/no) | _ | _ | _ |
| Energía eléct. Volts / Hz | _ | _ | _ |
| Bomba actual / rpm | _ | _ | _ |
| Motor actual Hp / rpm | _ | _ | _ |
| CARACTERISTICAS DE OPERACION / OBSERVACIONES | | | |
| Caudal Q ($m^3$/hora) | | | |
| 1) Volumen ($m^3$) | _ | _ | _ |
| 2) Tiempo (minutos) | _ | _ | _ |
| 3) P descarga (PSI) | _ | _ | _ |
| 4) L tubería [m] / ø" int.tub. | _ | _ | _ |
| 5) N° codos / válv. descarg. | _ | _ | _ |
| 6) N° codos / válv. succión | _ | _ | _ |
| EQUIPO SELECCIONADO / OBSERVACIONES | | | |
| Bomba | _ | _ | _ |
| ø impulsor [mm] | _ | _ | _ |
| rpm bomba | _ | _ | _ |
| Eficacia % | _ | _ | _ |
| Potencia al eje (KW) | _ | _ | _ |
| Material de carcasa | _ | _ | _ |
| Material del Impulsor | _ | _ | _ |
| Material del Eje | _ | _ | _ |
| Modelo de Sello / caras | _ | _ | _ |
| Presión máx. trabajo | _ | [psi] | _ |
| Motor requerido [KW] | _ | [KW] | _ |

## 4.3.3. Listado de bombas

FIG.15

| | **LISTADO DE BOMBAS** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
|---|---|---|---|---|
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja: 1 de: 1** | **Pág:** |

| TIPO | NOMENCLATURA | TRAMO | | z2-z1 (m) | L (m) | d (in) | W (J/kg) | h (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | de | a | | | | | |
| **Centri.** | P-101 | Est.Bombeo | D-101 | 25 | 50 | 4 | 18,9 | 30,8 |
| **Centri.** | P-102 | Est.Bombeo | D-101 | 25 | 50 | 4 | 18,9 | 30,8 |
| **Centri.** | P-103 | M-101 | 4"-T-T-139 | 25 | 150 | 4 | 25,9 | 42,3 |
| **Centri.** | P-104 | M-102 | 4"-T-T-139 | 25 | 150 | 4 | 25,9 | 42,3 |
| **Centri.** | P-201 | Red | C-201 | 25 | 50 | 6 | 23,6 | 28,8 |
| **Centri.** | P-202 | HI-702 | T-602 | 10 | 30 | 2 | 2,3 | 16,9 |
| **Centri.** | P-203 | HI-701 | T-601 | 10 | 30 | 2 | 2,3 | 16,9 |
| **Dosi.** | PD-301 | T-303 | T-301 | | | | | |
| **Dosi.** | PD-302 | T-304 | T-301 | | | | | |
| **Centri.** | P-303 | T-302 | SEDIMENT. | 10 | 25 | 5 | 6,0 | 12,3 |
| **Centri.** | P-304 | U-301 | A1300 | 10 | 25 | 2 | 0,9 | 11,3 |
| **Centri.** | P-305 | 5"-T-S1-SA-318 | D-302 | 10 | 150 | 5 | 11,8 | 23,8 |
| **Centri.** | P-306I | M-301 | A400 | 5 | 60 | 5 | 6,2 | 10,5 |
| **Centri.** | P-306II | M-301 | A400 | 5 | 60 | 5 | 6,2 | 10,5 |
| **Centri.** | P-307 | A700 | T-303 | 10 | 50 | 1 | 0,2 | 33,0 |
| **Centri.** | P-401I | Red | D-401 | 20 | 110 | 8 | 32,7 | 26,3 |
| **Centri.** | P-401II | Red | D-401 | 20 | 110 | 8 | 32,7 | 26,3 |
| **Centri.** | P-412 | 8"-F-S1-AR-408 | Torre Refri. | 15 | 110 | 8 | 26,5 | 21,3 |
| **Centri.** | P-413 | C-401 | E-401 | 5 | 110 | 5 | 6,7 | 15,1 |
| **Dosif.** | P-403 | T-401 | C-401 | | | | | |
| **Centri.** | P-406 | T-402 | T-401/C-401 | 20 | 30 | 2 | 1,8 | 26,9 |
| **Centri.** | P-410I | C-401 | A500 | 20 | 70 | 5 | 11,8 | 26,4 |
| **Centri.** | P-410II | C-401 | A500 | 20 | 70 | 5 | 11,8 | 26,4 |
| **Centri.** | P-402 | CISTERNA | T-402 | 15 | 20 | 2 | 1,3 | 19,6 |
| **Centri.** | P-513-I | Red | D-502 | 15 | 200 | 8 | 19,0 | 34,0 |
| **Centri.** | P-513-II | Red | D-502 | 15 | 200 | 8 | 19,0 | 34,0 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **LISTADO DE BOMBAS** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja: 1 de: 1** | **Pág:** |

| TIPO | NOMENCLATURA | TRAMO | | z2-z1 (m) | L (m) | d (in) | W (J/kg) | h (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | de | a | | | | | |
| **Centri.** | P-516 | M-507 | D-503 | 10 | 10 | 2,5 | 1,8 | 13,0 |
| **Centri.** | P-530I | INTER | COLECTORES | 15 | 100 | 5 | 14,8 | 30,2 |
| **Centri.** | P-530II | INTER | COLECTORES | 15 | 100 | 5 | 14,8 | 30,2 |
| **Centri.** | P-517 | M-507 | D-503 | 10 | 30 | 2,5 | 2,7 | 19,1 |
| **Centri.** | P-518 | M-507 | D-504 | 10 | 30 | 2,5 | 2,7 | 19,1 |
| **Centri.** | P-519 | M-507 | D-505 | 10 | 30 | 2,5 | 2,7 | 19,1 |
| **Centri.** | P-520 | M-507 | D-506 | 10 | 30 | 2,5 | 2,7 | 19,1 |
| **Centri.** | P-521 | M-507 | D-507 | 10 | 30 | 2,5 | 2,7 | 19,1 |
| **Centri.** | P-522 | M-508 | D-509 | 10 | 30 | 2,5 | 2,7 | 19,1 |
| **Centri.** | P-523 | M-508 | D-510 | 10 | 30 | 2,5 | 2,7 | 19,1 |
| **Centri.** | P-524 | M-508 | D-511 | 10 | 30 | 2,5 | 2,7 | 19,1 |
| **Centri.** | P-525 | M-508 | D-512 | 10 | 30 | 2,5 | 2,7 | 19,1 |
| **Centri.** | P-501 | C-501 | M-503 | 15 | 50 | 3,5 | 6,9 | 25,9 |
| **Centri.** | P-502 | C-502 | M-503 | 15 | 50 | 3,5 | 6,9 | 25,9 |
| **Centri.** | P-503 | C-503 | M-503 | 15 | 50 | 3,5 | 6,9 | 25,9 |
| **Centri.** | P-504 | C-504 | M-503 | 15 | 50 | 3,5 | 6,9 | 25,9 |
| **Centri.** | P-505 | C-505 | M-503 | 15 | 50 | 3,5 | 6,9 | 25,9 |
| **Centri.** | P-506 | C-506 | M-504 | 15 | 50 | 3,5 | 6,9 | 25,9 |
| **Centri.** | P-507 | C-507 | M-504 | 15 | 50 | 3,5 | 6,9 | 25,9 |
| **Centri.** | P-508 | C-508 | M-504 | 15 | 50 | 3,5 | 6,9 | 25,9 |
| **Centri.** | P-509 | C-509 | M-504 | 15 | 50 | 3,5 | 6,9 | 25,9 |
| **Centri.** | P-510 | C-510 | M-504 | 15 | 50 | 3,5 | 6,9 | 25,9 |
| **Centri.** | P-511 | M-505 | F-501 | 10 | 50 | 3,5 | 6,3 | 20,9 |
| **Centri.** | P-512 | M-506 | F-502 | 10 | 50 | 3,5 | 6,3 | 20,9 |
| **Centri.** | P-526I | U-501 | torre refri. | 10 | 75 | 8 | 24,9 | 17,1 |
| **Centri.** | P-526II | U-501 | torre refri. | 10 | 75 | 8 | 24,9 | 17,1 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| LIMVOC | **LISTADO DE BOMBAS** | **Planta:** Producción $Na_2CO_3$ | **Proyecto nº:** 1 | **APROBADO:** |
| | | **LOCALIZACIÓN:** Vilafranca del Penedès | **Diseño:** LIMVOC | **Fecha:** |
| | | | **Hoja: 1 de: 1** | **Pág:** |

| TIPO | NOMENCLATURA | TRAMO | | z2-z1 (m) | L (m) | d (in) | W (J/kg) | h (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | de | a | | | | | |
| **Centri.** | P-601 | F-501 | M-601 | 25 | 60 | 3,5 | 8,4 | 32,9 |
| **Centri.** | P-602 | F-502 | M-602 | 25 | 60 | 3,5 | 8,4 | 32,9 |
| **Centri.** | P-603 | M-601 | M-602 | 10 | 40 | 3,5 | 2,3 | 15,3 |
| **Centri.** | P-604 | M-601 | M-602 | 10 | 40 | 3,5 | 2,3 | 15,3 |
| **Centri.** | P-605 | M-601 | M-602 | 10 | 40 | 3,5 | 2,3 | 15,3 |
| **Centri.** | P-606 | M-601 | M-602 | 10 | 40 | 3,5 | 2,3 | 15,3 |
| **Centri.** | P-607 | M-601 | M-602 | 10 | 40 | 3,5 | 2,3 | 15,3 |
| **Centri.** | P-608I | M-602 | D-601 | 25 | 60 | 3,5 | 8,4 | 32,9 |
| **Centri.** | P-608II | M-602 | D-601 | 25 | 60 | 3,5 | 8,4 | 32,9 |
| **Centri.** | P-609 | M-603 | C-601 | 15 | 60 | 2,5 | 6,6 | 26,0 |
| **Centri.** | P-610 | M-603 | C-602 | 15 | 60 | 2,5 | 6,6 | 26,0 |
| **Centri.** | P-611 | M-603 | C-603 | 15 | 60 | 2,5 | 6,6 | 26,0 |
| **Centri.** | P-612 | M-603 | C-604 | 15 | 60 | 2,5 | 6,6 | 26,0 |
| **Centri.** | P-613 | M-603 | C-605 | 15 | 60 | 2,5 | 6,6 | 26,0 |
| **Centri.** | P-614 | M-604 | A1300 | 10 | 150 | 5 | 16,3 | 23,8 |
| **Comp.** | CO-601 | M-606 | A300 | | | | | |
| **Centri.** | P-801 | T-802 | T-801 | 25 | 20 | 2 | 1,5 | 29,6 |
| **Centri.** | P-802 | T-801 | CR-801 | 25 | 20 | 2 | 3,5 | 29,6 |
| **Piston** | P-803 | CR-801 | CN-801 | | | | 18,9 | 30,8 |

FIG.15

# CAPÍTULO 5: SEGURIDAD E HIGIENE

**5.1. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD ..... 5-1**
5.1.1. Legislación sobre seguridad y salud ..... 5-1
**5.2. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD ..... 5-4**
5.2.1. Objeto ..... 5-5
5.2.2. Alcance ..... 5-5
5.2.2.1. Ámbito de aplicación ..... 5-5
5.2.2.2. Variaciones del Estudio Básico de Seguridad y Salud ..... 5-5
5.2.3. Normas legales y reglamentos aplicables ..... 5-5
5.2.4. Identificación de la obra y datos generales ..... 5-7
5.2.4.1. Características de la obra ..... 5-7
5.2.4.2. Unidades constructivas que componen la obra ..... 5-7
5.2.4.3. Oficios implicados en la obra ..... 5-8
5.2.4.4. Maquinaria y medios auxiliares previstos en la obra ..... 5-8
5.2.5. Oficios implicados en la obra ..... 5-8
5.2.5.1. Evaluación de riesgos potenciales ..... 5-9
5.2.5.2. Detección de factores causales de tales riesgos ..... 5-12
5.2.6. Medidas de protección a implantar ..... 5-14
5.2.6.1. Características y requisitos técnicos a cumplir por los (EPI´s) 5-14
5.2.6.2. EPI´s a emplear en las distintas actividades constructivas ..... 5-18
5.2.6.3. Sistemas de protección colectiva ..... 5-22
5.2.6.4. Equipos de protección colectiva a emplear ..... 5-24

5.2.7. Normas de actuación preventiva y primeros auxilios .....5-26
5.2.7.1. Características y requisitos técnicos a cumplir en los distintos trabajos ..... 5-26
5.2.7.2. Características y requisitos técnicos a cumplir por la maquinaria de obra y medios auxiliares .....5-29
5.2.7.3. Condiciones preventivas que debe reunir el centro de trabajo5-33
5.2.7.4. Medidas de emergencia y evacuación .....5-34
5.2.7.5. Botiquines .....5-35
5.2.7.6. Asistencia a accidentados.....5-35
5.2.7.7. Prevención de riesgos de daños a terceros .....5-35
5.2.8. Servicios de prevención .....5-35
5.2.9. Coordinador de seguridad y salud .....5-36
5.2.10. Libro de incidencias .....5-36
5.2.11. Instalaciones médicas.....5-36
5.2.12. Instalaciones de higiene y bienestar .....5-36
5.2.13. Plan de seguridad y salud.....5-37

**5.3. PROTECCIÓN CONTRAINCENDIOS.....5-39**
5.3.1. Introducción .....5-39
5.3.2. Normativa de aplicación.....5-39
5.3.3. Condiciones de los locales de trabajo.....5-39
5.3.4. Instalaciones y equipos industriales.....5-40
5.3.5. Almacenamiento, manipulación y transporte de materiales inflamables .....5-41
5.3.6. Medios de prevención y extinción .....5-42
5.3.7. Normas de seguridad en la planta .....5-44
5.3.8. Clasificación de las áreas .....5-44
5.3.9. Especificación de la instalación contraincendios necesaria .....5-45
5.3.9.1. Protección activa.....5-45
5.3.9.2. Protección pasiva.....5-55
5.3.9.3. Plan de emergencia .....5-56
5.3.10. Protección de los riesgos profesionales.....5-58
5.3.10.1. Técnicas generales de prevención .....5-59
5.3.10.2. Técnicas específicas de prevención .....5-61

# 5.1. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

## 5.1.1. Legislación sobre Seguridad y Salud

**Legislación general**

- Ley 31/01/1995 de 8 de noviembre, Ley de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. de 3 de diciembre).
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre sobre Seguridad, Salud y Medicina en el Trabajo.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 9 de marzo de 1971.
- R.D. 485/1997 de 14 de abril sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de Trabajo.
- R.D. 486/1997 de 14 de abril sobre Disposiciones Mínimas en Materia de Señalización, Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Orden de 17 de mayo de 1974 sobre Normas Técnicas Reglamentarias sobre homologación de Medios de Protección Personal (B.O.E. nº 128 29/05/1974).
- R.D. 39/1997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención (B.O.E. de 31 de enero de 1997).

**Prevención de incendios**

- Norma Básica de Edificaciones N.B.E.-C.P.I./96.

**Instalaciones eléctricas**

- R.D. 2413/1973 de 20 de septiembre, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias (REBT) (B.O.E. de 9 de octubre de 1973), modificado por el R.D. de 9 de octubre de 1985.

**Maquinaria**

- R.D. de 16 de agosto de 1969, Reglamento de Recipientes a Presión (B.O.E. de 28 de octubre de 1969). Modificado en B.O.E. de 7 de marzo de 1981.

- R.D. 2291/1985 de 8 de noviembre, Reglamento de Aparatos de Elevación y Mantenimiento de los mismo (B.O.E. de 11 de diciembre de 1985).
- R.D. 1495/1986 de 26 de mayo, Reglamento de Seguridad en las Máquinas (B.O.E. de 21 de julio de 1986). Modificado en el B.O.E. de 4 de octubre de 1986.
- Directiva Comunitaria 89/392/CE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre máquinas. Transpuesta en el R.D. 1435/1992 de 20 de enero (B.O.E. de 8 de febrero de 1995).
- Orden de 8 de abril de 1991. ITC-MIE-MSG1: Máquinas, Elementos de Máquinas o Sistemas de Protección Utilizados (B.O.E. de 11 de abril de 1991).

**Equipos de Protección Individual (EPI)**

- R.D. 1407/1992 de 20 de noviembre sobre Comercialización y Libre Circulación Intracomunitaria de los Equipos de Protección Individual (B.O.E. de 28 de diciembre de 1992), modificado por la O.M. de 16 de mayo de 1994 y por el R.D. 159/1995 de 3 de febrero (B.O.E. de 8 de marzo de 1995).
- R.D. 773/1997 de 30 de mayo sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la Utilización por los Trabajadores de Equipos de Protección Individual.

## 1.2. Normas

- N.B.E.-N.T.E.: Normas Básicas de Edificación- Norma Tecnológica de Edificación:

    - NTE-IEE: Iluminación exterior.
    - NTE-IEI: Iluminación interior.
    - NTE-IEP: Puesta a tierra.
    - NTE-IER: Instalaciones eléctricas. Red exterior.
    - NTE-EA: Estructuras de acero.

  - NTE-EH: Estructuras de hormigón.
  - NTE-EME: Estructuras de madera. Encofrados.
  - NTE-CSZ: Cimentaciones superficiales. Zapatas.
  - NTE-CSS: Cimentaciones superficiales corridas.
  - NBE-CPI/97: Condiciones de protección contra incendios.
  - NBE-MV-102: Ejecución de las estructuras de acero laminado en edificación.
  - NBE-MV-103: Acero laminado para estructuras de edificación.
- E.B.S.: Estudio de Seguridad y Salud.
- R.A.P.: Reglamento de Aparatos a Presión.
- R.E.B.T.: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- R.E.A.T.: Reglamento Electrotécnico de Alta Tensión.
- R.A.M.I.N.P.: Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.

## 5.2. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 5.2.1. Objeto

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud establece, durante la ejecución de esta obra, las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como información útil para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores de mantenimiento.

Servirá para proporcionar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el terreno de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, conforme al Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

En la base al artículo 7º, y en aplicación de este Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista deberá elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el presente documento.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado antes del inicio de la obra por el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, cuando no exista Coordinador, por la Dirección Facultativa.

Se recuerda la obligatoriedad de que en cada centro de trabajo exista un Libro de Incidencias para el seguimiento del Plan. Cualquier anotación que se realice en el Libro de Incidencias deberá ponerse en conocimiento de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de 24 horas.

Así mismo se recuerda que, según el artículo 15º del Real Decreto, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban la información adecuada de todas las medidas de seguridad y salud en la obra.

Antes del inicio de los trabajos el promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente, según modelo incluido en el anexo III del Real Decreto.

La comunicación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente deberá ir acompañada del Plan de Seguridad y Salud.

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o cualquier integrante de la Dirección Facultativa, caso de apreciar un riesgo grave inminente para la seguridad de los trabajadores, podrá detener la obra parcial o totalmente, comunicándolo a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, al contratista, al subcontratista y a los representantes de los trabajadores.

## 5.2.2. Alcance

### 5.2.2.1. Ámbito de aplicación

La aplicación será vinculante para todo el personal propio de la empresa instaladora y el dependiente de otras empresas subcontratadas por ésta, para realizar sus trabajos en el interior del recinto de la obra, con independencia de las condiciones contractuales que regulen su intervención en la misma.

A la empresa instaladora no le será exigible por la Autoridad Laboral ni por la Propiedad la responsabilidad "in Vigilando" de las diversas empresas de contrata no vinculadas contractualmente, de forma directa o indirecta con ella.

### 5.2.2.2. Variaciones del Estudio Básico de Seguridad y Salud

El Estudio Básico de Seguridad y Salud (E.S.S.) podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra y de las posibles incidencias o modificaciones del proyecto que puedan surgir a lo largo de la misma, previa aprobación expresa de la Dirección Facultativa, siguiéndose la necesaria información y comunicación a los representantes legales de los trabajadores en el Centro de trabajo, quienes podrán presentar por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas de mejoras preventivas que estimen oportunas.

## 5.2.3. Normas legales y reglamentos aplicables

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OGSHT) de 9 de marzo.
- Capítulo XVI de la Ordenanza Laboral de la Construcción de 28 de agosto de 1970.

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. 10/11/1995).
- R.D. 39/1997 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 485/1997 de 14 de abril sobre disposiciones Mínimas en Materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- R.D. 486/1997 de 14 de Abril sobre Disposiciones Mínimas en los Lugares de Trabajo.
- R.D. 773/1997 de 30 de mayo sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de los Equipos de Protección Individual.
- R.D.1215/1997 de 18 de julio sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los Equipos de Trabajo.
- R.D. 245/1989 de 27 de febrero que establece la Determinación y Limitación de Potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria para la construcción y la modificación de su Anexo I según O.M. de 29 de marzo de 1996.
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre Legislación sobre Seguridad y Salud y Medicina en el Trabajo.
- Reglamento de los Servicios Médicos de Empresa (O.M. 21/11/59) (B.O.E. 27/11/59).
- Resolución de 18 de febrero de 1998 de la Dirección General de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social sobre el Libro de Visitas de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.
- R.D. 126/1997 de 9 de octubre por el que se establece la Obligación del Depósito y Registro de las Actas de Designación de Delegado de la Prevención.
- R.D. 668/1990 de 8 de febrero sobre Almacenamiento de Productos Químicos (reformado de R.D. 3485/1983 de 14 de diciembre) e Instrucciones Técnicas Complementarias que lo desarrollan.
- Normas Técnicas Reglamentarias sobre Homologación de Medios de Protección Personal del Ministerio de Trabajo.

- MT-1 Cascos de seguridad no metálicos (B.O.E. 23/4/97).
- MT-2 Protecciones auditivas (B.O.E. 1/9/75).
- MT-3 Pantallas de soldadores (B.O.E. 2/9/75).
- MT-4 Guantes aislantes de electricidad (B.O.E. 3/9/75).
- MT-5 Calzado de seguridad contra riesgos mecánicos (B.O.E. 4/9/75).
- MT-7 Equipos de protección personal de las vías respiratorias (B.O.E. 6/9/75).
- MT-13 Cinturones de seguridad (B.O.E. 2/9/77).
- MT-16 Gafas de montura universal para protección contra impactos (B.O.E. 17/8/78).
- MT-17 Oculares de protección contra impactos (B.O.E. 9/9/78).
- MT-21 Cinturones de seguridad: cinturones de sujeción (B.O.E. 16/3/81).
- MT-22 Cinturones de seguridad: cinturones de caída (B.O.E. 17/3/81).
- MT-27 Botas.
- MT-28 Dispositivos personales utilizados en las operaciones de elevación y descenso: Dispositivos anticaídas (B.O.E. 14/12/83).

## 5.2.4. Identificación de la obra y datos generales

### 5.2.4.1. Características de la obra

El terreno donde se llevan a cabo las obras está situado en Vilafranca del Penedes. Se puede suponer que el plazo de ejecución esperado desde su iniciación hasta su terminación completa es de 25 meses, previéndose, dadas las circunstancias de los trabajos, un número máximo de cincuenta operarios.

### 5.2.4.2. Unidades constructivas que componen la obra

Las principales unidades constructivas que integran la obra son:

- Reconocimiento de la zona por el Contratista acompañado de la Propiedad o de la Dirección Técnica de la Obra.
- Organización previa de los trabajos.

- Obtención de las licencias y/o permisos necesarios para llevar a cabo los trabajos.
- Organización de la zona de obra.
- Recepción de la maquinaria, medios auxiliares y herramientas.
- Desarrollo de los trabajos:
  - Cimentaciones
  - Colocación de los anclajes y depósitos.
  - Montaje de equipos y tuberías
  - Soldaduras.
  - Verificación de soldaduras por rayos X.
  - Colocación de las válvulas y accesorios de medida y/o control.
  - Obras complementarias.

#### 5.2.4.3. Oficios implicados en la obra

Los oficios cuya intervención se prevé en el desarrollo de las unidades constructivas citadas bajo el epígrafe anterior son los siguientes:

- Albaliñería
- Montaje
- Manejo de maquinaria

#### 5.2.4.4. Maquinaria y medios auxiliares previstos en la realización de las obras

La maquinaria que interviene en la ejecución de las diferentes actividades es la siguiente:

- Camión de transporte de materiales.
- Camión grúa (carga de materiales de deshecho).
- Grúa autotransportadora (elevación y descarga de equipos).
- Herramientas en general (radiales, cizallas cortadoras y similares).
- Compresor móvil.

En cuanto a los equipos y medios auxiliares que intervienen en la obra son los indicados a continuación:

- Andamios.
- Escaleras de mano.

- Grupo electrógeno.
- Equipo auxiliar corte oxiacetileno.
- Cables, eslingas.

## 5.2.5. Identificación de riesgos en el proceso constructivo

### 5.2.5.1. Evaluación de riesgos potenciales

Los riesgos presentes en cada fase, elemento o unidad de obra del proceso constructivo serán los siguientes:

- Excavación de zanjas, pozos y cimientos
  - Desprendimiento de tierras.
  - Caídas de personas al mismo nivel.
  - Caídas de personas al interior de la zanja.
  - Atrapamiento por maquinaria.
  - Interferencias por conducciones.
  - Inundación.
  - Golpes por objetos.
  - Caídas de objetos.
  - Caídas de maquinaria y material al interior de la zanja.
  - Generación de polvo. Proyección de partículas en los ojos.
  - Intoxicación por desprendimiento de gases de filtración.
  - Ruido ambiental.
- Relleno de tierras
  - Exceso de carga de vehículos.
  - Caídas al mismo nivel de personas y materiales.
  - Caídas a distinto nivel de personas y materiales.
  - Interferencias entre vehículos.
  - Atropellos de personas.
  - Vibraciones.
  - Generación de polvo. Proyección de partículas en los ojos.
  - Ruido ambiental.
- Colocación de tuberías y canalizaciones

  - Caídas al mismo nivel de personas y materiales.
  - Caídas a distinto nivel de personas y materiales.
  - Golpes y cortes.
  - Interferencias con otras conducciones.
  - Salpicaduras de polvo.
  - Atrapamientos.
  - Vuelco de maquinaria.
  - Heridas en manos y pies.
  - Ruido ambiental.
- Obras de hormigonado
  - Caídas al mismo nivel de personas y materiales.
  - Caídas a distinto nivel de personas y materiales.
  - Hundimientos de encofrados.
  - Pisadas sobre objetos punzantes.
  - Contactos con hormigón.
  - Corrimientos de tierras.
  - Atrapamientos.
  - Vibraciones.
  - Electrocución.
  - Golpes y cortes.
  - Atropellos.
  - Vuelco de maquinaria.
  - Proyección violenta de hormigón.
  - Dermatosis, debido al contacto de la piel con el cemento.
  - Neumoconiosis, debido a la aspiración del polvo de cemento.
- Montajes
  - Caídas al mismo nivel de personas y materiales.
  - Caídas a distinto nivel de personas y materiales.
  - Sobreesfuerzos.
  - Atrapamientos.
  - Golpes y cortes por uso de herramientas.
  - Cortes por manejo de cables.

  - Desprendimientos de unidades a montar.
- Instalación de líneas eléctricas y luminarias
  - Caídas al mismo nivel de personas y materiales.
  - Caídas a distinto nivel de personas y materiales.
  - Cortes y golpes.
  - Contactos eléctricos.
  - Pinchazos de manos.
  - Electrocución o quemaduras.
  - Incendios.
  - Riesgos producidos por falta de limpieza y orden.
- Pruebas de presión y estanqueidad
  - Impactos por rotura de tuberías o desprendimientos de accesorios.
  - Proyección de objetos y partículas.
  - En caso de rotura cuando las pruebas se llevan a cabo con gases inertes en lugares cerrados o mal ventilados, posible riesgo de asfixia.
- Maquinaria
  - Camiones y grúa auto transportadora
    - Caída de objetos en la manipulación.
    - Choques y golpes contra objetos móviles e inmóviles.
    - Proyección de objetos y partículas.
    - Vuelco por hundimiento del terreno.
    - Atrapamientos.
    - Aplastamiento.
    - Ruido ambiental.
  - Cortadora
    - Golpes y cortes por objetos y herramientas.
    - Proyección de fragmentos y partículas.
    - Ruido ambiental.
    - Otros: rotura de disco.
  - Vibrador
    - Caídas de personas a distinto nivel.

  - Proyección de fragmentos y partículas: salpicaduras.
  - Descarga eléctrica.
- Sierra circular
  - Golpes y cortes por objetos y herramientas.
  - Proyección de fragmentos y partículas.
  - Ruido ambiental.
  - Incendio.
  - Otras: rotura de disco.
- Soldadura
  - Quemaduras.
  - Proyección.
  - Exposición a diversos compuestos (polvos, humos y gases) perjudiciales para la salud de los trabajadores.
  - Exposición a rayos luminosos, llamas o arcos eléctricos, que tienen un efecto perjudicial para la vista y la piel en exposiciones continuas.

- Productos químicos
  - Salpicaduras.
  - Derrames.
  - Irritación de la piel y ojos.
  - Atmósfera tóxica o no respirable.
  - Explosión.
  - Incendio.

#### 5.2.5.2. Detección de factores causales de tales riesgos

- Excavación de zanjas, pozos y cimientos
  - Maquinaria en malas condiciones.
  - Falta de análisis del tipo de terreno y sus características.
  - Falta de organización en el trabajo.
  - Deficiente formación de los trabajadores.
  - No empleo de los equipos de protección colectiva.
  - Presencia de mala climatología.
  - No guardar distancias de seguridad.

  - No evacuación de las aguas.
- Relleno de tierras
  - Maquinarias en malas condiciones.
  - Falta de organización en el trabajo.
  - Deficiente formación de los trabajadores.
  - No empleo de los equipos de protección colectiva.
  - Presencia de mala climatología.
  - No guardar distancias de seguridad.
- Colocación de tuberías y canalizaciones
  - Maquinaria en malas condiciones.
  - Falta de organización en el trabajo.
  - Deficiente formación de los trabajadores.
  - No empleo de los equipos de protección colectiva.
  - Presencia de mala climatología.
  - No guardar distancias de seguridad.
- Obras de hormigonado
  - Maquinaria en las condiciones.
  - Falta de organización en el trabajo.
  - Deficiente formación de los trabajadores.
  - No empleo de los equipos de protección colectiva.
  - Presencia de mala climatología.
  - No guardar distancias de seguridad.
- Instalación de líneas eléctricas y luminarias
  - Falta de organización en el trabajo.
  - Deficiente formación de los trabajadores.
  - No empleo de los equipos de protección colectiva.
  - Presencia de mala climatología.
  - No guardar distancias de seguridad.
  - Deficiente utilización de los equipos y medios auxiliares.
  - Contactos eléctricos.
- Pruebas de presión y estanqueidad
  - Falta de organización en el trabajo.

- Deficiente formación de los trabajadores.
- No empleo de los equipos de protección colectiva.
- Presencia de mala climatología.
- Deficiente utilización de los equipos y medio auxiliares.

- Maquinaria
  - Falta de organización en el trabajo.
  - Deficiente formación de los trabajadores.
  - No empleo de los equipos de protección colectiva.
  - Presencia de mala climatología.
  - No guardar distancias de seguridad.
  - Contactos eléctricos.
- Productos químicos
  - Deficiente formación de los trabajadores.
  - No empleo de los equipos de protección individual.
  - Manipulación inadecuada por parte de los trabajadores.

## 5.2.6. Medidas de protección a implantar

### 5.2.6.1. Características y requisitos técnicos a cumplir por los Equipos de Protección Individual (EPI´s)

Todos los equipos de protección individual EPI´s estarán regulados por el R.D. 773/1997 de mayo sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización de Protección Individual, inscribiéndose asimismo dentro de las normas de desarrollo reglamentario previsto en el Artículo 6º de la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.

Todos los EPI´s dispondrán del marcado “CE” y se colocará de forma visible, legible e indeleble, durante el período de duración previsible o vida útil. El marcado estará compuesto de las iniciales “CE” diseñadas según la figura que se incluye en el R.D. 159/1995. Igualmente, el marcado “CE” se añadirá la categoría ERA.

- Cascos

Los cascos serán de polietileno rígido, provistos de arnés regulable y bandas de amortiguación, con luz libre desde las mismas a la cima de 221 mm.

Para los trabajadores con riesgo de caída de objetos sobre la cabeza será imprescindible el uso de casco. Éste puede ser con o sin barboquejo, dependiendo de si el operario debe o no agacharse. Los cascos serán homologados, debiendo cumplir las condiciones impuestas por las Normas Técnicas de Prevención del Ministerio de Trabajo.

- Guantes de seguridad

Los guantes de seguridad utilizados por los operarios serán diferenciados según sea la protección frente a los agentes químicos o frente a agresivos físicos. Estarán confeccionados en materiales naturales o sintéticos, no rígidos, impermeables a los agresivos de uso común y de características mecánicas adecuadas. Carecerán de orificios, grietas o cualquier deformación o imperfección que merme sus propiedades. Se adaptarán a la configuración de la mano, haciendo confortable su uso. La talla, medida de perímetro de contorno del guante a la altura de la base de los dedos, será la adecuada al operario. En la UNE-EN-240 se definen las características de los guantes de uso para trabajadores.

- Botas reforzadas de seguridad

Las botas de seguridad reforzadas están compuestas por la bota propiamente dicha construida en cuero, la puntera reforzada interiormente con plancha metálica que impida el aplastamiento de los dedos en el caso de caída de objetos pesados sobre ella, y suela metálica que impida el paso de elementos punzantes a su través, revestida exteriormente con material antideslizante. Están diseñadas para ofrecer protección frente al impacto cuando se ensaye con un nivel de energía de 200 J.

- Botas impermeables

Estarán compuestas por material de caucho o goma en una sola pieza, revestidas interiormente por felpilla que recoja el sudor. Se utilizarán en trabajos en los que exista agua o humedad, debiendo secarse cuando varían las condiciones de trabajo.

- Gafas de protección

Se usarán en los trabajos con riesgo de impacto de partículas, salpicaduras de polvo (cemento, riesgos, etc.), atmósferas contaminadas, etc. Estas gafas de protección tendrán, además de unos oculares de resistencia

adecuada, un diseño de montura y unos elementos adicionales, a fin de proteger el ojo en cualquier dirección: superior, temporal e inferior.

- Pantallas de protección

Se empleará este tipo de pantallas cuando es necesario realizar trabajos de soldadura. El armazón está fabricado en materiales opacos a las radiaciones. Están provistas de filtro u oculares filtrantes adecuados a la intensidad de las radiaciones existentes en el lugar de trabajo, expresando su grado de protección N, dependiendo de la intensidad de la radiación. Delante llevará sobre el filtro un cubrefiltro, cuya misión es la de preservar los primeros de los posibles riesgos mecánicos y detrás del filtro, un antecristal destinado a preservar el ojo del trabajador contra partículas que puedan existir en el ambiente laboral.

Para soldaduras con oxiacetilénica se tomará en valor de protección N entre 4 y 7. Para soldadura con oxicorte entre 5 y 7. Para soldadura con plana entre 5 y 10. Para soldadura de arco entre 10 y 15.

- Ropa de protección

Para la protección de los operarios contra el calor se emplearán trajes en cuero. Para la protección de los operarios contra el frío se emplearán prendas a base de tejidos acolchados con materiales aislantes. Se dispondrán prendas de señalización tales como cinturones, brazaletes, guantes, chalecos, etc., para ser utilizados en lugares de poca iluminación, trabajos nocturnos, donde existan riesgos de colisión, atropello, etc.

- Protección contra caídas de altura

Estos equipos se clasifican en:

- Sistemas de sujeción: destinados a sujetar al trabajador mientras realiza el trabajo en altura (cinturón de sujeción). Se empleará en aquellos casos en los que el usuario no necesite desplazarse. El elemento de amarre del cinturón debe estar siempre tenso.
- Sistemas anticaídas: constan de un arnés anticaídas, un elemento de amarre y una serie de conectores (argollas, mosquetones, etc.) Este dispositivo frena y detiene la caída libre de un operario. Para disminuir la caída libre se acortará el elemento de amarre.

- Dispositivo anticaídas: constan de un arnés anticaídas y un sistema de bloqueo automático. Puede ser deslizante o retráctil.

Los cinturones utilizados pueden ser de tres tipos:

- Cinturón de clase A: compuesto por una faja o arnés, con elemento de amarre y mosquetón de seguridad provisto de una o dos zonas de conexión. Debe estar homologado de acuerdo con las Normas Técnicas de Prevención del Ministerio de Trabajo MT-9.
- Cinturón de clase C: compuesto por una faja, arnés torácico, elemento de amarre con mosquetón de seguridad y dispositivo entreoídas. Se emplearán en los trabajos que requieran un desplazamiento del operario, con lo que éste no puede permanecer a distancia constante del punto de amarre o cable fiador.
- Cinturón antivibratorio: compuesto por una faja de doble lona de sarga de algodón pegada, con objetos metálicos que permiten la transpiración y refuerzos de okay en zonas vitales. Estos cinturones antivibratorios serán utilizados por conductores de maquinaria de movimiento de tierras o camiones, así como operarios que deban utilizar de manera prolongada martillos perforadores o picadores neumáticos.

- Protectores auditivos
  - Protectores externos (orejeras): cubren totalmente el pabellón auditivo, constan de dos casquetes y arnés de fijación con una almohadilla absorbente y un cojín para la adaptación a la oreja.
  - Protectores internos (tapones): se introducen en el canal externo del oído. Su poder de atenuación es menor que el de las orejeras. Son fáciles de transportar, confortables y facilitan el movimiento en el trabajo.

Para elegir correctamente el protector auditivo es necesario comenzar por analizar y valorar el riesgo de ruido, determinando los valores y los tiempos de exposición de los trabajadores.

- Mascarillas autofiltrantes

Tienen la función de proporcionar al trabajador que se encuentra en un ambiente contaminado, el aire que precisa para respirar en debidas condiciones higiénicas. Se utilizarán en todos los trabajos en los que se

produzca polvillo que pueda afectar a las vías respiratorias, como picado con martillos neumáticos, uso de rebarbadoras, mesas de corte circular, etc. Las mascarillas estarán compuestas por: cuerpo de la mascarilla, arnés de sujeción de dos bandas ajustables y válvula de exhalación, debiendo estar homologada según las Normas de Prevención del Ministerio de Trabajo MT-13.

### 5.2.6.2. Equipos de protección individual (EPI´s) a emplear en las distintas actividades constructivas

Los equipos de protección individual para cada actividad serán los siguientes:

- Excavación de zanjas, pozos y cimientos
  - Casco de polietileno.
  - Gafas antipolvo.
  - Mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable.
  - Cinturón de seguridad (clase A, B o C).
  - Guantes de cuero.
  - Botas de seguridad.
  - Botas de goma de media caña.
  - Traje impermeable.
  - Traje de trabajo.
  - Protectores auditivos.
  - Chaleco reflectante.
- Relleno de tierras
  - casco de polietileno.
  - Gafas antipolvo.
  - Mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable.
  - Cinturón de antivibratorio.
  - Guantes de cuero.
  - Botas de seguridad.
  - Botas impermeables de seguridad.
  - Traje impermeable.
  - Ropa de trabajo.
  - Chaleco reflectante.
- Colocación de tuberías y canalizaciones

  - Casco de polietileno.
  - Gafas antiproyecciones.
  - Guantes de goma.
  - Botas de seguridad.
  - Botas de goma de media caña.
  - Traje impermeable.
  - Traje de trabajo.
  - Chaleco reflectante o nocturno.
  - Comando de abrigo.
  - Faja elástica de protección sobreesfuerzos.
- Obras de hormigonado
  - Casco de polietileno.
  - Gafas antiproyecciones.
  - Cinturón de seguridad de sujeción.
  - Cinturón portaherramientas.
  - Guantes de cuero.
  - Guantes impermeables.
  - Botas de seguridad.
  - Botas de PVC de media caña.
  - Traje impermeable.
  - Traje de trabajo.
  - Protectores auditivos.
  - Chaleco reflectante.
  - Comando de abrigo.
  - Faja elástica de protección sobreesfuerzos.
  - Faja antivibratoria.
  - Muñequeras antivibratorias.
- Montaje
  - Casco de seguridad.
  - Cinturón de seguridad anticaídas.
  - Guantes de cuero.
  - Botas de seguridad.

  - Botas de seguridad para agua.
  - Traje impermeable.
  - Mandil de cuero.
- Instalación de líneas eléctricas y luminarias
  - Casco de seguridad.
  - Gafas antiproyecciones.
  - Cinturón de seguridad anticaídas.
  - Guantes de cuero.
  - Guantes de goma o PVC.
  - Guantes aislantes para alta tensión.
  - Guantes aislantes para baja tensión.
  - Botas de seguridad.
  - Botas de PVC o goma.
  - Traje impermeable.
  - Botas protectoras de riesgos eléctricos.
- Pruebas de presión y estanqueidad
  - Gafas de protección mecánica.
  - Equipo respiratorio.
- Maquinaria
  - Camión grúa
    - Casco con protectores contra el ruido.
    - Gafas de seguridad antiproyecciones.
    - Botas con suela antideslizante.
    - Traje de trabajo.
    - Guantes de loneta impermeabilizada.
  - Grúa autotransportadora
    - Casco con protectores contra el ruido.
    - Fajas y muñequeras contra sobreesfuerzos.
    - Botas de seguridad.
    - Guantes de loneta impermeabilizada.
  - Cortadora
    - Casco de seguridad.

  - Gafas de seguridad antiproyecciones.
  - Guantes de cuero.
  - Mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable.
- Vibrador
  - Casco de seguridad.
  - Gafas de protección contra salpicaduras.
  - Botas de goma o PVC.
  - Guantes dieléctricos.
  - Muñequeras antivibraciones.
- Sierra circular
  - Casco de seguridad.
  - Gafas de protección antiproyecciones de partículas.
  - Botas de seguridad.
  - Guantes de cuero.
- Soldadora
  - Pantalla manual o cefálica provista de cristal inactínico protegido por otro blanco.
  - Gafas de seguridad.
  - Botas de seguridad.
  - Guantes de cuero.
  - Delantal.
  - Manguitos.
  - Polainas.

- Productos químicos
  - Casco de polietileno.
  - Ropa de trabajo.
  - Botas de seguridad.
  - Mascarilla con filtro.
  - Guantes de cuero.
  - Gafas de protección contra salpicaduras.

### 5.2.6.3. Sistemas de protección colectiva

Cuando se diseñen los sistemas preventivos, se dará prioridad a los colectivos sobre los personales o individuales. En cuanto a los colectivos, so preferirán las protecciones de tipo preventivo (las que eliminan los riesgos) sobre las de protección (las que no evitan el riesgo, pero disminuyen o reducen los daños del accidente). Los medios de protección una vez colocados en obra, deberán ser revisados periódicamente y antes del inicio de cada jornada, para comprobar su efectividad.

- Señalización

La normativa vigente establece un conjunto de preceptos sobre dimensiones, colores, símbolos, formas de señales y conjuntos que proporcionan una determinada información relativa a la seguridad. Dichas disposiciones se resumen en la tabla siguiente:

*Tabla 1. Tabla de señales*

| **Tipo de señal de seguridad** | **Forma geométrica** | **Color** | | |
|---|---|---|---|---|
| | | **Pictograma** | **Fondo** | **Borde** |
| **Advertencia** | Triangular | Negro | Amarillo | Negro |
| **Prohibición** | Redonda | Negro | Blanco | Rojo |
| **Obligación** | Redonda | Blanco | Azul | Blanco o azul |
| **Lucha contra incendios** | Rectangular o cuadrada | Blanco | Rojo | ----- |
| **Salvamento o socorro** | Rectangular o cuadrada | Blanco | Verde | Blanco o azul |

- Cinta de señalización

Los obstáculos o zonas de caídas de objetos se limitarán con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinada 60º con respecto a la horizontal.

- Iluminación

Se cuidará que en todos los puntos de la obra exista suficiente iluminación, natural o artificial (ORO, Art. 191).

| | |
|---|---|
| Zonas de paso | 20 lux |
| Zonas de trabajo | 200-300 lux |

Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad. Está totalmente prohibido utilizar iluminación de llama.

- Protección de personas en instalación eléctrica

La instalación eléctrica se ajustará al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión avalada por un instalador homologado. Las tomas de corriente estarán provistas de neutro con enclavamiento y serán blindadas. La distancia de seguridad a las líneas de alta tensión será: 3,3 + Tensión (en kV)/100 (m).

En los trabajos en condiciones de humedad muy elevadas es preceptivo el empleo de transformador portátil de seguridad de 24 V o protección mediante transformador de separación de circuitos.

- Protección contra caídas de personas y objetos

La instalación de barandillas, plataformas, pasarelas, escaleras y análogas seguirán los artículos 17-23 de la OGSHT, además de lo establecido en la OLC.

- Redes de seguridad: sus dimensiones se ajustarán al hueco a proteger. Serán de poliamida de alta tenacidad, con luz de malla de 7.5 x 7.5 cm., diámetro de hilo de 4 mm y cuerda de recercado perimetral de 12 mm de diámetro, de conformidad a la norma UNE 81-650-80.
- Tapas en aberturas: tableros que se colocan en los huecos horizontales de servicios y patinejos.
- Barandillas de protección: se colocan en el perímetro de huecos verticales y plataformas de trabajo siempre que exista un desnivel superior a 2 m.
- Escaleras portátiles: las escaleras que tengan que utilizarse en obra serán preferentemente de aluminio o hierro; de no ser posible, se utilizarán de madera, pero con los peldaños ensamblados y no clavados. Estarán dotadas de zapatas y reunirán las garantías necesarias de solidez, estabilidad y seguridad. Se apoyarán siempre sobre superficies planas y resistentes.
- Pasarelas de madera: se colocan para le paso de personas sobre zanjas, estando formadas por tablones trabados entre sí.

- Protección de la maquinaria

Se adoptarán medidas técnicas para la protección de la maquinaria (defensa, resguardo y dispositivos de seguridad). La protección de las máquinas se encuentra regulada por la Directiva de Seguridad en Máquinas (89/292/CEE de 14 de junio) y el Reglamento de Seguridad en Máquinas (R.D. 1495/1986 de 26 de mayo).

### 5.2.6.4. Equipos de protección colectiva a emplear en las distintas actividades constructivas

Los equipos de protección colectiva necesarios para cada actividad serán los siguientes:

- Excavación de zanjas, pozos, cimientos y obras de drenaje
  - Pasarelas para peatones.
  - Vallado total de pozos.
  - Entibación según profundidad.
  - Escaleras.
  - Topes para vehículos.
  - Tableros resistentes, redes o elementos equivalentes.
  - Señalización de tráfico.
  - Señalización luminosa.
  - Barandillas.
- Relleno de zanjas
  - Cintas plásticas.
  - Topes para vehículos.
  - Señalización.
  - Barandillas.
  - Vallado.
- Colocación de tuberías y canalizaciones
  - Cintas plásticas.
  - Escaleras.
  - Pasarelas.
  - Eslingas.
- Obras de hormigonado
  - Topes para vehículos.

  - Barandillas.
  - Plataformas de trabajo.
  - Castilletes de hormigonado.
  - Escaleras.
  - Señalización.
  - Cables de seguridad.
- Montaje
  - Vallado.
  - Eslingas de seguridad.
  - Plataformas de trabajo.
  - Escaleras de mano.
  - Andamio metálico.
  - Señalización.
  - Toma de tierra.
  - Iluminación artificial.
- Instalación de líneas eléctricas y luminarias
  - Señalización.
  - Vallado de seguridad.
  - Gálibos de altura.
  - Encintado y balizamiento de la zona de trabajo.
  - Escaleras antideslizantes.
  - Toma de tierra.
  - Iluminación artificial.
  - Balizamiento de la zona.
- Maquinaria
  - Resguardos.
  - Defensas.
  - Dispositivos de seguridad.
- Productos químicos: polvos, humos, gases y vapores
  - Sistemas de ventilación-extracción adecuados.
  - Sistemas de detección, alarma y extinción de incendios.
  - Disminución de tiempos de exposición.

## 5.2.7. Normas de actuación preventiva y primeros auxilios

### 5.2.7.1 Características y requisitos técnicos a cumplir en la realización de ciertos trabajos

- Excavación de tierras

Antes del comienzo de la jornada de trabajo se inspeccionará la zona en la que se desarrollarán las obras, extremándose estas precauciones después de interrupciones de trabajo y alteraciones atmosféricas.

En todo momento las zanjas deben estar correctamente señalizadas, para de este modo evitar la caída del personal en su interior. Al realizar trabajos en la zanja, la distancia mínima entre los trabajadores será de 1m.

- Colocación de tuberías y canalizaciones

Siempre que se prevea el paso de personas o vehículos ajenos a la obra, se dispondrá a todo lo largo de la zanja, en el borde contrario al que se acopian los productos de la excavación, o a ambos lados si estos no existen, vallas que se iluminan cada cierta distancia. Los tubos se almacenarán en un lugar destinado para ello y estarán perfectamente apilados y acuñados para que no se produzcan desprendimientos.

- Obras de hormigonado

Se dispondrán caminos seguros para acceder a los puntos de encofrado u hormigonado y se circulará por ellos con un arnés de seguridad provisto de una anilla que permita desplazarse por un cable horizontal bien sujeto. En el caso de izamiento de cargas se efectuará una correcta sujeción previa y señalización de la zona en la que se prevé que puedan caer éstas.

- Instalación de líneas eléctricas y luminarias

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas. En régimen de lluvia intensa, nieve o hielo se suspenderán los trabajos. Se señalizarán las zonas de trabajo. Se prohíbe anular la toma de tierra de las máquinas-herramientas. Se prohíbe el conexionado con cables eléctricos a los de alimentación sin utilización de clavijas macho-hembra.

Para evitar la conexión accidental a la red, el último cableado que se ejecutará será el que va al cuadro general de la compañía suministradora. Las herramientas estarán dotadas de grado de aislamiento II.

- Trabajos de soldadura eléctrica

Antes de comenzar el trabajo es obligatorio comprobar qué tipo de materiales existen, no sólo sobre los equipos sobre los que afecta la soldadura, sino también alrededor o en cotas inferiores a éstos. En aquellos trabajos en que exista un riesgo para las personas o equipos debido a las proyecciones, será necesario delimitar y señalizar la zona. En zonas con carga de fuego importantes es necesario proveerse con anterioridad de medios de extinción adecuados.

Los grupos de soldadura y botellas de gases asociadas se instalarán en el exterior en recintos cerrados. Los cables conductores serán lo más cortos posibles y se colgarán por paredes o barandillas, protegiéndose adecuadamente en zonas de paso, sobre todo en aquellas donde exista tránsito de vehículos.

Será obligatorio el uso de equipo de protección personal en todo momento y el de protección colectiva, teniendo especial cuidado en trabajos dentro de recintos cerrados, en los que se deben utilizar extractores de humo o equipos de respiración especiales en caso de que fuesen necesarios.

En trabajos de altura es necesario utilizar contenedores de herramientas y amarrar el mando a distancia y la estufa. Los andamios desde los que se efectúen estos trabajos tendrán anclajes aislados.

- Trabajos de oxicorte

Antes de comenzar el trabajo es obligatorio comprobar qué tipo materiales existen, no sólo sobre los equipos sobre los que afecta la soldadura, sino también alrededor o en cotas inferiores a éstos. En aquellos trabajos en que exista un riesgo para las personas o equipos debido a las proyecciones, será necesario delimitar y señalizar la zona.

En zonas con cargas de fuego importantes se limitarán las operaciones a lo imprescindible, siendo necesario en todo caso proveerse con anterioridad de medios de extinción adecuados. La realización de trabajos de este tipo está prohibida cerca de recipientes con líquidos o gases inflamables.

Las botellas se limitarán a las necesidades, colocándose verticalmente, sujetas adecuadamente o sobre carro, provistas de capuchones y alejadas de focos de calor, en zonas exteriores ventiladas y señalizadas.

Es necesario comprobar el perfecto estado del equipo: botellas, monorreductores, mangueras, válvulas, etc. Los sopletes y monorreductores no presentarán golpes y estarán provistos de válvulas de seguridad y libres de grasa o aceite. Las mangueras serán lo más cortas posible, de diámetro uniforme y estarán exentas de cortes, dobleces y coronamientos, debiendo tener en los extremos válvulas antirretorno.

Será obligatorio el uso de equipo de protección personal en todo momento tanto para el operario como para el ayudante y el de protección colectiva, teniendo especial cuidado en trabajos dentro de recintos cerrados o al cortar piezas galvanizadas o emplomadas, para lo cual se deben utilizar extractores de humo o equipos de respiración especiales en caso de que fuesen necesarios.

Hay que tener especial cuidado en la manipulación de las botellas, siendo las precauciones más significativas a tener en cuenta las siguientes:

- No está permitido fumar, producir chispas o utilizar llamas en las zonas de almacenamiento.
- El trabajo en botellas se hará en contenedores adecuados, sin arrastrarlas nunca.
- No se almacenarán botellas con gases incompatibles o sin capuchón protector.
- No deberán someterse las botellas a temperaturas elevadas, humedad excesiva, golpes, materiales corrosivos, etc.
- Nunca forzarán las válvulas de aislamiento con herramientas inadecuadas ni se lubricarán.

- Trabajos de pintura

Antes de empezar el trabajo es obligatorio conocer el tipo de pintura, disolvente, decapante, etc. que se van a utilizar, leyendo detenidamente toda la información que los fabricantes remiten en las etiquetas del envase.

En las operaciones de decapado mediante chorreado (con arena, vapor, etc.) es preciso utilizar las protecciones individuales necesarias, incluso trajes

herméticos con respiración asistida, y colectivas, tales como cabinas herméticas con equipos extractores de aire que tengan un sistema de filtración adecuado.

Si las operaciones de chorreado se realizan a la intemperie es obligatorio dirigir el chorro a favor del aire y está completamente prohibido dirigirlo hacia las personas o equipos.

Es necesario proteger las zonas del equipo y otras adyacentes sobre las que pueda incidir el chorro, pues al utilizar generalmente materiales muy abrasivos se pueden producir desperfectos o desgastes importantes en las partes móviles o de rodadura y en los componentes de control.

Cuando los trabajos de pintura se realicen en el interior de recintos cerrados como tanques y fosas, en los que la concentración de las emanaciones produce una atmósfera irrespirable, es necesaria la utilización de equipos de respiración asistida y de aireación. En estos casos, el número mínimo de trabajadores es de dos, entre los cuales debe existir una adecuada comunicación.

### 5.2.7.2. Características y requisitos técnicos a cumplir por la maquinaria de obra y medios auxiliares.

- Camión de transporte

Las operaciones de carga y descarga se efectuarán en los lugares señalados para tal efecto. Todos los camiones estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación. Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga del material se instalará el freno de mano y los calzos de inmovilización de las ruedas.

Las operaciones de aparcamiento  salida de camiones se efectuarán mediante escalerillas metálicas, dotadas de ganchos de inmovilización y seguridad. Las cargas se instalarán sobre la caja de una forma uniforme compensado pesos.

Las pistas interiores de circulación de camiones tendrán un ancho mínimo de 6 metros y una pendiente máxima del 12% en tramos rectos y del 8% en curvas. El colmo máximo permitido para materiales sueltos será con

pendiente del 5% debiendo protegerse la carga con una lona para evitar desplomes del mismo.

- Camión grúa

Antes de realizar cualquier trabajo se instalarán los calzos inmovilizadotes en las cuatro ruedas y los gatos estabilizadores. Las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista en prevención de riesgos. Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad. Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión, en función del brazo de la grúa. Las rampas de acceso de los camiones grúa no sobrepasarán el 20%.

Se estacionarán a una distancia superior a 2 m del borde de cualquier corte del terreno. Se prohíbe la permanencia de personas en torno al camión grúa a distancias inferiores a 5 m. Nunca se situará ningún operario bajo una carga suspendida.

- Compresor

Se ubicará en los lugares indicados para ello en la obra. El movimiento del compresor por parte de los operarios se efectuará a una distancia nunca inferior a 2 m del borde de cualquier terreno. El transporte mediante eslingas se efectuará tomándolo de 4 puntos fijos del compresor. El compresor quedará en estación con la lanza de arrastre en posición horizontal, con las ruedas sujetas mediante tacos antideslizantes.

Durante el empleo, las carcasas permanecerán cerradas para evitar atrapamientos y ruidos. La zona dedicada a la obra para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m, instalándose señales de “obligatorio el uso de protectores auditivos” para sobrepasar la distancia de 4 m.

Los compresores a utilizar si no son silenciosos, se ubicarán a una distancia mínima de trabajo de martillos o vibradores no inferior a 15 m. Las mangueras estarán siempre en perfectas condiciones de uso, sin grietas ni desgastes.

Los mecanismos de conexión o empalme estarán recibidos a las mangueras mediante racores de presión según cálculo. No se pasará con vehículo por encima de las mangueras, elevándolas si se considera necesario.

- Mesa de sierra circular

Se ubicará en los lugares que expresamente se reflejarán en los planos de organización de la obra que completará el Plan de Seguridad y Salud. Nunca se situarán a distancias inferiores a 3 m de cualquier superficie de trabajo superior.

Las máquinas de sierra circular estarán señalizadas mediante señales de peligro y rótulos con leyenda “prohibido utilizar por personas no autorizadas”.

Estarán dotadas de carcasa de cubrición del disco, cuchillo divisor del cote, empujador de la pieza a cortar y guía, carcasa de protección de las transmisiones por polea, interruptor estanco y toma de tierra.

El mantenimiento eléctrico de las sierras de disco se realizará mediante mangueras antihumedad, dotadas de clavijas estancas a través del cuadro eléctrico de distribución. Nunca se ubicará la sierra en lugares mojados.

- Máquinas y herramientas en general

Se consideran las pequeñas herramientas tales como taladro, rozadoras, cepilladuras metálicas, sierras, etc.

Estas máquinas estarán protegidas por carcasa y resguardos. En as reparaciones y manipulaciones se realizarán paradas y por personal especializado. Si se encuentran averiadas se señalizarán con una señal de peligro “No conectar, equipo averiado”.

Las máquinas o herramientas con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones. En ambientes húmedos, la alimentación de las máquinas no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores de 24 V. Se prohíbe la utilización de estas herramientas por personal no especializado. No se dejarán herramientas de corte abandonadas por el suelo.

- Instalaciones provisionales

Los cuadros principales y de distribución irán provistos de protección magnetotérmica y relé diferencial con base de enchufe y clavija de conexión. Cualquier máquina conectada a un cuadro principal o auxiliar se efectuará a través de una manguera siempre con hilo de tierra incorporado.

Los cuadros eléctricos permanecerán cerrados y señalizados y sólo serán manipulados por el personal especializado. Se situarán sobre patas,

soporte o colgarán pendientes de tableros de madera. Las tomas de tierra se realizarán mediante picas hincadas en el terreno.

Los trabajos necesarios para la instalación o reparación se realizarán dejando la línea que alimenta ese cuadro sin tensión. El cuadro de mando irá provisto de relés magnetotérmicos para cada línea de distribución.

Como cabecera de cada línea se dispondrá de un interruptor diferencial y sensibilidad igual a 30 mA para alumbrado y 300 mA para fuerza. Cada toma de corriente alimentará a un único aparato, máquina o herramienta. Todos los conductores utilizados serán antihumedad y con aislamiento nominal de 1000 V como mínimo.

El tendido de mangueras se realizará a una altura de 2 m en lugares peatonales y de 5 m en los vehículos.

El tendido de cables para cruzar viales de obra se efectuará enterrado. Se señalizará el paso de cable mediante una cubrición permanente de tablones. Además el cable irá protegido en el interior de un tubo rígido.

- Andamios

Se armará y organizará de forma adecuada para asegurar su estabilidad y para que los trabajadores puedan permanecer en él con las debidas condiciones de seguridad.

Antes de su primera utilización, todo andamio será sometido por una persona competente a la práctica de su reconocimiento (a repetir diariamente) y a una prueba de plena carga. Las cargas a tener en cuenta serán referidas al personal, los materiales necesarios para el trabajo, mecanismos y aparejos, viento, nieve y similares. Se dará cuenta a la Inspección de Trabajo del comienzo de toda obra en la que se empleen andamios.

La anchura del andamio será la precisa para la fácil circulación de los trabajadores y el adecuado almacenamiento de útiles, herramientas y materiales. Todo el contorno de los andamios que ofrezca peligro de caída será protegido con barandillas sólidas y rígidas, de madera o metálicas, de 90 cm de altura. En el lado del muro, las barandillas pueden estar a una altura de 70 cm y la distancia entre paramento y andamio será siempre inferior a 45 cm.

No se almacenarán sobre los andamios más materiales de los estrictamente necesarios para asegurar la continuidad del trabajo, y al finalizar la jornada se procurará que el peso depositado sea mínimo.

### 5.2.7.3. Condiciones preventivas que debe reunir el centro de trabajo

- Métodos de limpieza y recogida de escombros, deshechos y basuras

En cada trabajo de la obra, un operario se encargará al final de la jornada laborable de acopiar y recoger los escombros, deshechos y basuras que se generen en cada trabajo para depositarlos en el lugar indicado para ello.

En los planos del Plan de Seguridad se indicará el lugar habilitado para acopio de los escombros así como el lugar dispuesto para poder quemar algún tipo de deshecho.

- Lugares de aparcamiento, reparación y mantenimiento de maquinaria

El Contratista, bajo la supervisión del Coordinador en Seguridad y Salud, habilitará el lugar de la obra para que se puedan estacionar, mantener, revisar y reparar en cualquier momento la maquinaria de obra y equipos auxiliares.

Este lugar estará situado en un punto totalmente separado de la obra y bien comunicado para un fácil acceso a los trabajos y al exterior, para que no se produzcan interferencias con la maquinaria en movimiento.

Se vallará totalmente su perímetro para poder independizar este recinto del exterior y se colocarán señales indicativas para poder identificarlo.

- Emplazamiento de locales de almacenamiento de materiales

Se habilitará en la obra un lugar separado de los diferentes trabajos, locales o casetas de almacenamiento de materiales y elementos de obra.

Para el almacenamiento de tierra (zahorras, arenas, gravas, etc.) se dispondrán recintos delimitados en todo su perímetro y separando los diferentes terrenos. El lugar de su acopio estará separado de los trabajos pero a una distancia tal que facilite su accesibilidad en caso de necesidad. El almacenamiento se realizará a la intemperie, pero si se moja, no se empleará hasta que esté seco. El cierre perimetral de las tierras se efectuará mediante un encintado.

Los sacos de cemento y mortero prefabricado se almacenarán en un local cerrado y protegido del exterior para impedir que se moje. Este local se situará contiguo a las casetas de los operarios y cerca del acceso a la obra para facilitar su almacenaje.

Las tuberías se acopiarán en función del tipo de material y en un local delimitado en todo su perímetro y a la intemperie. Se acopiarán en los paquetes que vienen de fábrica y se acuñarán y apuntalarán para impedir la caída de los tubos, lo que podría provocar accidentes. Se almacenarán cerca de las casetas y en un lugar próximo a la entrada de la obra.

La valvulería se almacenará en un local totalmente cerrado y protegido del exterior, agrupándola según el tipo que sea. El local estará próximo a las casetas de los trabajadores para facilitar su accesibilidad.

Los materiales tóxicos y/o inflamables se almacenarán en recipientes totalmente cerrados para impedir fugas, y a su vez en locales cerrados y protegidos del exterior.

Cada recipiente llevará un cartel indicativo del material y sus características. En el paramento exterior se colocarán las señales necesarias para indicar el tipo de material que se almacena. El acceso a este tipo de almacén será controlado por un encargado de mantenimiento y con conocimiento suficiente del tipo de materiales que se almacenan.

- Delimitación de espacio y lugares o zonas de paso y circulación

Se delimitarán los espacios destinados a la circulación de la maquinaria y camiones por toda la obra en función de las diferentes actividades a ejecutar. Se independizarán las zonas de circulación de vehículos y de personal de obra mediante el empleo de cinta de señalización y vallado de obra.

#### 5.2.7.4. Medidas de emergencia y evacuación

Cualquier salida de emergencia deberá permanecer expedita y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

En caso de peligro, todos los lugares o trabajos deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores. A cada trabajador se le indicarán verbalmente el medio de evacuación seguro de su puesto de trabajo en caso de producirse una situación de peligro.

Las vías de emergencia deberán señalizarse conforme al R.D. 485/1997 de 14 de abril, sobre Disposiciones Mínimas en Materia de Señalización. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener resistencia suficiente.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieren iluminación deben estar equipadas con iluminación de seguridad.

#### 5.2.7.5. Botiquines

Se dispondrá un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenación General de Seguridad y Salud en el Trabajo. Eligiendo el personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los trabajos dispongan de algún socorrista.

#### 5.2.7.6. Asistencia a accidentados

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.), donde deberá trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Es muy conveniente disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., tratando de garantizar con ello un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

#### 5.2.7.7. Prevención de riesgos de daños a terceros

Se señalizará, de acuerdo con la normativa vigente, los diversos tramos en que se ejecuten simultáneamente obras puntuales, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso los cerramientos necesarios.

### 5.2.8. Servicios de prevención

La constructora designará uno o varios trabajadores para ocuparse de las tareas de prevención de riesgos profesionales, según el Artículo 30 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

### 5.2.9. Coordinador de seguridad y salud

Se nombrará por parte de la Propiedad un Coordinador en materia de Seguridad y Salud cuando en la ejecución de la obra intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o diversos trabajadores autónomos, antes del inicio de los trabajos, según R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

### 5.2.10. Libro de incidencias

El Libro de Incidencias será facilitado por la Oficina de Supervisión y Proyectos. Se mantendrá siempre en la obra y estará en poder del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesario la designación de éste, en poder de la Dirección Facultativa, según R.D. 1627/1997.

### 5.2.11. Instalaciones médicas

Los botiquines se revisarán mensualmente y se repondrá inmediatamente el material consumido. La empresa constructora dispondrá de un Servicio Médico de Empresa propio o mancomunado.

Todo personal de nuevo ingreso en la obra, aunque sea eventual, debe pasar un reconocimiento médico, obligatorio antes de iniciar su trabajo. Además todo el personal se someterá a los reconocimientos periódicos, según Orden del 12/01/1963 (B.O.E. 13/03/1963) y Orden del 15/12/1965 (B.O.E. 17/01/1966).

### 5.2.12. Instalaciones de higiene y bienestar

Considerando el número previsto de operarios, se dispondrá de vestuarios y servicios higiénicos debidamente dotados.

El agua potable que se suministrará a los distintos servicios será procedente de la red general de abastecimiento que exista en la zona. Lo mismo se realizará para le suministro de energía eléctrica a los distintos servicios de la obra.

El vestuario dispondrá de taquillas individuales con llave y asientos. Los servicios higiénicos dispondrán de un lavabo y una ducha con agua fría y caliente por cada diez trabajadores, y dos W.C. por cada veinticinco trabajadores, disponiendo de espejos y calefacción.

La limpieza y conservación de estos locales será efectuada por un trabajador con dedicación necesaria o un servicio de limpieza ajeno.

El número de instalaciones sanitarias, y construcción e instalación de letrinas, retretes provistos de un sistema de descarga automática de agua o de tratamiento químico, tuberías y demás elementos de las instalaciones sanitarias, deberán ajustarse a las descripciones de las autoridades competentes.

Los lavabos se instalarán en un número suficiente lo más cerca posible de los retretes. El número y tipo de construcción y mantenimiento de los lavabos y duchas deben ajustarse a las prescripciones de las autoridades competentes. Las duchas y lavabos no deben utilizarse para ningún otro fin.

## 5.2.13. Plan de seguridad y salud

El Contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad y Salud que será remitido a la Administración con un informe favorable del Coordinador en materia de Seguridad y Salud para su aprobación.

Antes de comenzar las obras, el Adjudicatario comunicará por escrito a la Dirección Facultativa el nombre del máximo responsable entre el personal que se encuentre habitualmente en la obra, quien tendrá en su poder una copia del Plan de Seguridad y Salud que se elabore.

Este Plan de Seguridad a presentar para su aprobación por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud debe incluir específicamente un Plan de Emergencia en el que se detallen las actuaciones a desarrollar en el caso de un accidente o incendio. En concreto, se especificará, como mínimo:

- Nombre, teléfono y dirección del centro donde deben acudir normalmente los accidentados.
- Teléfono de paradas de taxis próximas.
- Teléfono de cuerpo de bomberos próximo.
- Teléfono de ambulancias próximas.

Cuando tenga lugar algún accidente que precise asistencia facultativa, aunque sea leve, y la asistencia médica se reduzca a una primera cura, se realizará una investigación del mismo y además de los trámites oficialmente establecidos, se pasará, como muy tarde dentro del día siguiente al accidente, un informe a la Dirección Facultativa de la obra en el que se especifique:

- Nombre del accidentado.
- Día, hora y lugar del accidente.
- Descripción del mismo.
- Causas del accidente.
- Medidas preventivas para evitar su repetición.
- Fechas límite para la adopción de las medidas preventivas.

La Dirección Facultativa podrá aprobar este informe o exigir la adopción de medidas complementarias no indicadas en el mismo.

## 5.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### 5.3.1. Introducción

Se incluyen en este apartado algunas de las recomendaciones a tener en cuenta a la hora de establecer el conjunto de acciones destinadas a complementar la acción preventiva, para que en caso de que se inicie un incendio, éste quede limitado en su propagación y en sus consecuencias.

Como técnicas específicas de actuación frente a los incendios está la seguridad en el proyecto o protección pasiva, la detección y la extinción.

### 5.3.2. Normativa de aplicación

La prevención de incendios y protección contra el fuego están reglamentados por las siguientes normas de carácter estatal:

- Norma Básica de la Edificación sobre Condiciones de Protección en los Edificios. NBE-CP1 96.
- R.D. 1942/93, Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.
- O.M. de 29 de noviembre de 1984 para el desarrollo del plan de Emergencia Contra Incendios y de Evaluación de Locales y Edificios.
- ITC-MIE-APQ sobre Almacenamiento de Productos Químicos.
- Capítulo VII de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OGSHT) de 9 de marzo de 1971.

Además de lo anterior, es de frecuente aplicación para el diseño de las instalaciones Códigos como el NFPA (Nacional FIRE Protection Association).

### 5.3.3. Condiciones de los locales de trabajo

- Emplazamiento de los locales

Con la finalidad de que el riesgo de incendio alcance al menor número de trabajadores, los locales en los que existan sustancias fácilmente combustibles y estén expuestos a incendios súbitos o de rápida propagación se construirán a conveniente distancia entre sí y aislados de los restantes centros

de trabajo. Si la separación entre locales fuese imposible, se aislarán con paredes resistentes de mampostería o con muros de rellenos de tierra o materiales incombustibles sin aberturas.

Siempre que sea posible, los locales de alto riesgo de incendio se orientarán evitando su exposición a los vientos más violentos o dominantes.

- Estructura de los locales

  Los puntos más importantes son lo siguientes:

  - En la construcción de los locales de trabajo se emplearán materiales de gran resistencia al fuego y se revestirán los de menor resistencia con materiales ignífugos adecuados (cemento, yeso, cal, mampostería).
  - Los pisos de los pasillos y corredores serán lisos e ignífugos y las pequeñas diferencias de nivel se salvarán con rampas suaves.
  - Las puertas de acceso al exterior estarán siempre libres de obstáculos y abrirán hacia fuera, sin necesidad de emplear llaves, barras o útiles parecidos.
  - Ningún puesto de trabajo fijo distará más de 25 m de una puerta o ventana que pueda ser utilizada para la salida en caso de emergencia.
  - Se instalarán pararrayos:
    - En los tanques que contengan sustancias muy inflamables.
    - En las chimeneas altas.
    - En edificaciones de centros laborales que destaquen por su elevación.

## 5.3.4. Instalaciones y equipos industriales

En los locales de trabajo especialmente expuestos al riesgo de incendio se tendrán en cuenta las reglas siguientes:

- No existirán hornos, hogares y calderas de fuego al aire libre.
- No se emplearán útiles ni maquinaria que produzcan chispas o cuyo calentamiento pueda originar incendios por contacto o proximidad con sustancias inflamables.

- Las tuberías de conducciones de fluidos peligrosos o de altas temperaturas serán completamente estancas y estarán construidas o revestidas con material resistente a roturas, anticorrosivo y, cuando sea necesario, aislante del frío exterior. Los accesorios y uniones de las tuberías deberán resistir dilataciones que puedan producirse normalmente o en caso de incendio.
- La temperatura ambiental se mantendrá constantemente a nivel inferior a los 25ºC.

### 5.3.5. Almacenamiento, manipulación y transporte de materiales inflamables

- Se prohíbe el almacenamiento conjunto de materias, que al reaccionar entre sí puedan originar incendios.
- Los productos o materiales inflamables se almacenarán bien en locales distintos a los de trabajo, bien en recintos completamente aislados. En los puestos de trabajo sólo se depositará la cantidad necesaria para el proceso.
- Antes de almacenar sustancias inflamables pulverizadas se comprobará su enfriamiento.
- El llenado de depósitos líquidos inflamables se efectuará lentamente y evitando la caída libre desde orificios de la parte superior para evitar la mezcla del aire con los vapores explosivos.
- Los recipientes se rotularán indicando su contenido, peligrosidad y precauciones necesarias para el empleo del producto.
- Antes de almacenar envases con productos inflamables se comprobará su cierre hermético y si han sufrido algún deterioro o rotura.
- El envasado y embalaje de sustancias inflamables se efectuará, siempre que sea posible, fuera de los almacenes de donde procedan, con las precauciones y equipo personal de protección adecuado en cada caso.
- El transporte de materiales inflamables se efectuará con estricta sujeción a las normas fijadas en las disposiciones y tratados internacionales vigentes.

## 5.3.6. Medios de prevención y extinción

En los centros de trabajo en los que exista peligro de incendio se adoptarán las medidas de prevención que se indican a continuación, combinando su empleo con la protección general más próxima que puedan prestar los servicios públicos contra incendios.

- Uso del agua

Se emplearán las siguientes condiciones:

- Donde existan conducciones de agua a presión, se instalarán suficientes tomas o bocas a distancia conveniente entre si y cercanas a los puestos fijos de trabajo y lugares de paso del personal, colocando junto a tales tomas las correspondientes mangueras (bocas de incendio equipadas).
- Cuando se carezca de agua a presión (o ésta sea insuficiente), se instalarán depósitos con agua suficiente para combatir los posibles incendios.

- Extintores portátiles

Se emplearán en las siguientes condiciones:

- En la proximidad de puestos de trabajo con riesgo de incendio, colocados en sitio visible y fácilmente accesible, se dispondrá de extintores portátiles o móviles sobre ruedas, de la clase que convenga según la causa determinante del fuego a extinguir.
- Cuando se empleen diversos tipos, los extintores serán rotulados con carteles indicadores del incendio en que deban emplearse.
- Los extintores serán revisados periódicamente y cargados según las normas reglamentarias del Ministerio de Industria y Economía.
- Con objeto de identificar la sustancia extractora más adecuada en cada caso, los fuegos se clasifican en:
    - Fuegos de clase A: combustibles sólidos de producción de brasas y sólidos de alto punto de fusión (maderas, papel, etc.).
    - Fuegos de clase B: líquidos inflamables y sólidos de bajo punto de fusión (gasolinas, alcohol, etc.).

- ♦ Fuegos de clase C: gases inflamables (metano, butano, etc.).
- ♦ Fuegos de clase D: metales combustibles y compuestos químicos muy reactivos (sodio, aluminio, etc.).
- ♦ Fuegos de clase E: fuegos eléctricos.

– Los agentes extintores característicos para cada uno de estos fuegos son:

- ♦ Agua: fuegos tipo A. Pulverizada con fuegos de clase B y E cuando son de baja tensión.
- ♦ Espumas: fuegos tipo A y B. De alta expansión también con fuegos de tipo E.
- ♦ Polvo seco: fuegos tipo A, B, C y E.
- ♦ Anhídrido carbónico: fuegos tipo B, C y E.
- ♦ Derivados halogenados: fuegos tipo B, C y E.
- ♦ Productos especiales: fuegos tipo D.

- Equipos contra incendios

El material asignado al equipo de extinción (cubiertas de lona o tejidos ignífugos, hachas, picos, palas, etc.) no podrá ser usado para otros fines y su emplazamiento será conocido por las personas que deban utilizarlo.

La empresa designará un jefe de equipo contra incendios que cumplirá estrictamente las instrucciones técnicas dictadas por el Comité de Seguridad para la extinción del fuego, y las del Servicio Médico de la empresa para el socorro de los accidentados.

- Alarmas y simulacro de incendios

Para comprobar el buen funcionamiento de los sistemas de prevención, el entrenamiento de los equipos contra incendios, y que los trabajadores participen con aquellos, se efectuará, periódicamente alarmas y simulacros de incendios por orden de la empresa y bajo la dirección del jefe de la brigada contra incendios, que sólo advertirá de los mismos a las personas que, en previsión de daños o riesgos innecesarios, deban ser informadas.

- Prohibiciones personales

En las dependencias con alto riesgo de incendio queda terminantemente prohibido fumar, la introducción de cerillas, mecheros o útiles de ignición. Esta prohibición se indicará con carteles visibles. Igualmente se prohíbe introducir cualquier herramienta no autorizada que pueda ocasionar chispas.

Es obligatorio el uso de guantes, manoplas, mandiles o trajes ignífugos y de calzado especial contra incendios que las empresas facilitarán a los trabajadores para uso individual.

### 5.3.7. Normas de seguridad en la planta

Todo el personal de operación de la planta debe estar perfectamente enterado de los procedimientos de mantenimiento y operaciones de seguridad, así como comprender el riesgo que pueda generarse con la utilización de técnicas inapropiadas o descuidadas.

La mejor protección para la seguridad del personal es prevenir que se dé cualquier situación arriesgada. Lo normal es que no haya ninguna clase de gases, vapores, líquidos o productos químicos en la atmósfera o sobre el suelo del área del proceso.

Una vez por turno, se deben comprobar todas las duchas de seguridad y lavaojos e informar sobre cualquier anomalía. Todos los operarios conocerán la situación de las duchas de seguridad.

Cada operador deberá conocer la situación y manejo del equipo contra incendios de su zona de trabajo y contribuirá a guardarlo y mantenerlo en perfectas condiciones de uso. Se deberá informar de todas las fugas y repararlas tan rápidamente como sea posible, puesto que la erosión o corrosión puede aumentar rápidamente la fuga y calar dentro del metal tan severamente como para que se requiera reemplazar una parte del equipo.

### 5.3.8. Clasificación de las áreas

Para poder estudiar el abastecimiento de agua contra incendios y los equipos de protección necesarios, se empieza por dividir la planta en diferentes bloques con su determinado riesgo de incendio. Así, cada bloque de incendio representa un área definida con un nivel de riesgo determinado.

En primer lugar, se lleva a cabo la caracterización de la planta en relación con la seguridad contra incendios, en función del tipo de configuración y su ubicación en relación con el entorno. Así es posible determinar la carga de fuego que permitirá establecer el nivel de riesgo intrínseco de cada zona.

| Sector | Área ($m^2$) | Edificio | Carga de fuego ($MJ/m^2$) | Nivel de riesgo |
|---|---|---|---|---|
| Almacenamiento de $CaCO_3$ | 452,52 | B | ---- | Bajo (1) |
| Almacenamiento de coque | 175,81 | B | 13500 | Alto (7) |
| Almacenamiento de salmuera | 578,00 | E | ---- | Bajo (1) |
| Área de calcinación de $CaCO_3$ | 1796,25 | A | 1466 | Medio (4) |
| Área de purificación | 1121,00 | E | ---- | Bajo (1) |
| Almacenamiento de amoníaco fresco | 166,40 | E | ---- | Bajo(1) |
| Absorción de amoníaco | 153,81 | E | 630 | Bajo (2) |
| Área de carbonatación | 763,94 | B | 483 | Bajo (2) |
| Área de recuperación de amoníaco | 466,40 | A | 1135 | Medio (3) |
| Preparación de lechada de cal | 145,07 | A | ---- | Bajo (1) |
| Producción de carbonato | 653,95 | A | 780 | Bajo (2) |
| Almacenamiento de $Na_2CO_3$ | 1121,4 | E | ---- | Bajo (1) |
| Zona de empaquetado | 29,33 | B | 380 | Bajo (1) |
| Sala de calderas | 346,7 | E | 820 | Bajo (2) |
| Descalcificación | 267,35 | E | ---- | Bajo (1) |
| Área de cogeneración | 158,30 | C | 447 | Bajo (2) |
| Sala de control, oficinas y laboratorios | 880,60 | B | 685 | Bajo (1) |
| Aparcamiento | 2523,76 | E | 200 | Bajo (1) |
| Báscula de camiones | 42,00 | E | ----- | Bajo (1) |
| Vestuarios, taquillas, aseos y comedor | 190,35 | A | 336 | Bajo (1) |
| Estación de bombeo contraincendios | 5,00 | C | ----- | Bajo (1) |

## 5.3.9. Especificación de la instalación contraincendios necesaria

Para enfrentarse contra un incendio se emplean dos sistemas diferentes, la protección activa y la protección pasiva.

### 5.3.9.1. Protección activa

La protección activa es aquella que incluye las actuaciones que implican una acción directa, en el empleo de las instalaciones. Los equipos de protección contraincendios y su emplazamiento en la planta pueden contemplarse en el plano.

i. Sistemas de alarma:

Siguiendo las especificaciones de la normativa, el área de calcinación de CaCO3, el área de recuperación de amoníaco, el área de producción de carbonato y los vestuarios, necesitan disponer de sistemas automáticos de detección de incendios. El área de purificación de salmuera, la zona de almacenamiento de productos y también el aparcamiento están dotados de sistemas manuales de alarma de incendios, con pulsadores dispuestos de tal manera que la separación no supere los 25 metros.

ii. Sistema de abastecimiento de agua contraincendios:

- Depósito de almacenamiento de agua

La planta dispondrá de un depósito de aspiración de agua a nivel de la superficie. Será un embalse de hormigón, impermeabilizado con una capa de geotextil, y con una capacidad determinada por el caudal y por la presión necesaria por los equipos contraincendios durante el tiempo que pueda durar un incendio.

El caudal de agua estimado para un incendio de las peores características requeriría un caudal de 180 $m^3$/h, durante dos horas. Por lo tanto, será necesario un almacenamiento de agua de 400 $m^3$ (8 m de longitud x 8 m de anchura x 6,25 m de profundidad).

- Red de distribución y equipos contraincendios

- Hidratantes

Los hidratantes son unos dispositivos constituidos por un conjunto de válvulas y una columna. Se instalan con la finalidad de suministrar agua a mangueras que se acoplan directamente o bien para tanques o bombas de los equipos de extinción.

Deben situarse en el exterior de los edificios. En la planta de dispondrán de hidratantes del tipo de 100 mm, con tres salidas: una de 100 mm y dos de 70 mm; con un caudal de agua de 1000 l/min y una presión mínima de 7 bar.

- Bocas de Incendio Equipadas (BIE´s)

Se trata de un conjunto de dispositivos necesarios para transportar y proyectar agua desde un punto fijo de una red fija de abastecimiento de agua hasta la zona donde está el fuego, incluyendo los elementos de soporte, medida de presión y protección del conjunto, como son el armario, el racor, la lanza, manómetro y manguera.

La planta dispondrá de BIE´s de 25 mm. en la sección de producción de carbonato; y de 45 mm. en la sección de calcinación de caliza y en el área de recuperación de amoníaco. La presión de agua será de 2 a 5 bar.

Las bocas de incendio equipadas deberán situarse sobre un soporte rígido, de forma que el centro quede como máximo a una altura de 1,5 m., con relación al suelo. Se situarán preferentemente cerca de las puertas o salidas y a una distancia máxima de 5 m. se instalará siempre una boca, teniendo en cuenta que no deberán constituir obstáculo para la utilización de dichas puertas. En las bocas de incendio equipadas de 25 mm., la altura sobre el suelo podrá ser superior, siempre que la boquilla y la válvula manual si existe, se encuentren a una altura máxima de 1,50 m., con relación al suelo.

- Sistemas rociadores automáticos de agua

Estos sistemas de extinción pueden funcionar con independencia del factor humano. Serán instalados en el área de calcinación de piedra caliza.

- Extintores

Son recipientes a presión que contienen un agente extintor. En la planta se instalarán extintores portátiles de 6 kg. de polvo seco ABC a base de fosfatos como agente extintor y nitrógeno como agente propulsor, que extinguen fuegos tipo A, B y C (21A, 113B y C, respectivamente) y también son adecuados para fuegos que se desarrollan en elementos de baja tensión eléctrica. De esta manera se requerirá un sólo tipo de extintor en toda la planta. Únicamente en los laboratorios se dispondrá de un extintor móvil de 50 kg de polvo seco ABC.

Se situarán a una altura superior a 1,70m del suelo, próximos a puntos donde se estimen mayores probabilidades de iniciarse el incendio.

En el interior, se colocarán con una distancia máxima de 15 m. desde cualquier punto, en zonas de riesgo medio y bajo. En zonas de riesgo especial, se situarán en el exterior del local.

- Sistemas de comunicación de alarma

Se deberán instalar sistemas de comunicación de alarma en todos los sectores de incendio del establecimiento industrial, dado que la suma de la superficie construida de todos los sectores de incendio supera los 10000 $m^2$.

- Equipos de protección personal

En la planta también se dispondrá de dispositivos formados por:

- Manta ignífuga
- Equipos analizadores de atmósferas explosivas
- Mangueras con conexiones adaptables y boquillas

**Estación de bombeo [(1)]**

Se instalará un red de incendios que abastecerá de agua a todos los puntos de la planta donde sea necesario, dicha red será alimentada por un grupo de presión que suministrará el caudal necesario para abastecer la instalación. ..Llevará incorporado un presostato conectado con la central de señalización que permita detectar su funcionamiento.

Un equipo contra incendios está compuesto básicamente por una bomba principal, accionada por motor eléctrico, una bomba de reserva accionada por motor diesel con capacidad igual a la principal y una bomba auxiliar o jockey que es siempre eléctrica.

La bomba Jockey mantiene constantemente presurizada la red, entre dos valores próximos, que son superiores a la presión de arranque de la bomba principal, compensando a su vez las posibles fugas en la instalación.

En caso de incendio, al abrirse cualquier punto de la red, como hidratantes, lanzas, sprinklers, etc., la presión disminuye, con lo cual se pone en marcha la bomba principal que solo se podrá parar manualmente.

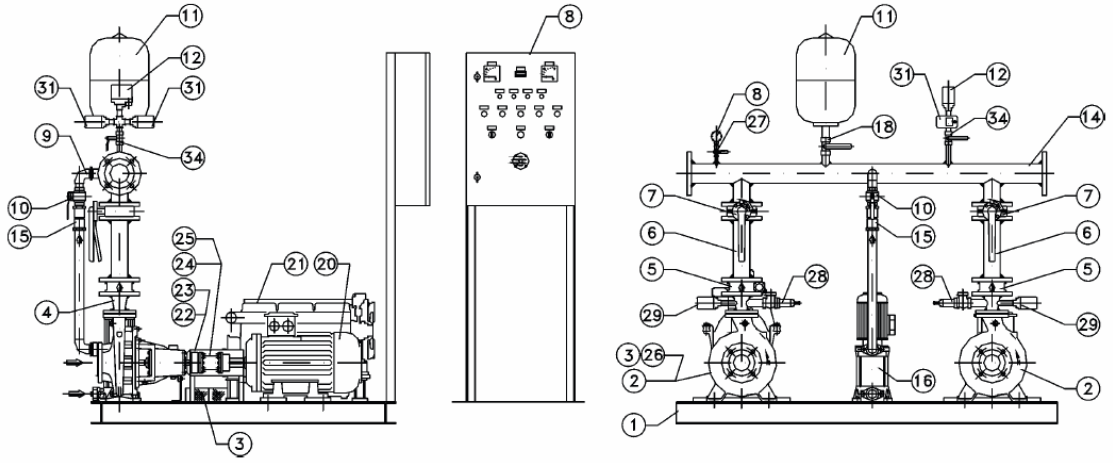
El grupo de presión estará compuesto por un mínimo de 2 bombas verticales que se alimentan de un depósito del que se reservarán para la red de

incendios 173 $m^3$. Este depósito tendrá una capacidad superior a los 400 $m^3$. Los equipos de bombeo de la red general de incendios, si su alimentación es eléctrica, se abastecerán mediante dos fuentes de suministro, de las cuales la principal será la red general de la planta.

Las características de las bombas que han sido seleccionadas se muestran a continuación:

| Tipo de grupo | Características | | Electrobomba caudal | | Electrobomba Jockey | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Q ($m^3$/h) | H (m) | Q ($m^3$/h) | Pot (CV) | Tipo | Pot (CV) |
| AF 1025-R2 | 180 | 6,6 | 4 | 100 | MVXE 120/6 | 3 |

El diseño del sistema de bombeo puede verse en la siguiente figura:




| Ref. | Denominación | CEPREVEN | UNE |
|---|---|---|---|
| 1 | Bancada | √ | √ |
| 2 | Bombas principaesl eléctrica / diesel | √ | √ |
| 3 | Batería | √ | √ |
| 4 | Cono difusor | √ | √ |
| 5 | Válvula de retención | √ | √ |
| 6 | Carrete | √ | √ |
| 7 | Válvula de mariposa | √ | √ |
| 8 | Manómetro | √ | √ |
| 9 | Codo | √ | √ |
| 10 | Válvula de bola | √ | √ |
| 11 | Acumulador | √ | √ |
| 12 | Presostato bomba jockey | √ | √ |
| 13 | Cuadro de maniobra | √ | √ |
| 14 | Colector de impulsión | √ | √ |
| 15 | Válvula de retención | √ | √ |

| Ref. | Denominación | CEPREVEN | UNE |
|---|---|---|---|
| 16 | Bomba jockey | √ | √ |
| 18 | Válvula de mariposa / bola | √ | √ |
| 20 | Motor eléctrico | √ | √ |
| 21 | Motor Diesel | √ | √ |
| 22 | Protector acoplamiento bomba eléctrica | √ | √ |
| 23 | Protector acoplamiento bomba Diesel | √ | √ |
| 24 | Acoplamiento espaciador bomba eléctrica | √ | SIN ESPAC. |
| 25 | Acoplamiento espaciador bomba Diesel | √ | SIN ESPAC. |
| 26 | Arrancador manual motor Diesel | √ | - |
| 27 | Grifo de purga | √ | - |
| 28 | Válvula de seguridad esc. conducido | √ | √ |
| 29 | Presostato, bomba en marcha | √ | - |
| 31 | Presostato bombas principales en demanda | √ | √ |
| 34 | Válvula de bola | √ | √ |

**(1)** La información sobre las bombas se ha extraído de un catálogo de grupos contraincendio Ebara

**Hidratantes**

El caudal de agua necesario para los hidratantes será:

$$C = C_m \times Nº$$

Siendo:

C = Caudal de agua necesaria en l/min.

$C_m$ = Caudal mínimo por salida de 70 mm en l/min.

Nº = Número de salidas de 70 mm.

Por tanto, teniendo en cuenta que se tratan de hidratantes Tipo 100 mm, el caudal de cada uno de ellos será de 1000 l/min, además cada uno de los hidratantes tiene dos salidas de 70 mm.

$$C = 1000 \times 2 = 2000 \text{ l/min.}$$

Reserva de agua para los hidratantes (CHE):

$$R_{CHET} = C \times T_a$$

Siendo:

$R_{CHET}$ = la reserva total de agua en litros.

C = caudal de agua necesaria en l/min.

$T_a$ = Tiempo de autonomía en minutos.

Así se tiene que:

$$R_{CHE} = 2000 \times 60 = 120000 \text{ litros}$$

$$R_{CHE} = 120 \text{ m}^3 \text{ de agua}$$

Presión necesaria para los hidrantes: 70 m.c.a.

Presión en estación de bombeo aprox: 75 m.c.a.

**Instalación de Rociadores Automáticos (caso más desfavorable)**

Densidad de diseño: 5 l/min x $m^2$

Área de cobertura máxima: 72 $m^2$

Cobertura por rociador: 12 $m^2$

Tiempo de autonomía: 60 minutos

Tipo de abastecimiento: superior o doble

Caudal para los rociadores:

$$Q_t = D \times S_m = 5 \times 72 = 360 \text{ l/min}$$

$$Q = 1{,}3 \times Q_t = 1{,}3 \times 360 = 468 \text{ l/min} = 28{,}1 \text{ m}^3\text{/h}$$

Demanda total: 468 l/min

Reserva de agua:

Caudal = 468 l/min

Tiempo = 60 min

$$\text{Reserva} = C_m = Q \times T = 468 \times 60 = 28.080 \text{ l} = 28.1 \text{ m}^3$$

**Red de Bocas de Incendio (BIE)**

Ningún punto del local se encontrará a más de 25 m de una BIE, con el fin de obtener total cobertura. El caudal será de 200 l/min por cada boca de 70 mm. Podrán funcionar dos bocas hidráulicamente más desfavorables simultáneamente durante un tiempo de autonomía de 60 minutos. La reserva mínima es de 24 $m^3$.

**Simultaneidad de Sistemas**

Para el cálculo de la simultaneidad del sistema se preverá la suma de los caudales de dos bocas de incendio equipadas y el sistema de extinción manual de mayor caudal, en este caso, dos hidratantes.

Para el cálculo del volumen de incendio aplicaremos un coeficiente de seguridad de 1,2 al volumen obtenido.

$$\text{Reserva} = 2 \times 1000 \times 60 + 2 \times 200 \times 60 = 144000 \text{ litros} = 144 \text{ m}^3$$

$$V = 1{,}2 \times 144 = 172{,}8 \text{ m}^3 = 173 \text{ m}^3$$

**Abastecimiento de Agua Contra Incendios**

Las condiciones de abastecimiento de agua en:

Bocas de Incendios Equipadas: 400 l/min

Hidratantes: 2.000 l/min

Suponen un caudal total de 2.400 l/min (144 $m^3$/h), de los cuales pueden utilizarse, según las circunstancias del incendio, los siguientes caudales:

Para BIE´s: 24 $m^3$/h

Para hidratantes: 120 $m^3$/h

Estas posibilidades de demanda, hasta alcanzar la máxima prevista, nos inclina a establecer la conveniencia de un equipo grupo electrógeno de arranque automático.

En la zona de control, vigilado las 24 horas del día por personas responsables, se repetirán las señales de alarma producidas en la sala de bombas, en caso contrario se conectará a la estación de bombeo más cercana.

**Centralización de Controles y Alarmas**

En el edificio de entrada, se instalará un cuadro sinóptico en el que se concentrarán las siguientes señales:

- Situación de las válvulas de control de los sistemas rociadores automáticos.
- Repetición de las siguientes situaciones en los Equipos de Bombeo de agua Contra Incendios:
- Demanda de cada grupo de bombeo
- Marcha de cada grupo de bombeo
- Fallo de cada grupo de bombeo
- Bajo nivel de combustible
- Falta de tensión
- Anomalía

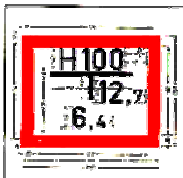
iii. Iluminación de emergencia:

Es la iluminación que en caso de que falle la iluminación general, se activa automáticamente, permitiendo la evacuación segura y sencilla de los ocupantes del edificio.

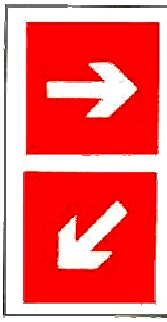
La iluminación de señalización se instala para funcionar de forma continua y señaliza la situación de puertas, pasillos y salidas.

iv. Señalización

Se señalizarán los equipos de lucha y protección contraincendios según la norma UNE 23033-82. Las señales pueden ser de forma rectangular o cuadrada y el pictograma es blanco sobre un fondo rojo. Por otro lado, se instalarán también, señales de salvamento y socorro, también de forma rectangular o cuadrada, con el pictograma blanco sobre el fondo verde. A modo de ejemplo se puede ver la siguiente figura:

| Señal | Significado | Forma y color | Comentarios para su aplicación |
|---|---|---|---|
| | Boca de incendio | -Señal cuadrada o rectangular<br>-Fondo rojo<br>-Símbolo blanco | Se utilizará para indicar la ubicación de una boca de incendio equipada y se situará inmediatamente próxima a la misma |
|  | Hidrante para toma directa de agua para los servicios de extinción | -Señal rectangular<br>-Fondo blanco<br>-Banda de contorno exterior en rojo<br>-Signos interiores negros | Se utilizará para indicar la situación de un hidrante de incendios. (Si no tuviera un diámetro concreto).<br>En el interior de la señal, cada línea o número significa lo siguiente:<br>H 100. Hidrante de 100 mm. de diámetro.<br>12,7 y 6,4: Características del hidrante, tomando como punto de referencia el punto de la fachada en el que está situada la placa |

La citada señalización podrá complementarse con las indicaciones direccionales que contiene la misma norma.

| | | | |
|---|---|---|---|
|  | Indicación para la localización de un equipo de lucha contra incendios o de algún medio de alarma o de alerta | - Señal cuadrada o rectangular<br>- Fondo rojo<br>- Símbolo blanco | Se utilizará para indicar la dirección a seguir para acceder a un equipo de lucha contra incendios o a un medio de alarma o alerta ( ...) |

## Requerimientos de la instalación contraincendios

| | Detección de alarma | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sector** | **Tipo de fuego [1]** | **Sistemas automáticos** | **Sistemas manuales** | **Hidratantes** | **BIE´s [2]** | **Rociador automático** | **Extintor** | **Tipo [3]** |
| Almacenamiento de $CaCO_3$ | A | | | | | | 1 | portátil |
| Almacenamiento de coque | A | | | | | | 1 | portátil |
| Almacenamiento de salmuera | A | | | | | | 1 | portátil |
| Almacenamiento de amoníaco fresco | A | | | | | | 1 | portátil |
| Área de calcinación de $CaCO_3$ | A | si | | si | DN 45mm (60 min) | si | 8 | portátil |
| Área de purificación | A | | si | | | | 4 | portátil |
| Absorción de amoníaco | A | | | | | | 1 | portátil |
| Área de carbonatación | A | | | | | | 2 | portátil |
| Área de recuperación de amoníaco | A | si | | si | DN 45mm (60 min) | | 2 | portátil |
| Preparación de lechada de cal | A | | | | | | 1 | portátil |
| Producción de carbonato | A | si | | | DN 25mm (60 min) | | 2 | portátil |
| Almacenamiento de $Na_2CO_3$ | A | | si | | | | 8 | portátil |
| Zona de empaquetado | A | | | | | | 1 | portátil |
| Sala de calderas | A | | | | | | 1 | portátil |
| Descalcificación | A | | | | | | 1 | portátil |
| Área de cogeneración | A | | | | | | 1 | portátil |
| Sala de control, oficinas y laboratorios | B | | | | | | 3+1 | [4] |
| Aparcamiento | A | | si | | | | 10 | portátil |
| Báscula de camiones | A | | | | | | 1 | portátil |
| Vestuarios, taquillas, aseos y comedor | A | si | | | | | 1 | portátil |
| Estación de bombeo contraincendios | A | | | | | | 1 | portátil |

[1] clase A: combustibles sólidos de producción de brasas y sólidos de alto punto de fusión (maderas, papel, etc.).
clase B: líquidos inflamables y sólidos de bajo punto de fusión (gasolinas, alcohol, etc.).
clase C: gases inflamables (metano, butano, etc.).

[2] Presión en la boquilla superior a 2 bar e inferior a 5 bar.

[3] Todos los extintores portátiles son de 6 kg de polvo seco ABC.

[4] 1 extintor portátil de 6 kg de polvo seco ABC y 1 extintor móvil sobre ruedas de 50 kg de polvo seco ABC.

### 5.3.9.2. Protección pasiva

La protección pasiva incluye aquellos métodos que suponen un freno o una barrera frente al avance del incendio, delimitándolo en un sector pero sin que implique una acción directa sobre el fuego. La protección pasiva, evita que se produzca o minimiza sus efectos.

Los elementos de protección pasiva contra incendios son elementos constructivos o materiales añadidos a los elementos constructivos, que cumplen una múltiple función:

- Evitar que el fuego se inicie.
- Evitar que se propague.
- Facilitar la evacuación de personas.
- Facilitar la extinción del fuego.

Evitar que el fuego se inicie, y evitar su propagación, se consigue utilizando materiales ignífugos, no inflamables o de muy baja inflamabilidad, clasificados como M-1 ó M-2 cuando son ensayados en el ensayo de reacción al fuego. Facilitar la evacuación y la extinción, se consigue con sistemas de sectorización y protegiendo las estructuras portantes del edificio para evitar su colapso y derrumbe.

Los revestimientos para la protección pasiva contra incendios deben estar ensayados y certificados por Laboratorios acreditados en esta especialidad, para poder ser utilizados en los edificios.

De esta manera se establecerá una compartimentación horizontal con la finalidad de dificultar la propagación horizontal del fuego y de los humos (consecuencia del incendio).

- Separación, para reducir la conducción y radiación del calor.
- Muros y paredes cortafuegos, con aberturas mínimas.
- Puertas cortafuegos para proteger dichas aberturas.

También debe realizarse una compartimentación vertical, para impedir el paso de las corrientes de convección que producen los gases calientes (humos) del incendio.

- Cortafuegos en conductos.

- Limitar la presencia de ventanas o emplear ventanas con marco metálicos. Se instalarán además alerones que obliguen a separar las llamas de la fachada del edificio.
- Los espacios para ascensores, escaleras verticales, y montacargas y otras aberturas han de ser construidas con materiales incombustibles.

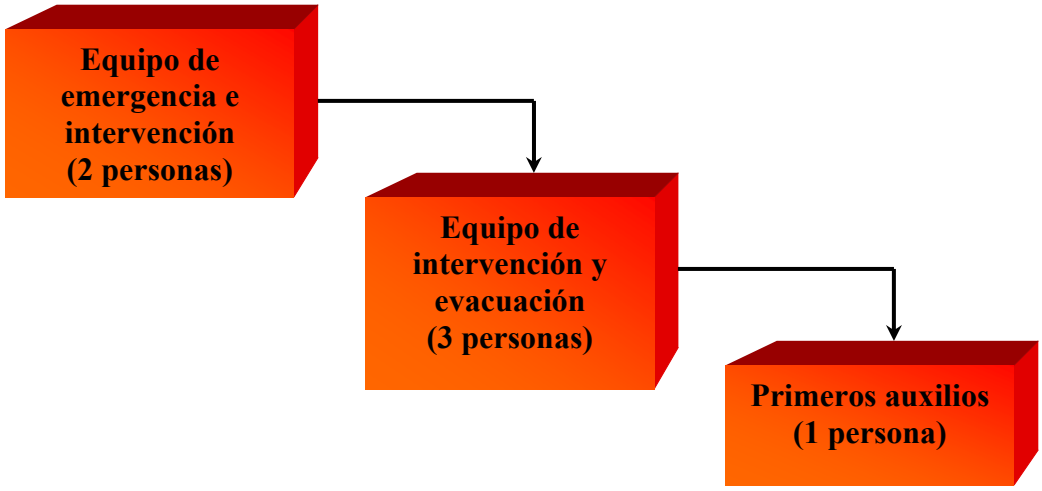
### 5.3.9.3. Plan de emergencia

La peligrosidad de los accidentes en la industria química, que pueden afectar, no sólo al recinto industrial, sino también a las personas y al medio ambiente, ha sido regulada mediante el R.D. 886/1988 sobre la prevención de accidentes mayores y posteriormente en la Resolución del 31/1/91 por la cual se aprueba la Directiva Básica por la elaboración y homologación de los Planes Especiales del Sector Químico.

La planta dispondrá de un sistema de detección automática y de pulsadores, que serán activados en caso de emergencia. En ambos casos, comenzará a sonar una sirena de forma continua o bien intermitente. Se comprobará si la emergencia es real o no y también de qué modelo se trata. A continuación se procederá según el caso. En aquel caso en que sirena suene de manera continuada, supone una evacuación. Por tanto, debe dirigirse rápidamente, pero sin correr, hacia el punto de reunión, situado en la entrada de la planta.

Efectivos humanos durante una emergencia

En cada uno de los turnos de trabajo se asignarán responsables para actuar en caso de emergencia.




Seguidamente se describen las actuaciones del personal de la planta en caso de detección de un incendio.

Plan de emergencia general

i. Aviso pulsando el botón de alerta más cercano y desde el teléfono más próximo avisar de lo ocurrido e indicar claramente el lugar, y la gravedad de la emergencia
ii. En caso de fuego si se puede intervenir atacar el fuego con extintores (no utilizar agua sin estar seguro de que la corriente eléctrica está desconectada).
iii. Si suena la sirena (de manera intermitente) permanecer atentos a la evolución de la emergencia.
iv. Si suena la alarma (de manera continuada) indica evacuación, desconectar las máquinas de la correspondiente área de trabajo habitual, procurar colaborar con una evacuación ordenada y salir dirigiéndose hacia el punto de reunión exterior.
v. No sacar el vehiculo del aparcamiento. Podría obstaculizar la entrada de los vehículos de socorro.

Plan de emergencia (grupo de emergencia e intervención)

i. Dirigir las actuaciones a desenvolver durante la emergencia.

ii. Cuando suene la alerta (de manera intermitente) dirigirse a la central de alarmas, inspeccionar la zona y si es necesario avisar a los bomberos.
iii. Si hay peligro para las personas, ordenar la evacuación mediante una alarma (de manera continua).
iv. Coordinar las actuaciones de evacuación y de recepción de los bomberos y facilitarles toda la información.
v. Permanecer atentos, en caso de evacuación, a saber si en el interior del edificio permanecen personas que puedan estar en peligro.
vi. Coordinar las tareas de salvamento, si se da el caso.
vii. Ordenar el final de emergencia.
viii. Coordinar las tareas de investigación de las causas de la emergencia.

Plan de emergencia (equipo primera intervención)

i. Comprobar el alcance de la emergencia
ii. Avisar inmediatamente, de palabra o pulsando la alarma.
iii. Llamar a los bomberos indicando el lugar i la gravedad del incendio.
iv. Desenchufar los aparatos eléctricos.
v. Si es conveniente y posible intervenir, atacar la emergencia con los medios de los que se disponga.
vi. Informar al grupo de intervención y ponerse a su disposición.
vii. Un vez acabada la emergencia, informar al grupo de intervención de todas las incidencias detectadas, por medio de un comunicado de investigación de incendio.
viii. Entre los equipos de primera intervención habrá una persona formada en primeros auxilios.

## 5.3.10. PROTECCIÓN DE LOS RIESGOS PROFESIONALES

La preocupación por la seguridad en el trabajo es uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta y que debe permanecer presente en todas las fases de diseño de la planta. Desde el diseño de los equipos a los trabajos

de obra civil, y por supuesto una vez que la planta comience su etapa de producción.

La Ley 31/01/1995 de 8 de noviembre, Ley de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. de 3 diciembre), es la que tiene por objetivo principal promover la seguridad y la salud de los trabajadores mediante la aplicación de medidas y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de los riesgos derivados del trabajo.

### 5.3.10.1. Técnicas generales de prevención

En función del momento de aplicación de la gestión preventiva, las técnicas de seguridad se pueden clasificar como: analíticas, operativas y organizativas.

- Las *técnicas analíticas* intentan identificar las causas de los posibles accidentes:
  - Inspecciones o auditorias de seguridad.
  - Notificación y registro de accidentes.
  - Análisis estadísticos de la accidentabilidad.
  - Investigación de los accidentes.
- Las *técnicas operativas* tienen como objetivo la eliminación de los factores de riesgo, o al menos, la minimización de los efectos de dichos factores de riesgo.
  - Técnicas integradas con el diseño de equipos y proyectos de instalaciones. Se basa en el diseño de equipos, máquinas e instalaciones seguras.
  - Técnicas integradas a la definición de métodos de trabajo. Se tienen en cuenta los factores preventivos a la hora de diseñar las operaciones.
  - Técnicas de selección de personal. El objetivo es escoger el trabajador que se adecua más a las exigencias del lugar de trabajo, en lo referente a la seguridad.
  - Formación. Se trata de informar al trabajador de los riesgos existentes, formarlo en las medidas de prevención y conseguir una implicación por parte del propio trabajador.

- Campañas de propaganda de seguridad. A través de carteles o trípticos que muestren los factores de riesgo y la manera de evitar sus efectos.
- Adaptación de sistemas de seguridad, defensa i resguardo de máquinas. Cuando los elementos no formen parte del equipo original, se diseñan posteriormente para evitar o reducir el efecto del factor de riesgo asociado.
- Señalización de zonas de riesgo o peligrosas. Tienen como objetivo avisar al trabajador de la presencio de peligro y también de informar sobre las medidas de prevención y protección.
- Normes de seguridad. Son las reglas de comportamiento que rigen la seguridad del trabajador.
- Equipos de protección individual. Evitan o disminuyen el daño causado por factores de riesgo. En la planta se dispondrán de los siguientes equipos de protección individual (EPI´s):
    i. Protección de la cabeza. Cascos de protección contra golpes e impactos. Uno por trabajador, y cien más para los posibles visitantes.
    ii. Protección de los ojos. Gafas de montura universal. Unas por cada trabajador, y cien más para los posibles visitantes.
    iii. Protección de los ojos y la cara. Pantallas para soldadura. Se dispondrá al menos de diez, para poder ser empleados por posibles trabajadores subcontratados.
    iv. Protección de las vías respiratorias. Equipos filtrantes de gases y vapores. Se dispondrá al menos de diez unidades, para el parque de tanques de almacenamiento, unidades de transporte de sólidos y los filtros del bicarbonato.
    v. Protección de manos y brazos. Guantes contra agresiones químicas (ácidos), guantes contra las agresiones de origen eléctrico (2 pares), guantes contra les agresiones de origen térmico (10 pares).
    vi. Protección de los pies. Calzado especial de protección, para trabajar en planta.

vii. Protección total del cuerpo. Ropa de protección contra les agresiones químicas.

- En último lugar las *técnicas organizativas* definen, implementan y mantienen la organización de seguridad necesaria. Engloban la definición e implementación de organigramas de seguridad, responsables y técnicas de seguridad, comités de seguridad y salud laboral, reuniones de seguridad y servicios médicos de la empresa.

### 5.3.10.2. Técnicas específicas de prevención

*Condiciones generales del centro de trabajo*

Para prever las zonas de paso que faciliten los flujos de circulación de personas y materiales, aislar operaciones especialmente molestas y peligrosas y definir espacios para usos determinados, entre otras cosas. Aquí han de intervenir diversos factores:

- Condiciones estructurales. La estructura ha de ser sólida y las paredes han de ser construidas de materiales aislantes y de fácil limpieza. Habrá de tenerse en cuenta las dimensiones mínimas del local (3 m desde el piso al techo, 10 $m^3$ por trabajador).
- Orden y limpieza. Los locales de trabajo, servicios y vestuarios habrán de mantenerse en buen estado de orden y limpieza.
- Señalización de seguridad. Las disposiciones mínimas en materia de señalización se recogen en el R.D. 485/1997.

*Equipos*

Las medidas de seguridad para prevenir riesgos provocados por la maquinaria pueden aplicarse en los siguientes campos:

- Medidas de prevención endógena, es decir, del diseño. Hay que tener en cuenta la seguridad de los trabajadores, así como también las operaciones de inspección, ajuste, lubricación y mantenimiento de los equipos. Se utilizarán dispositivos de seguridad para con esta finalidad.

Se debe considerar también las distancias (800 mm de espacio libre alrededor de cada máquina). Los equipos se diseñarán para no provocar esfuerzos, ni fatiga a los trabajadores.

- Medidas de protección general. Consisten en formar al personal en métodos seguros de utilización de los equipos, sistemas de bloqueo, etc. Se utilizarán los equipos de protección individual (EPI´s).
- Advertencias de seguridad. Informan al trabajador de los riesgos. Pueden ser instrucciones técnicas, manual específico de instrucciones de seguridad, normas de implantación y mantenimiento, señales visuales, etc.
- Medidas de emergencia. Se emplean en situaciones que no son las de uso normal del equipo.
- Dispositivos de parada de emergencia, para conseguir la interrupción de suministro de las fuentes de alimentación y parar el equipo lo más rápidamente posible, mediante un accionamiento visible.
- Dispositivo de salvamento de persones, para evitar que el trabajador pueda quedar atrapado en la maquinaria.
- Parada de máquinas, es decir, dejar el equipo totalmente bloqueado sin ningún tipo de energía, para poder acceder a el en caso de necesidad, como puede ser limpieza, sustitución de piezas, reparación etc.

*Electricidad*

Las prescripciones relativas a este tipo de protección están contempladas en la MI BT 021 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y el artículo 51 del Título II del Ordenamiento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

- Medidas contra contactos eléctricos directos. Colocar cubiertas de protección que eviten el contacto accidental y recubrir las partes activas de los aparatos y conductores mediante un aislante como la goma.
- Medidas contra contactos eléctricos indirectos. Para tensiones superiores a 50V son necesarias protecciones, tanto pasivas como activas.

La protección pasiva evita la aparición de una tensión peligrosa e incluye el doble de aislamiento, la separación entre las partes actives y las masas

accesibles mediante aislamiento de protección, inaccesibilidad simultánea de partes en tensión y masa, y la separación de circuitos.
Los sistemas activos de protección evitan la permanencia de una tensión peligrosa, desconectando la instalación defectuosa por la puesta a tierra o neutro de las masas de los equipos.

*Manipulación, almacenamiento y transporte*

En la manipulación de los diferentes productos habrá que utilizar los equipos de protección adecuados según el riesgo del producto con el cual puede existir un posible contacto.

En la siguiente tabla se muestran los distintos compuestos que pueden aparecer en la planta, los efectos que pueden tener sobre el organismo y también las medidas de protección adecuadas.

| Compuesto | Toxicología | Protección personal [1] |
|---|---|---|
| $NH_4OH$ | Nocivo por inhalación del vapor e ingestión | Pantalla facial, equipo autónomo de respiración, guantes y traje protectores |
| Coque (polvo) | Abrasivo e irritante de los ojos, levemente irritante para la piel, bajo grado de toxicidad por inhalación | Respirador purificador de aire certificado por NIOSH con filtro de partículas tipo 95 (R o P), máscara protectora y guantes. |
| CaO | Nocivo por inhalación e ingestión | Guantes protectores, traje protección, gafas ajustadas de seguridad o pantalla facial |
| $CaCO_3$ | Riesgo por inhalación | Guantes protectores<br>Gafas ajustadas de seguridad |
| $Na_2CO_3$ | Riesgo por inhalación<br>Irritante de las mucosas | Guantes de algodón, gafas protectoras y aparato de respiración aprobado por NIOSH/MSHA |

[1] Información extraída de las Fichas de Seguridad (ver apartado: Fichas de seguridad)

Para las materias primas líquidas habrá que construir cubetas de contención alrededor de los tanques para evitar que el contenido de los

tanques se vierta de manera descontrolada. Primero se hará una clasificación de la materia almacenada para así, en función de dicha clasificación, diseñar el cubeto adecuado.

Todos los recipientes de almacenamiento, dispondrán de un sistema de venteo, que es un dispositivo necesario para prevenir la deformación del tanque como consecuencia de las variaciones de presión producidas por efectos de llenados, vaciados o cambios de temperatura.

| **Compuesto** | **Nº tanques** | **Item** | **Clasificación** | **Medidas de la cubeta (m)** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | **Alto** | **Ancho** | **Largo** |
| D$^{on}$ de $NH_3$ | 1 | T-401 | Corrosivo clase a) | 1 | 5,6 | 5,6 |
| Salmuera **(1)** | 8 | T-101 a T-108 | Corrosivo clase c) | 5 | 17 | 34 |
| $Ca(OH)_2$ **(2)** | 2 | T-701 a T-702 | No combustible | 1,4 | 9,12 | 16,24 |

**(1)**) Se ha diseñado un único cubeto de contención para los ocho tanques de salmuera, considerando ITC MIE-APQ-6.

**(2)** Se ha diseñado un único cubeto de contención para los dos tanques de Ca(OH)2, considerando ITC MIE-APQ 7

*Ruido y vibraciones*

La reducción y eliminación de ruidos será un factor a tener en cuenta en el diseño de la planta.

- Reducción del nivel sonoro en el foco de origen. Adquiriendo equipos lo menos ruidos posible y diseñar equipos mostrando énfasis en todos aquellos aspectos (desde los materiales a los tipo de mecanismos y circuitos) que aseguren el mínimo nivel de ruido posible. Esto se conseguirá colocando elementos antivibratorios, silenciadores, etc.
- Reducción del nivel sonoro ambiental. Se aplicarán medidas pasivas, colocando baffles, revistiendo las paredes con materiales absorbentes, realizando una distribución de los equipos ruidosos en la planta de la manera menos agresiva posible, es decir, lo más alejada posible de los lugares de trabajo.

*Iluminación y color*

Con una buena iluminación se favorece la comodidad de la visión y de esta menera aumenta la eficacia del trabajo, disminuyendo el número de accidentes y defectos de fabricación. Así se apostará principalmente por una iluminación natural, diseñando grandes ventanales en los diversos edificios de la planta. No obstante existirá un sistema de luz artificial, el cual será esencial mantener en buen estado. El RD 486/97 establece los niveles de iluminación en función de las actividades desarrolladas en el sector de trabajo:

- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux.
- Vías de circulación: 50 lux
- Áreas o locales de uso habitual:
  - exigencias visuales bajas (planta): 100 lux.
  - exigencias visuales moderadas (sala control): 200 lux.
  - exigencias visuales altas (oficinas): 500 lux.

El color es también un factor importante a tener en cuenta, para reflectar la luz y no absorberla. De esta manera, el suelo será de color blanco; las paredes serán también de colores claros excepto las que incorporen grandes ventanas, que serán de color gris claro o beige; el techo será de color oscuro. El mobiliario será de colores claros.

*Temperatura y humedad*

Es necesario para el trabajador mantener unas condiciones de temperatura sin variaciones bruscas. Esto se consigue aislando los focos de calor, como los hornos y secaderos, con una ventilación general óptima, con sistemas de extracción localizada y limitando la duración de los tiempos de exposición del trabajador a la fuente de calor, entre otras.

*Condiciones del propio trabajo*

Las condiciones inherentes al trabajo incluyen la carga del trabajo (tanto física como mental) y los aspectos propios de la organización del mismo.

- Carga del trabajo: Nuestra planta está dotada de un elevado grado de automatización, lo que favorece la disminución de la carga física del trabajador. Podrán evitarse lesiones debido a malas prácticas relacionadas con el manejo de pesos, siguiendo las siguientes pautas: situando el peso cerca del cuerpo, buscando el equilibrio, asegurando una buena sujeción de la carga, manteniendo la columna vertical recta, utilizando los músculos más fuertes, flexionando las rodillas, y siempre que sea posible, cargando con los brazos estirados. El trabajo estático, sobretodo en las oficinas, también puede resultar perjudicial. Por este motivo la mesa de trabajo ha de ser de la medida adecuada al igual que los asientos. La fatiga mental es debido especialmente a la cantidad y tipo de información que el trabajador recibe y a la cual ha de dar respuesta. Por tanto, se limitará la cantidad de información a la estrictamente necesaria, de manera ordenada y adecuadamente, se distribuirán correctamente las pausas de descanso, se adecuarán el ritmo de trabajo a la formación de cada persona y se tendrá en consideración el confort de las zonas de trabajo.
- Organización del trabajo. Derivado del elevado grado de automatización, algunas faenas de la planta pueden resultar simples, tediosas y monótonas. Este hecho puede producir un alto grado de insatisfacción por parte del trabajador. La solución pasa por informar al trabajador sobre su influencia en el proceso global, ofrecerle la oportunidad de intervenir en las soluciones, poder marcar su propio ritmo de trabajo y marcar rotaciones de tareas para disminuir la monotonía. Se tratará de evitar, por otro lado, el aislamiento de la persona en los lugares de trabajo, promoviendo las relaciones con otras personas durante las pausas, poner a disposición teléfonos u otros mecanismos de comunicación, disminuir el nivel de ruido ambiental y reducir también la distancia entre los lugares de trabajo. La planta funcionará unos 330 días al año, de manera continuada, por lo que habrá que fijar los turnos de tal manera que siempre haya trabajadores tanto de noche como los fines de semana. Será imprescindible reducir la carga de trabajo durante la noche. En cualquier lugar es importante marcar un ritmo de trabajo adecuado que permitan al operario abandonar esporádicamente el lugar

de trabajo y variar el ritmo de trabajo en situaciones determinadas (paradas para ir al baño, ingerir alimentos o bebidas, etc.); sin que ello afecte a la consecución de los objetivos económicos de la empresa.

# FICHA DE SEGURIDAD DEL AMONÍACO

## 1.1. Composición. Información de los componentes.

- *Composición:* El amoníaco anhidro contiene pequeñas cantidades de agua. Normal < 1000 ppm.

- *Clasificación:* Tóxico, corrosivo y nocivo de acuerdo con la directiva 67/548/EEC y 96/54/CE.

## 1.2. Identificación del riesgo.

1.2.1. *Sobre el hombre:* El amoníaco es tóxico por inhalación, corrosivo a todas las partes del cuerpo y las salpicaduras de amoníaco líquido pueden producir severas quemaduras.

- *Contacto con la piel:* Las salpicaduras de amoníaco líquido pueden producir severas quemaduras en la piel. Los vapores, en presencia de humedad producen irritaciones en la piel.
- *Contacto con los ojos:* Las salpicaduras de amoníaco líquido pueden causar daños permanentes en los ojos, cuyos efectos pueden no ponerse de manifiesto en varios días. Los vapores pueden causar irritación y lagrimeo en los ojos y en altas concentraciones los daños pueden ser muy severos.
- *Ingestión:* Puede causar inmediatamente severa corrosión y daños en el tracto gastrointestinal.
- *Inhalación:* El olor umbral del amoníaco está entre 5 y 25 ppm. La exposición prolongada y seguida a concentraciones entre 50 y 100 ppm. pueden causar ligeras irritaciones. La irritación inmediata de ojos, nariz y garganta puede ocurrir con concentraciones de amoníaco entre 400 y 700 ppm. con síntomas de ligera irritación en el tracto superior respiratorio, persistiendo más allá del período de exposición. A altas concentraciones, alrededor de 1000 ppm., se pueden presentar severas irritaciones de ojos y tracto superior respiratorio, desarrollándose en cortos períodos de exposición. La exposición al amoníaco por encima de 2000 ppm. en cortos períodos puede producir severos daños

pulmonares y puede ser fatal. Puede presentarse edema pulmonar, pasadas las 48 horas, después de una severa exposición, que podría llegar a ser fatal. La exposición a concentraciones por encima del límite de exposición ocupacional puede conducir a deterioros permanentes respiratorios.

- Límites de efectos prolongados: No hay evidencia de efectos adversos en exposiciones por debajo de los límites.

*1.2.2. Sobre el medio ambiente:* El amoníaco es tóxico para la vida acuática.

*1.2.3. Otros:* Fuego, calentamiento y explosión. Los gases de amoníaco son inflamables pero la ignición es muy dificultosa al aire libre. En recintos cerrados las mezclas de amoníaco y aire pueden ser inflamables/explosivas. Existe peligro de reventón de tanques o depósitos cuando son calentados. Los grandes derrames de amoníaco líquido pueden producir una densa nube, disminuyendo la visibilidad.

**1.3. Primeros auxilios.**

1.3.1. *Producto:* La rapidez es esencial. Sacar a la persona afectada de la zona de exposición. Socorrer inmediatamente y obtener atención médica.

- *Contacto con la piel:* Lavar con agua en abundancia. En el caso de quemadura fría la ropa puede adherirse a la piel. Descongelar con precaución usando agua templada. Eliminar la ropa contaminada y continuar lavando las partes afectadas. Obtener inmediatamente atención médica.
- *Contacto con los ojos:* Lavar inmediatamente los ojos con solución de lavado ocular o con agua durante al menos 30 minutos. Continuar lavando hasta obtener atención médica. Mantener los párpados abiertos durante los lavados.
- *Ingestión:* No provocar el vómito. Si la persona está consciente, lavar la boca con agua y darle a beber 2 o 3 vasos de agua. Trasladar inmediatamente al hospital.

- *Inhalación:* Trasladar enseguida a la persona afectada al aire fresco. Mantener al paciente caliente y en reposo. Suministrar oxígeno si existe personal competente. Si se ha parado la respiración o muestra signos de empeoramiento, facilitarle respiración artificial. Conseguir atención médica inmediatamente.

*Otros consejos médicos:* Mantener bajo vigilancia médica, ante la posibilidad de problemas traqueales, bronquiales o edema pulmonar. Se puede presentar daño ocular progresivo.

### 1.4. Medidas de lucha contra el fuego

Los vapores de amoníaco y las gotas de líquido son difíciles de inflamar, particularmente al aire libre. En los recintos cerrados, las mezclas de amoníaco y aire entre los límites 16 y 27% podría causar una explosión si se inflama. En frío, una densa nube de amoníaco, puede empeorar la visibilidad. Procurar aislar la fuente de derrame. Usar espuma, polvo seco o $CO_2$.

Usar agua pulverizada para enfriar los recipientes y estructuras expuestas al fuego, para dispersar los vapores y proteger al personal. No proyectar agua a chorro al amoníaco líquido. Usar equipos autónomos de respiración y trajes de protección total.

### 1.5. Medidas ante un derrame accidental

Actuar con la mayor tranquilidad equipados con trajes de protección total, incluida la protección respiratoria.

Evacuar el área de escape en la dirección contraria del viento, siempre que se pueda y sea seguro. Si no, quedarse dentro, cerrar todas las ventanas y puertas y desconectar eléctricamente los ventiladores de ventilación y equipos eléctricos.

Aislar las fuentes de derrame lo más rápidamente posible por personal entrenado.

Ventilar la zona de derrame o fuga para dispersar los vapores. Retirar los focos de ignición.

Considerar el cubrir con espuma para reducir la evaporación. Contener los derrames, si es posible. Usar agua pulverizada para combatir la nube de gas. No aplicar agua directamente a los grandes derrames de amoníaco.

Tomar precauciones para evitar la contaminación de los cursos de agua y drenajes.

Informar a la autoridad correspondiente, en caso de contaminación accidental de los cursos de agua y drenajes.

**1.6. Manejo y almacenamiento.**

1.6.1. *Manejo:* Evitar el contacto con la piel y los ojos, así como la inhalación de los vapores. Proporcionar una ventilación adecuada. Controlar los niveles atmosféricos de acuerdo con los límites de exposición ocupacional. Suministrar equipos de protección total cuando exista riesgo de fuga o derrame.

1.6.2. *Almacenamiento:* Los recipientes de almacenamiento permanecerán cerrados herméticamente en áreas frescas y bien ventiladas. Evitar los focos de calor, ignición y sustancias incompatibles. No fumar en el área de almacenamiento. Los recipientes, tanques, esferas, etc., para el almacenamiento de amoníaco anhidro deberán cumplir las prescripciones de las Instrucción Técnica Complementaria MIE-APQ-004 "Almacenamiento de Amoníaco Anhidro".

**1.7. Control de la exposición. Protección personal.**

1.7.1. Límites de exposición recomendados: TLV-TWA: 25 ppm = 17 mg/$m^3$ ACGIH (Tab. 1995/96). TLV.STEL: 35 ppm = 24 mg/$m^3$ ACGIH (Tab. 1995/96).

1.7.2. Medidas de precaución y equipos mecánicos: Proveer de ventilación local asistida donde sea posible. Instalar equipos lavaojos y duchas de seguridad en cualquier lugar en donde se pueda producir contacto con los ojos y la piel.

1.7.3. Protección personal: Usar equipos de respiración portátiles, si los niveles de exposición exceden de los niveles recomendados. Llevar guantes aislantes contra

el frío de PVC, botas de goma y ropa de PVC. Utilizar gafas de seguridad químicas o pantalla de protección facial.

1.8. Estabilidad y reactividad

1.8.1. Estabilidad: Térmicamente estable bajo condiciones normales de almacenamiento. El aporte de calor puede causar la vaporización del líquido.

1.8.2. Condiciones a evitar: Daños físicos y calentamiento de los recipientes.

1.8.3. Materiales a evitar: El amoníaco reacciona violentamente con los hipocloritos, halógenos y mercurio produciendo compuestos inestables que son capaces de explotar. Ataca al cobre, aluminio, cinc, cadmio y sus aleaciones. Reacciona con el mercurio y el óxido de plata para formar compuestos que son sensibles al choque mecánico. El amoníaco gas puede reaccionar violentamente o de forma explosiva con los óxidos de nitrógeno y ácidos fuertes.

1.8.4. Reacciones peligrosas/descomposición del producto: Cuando el amoníaco está ardiendo desprende $NO_x$.

1.9. Información toxicológica

1.9.1. General: El amoníaco es tóxico por inhalación y corrosivo para todas las partes del cuerpo.

1.9.2. Datos toxicológicos:

- Contacto con la piel: El vapor, en presencia de humedad, es un gas irritante para la piel. Las salpicaduras de líquido o el chorro de vapor puede causar quemaduras por congelación o de tipo químico.
- Contacto con los ojos: Concentraciones bajas de vapor pueden causar irritación y lagrimeo de los ojos, altas concentraciones (por encima de 1000 ppm) pueden

provocar daños severos. Las salpicaduras de líquidos pueden ocasionar daños permanentes cuyo efecto total no será apreciado hasta pasado varios días.

- Inhalación: Para algunas personas el olor umbral del amoníaco se encuentra en las 5 ppm y 25 ppm. para la mayoría de la gente. La experiencia indica que entre 50 y 100 ppm. se produce irritación en la mayoría de la gente. Dependiendo de las concentraciones de vapores de amoníaco, la exposición puede causar irritación en los ojos, nariz y garganta, tos y dificultad para respirar. Exposiciones a altas concentraciones, para cortos períodos, puede resultar con severos daños pulmonares. Se puede producir edema pulmonar después de las 48 horas de una exposición severa y que podría llegar a ser mortal.
- Clasificación EEC: Tóxico (Criterio EEC para gases y vapores tóxicos: Concentración Media Letal – 4 horas de exposición: 500 a 2000 mg/m3). La exposición a concentraciones por encima de los límites de exposición ocupacional puede conducir a deteriores permanentes respiratorio.
- Ingestión: Provocará inmediatamente severa corrosión y daños en el tracto gastrointestinal.

1.9.3. Otros Datos: No se han evaluado efectos adversos por IARC desde el punto de vista carcinogénico. El amoníaco no es mutagénico según el test Ames Salmonella.

1.10. Información ecológica.

1.10.1. Movilidad: Muy soluble en agua. El ión $NH_4^+$ es absorbido por el suelo.

1.10.2. Persistencia y degradabilidad: En el suelo, el amoníaco es oxidado rápidamente por los microorganismos a ión nitrato. En el agua fresca, puede ser nitrificado por los microorganismos o absorbido sobre partículas de sedimentos y coloides. Es sustancialmente biodegradable en agua. En la atmósfera puede degradarse por fotólisis o ser neutralizado por los contaminantes ácidos del aire.

1.10.3. Bioacumulación: Bajo potencial.

1.10.4. Ecotoxicidad: El amoníaco libre (no ionizado) en las aguas superficiales es tóxico para la vida acuática, sin embargo el ión amonio, que predomina en la mayoría de las aguas, no es tóxico. En el caso de contaminación del agua por amoníaco, las sales amónicas que se pueden formar no presentan riesgos de toxicidad. Aumentando el pH por encima de 7.5 conduce a un incremento del nivel de amoníaco no ionizado.

LC50 (96 horas) (varias especies) < 1 mg/L. Varios estudios sobre preces han probado que a exposiciones repetidas producen efectos adversos, apreciando un aumento de estos efectos a concentraciones superiores a 0,0024 mg/L. EC50 (Raphia magna) (48 horas) 24.4-189 mg/L.

1.11. Consideraciones para su eliminación como residuo.

1.11.1. General: La eliminación estará de acuerdo con la legislación nacional o local. Se puede obtener información adicional del fabricante.

1.12. Información sobre el transporte.

1.12.1. Clasificación Naciones Unidas: Clase 2 Gases, división 2.3 Gas Tóxico, Nº ONU 1005.

1.12.2. Detalles: ADR/RID: Clase 2, item: 2,2º TC, etiquetas: 6.1 y 8 IMDG: Clase 2 (2.3), etiqueta 2.3 + etiqueta riesgo subsidiario 8.

1.13. Información reguladora.

1.12.1. Clasificación y etiquetado de acuerdo con la Directiva 67/548/EEC y 96/54/CE

- Clasificación: Tóxico, Corrosivo y Nocivo (peligroso para el medio ambiente).
- Símbolos de Peligro: T: Calavera y tibias cruzadas, N: Árbol seco y pez muerto.
- Frases de riesgo: R 10: Inflamable. R 23: Tóxico por inhalación. R 34: Provoca quemaduras. R 50: Muy tóxico para los organismos acuáticos.
- Consejos de seguridad: S 9: Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado. S 16: Conservar alejado de toda llama o fuentes de chispas- No fumar. S 26: En

caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase al médico. S 36/37/39: Úsense indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos y cara. S 45: En caso de accidente o malestar, acuda inmediatamente al médico (si es posible, enséñele la etiqueta). S 61: Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la Ficha de Datos de Seguridad.

1.13.2. Directivas CE:

- 96/82/CE: Control de los riesgos inherentes a los accidentes graves.
- 67/548/EEC y 96/54/CE: Clasificación, envasado y etiquetado.

1.13.3. Leyes nacionales:

- R.D. 1254/1999: Control de los riesgos inherentes a los accidentes graves.
- R.D. 145/1989: Reglamento Nacional de Admisión, Manipulación y Almacenamiento de Materias Peligrosas en los puertos.
- OM de 29 de Junio de 1987, Instrucción Técnica Complementaria MIE-APQ-004 “Almacenamiento de Amoníaco Anhidro”.
- R.D. 1078/93: Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado.
- R.D. 363/95: Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.

# CARBONATO DE CALCIO

**ICSC: 1193**

CARBONATO DE CALCIO
Sal cálcica del ácido carbónico
Calcita
$CaCO_3$
Masa molecular: 100.09

| | | |
|---|---|---|
| Nº | CAS | 471-34-1 |
| Nº | RTECS | FF9335000 |
| Nº ICSC 1193 | | |

| TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION | PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS | PREVENCION | PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS |
|---|---|---|---|
| **INCENDIO** | No combustible. | | En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores. |
| **EXPLOSION** | | | |
| | | | |
| **EXPOSICION** | | | |
| • **INHALACION** | tos, | Ventilación (no si es polvo), extracción localizada o protección respiratoria. | |
| • **PIEL** | Piel seca. | Guantes protectores. | Aclarar la piel con agua abundante o ducharse. |
| • **OJOS** | Enrojecimiento. | Gafas ajustadas de seguridad. | Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica. |
| • **INGESTION** | | | Enjuagar la boca. |

| DERRAMAS Y FUGAS | ALMACENAMIENTO | ENVASADO Y ETIQUETADO |
|---|---|---|
| Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente, eliminar el residuo con agua abundante. (Protección personal adicional: respirador de filtro P1 contra partículas inertes). | Separado de ácidos. | |

# CARBONATO DE CALCIO

**ICSC: 1193**

**DATOS IMPORTANTES**

**ESTADO FISICO; ASPECTO**
Sólido blanco en diversas formas, inodoro.

**PELIGROS FISICOS**

**PELIGROS QUIMICOS**
La sustancia se descompone al calentarla intensamente a altas temperaturas, produciendo dióxido de carbono. Reacciona con ácidos formando dióxido de carbono.

**LIMITES DE EXPOSICION**
TLV (como TWA): 10 mg/m$^3$ (polvo total que no contenga amianto y <1% de sílice cristalina) (ACGIH 1995-1996). MAK no establecido.

**VIAS DE EXPOSICION**
La sustancia se puede absorber por inhalación, por ingestión y en contacto con los ojos.

**RIESGO DE INHALACION**
La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración molesta de partículas en el aire.

**EFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION**
La sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio.

**EFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA**
(Véanse Notas).

**PROPIEDADES FISICAS**

Punto de fusión (se descompone): 825°C
Densidad relativa (agua = 1): 2.7-2.9
Solubilidad en agua: Ninguna

**DATOS AMBIENTALES**

**N O T A S**

No se han descrito efectos adversos en exposiciones prolongadas o repetitivas. Se encuentra en la naturaleza en forma de minerales de aragonita, calcita, vaterita, creta, mármol.

CENIZA DE SOSA

# CENIZA DE SOSA

Hoja de Datos de Seguridad para Materiales MSDS :
(por sus siglas en inglés)

**Producto Químico:** Ceniza de Sosa (Carbonato de sodio) NFPA: Salud = 2 Incendio = 0 Inestabilidad = 0 Especial = Ningún
HMIS: Salud = 2 Incendio = 0 Reactividad = 0 Protección Personal = Equipo suministrado por el usuario; depende de condiciones

**Número MSDS:** sodaash-0903sp
**Fecha de entrada en vigor:** 30 de septiembre de 2003
**Emitida por:** Solvay Chemicals, Inc. Regulatory Affairs Department

**Esta MSDS estará vigente por el término de tres años contados a partir de la fecha de entrada en vigor o después de que se emita la MSDS que la substituya, lo que ocurra antes.** Otras versiones o traducciones de esta MSDS podrán estar disponibles. Visitar www.solvaychemicals.us o comunicarse con Solvay Chemicals, Inc. para obtener la última versión o disponibilidad de una traducción.

Las Hojas de Datos de Seguridad para Materiales (o MSDS) contienen información específica sobre la regulación de un país; por lo tanto, las Hojas de Datos de Seguridad para Materiales proporcionadas, son para uso exclusivo de los clientes de Solvay Chemicals, Inc. en Norteamérica. Si usted se encuentra en un país que no sea ni México, ni Canadá ni los Estados Unidos de América, favor de comunicarse con la compañía del Grupo Solvay en su país para obtener la información de las Hojas de Datos de Seguridad para Materiales aplicable en su país.

## 1. Identificación del Producto y de la Compañía

| | | |
|---|---|---|
| 1.1 | **Nombre del producto:** | Ceniza de sosa |
| | **Nombre químico:** | Carbonato de sodio, anhidro |
| | **Sinónimos:** | Sal de sosa, cristales de sosa, Carbonato disódico |
| | **Fórmula química:** | $Na_2CO_3$ |
| | **Peso molecular:** | 105,99 |
| | **Número CAS:** | 497-19-8 |
| | **Número EINECS:** | 207-838-8 |
| | **Nombres comerciales/ Calidades:** | Carbonato de sodio denso; carbonato de sodio de grado químico |
| 1.2 | **Uso del producto:** | Industria de vidrio, intermediarios químicos, la metalurgia, jabones y detergentes, pasta de papel y papel, emisiones gaseosas de chimenea, tratamiento de carbón, intercambio de iones |
| 1.3 | **Proveedor:** | Solvay Chemicals, Inc. PO BOX 27328 Houston, TX 77227-7328<br>3333 Richmond Ave. Houston, Texas 77098 |

**1.4 Número de Teléfono - Emergencias**
**Emergencias (EE.UU.):** 1-800-424-9300 (CHEMTREC®)
**Emergencias (INTERNACIONAL/MARÍTIMO):** 1-703-527-3887 (CHEMTREC®)
**Emergencias (CANADÁ):** 1-613-996-6666 (CANUTEC)
**Emergencias (MÉXICO-SETIQ):** 01-800-00-214-00(República Mexicana)
525-559-1588 (México, D.F. y la región metropolitana)

Responsible Care®
Good Chemistry at Work



MSDS No. sodaash-0903sp Revisado 30-09-03
Todos derechos reservados © 2003
Solvay Chemicals, Inc.
www.solvaychemicals.us 1.800.765.8292

Solvay Chemicals
Interox, Fluorides & Minerals

SOLVAY

## 2. Composición/Información sobre Ingredientes

| INGREDIENTES | FÓRMULA | PORCENTAJE POR PESO | NÚMERO CAS |
|---|---|---|---|
| Carbonato de sodio | $Na_2CO_3$ | 99,8 | 497-19-8 |

## 3. Identificación de Peligros

**Información general sobre emergencias:** Irritante para las membranas mucosas y los ojos.

3.1 **Vía de entrada:** **Inhalación:** Sí **Piel:** No **Ingestión:** No

3.2 **Efectos potenciales de la exposición:** Irritante para las membranas mucosas y los ojos.

**Inhalación:** Puede ser irritante para las membranas mucosas y los ojos.

**Ojos:** Irritación severa de los ojos, lagrimeo, enrojecimiento de los ojos y hinchazón de los párpados. Riesgo de lesiones oculares graves o permanentes.

**Contacto con la piel:** Puede causar irritación de la piel, manifestándose mediante inflamación e hinchazón. Bajo condiciones de humedad o de sudoración, la irritación podrá agravarse provocando picazón. Puede causar la piel cuarteada y seca.

**Ingestión:** Puede causar irritación severa y riesgo de quemaduras a la boca, a la garganta, al esófago y al estómago. La ingestión en grandes dosis puede causar la náusea y vómitos (sangrientos), calambres abdominales y diarrea (sangrienta).

**Designación como carcinógeno:** Véase la sección 11.3.

## 4. Medidas para Primeros Auxilios

**Recomendaciones generales:** Las personas con lesiones cutáneas existentes pueden experimentar irritación agravada de la piel. El respirar el polvo puede agravar el asma u otras enfermedades pulmonares crónicas.

4.1 **Inhalación:** Retire al paciente de la zona polvorienta y hágalo sonarse la nariz. Si el paciente ha dejado de respirar o tiene dificultad en respirar, administre respiración artificial. Si existe la irritación, obtenga asistencia médica.

**Ojos:**

- En caso de que la solución concentrada salpique en los ojos y en la cara, trate primero los ojos, y después aplique primeros auxilios tal y como se define más adelante en la sección "Piel".
- DE INMEDIATO: Enjuague los ojos con agua corriente durante 15 minutos, manteniendo los párpados bien abiertos para eliminar el producto. Resguarde los ojos de la luz fuerte. En todos los casos, consulte con un médico u oftalmólogo. Lleve al paciente a una institución o consultorio médico.

**Piel:** Quite los zapatos y la ropa contaminados, bajo una ducha si necesario. Limpie la piel afectada con agua tibia. Seque la piel cuidadosamente. Si persiste el dolor o la inflamación, obtenga asistencia médica. Proporcione ropa limpia.

**Ingestión:** OBTENGA ASISTENCIA MEDICA.

**Si la persona está completamente consciente:**
- No induzca al vómito.
- Quite de la boca del paciente cualquier evidencia o residuos de la sustancia.
- Déle de beber 8 - 12 onzas de agua.

**Si la persona está inconsciente:** NUNCA ADMINISTRE NADA A UNA PERSONA INCONSCIENTE POR LA BOCA.

4.2 **Tratamiento médico / Notas al doctor:** Ningún.

**Inhalación:** No aplica.

**Ojos:** No aplica.

**Piel:** No aplica.

**Ingestión:** No aplica.

## 5. Medidas para Combatir Incendios

5.1 **Punto de ignición:** No inflamable.

5.2 **Temperatura de auto-ignición:** No aplica.

5.3 **Límites de inflamabilidad:** No aplican.

5.4 **Peligros inusuales de fuego y explosión:** Ningún.

5.5 **Métodos comunes de extinción:** En caso de incendio en la proximidad cercana, todos los medios de extinción son aceptables.

**Métodos incorrectos de extinción:** No aplica.

5.6 **Procedimientos contra incendios:** No aplica.

**Peligros específicos:** No aplica.

**Medidas de protección en caso de intervención:** No aplica.

**Otras precauciones:** Ninguna.

## 6. Medidas En Caso De Fugas Accidentales

6.1 **Precauciones:** Evite el polvo en exceso.

6.2 **Métodos de limpieza:** Recoja el producto no contaminado y recíclelo en el proceso. Coloque el producto contaminado en un contenedor cerrado, etiquetado y compatible con el producto.

6.3 **Precauciones para la protección del medio ambiente:**
- Enjuague con agua el área afectada.
- No vierta en el drenaje.
- No permita que el producto entre en la alcantarilla o vías fluviales.
- Elimine los residuos conforme a las leyes y regulaciones federales, estatales, y locales del medio ambiente correspondientes.

## 7. Manejo y Almacenamiento

**7.1 Manejo:**

- Evite el contacto prolongado o repetido con la piel o los ojos.
- Cuando maneje este producto, no use lentes de contacto sin protección ocular apropiada
- Evite la respiración prolongada o repetida de polvos.
- Utilice una aspiradora o trapeador mojado para limpiar el polvo.

**7.2 Almacenamiento:**

- Guárdelo en un recipiente cerrado, correctamente etiquetado en un área seca lejos de ácidos.
- Resguarde de daños físicos.

**7.3 Usos específicos:** Véase la sección 1.2.

**7.4 Otras precauciones:** Ninguna.

**7.5 Empaque:** Vagón o camión a granel; Papel + PE; materia plástica tejida + recubrimiento de PE; Materia plástica tejida + PE.

## 8. Controles de Exposición/Protección Personal

**8.1 Límites de exposición:**

| Límites de exposición autorizadas | TLV® ACGIH®-USA (2002) | OSHA PEL | NIOSH REL (1994) |
|---|---|---|---|
| Carbonato de sodio | | Polvo molesto 5 mg/m³ (Fracción respirable) 15 mg/m³ (Polvo total) | |

ACGIH® y TLV® son marcas registradas de la Conferencia Americana de la Industria Gubernamental de Higiene (American Conference of Governmental Industrial Hygienists).
TWA - Time-Weighted Average (Tiempo de peso promedio).
PEL - Permissible Exposure Limit (Límite de exposición permisible).

**8.2 Controles de exposición:** Véase lo siguiente.

**8.2.1 Controles de exposición en el trabajo:** Véase lo siguiente.

**8.2.1.1 Ventilación:** En los sitios donde existe la posibilidad de generar niveles de polvo que excedan los límites de exposición, se debe proporcionar ventilación.

**8.2.1.2 Protección respiratoria:** En caso de emisiones de polvo considerables o accidentales, se debe utilizar un aparato de respiración aprobado por NIOSH/MSHA.

**8.2.1.3 Protección de las manos:** Guantes de algodón.

**8.2.1.4 Protección de los ojos:** En caso de niveles de polvo significantes, utilice gafas protectoras a prueba de polvo.

**8.3 Otras precauciones:**

- Lleve ropa protectora resistente a sustancia química en los lugares polvorientos.
- Una regadera de seguridad y estaciones de lavaojos deben estar cercanas y listas para su uso.
- Aplique prácticas de higiene estrictas cuando maneje este producto incluyendo el cambiarse la ropa de trabajo al finalizar la jornada.
- No fume, coma y beba en áreas donde se maneje este material.

## 9. Propiedades Físicas y Químicas

9.1 **Aspecto:** Sólido granular.
**Color:** Blanco.
**Olor:** Ligeramente acre.

9.2 **Información importante de la Salud, de la Seguridad y del Medio Ambiente :**
**pH:** 11,6 (solución al 1%).

**Cambio de estado:**
Punto de fusión: 851°C (1564°F).
Punto de ebullición: No aplica.
Temperatura de descomposición: Desde 400°C (752°F).

**Punto de ignición:** No aplica.

**Inflamabilidad (sólido, gas):** No aplica.

**Propiedades explosivas:** No aplican.

**Propiedades de oxidación:** Ninguna; materia ligeramente corrosiva.

**Presión de vapor:** No aplica.

**Densidad relativa:** Gravedad específica ($H_2O$=1): 2,533 @ 25°C (77°F).

**Solubilidad:**
**Agua:** 33% máximo por peso en agua.
**Grasa:** No aplica.

**Coeficiente de repartición:** Log Po/a: No aplica.
P (n-octanol/agua)

**Viscosidad:** No aplica.

**Densidad de vapor (aire =1):** No aplica.

**Tasa de evaporación:** No aplica.

9.3 **Otra información:** Densidad aparente: 62,0 libras por pie cúbico (1000 kg/m³).

**Tensión superficial:** No aplica.

## 10. Estabilidad y Reactividad

**Estabilidad:** Estable a temperatura ambiente y presión atmósfera.

10.1 **Condiciones que se deben evitar:**
- Higroscópico; mantenga lejos de humedad.
- El mezclar el carbonato de sodio con ácidos puede provocar una evolución de $CO_2$ y las salpicaduras severas.

**10.2 Materiales y sustancias que se deben evitar:**

- Reacciona con ácidos fuertes.
- Bajo ciertas condiciones, puede reaccionar con Al, $P_2O_5$, $F_2$, Li y 2,4,6-trinitrotolueno.
- Reacciona con los ácidos y libera grandes cantidades de $CO_2$ gaseoso y calor.
- La ceniza de sosa y polvo de cal, en presencia de la humedad, pueden formar sosa cáustica, la cual puede causar quemaduras.

**10.3 Productos de descomposición peligrosa:** El dióxido de carbono ($CO_2$) se emite en altas temperaturas (1000°C, 1832°F) o al mezclar con ácidos.

**10.4 Polimerización peligrosa:** No aplica.

**10.5 Otra información:** Ninguna.

## 11. Información Toxicológica

**11.1 Toxicidad Aguda:**

**Inhalación:** $LC_{50}$, 2 horas, rata, 2,3 mg/l.

**Oral:** $LD_{50}$, rata, > 2.000 mg/kg.

**Dérmica:** $LD_{50}$, conejo, > 2.000 mg/kg.

**Irritación:** Conejo, no irritante (piel). Conejo, irritante (ojos).

**Sensibilización:** No aplica.

**11.2 Toxicidad crónica:** No aplica.

**11.3 Designación como carcinógeno:** Inhalación, rata, Órgano blanco: pulmones, 0,07 mg/l, efecto observado. En Vitro, ningún efecto mutagénico. Vía oral (cebadura), especies variadas, 179 mg/kg, 10 días, ningún efecto teratogénico.

**11.4 Comentarios:** Ninguna.

## 12. Información Ecológica

**12.1 Ecotoxicidad aguda:**

- Crustáceos, Dafnia magna, $EC_{50}$, 48 horas, 265 mg/l.
- Peces, Lepomis macrochirus, $LC_{50}$, 96 horas,300 mg/l.
- Algas, Nitszcheria linearis, $EC_{50}$, 5 días, 242 mg/l.

**12.2 Ecotoxicidad crónica:** Fitoplancton, EC, biomasa , 7 días, 14 mg/L.

**12.3 Movilidad:** Movilidad y solubilidad considerables.

**12.4 Degradación:**
**Abiótica:**

- Agua, hidrólisis. Productos de degradación: carbonato (pH.10)/bicarbonato (pH 6-10)/ácido carbónico/bióxido de carbono (pH<6).
- Suelo-resultado: No aplica (compuesto inorgánico).

**Biótica:** No aplica (compuesto inorgánico).

**12.5 Potencial de bioacumulación:** Log Po/a: Resultado- No aplica (compuesto inorgánico).

**12.6 Otros efectos adversos /Comentarios:** Efectos observados se relacionan con las propiedades alcalinas del producto. El producto no presenta peligros ambientales significantes.

## 13. Consideraciones para la Eliminación

**13.1 Tratamiento de desechos:** El Carbonato de sodio no se encuentra registrado como residuo peligroso bajo 40 CFR 261. Sin embargo, las regulaciones estatales y locales para el desecho de residuos pueden ser más restrictivas. El producto derramado debe eliminarse en una instalación de eliminación aprobada por el EPA (Environmental Protection Agency - Agencia de Protección al Medio Ambiente de EE.UU.) conforme a las leyes y regulaciones ambientales correspondientes.

**13.2 Tratamiento de empaque:**

- Utilice los contenedores reservados al producto.
- Enjuague los contenedores vacíos y trate el efluente tal como los desechos.
- Consulte con los reglamentos federales, estatales y locales vigentes en cuanto a la disposición apropiada de los contenedores vacíos.

**13.3 Número de Desecho RCRA:** No registrado.

## 14. Información sobre Transporte

| Modo | DOT | IMDG | IATA |
|---|---|---|---|
| Número UN | No regulada como materia peligrosa. | No regulada como materia peligrosa. | No regulada como materia peligrosa. |
| Clase (Subsidiaria) | | | |
| Nombre correcto de embarque | | | |
| Etiqueta de peligro(Subsidiaria) | | | |
| Contaminador Acuático | | | |
| Letrero [Subsidiario] | | | |
| Grupo de empaque | | | |
| Cantidad reportable | | | |
| MFAG | | | |
| Información de emergencia | ERG: | EmS: | Código ERG: |
| STCC # | 28-123-22 | | |
| Otro | Se recomienda que la guía ERG no. 111 sea utilizada para todos los materiales no regulados por DOT. | | |

## 15. Información Reglamentaria

**Reglamentos federales (EE-UU)**

**Inventario TSCA (*Toxic Substance Control Act* - Ley para el Control de las Substancias Tóxicas) 8(b):** Sí.

**SARA Title III Sec. 302/303 (Superfund Amendments and Reauthorization Act of 1986 - Ley de 1986 del Fondo Sobre Enmiendas y Reautorizaciones) (40 CFR 355)**
**Sustancia extremadamente peligrosa:** No.

**SARA Title III Sec. 311/312 (40 CFR 370):**
Categoría de peligro: Nocivo a la salud aguda y crónica.
Cantidad de planeamiento de umbral: 10.000 libras.

**SARA Title III Sec. 313 Informe de emisiones de químicos tóxicos: (Derecho a saber de la comunidad) (40 CFR 372):** No.

**Sustancia peligrosa de CERCLA (40 CFR Part 302) (*Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act* - Ley Sobre la Respuesta Global del Medio Ambiente; Compensación y Responsabilidad Civil):**
Sustancia clasificada: No.

**Otra información:**

**Lista de componentes del Estado:** Ningún identificado.

**Reglamentos federales (Canadá)**

**Lista canadiense de sustancias domésticas NDSL/DSL:** DSL.

**Clasificación WHMIS (Workplace Hazardous Information System - Sistema de información sobre materiales peligrosos en el Trabajo):** D-2-B. Material que causa otros efectos tóxicos.

Este producto ha sido clasificado conforme a los criterios de riesgo del CPR **(Controlled Products Regulation - Reglamentos de los productos controlados),** y la Hoja de Datos de Seguridad para Materiales contiene toda la información requerida por el **CPR.**

**Etiqueta conforme al Directivo 1999/45/CE.**

| | | |
|---|---|---|
| Categoría | Rubro | Frase |
| Símbolos | Xi | Irritante. |
| Frases R | 36 | Irritante para los ojos. |
| Frases S | (2) | Mantenga fuera del alcance de los niños. |
| | 22 | No respire el polvo. |
| | 26 | En caso del contacto con los ojos, enjuague con grandes cantidades de agua de inmediato y obtenga asistencia médica. |

La etiqueta "Peligroso para el medio ambiente" . No peligroso.
Clasificación temporal de WG de EU-DGXI-4-1/3-98.

## 16. Otra información

**16.1 Grados:**

**NFPA (*NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION* - Asociación Nacional para Protección Contra Incendios)**

Salud = 2 Inflamabilidad = 0 Inestabilidad = 0 Especial = Ningún

**HMIS (*HAZARDOUS MATERIAL INFORMATION SYSTEM* - Sistema de Información sobre materiales peligrosos)**

Salud = 2 Incendio = 0 Reactividad = 0 PPE* = Suministrado por el usuario; según las condiciones locales

* Equipaje de protección personal

**16.2 Otra información:**

La siguiente información se basa en nuestros conocimientos y experiencia actuales sobre nuestro producto y no es exhaustiva. Se aplica sólo al producto que se define en las especificaciones. En caso de tratarse de combinaciones o mezclas, se deberá cerciorar de que no existe la posibilidad de que puedan ocurrir eventos peligrosos. En cualquier caso, el usuario no está exento de observar y cumplir con todos los procedimientos legales, administrativos y reglamentarios relacionados con el producto, la higiene personal y la integridad del ambiente de trabajo. (Salvo que se indique lo contrario, la información técnica se aplica sólo al producto puro).

En nuestro conocimiento actual, la información contenida aquí es exacta a partir de la fecha de entrada en vigor de este documento. Sin embargo, ni Solvay Chemicals, Inc. ni ninguna de sus afiliadas, garantiza, expresa o implícitamente, ni acepta responsabilidad alguna en relación con esta información o su uso. Esta información es para ser usada por personas técnicamente capacitadas bajo su propio criterio y riesgo y no se relaciona con el uso de este producto en combinación con ninguna otra sustancia o cualquier otro proceso. Esto no es una licencia bajo ninguna patente u otro derecho marcario. El usuario debe determinar, en última instancia, la conveniencia de cualquier información o material para cualquier uso contemplado, la manera de uso y si se infringe alguna patente.

No obstante la información proporcionada anteriormente, ni Solvay Chemicals, Inc., ni ninguna de sus empresas matrices o afiliadas, garantiza en forma alguna, expresa o implícita, o acepta responsabilidad en relación con esta información o el uso de la misma. Esta información es para ser usada por personas técnicamente competentes y capacitadas, y queda expresamente estipulado que dichas personas la utilizarán bajo su propia discreción y riesgo. Adicionalmente, en ningún caso Solvay Chemicals, Inc. tendrá responsabilidad u obligación alguna respecto a cualquier daño indirecto, especial, consecuencial, incidental o punitivo ocasionado por la información contenida en el presente documento, así como tampoco por el uso indebido o incorrecto que se haga de dicha información. Solvay Chemicals, Inc. no será responsable, bajo ninguna circunstancia, del incumplimiento o inobservancia de las disposiciones legales o normativas de la República Mexicana relacionadas con el debido uso, manejo, transporte, almacenamiento y/o desecho de productos o residuos peligrosos por parte del lector, cliente o por aquella(s) persona(s) que haga(n) uso del presente documento. En el caso de la República Mexicana, el uso, manejo, transporte, almacenamiento y/o desecho de ciertos productos o residuos peligrosos deben cumplir con lo dispuesto por la legislación de la materia vigente, así como por las Normas Oficiales Mexicanas que resulten aplicables a cada caso concreto. Solvay Chemicals, Inc. no será responsable en caso de inobservancia o incumplimiento por parte del cliente o del usuario de este documento, de aquellas disposiciones legales o administrativas aplicables.

Las marcas registradas y/u otros productos de Solvay Chemicals aquí citados son marcas de fábrica o marcas registradas de Solvay Chemicals, Inc., o sus subsidiarias, salvo que se indique lo contrario.

**16.3 Reemplaza la edición:** Solvay Minerals MSDS 0002 del 07 de julio de 2003.
**Propósito de la revisión:** cambio del razón social y del formato MSDS.

MSDS No. sodaash-0903sp Revisado 30-09-03
Todos derechos reservados © 2003
Solvay Chemicals, Inc.
www.solvaychemicals.us 1.800.765.8292

# HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE LOS MATERIALES

## Coque Calcinado

## 1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA COMPAÑÍA

| | |
|---|---|
| **Nombre del Producto:** | Coque Calcinado |
| **Código del Producto:** | Múltiple |
| **Código Sap:** | Códigos MAS: 8910 / 8911 / 8912 / 8913 / 8921 / 8922 / 8930 / 8931 / 8932 / 8951 |
| **Sinónimos:** | Conoco MSDS # COKC0010<br>BP - Base Premium<br>CCC Hi-D Coque Calcinado, ROK<br>CCC MD Coque Calcinado, ROK<br>Ánodo Calcinado<br>FINOS - Finos de Coque<br>HSR - Recarburante con alto contenido de azufre<br>ISR - Recarburante con contenido intermedio de azufre<br>LIP - Premium Intermedio<br>LNP - Premium Normal<br>LSR - Recarburante con bajo contenido de azufre<br>LXP - X Coque<br>MSR- Recarburante con contenido medio de azufre<br>NSR - Recarburante con contenido normal de azufre<br>Coque Aguzado<br>PMRC Coque, Grumos, o Finos |
| **Familia Química:** | Carbono |
| **División Responsable:** | ConocoPhillips<br>P.O. Box 2197 Houston, TX<br>77252 |

**Si necesita MSDS adicionales comuníquese al** 800-762-0942

**Información Técnica:** 918-661-1672

## RESEÑA DE EMERGENCIAS

**Teléfonos de Emergencias las 24 horas:**
Derrames, Pérdidas, Incendios o Accidentes
Llamar a CHEMTREC
América del Norte: (800)424-9300
Otros: (703) 527-3887 (cobro revertido)

Sistema de Control de Sustancias Tóxicas de California: (800) 356-3129

**Riesgos para la Salud/Medidas de Precaución:** Evite el contacto con los ojos. Lávese bien después de manipular el producto.

**Riesgos Físicos/Medidas de Precaución:** Ninguno conocido

**Apariencia:** Gris acero con partículas y/o grumos negros

**Características Físicas:** Sólido
**Olor:** Ninguno

**Clasificación de Riesgo de la NFPA:**

Salud: 0 (Mínimo)
Flamabilidad: 0 (Mínimo)
Reactividad: 0 (Mínimo)

**Clasificación de Riesgo de la HMIS**

Salud: 0 (Mínimo)
Flamabilidad: 0 (Mínimo)
Riesgos Físicos: 0 (Mínimo)

## 2. COMPOSICIÓN/ INFORMACIÓN DE COMPONENTES

| COMPONENTES PELIGROSOS | % PESO | PAUTAS DE EXPOSICIÓN | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Límites | Agencia | Tipo |
| Coque Calcinado<br>CAS# 64743-05-1 | 100 | (Ver: Polvo Molesto, si se genera) | | |

| REFERENCIA | PAUTAS DE EXPOSICIÓN | | |
|---|---|---|---|
| | Límites | Agencia | Tipo |
| Polvo Molesto, si se genera<br>CAS#: No: Ninguno | 10 mg/m$^3$ | ACGIH | TWA-Tot. |
| | 3 mg/m$^3$ | ACGIH | TWA-Resp. |
| | 15 mg/m$^3$ | OSHA | TWA-Tot. |
| | 5 mg/m$^3$ | OSHA | TWA-Resp. |

Nota: Los organismos o grupos de asesoramiento locales, estaduales u otros organismos o grupos de asesoramiento pueden establecer límites más estrictos.
Para mayor información consulte a un higienista industrial u otro profesional similar, o a sus organismos locales.

1%=10.000 PPM.

Todos los componentes están enumerados en el inventario TSCA.

## 3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

**Efectos Potenciales sobre la Salud:**

**Contacto con los ojos:** El polvo puede ser abrasivo e irritante para los ojos y puede causar picazón, lagrimeo y enrojecimiento.

**Contacto con la Piel:** El polvo, grageas o gránulos pueden ser abrasivos y levemente irritantes para la piel. No se espera que existan efectos nocivos de la absorción por piel.

**Inhalación (Respiración):** Bajo grado de toxicidad por inhalación.

**Ingestión (Consumo):** No se esperan efectos nocivos por ingestión.

**Signos y Síntomas:**

Sobre exposiciones repetidas al polvo pueden causar irritación de las vías respiratorias, neumoconiosis (pulmones congestionados a causa del polvo), neumonitis (inflamación de los

pulmones, tos, y dificultad para respirar.

**Información Carcinogénica:** No se dispone de datos adecuados para evaluar el riesgo carcinogénico de este material.

**Órganos:** No se dispone de datos adecuados para este material.

**Acerca del desarrollo:** No se dispone de datos para este material.

**Condiciones Médicas Pre-existentes:** Las condiciones agravadas por la exposición pueden incluir problemas de piel y problemas respiratorios (similares al asma).

## 4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

**Contacto con los ojos:** Si aparece irritación o enrojecimiento, coloque a la víctima al aire fresco y lejos de la fuente de exposición. Lave los ojos con abundante agua. Si los síntomas persisten obtenga atención médica.

**Contacto con la Piel:** Por lo general no se requieren primeros auxilios. No obstante, es conveniente enjuagar bien si algún químico toma contacto con la piel.

**Inhalación (Respiración):** Por lo general no se requieren primeros auxilios. Si aparecen dificultades respiratorias, coloque a la víctima al aire fresco y lejos de la fuente de exposición. Obtenga atención médica de inmediato.

**Ingestión (Consumo):** Por lo general no se requieren primeros auxilios; no obstante, si existe ingestión y aparecen síntomas, obtenga atención médica.

## 5. MEDIDAS PARA COMBATIR INCENDIOS

**Propiedades de Inflamación:**
Punto de Combustión: No Aplicable
Clasificación de Inflamabilidad de OSHA: No Aplicable
LEL/UEL%: No Aplicable
Temperatura de Autocombustión: No
Índice de Combustión (sólidos): Sin información

**Riesgos inusuales de incendio y Explosión:** No se esperan riesgos inusuales de incendio y explosión.

**Medios de extinción:** Utilice un agente de extinción adecuado para el tipo de fuego.

**Medidas para combatir incendios:** Para incendios que hayan pasado la etapa inicial, las personas que actúen frente a la emergencia en el área inmediata de riesgo deben llevar trajes anti-flama. Cuando se desconoce el riesgo químico potencial, en un espacio cerrado o reducido, o cuando el DOT (Departamento de Transporte) así lo requiera explícitamente, debe llevarse un equipo de respiración autónomo. Además, lleve todo el equipo protector adecuado según las circunstancias (ver Sección 8).

Aislar el área de riesgo inmediata, mantener al personal no autorizado fuera de la misma. Detenga el derrame si esto puede hacerse con un riesgo mínimo. Mueva los contenedores que no hayan sido dañados lejos del área de riesgo inmediata si esto puede hacerse con un riesgo mínimo.

Enfríe el equipamiento que haya sido expuesto al fuego con agua, si esto puede realizarse con un riesgo mínimo.

## 6. MEDIDAS CONTRA ESCAPES ACCIDENTALES

Manténgase en dirección contraria al viento y lejos del derrame. Avise a las personas que se encuentran en dirección favorable al viento cerca del derrame/escape, aísle el área de riesgo inmediata y mantenga al personal no autorizado lejos. Detenga el derrame si esto puede hacerse con un riesgo mínimo. Lleve todo el equipo protector adecuado, incluyendo protección respiratoria, según las circunstancias (ver Sección 8).

Evite que el material derramado entre en alcantarillas, desagües pluviales y otros sistemas de drenaje no autorizados, además de los cursos naturales de agua. Avise a las autoridades federales, estaduales y organismos locales adecuados. Minimice la generación de polvo. Bárralo y guárdelo para desecharlo apropiadamente.

## 7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

**Manipulación:** Se aconseja el uso de protección respiratoria adecuada cuando las concentraciones excedan cualquier límite de exposición establecido (Ver Secciones 2 y 8).

No lleve ropa o calzado contaminados. Tenga buenas prácticas de higiene personal.

**Almacenamiento:** Utilice y almacene este material en áreas frescas, secas y bien ventiladas, lejos del calor y todas las fuentes de combustión. Manténgalo lejos de cualquier material incompatible (ver Sección 10).

## 8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

**Controles de ingeniería:** Si las prácticas actuales de ventilación no son adecuadas para mantener las concentraciones en el aire por debajo de los límites de exposición establecidos (ver Sección 2), se requerirán controles adicionales de ingeniería.

**Equipo de Protección Personal (EPP):**

**Respiratorio:** Cuando se espere que las concentraciones en el aire excedan los límites de exposición (ver Sección 2) podrá utilizarse un respirador purificador de aire certificado por NIOSH con un filtro de partículas Tipo 95 (R o P).

La protección que proveen los respiradores purificadores de aire es limitada (ver la guía de selección de respirador del fabricante). Utilice un equipo de respiración autónomo (SCBA, en inglés) aprobado por el NIOSH o aparato equivalente que opere por demanda de presión u otro modo de presión positiva si existe la posibilidad de un escape no controlado, no se conocen los niveles de exposición o si existen otras circunstancias en donde los respiradores purificadores de aire no proveen protección adecuada. Debe seguirse un programa de protección respiratoria que cumpla con la norma 29 CFR 1910.134 de OSHA y con los requerimientos Z88.2 de ANSI cada vez que las condiciones del lugar de trabajo requieran el uso de un respirador.

**Contacto con la piel:** No se requiere de acuerdo con los riesgos del

material. No obstante, es conveniente utilizar guantes al manipular productos químicos.

**Contacto con los ojos/rostro:** Se recomienda el uso de protección ocular para evitar el potencial contacto con los ojos, irritación y lesiones. Dependiendo de las condiciones de uso, puede ser necesario el uso de una máscara protectora.

**Otro equipo de protección:** Debe disponerse de una fuente de agua limpia para lavar los ojos y la piel en el área de trabajo. Debe llevarse ropa impermeable según sea necesario.

Las sugerencias en el uso de materiales de protección específicos se basan en material publicado disponible. Los usuarios deben controlar con los fabricantes específicos para confirmar el rendimiento de sus productos.

## 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Nota: Salvo estipulación contraria, los valores se determinan a 20ºC (68ºF) y 760 mm Hg (1 atm).
Índice de Combustión (sólidos únicamente): Sin información
Apariencia: Gris acero con partículas y/o grumos negros
Características Físicas: Sólido
Olor: Ninguno
Presión de Vapor (mm Hg): No Aplicable
Densidad del Vapor (aire = 1): No Aplicable
Punto/Rango de Ebullición: No Aplicable
Punto de Congelamiento/Derretimiento: Sin información
Solubilidad en Agua: 0%
Gravedad Específica: 2 Típica
Porcentaje de Volatilidad: Insignificante
Densidad en masa: 45-55 lb/ft3
Tamaño de Partícula: 2 x 0 pulgadas
Punto de Combustión: No Aplicable
Límites de Inflamación/Explosión (%): No Aplicable

## 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

**Estabilidad:** Es estable en condiciones de ambiente normales y en condiciones de almacenamiento y manipulación con temperatura y presión conocidas.
**Condiciones a evitar:** Ninguna conocida
**Materiales a evitar (Materiales Incompatibles):** Evite el contacto con agentes oxidantes fuertes.
**Productos de descomposición peligrosos:** La combustión de materiales orgánicos produce dióxido de carbono y posiblemente monóxido de carbono, óxidos de vanadio y níquel y dióxido de azufre.
**Polimerización peligrosa:** No tendrá ocurrencia.

## 11. INFORMACIÓN DE TOXICOLOGÍA

Coque Calcinado (CAS# 64743-05-1)

**Carcinogenicidad:** Estudios de pintado en piel de por vida en ratones a los cuáles se les aplicó coque de petróleo en una solución de aceite mineral al 25% fueron negativos.

**Órganos:** La exposición repetida de ratas a 10 a 30 mg/m3 de polvo de coque de petróleo durante dos años dio como resultado síntomas de lesiones pulmonares incluyendo fibrosis (lesiones del tejido pulmonar). Exposiciones similares en monos no tuvieron como resultado efectos pulmonares significativos.

## 12. INFORMACIÓN ACERCA DEL MEDIO AMBIENTE

No se ha evaluado en esta etapa.

## 13. PAUTAS DE ELIMINACIÓN

Este material, si se desecha tal como se produce, no se encuentra listado como RCRA o desecho "característico" peligroso. El uso que tenga como resultado cambios químicos o físicos o contaminación podrá estar sujeto a regulaciones como desecho peligroso. Además de identificar adecuadamente todos los materiales de desecho, consulte las regulaciones estaduales y locales relativas a la manera correcta de desechar este material.

## 14. INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

**Descripción DOT de envío:** No clasificado como peligroso.

## 15. INFORMACIÓN REGULATORIA

**EPA SARA 311/312 (Título III Categorías Peligrosas):**

| | |
|---|---|
| **Efectos agudos sobre la salud:** | No |
| **Efectos crónicos sobre la salud:** | No |
| **Riesgo de incendio:** | No |
| **Riesgo de presión:** | No |
| **Riesgo de reactividad:** | No |

**SARA 313 y 40 CFR 372:**
Este material contiene los siguientes productos químicos sujetos a los requisitos de informe de SARA 313 y 40 CFR 372.

--Ninguno--

**Proposición 65 de California:**

**Advertencia:** Este material contiene los siguientes productos químicos que el Estado de California reconoce como causantes de cáncer, defectos congénitos u otros daños reproductivos y están sujetos a los requisitos de la Proposición 65 de California (Código de Salud y Seguridad de CA Sección 25249.5):

| Componente | Efecto |
|---|---|
| Cromo (Componentes Hexavalentes) | Cáncer |
| Níquel y Otros Componentes de Níquel | Cáncer |

**Identificación Carcinogénica:**
Este material no ha sido identificado como carcinogénico por NTP, FARC u OSHA.

**Cantidad que debe informase según EPA (CERCLA):**
--Ninguna--

**Canadá - Lista de Sustancias Nacionales:** Listado
**Clasificación WHMIS:**
No reglamentada
Este producto ha sido clasificado de acuerdo con l criterio de riesgo de las Regulaciones de Productos Controlados (CPR, por sus siglas en inglés) y la MSDS contiene toda la información requerida por las CPR.

## 16. OTRA INFORMACIÓN

**Fecha de Emisión: 10/29/04**
**Fecha de Emisión Anterior: 01/01/02**
**Código del Producto: Múltiple**
**Secciones Revisadas: 1, 2, 3, 8, 14, 16**
**Código Anterior del Producto: Múltiple**
**Número de MSDS: 724120**
**Estado: Final**

### Declaración de Garantías Expresas e implícitas:

La información presentada en esta Hoja de Datos de Seguridad de los Materiales se basa en datos que se suponen precisos a la fecha de confección de la presente Hoja de Datos de Seguridad de los Materiales. **NO OBSTANTE, NO SE EXPRESA NINGUNA GARANTÍA DE COMERCIALIZACIÓN, APTITUD PARA UN FIN DETERMINADO, NI SE OTORGA NINGUNA OTRA GARANTÍA DE MANERA EXPRESA O IMPLÍCITA RELACIONADA CON LA PRECISIÓN O TOTALIDAD DE LA INFORMACIÓN PROVISTA ANTERIORMENTE, LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL USO DE ESTA INFORMACIÓN DEL PRODUCTO, LA SEGURIDAD DEL PRODUCTO, O LOS RIESGOS RELACIONADOS CON SU USO.** No se asumirá ningún tipo de responsabilidad por cualquier daño o lesión que resulte de un uso inapropiado o por incumpliendo de las prácticas recomendadas. La información provista anteriormente, y el producto, se proporcionan con la condición que la persona que los recibe determine por si misma la aptitud del producto para su fin particular y con la condición que asuma el riesgo de utilizarlo. Además, no se proporciona de manera expresa o implícita ninguna autorización para realizar cualquier invención patentada sin una licencia.

# HIDROXIDO AMONICO (disolución 10-35%)

**ICSC: 0215**

HIDROXIDO AMONICO (disolución 10-35%)
Hidrato amónico (disolución 10-35%)
Agua amoniacal (disolución 10-35%)
$NH_4OH$
Masa molecular: 35.1

Nº CAS 1336-21-6
Nº RTECS BQ9625000
Nº ICSC 0215
Nº NU 2672
Nº CE 007-001-01-2

| TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION | PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS | PREVENCION | PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS |
|---|---|---|---|
| **INCENDIO** | No combustible. | | En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores. |
| **EXPLOSION** | (Véanse Notas). | | En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua. |
| | | | |
| **EXPOSICION** | | ¡HIGIENE ESTRICTA! | ¡CONSULTAR AL MEDICO EN TODOS LOS CASOS! |
| • **INHALACION** | Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria, jadeo, dolor de garganta. | Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria. Mantener los recipientes bien cerrados. | Aire limpio, reposo, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica. |
| • **PIEL** | Enrojecimiento, quemaduras cutáneas graves, dolor, ampollas. | Guantes protectores y traje de protección. | Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse y proporcionar asistencia médica. |
| • **OJOS** | Enrojecimiento, dolor, visión borrosa, quemaduras profundas graves. | Pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria. | Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | asistencia médica. |
| • **INGESTION** | Calambres abdominales, dolor abdominal, dolor de garganta, vómitos (para mayor información, véase Inhalación). | No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. | Enjuagar la boca, NO provocar el vómito, dar a beber agua abundante y proporcionar asistencia médica. |

| DERRAMAS Y FUGAS | ALMACENAMIENTO | ENVASADO Y ETIQUETADO |
|---|---|---|
| Evacuar la zona de peligro. Consultar a un experto in case de un derrame grande. Ventilar. Neutralizar con precaución el líquido derramado con un ácido diluido, tal como ácido sulf£rico diluido, eliminar el residuo con agua abundante. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. (Protección personal adicional: traje de protección completo incluyendo equipo autónomo de respiración). | Separado de alimentos y piensos (véanse Peligros químicos). Mantener en lugar fresco, bien cerrado y bien ventilado (véanse Notas). | Envase irrompible; colocar el envase frágil dentro de un recipiente irrompible cerrado.<br>símbolo C<br>símbolo N<br>R: 34-50<br>S: (1/2-)26-36/37/39-45-61<br>Clasificación de Peligros NU: 8<br>Grupo de Envasado NU: III<br>CE: |

**D A T O S I M P O R T A N T E S**

**ESTADO FISICO; ASPECTO**
Disolución incolora, muy volátil, de olor acre.

**PELIGROS FISICOS**

**PELIGROS QUIMICOS**
Reacciona con muchos metales y sus sales dando lugar a la formación de compuestos explosivos. Ataca a muchos metales formando gas inflamable de hidrógeno. La disolución en agua es una base fuerte y reacciona violentamente con ácidos.

**LIMITES DE EXPOSICION**
TLV no establecido.
MAK no establecido.

**VIAS DE EXPOSICION**
La sustancia se puede absorber por inhalación del vapor o aerosol y por ingestión.

**RIESGO DE INHALACION**
Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar muy rápidamente una concentración nociva en el aire.

**EFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION**
La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosiva por ingestión. La inhalación de altas concentraciones del vapor puede originar edema laringeal, inflamación del tracto respiratorio y neumonia. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata.

**EFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA**
Los pulmones pueden resultar afectados por la exposición prolongada o repetida al vapor o aerosol.

| | | |
|---|---|---|
| **PROPIEDADES FISICAS** | Punto de ebullición: (25%) 38°C<br>Punto de fusión: (25%) -58°C<br>Densidad relativa (agua = 1): (25%) 0.9<br>Solubilidad en agua: Miscible | Presión de vapor, kPa a 20°C: (25%) 48<br>Densidad relativa de vapor (aire = 1): 0.6-1.2<br>Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1.1 (25%), 1.2 (32%) |
| **DATOS AMBIENTALES** | La sustancia es muy tóxica para los organismos acuáticos. | |

**N O T A S**

Se puede desprender amoníaco a partir de dicho producto. Está indicado examen médico periódico dependiendo del grado de exposición. NO llenar completamente las botellas con la sustancia. Las disoluciones de hidróxido amónico pueden generar presión, quitar los tapones de las botellas con cuidado. Otros números NU: NU 1005 Amoníaco anhídro licuado o amoniaco en disolución acuosa de densidad relativa inferior a 0.880 a 15 °C, con más del 50% de amoníaco; NU 2073: Amoníaco en disoluciones acuosas. El vapor de amoníaco es inflamable y explosivo bajo ciertas condiciones.

Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-219
Código NFPA: H 3; F 1; R 0;