



Comité Nacional Paraguayo



Unión de Ingenieros de ANDE

XIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ

06 y 07 de Setiembre de 2018

Diseño de un prototipo de sistema de monitoreo en tiempo real para equipos auxiliares, aplicado a una planta de producción de DVD utilizando SCADA.

Christian Raúl Duarte Flores, Fulgencio Ayala Orué, Tamatiá Colmán Aveiro

Universidad Católica “Nuestra Señora de la Asunción”

PARAGUAY

1.1 Resumen

Muchos procesos importantes básicos (procesos de compresión de aire, enfriamiento de agua, etc.) en las plantas fabriles no están ubicados cerca de los procesos principales, en consecuencia, esta condición acarrea consigo ciertos problemas de distintas índoles tales como: respuesta tardía ante fallos, difícil acceso, entre otros, y puntos a mejorar como: disminución de costes de operación y mantenimiento, digitalización de datos de monitoreo, y otros no menos importantes.

Considerando lo descrito arriba, este trabajo plantea el desarrollo de una aplicación de un sistema SCADA, para el monitoreo de las variables consideradas esenciales para el correcto funcionamiento del proceso principal, de una planta dedicada a la producción en línea de DVDs, aplicable a otros tipos de planta fabriles soportadas por procesos similares. Al final del trabajo serán presentados los resultados de manera validarlos técnicamente.

El desarrollo de la aplicación fue conseguido con la utilización del Software InTouch de Wonderware, el cual es uno de los principales programas para el desarrollo de aplicaciones de este tipo y para la interconexión estándar fue utilizado el sistema OPC, el cual contiene la mayoría de los drivers nativos de los PLCs disponibles en el mercado de manera a garantizar la interconexión hardware – software.

1.2 Palabras clave

SCADA. Proceso. Monitoreo. Simulación. Wonderware. Intouch. Variable. OPC



XIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ

06 y 07 de Setiembre de 2018

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido al gran avance tecnológico que se desarrolla en la actualidad, muchas instituciones, fábricas, oficinas y casas, tratan de aprovechar al máximo las bondades de la tecnología, por lo que ahora hablamos de edificios inteligentes, sistemas integrados de monitoreo, etc. Esta nueva tendencia obliga a los encargados de la seguridad a integrar todos los equipos tales como ascensores, sistemas de bombas, calefacción, aires acondicionados, sistemas de alarma entre otros a ser monitoreados y controlados.

La información y resultados a obtenerse en este proyecto surgen a partir de la necesidad de manejar ciertos protocolos y normativas para la elaboración de los productos que por ende repercuten en la forma de operar los equipos, para poder cumplir con ellas, es fundamental realizar la automatización y visualización mediante un sistema SCADA a dichos equipos, y de esta manera tener un registro histórico de tendencias del comportamiento de las variables durante la operación y a su vez se debe generar alarmas para variables críticas de operación, elaborados en una pantalla de operación con gráficos dinámicos del proceso con los equipos e instrumentos principales.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos generales

Desarrollar un sistema integrado de monitoreo del proceso industrial en tiempo real y que cumpla con las normativas de operación del proceso de forma funcional y confiable, a costo razonable de acuerdo a los requerimientos de dicha planta, debido a la alta demanda del mercado y la necesidad de lograr mejores tiempos en los procesos de fabricación del producto final.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar condiciones anormales de funcionamiento en tiempo real de los equipos que se encuentran distribuidos en toda la planta, sin la necesidad de que el operador tenga que desplazarse hasta dicho lugar, logrando de esta manera una respuesta más rápida y menores tiempos de parada.
- Lograr un mayor rendimiento de los procesos, aumentando de esta manera la confiabilidad y economía, lo cual permitirá una mayor capacidad de desempeño en la producción
- Diseñar y simular un sistema de supervisión, utilizando un sistema SCADA.
- Reducir los costos de mano de obra y fallas humanas, implementando un sistema que ayude a la rápida toma de decisiones ante eventuales fallas.
- Integrar los distintos sistemas a través de la tecnología OPC del inglés OLE for Process Control (*OLE para Control de Procesos*, donde OLE significa en español *Enlace e incrustación de objetos para bases de datos*) al sistema SCADA.
- Implementar alarmas sonoras y luces de aviso, de modo que no sea necesario estar pendiente del sistema 24 hs.

3. JUSTIFICACIÓN



XIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ

06 y 07 de Setiembre de 2018

El diseño de este proyecto, cubre la necesidad existente de las industrias manufactureras de plástico, particularmente plantas de fabricación de discos versátiles digitales, de llevar un monitoreo de sus equipos electromecánicos auxiliares para aumentar la efectividad de los mismos, y a la par ofrece a las distintas empresas manufactureras de nuestra zona una alternativa para realizar Sistemas de Supervisión y Control de procesos y equipos, utilizando lo último en lo que a tecnología, gestión de información y calidad se refiere.

De esta manera nace la necesidad de contar con una fuente específica y a la vez didáctica de cómo implementar un sistema SCADA.

4. EQUIPOS AUXILIARES DEL PROCESO A SUPERVISAR

4.1 Compresor libre de aceite

Gran parte de la línea de producción posee brazos robotizados que trabajan con válvulas neumáticas, ollas que contienen productos químicos herméticamente cerrados y son conducidas a través de mangueras mediante aire comprimido, válvulas de vacío con efecto Venturi y otras partes no menos importantes que deben estar libres de partículas de aceite y cualquier otra partícula contaminante. Por este motivo se utilizan los compresores libres de aceites.

4.2 Secador de aire

Los compresores de aire en las instalaciones industriales están contaminados por una gran cantidad de partículas extrañas ocasionando varias averías en los equipos destinados, la mayor proporción pertenece al propio vapor de agua. El contenido de agua en el aire comprimido, provoca desgaste, corrosión y daños en los dispositivos neumáticos de la maquinaria, herramientas y equipos, lo que afecta a la calidad del proceso de producción y aumenta los costos operativos del sistema completo.

4.3 Bombas de agua

Son utilizadas para generar y distribuir alta presión de agua a los distintos equipos utilizados por la línea de producción como climatizadores, reguladores de agua, enfriadores de productos químicos y otros.

4.4 Tanque de almacenamiento de agua

Son utilizados para almacenar agua a una temperatura ambiente de aproximadamente 15°C a 19°C.

4.5 Tanques de almacenamiento de aire

Los compresores toman el aire y lo comprimen en un espacio más pequeño. Una vez que se comprime, el aire es almacenado en tanques que se mide en galones.

4.6 Chiller

Es la unidad enfriadora de líquidos, capaz de enfriar el ambiente usando la misma operación de refrigeración a los aires acondicionados o deshumidificadores, enfría el agua, aceite o cualquier otro fluido. “Los Chillers



XIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ

06 y 07 de Setiembre de 2018

para enfriar el agua, incorporan el uso de torres de enfriamiento las cuales mejoran la termodinámica de los Chillers en comparación con los Chillers para enfriar aire” (EcoChillers Inc, 2017). Esta solución enfriada es enviada al Fan Coil.

4.7 Fan Coil

Son los acondicionadores industriales encargados de mantener la sala de producción a una temperatura de 24°C, situados en cada ambiente a acondicionar, a los cuales llega el agua desde los Chillers. Allí el aire es tratado e impulsado con un ventilador al local a través de un filtro. De este modo, cuando el aire se enfría, es enviado al ambiente transmitiendo el calor al agua que retorna siguiendo el circuito.

5. SELECCIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN

En este proyecto se planteó el diseño de un prototipo de un sistema de monitoreo a través del Sistema SCADA para los equipos electromecánicos citados anteriormente. Los sistemas SCADA utilizan computadoras y tecnologías de comunicación para automatizar el monitoreo y control de procesos industriales.

Se estudió la manera de incluir dispositivos tales como alarmas, sensores, instrumentos de medición, actuadores, Unidades de Terminal Remota (RTU), redes de comunicación y software de control.

Además del Sistema SCADA, este proyecto también incluyo la tecnología OPC, que es una interfaz estándar abierta de comunicación encargada de conectar componentes de automatización de diferentes fabricantes para las aplicaciones de PC, tales como sistemas de visualización. A través de esta, se logrará intercambiar datos entre dispositivos y aplicaciones de una amplia variedad de proveedores a través de una interfaz común.

6. DEFINICION DE LAS VARIABLES A MEDIR Y SUPERVISAR EN LOS PROCESOS DE LA PLANTA

Es indispensable hacer énfasis en que todas las variables a medir y supervisar se escogieron conjuntamente con el ingeniero encargado del mantenimiento de la planta de acuerdo a los requerimientos y necesidades específicas de la industria, así como la identificación de los equipos e instrumentación disponibles, y mediante esto realizamos fácilmente la selección del equipamiento e instrumentación de medida y supervisión para el diseño del sistema SCADA.

Tabla 1: Modelo de tabla utilizada para el levantamiento de variables

Elemento	Descripción
Monitoreo y control de estado (ON/OFF) del secador	Indica el estado de funcionamiento del secador (encendido o apagado).
Monitoreo de la presión del evaporador del secador	Indica la presión del evaporador contenida dentro del secador.
Monitoreo de la presión del aire del secador	Indica la presión del aire contenida dentro del secador.

XIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ

06 y 07 de Setiembre de 2018

7. LA HMI

7.1 Esquema y diseño de la HMI

La aplicación para el prototipo fue diseñada para un monitor Wide Screen con una resolución de 1366x768 pixeles.

El criterio de diseño fue realizado en base a la necesidad y experiencia del encargado de mantenimiento de la planta piloto. Se trató de dar énfasis a imágenes animadas, de tal manera que a cualquier operador sin experiencia en estos tipos de equipos pueda identificar anomalías a través de los diagramas.

Las áreas básicas de distribución de menús y ventanas están conformadas de acuerdo a la siguiente figura.

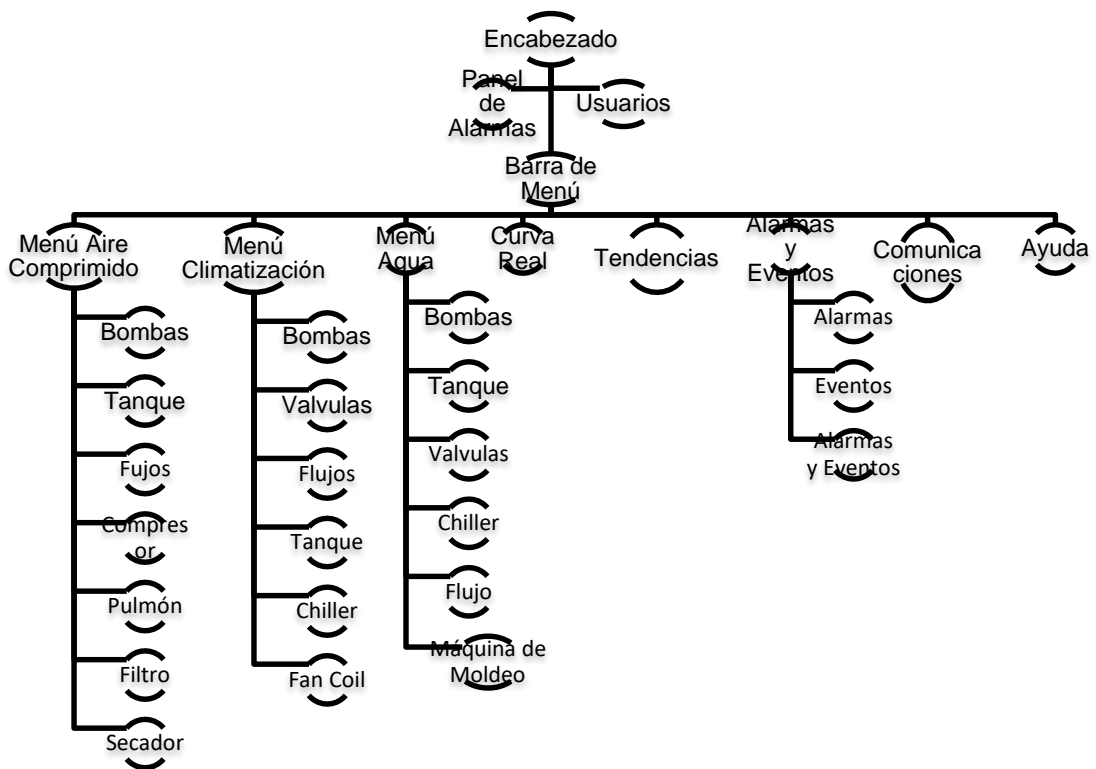


Figura 1: Esquema de distribución de menús en la interfaz

7.2 Desarrollo de la HMI

El diseño del sistema está basado en la plataforma de aplicación de Wonderware InTouch - Stand Alone (aplicaciones Independientes).

La comunicación del HMI que es el intouch, será realizado a través de un servidor OPC que, para ello, este proyecto utilizó el KEPServerEx de Kepware's que es la última generación tecnológica en lo que a software de conectividad OPC se refiere.

El KEPServerEx fue diseñado para permitir comunicaciones precisas, interoperabilidad y una rápida configuración en la comunicación con los sistemas de control a través de una larga lista de drivers nativos disponibles para comunicarse a diferentes dispositivos de equipos que pueden ser PLCs, RTUs, tarjetas de adquisiciones de datos, variadores, etc.; dispone una lista de más 80 drivers que abarca un gran espectro de protocolos de comunicación industriales, los suficientes para la necesidad de la industria regional y nacional.

7.3 Vista y funcionamiento de la HMI

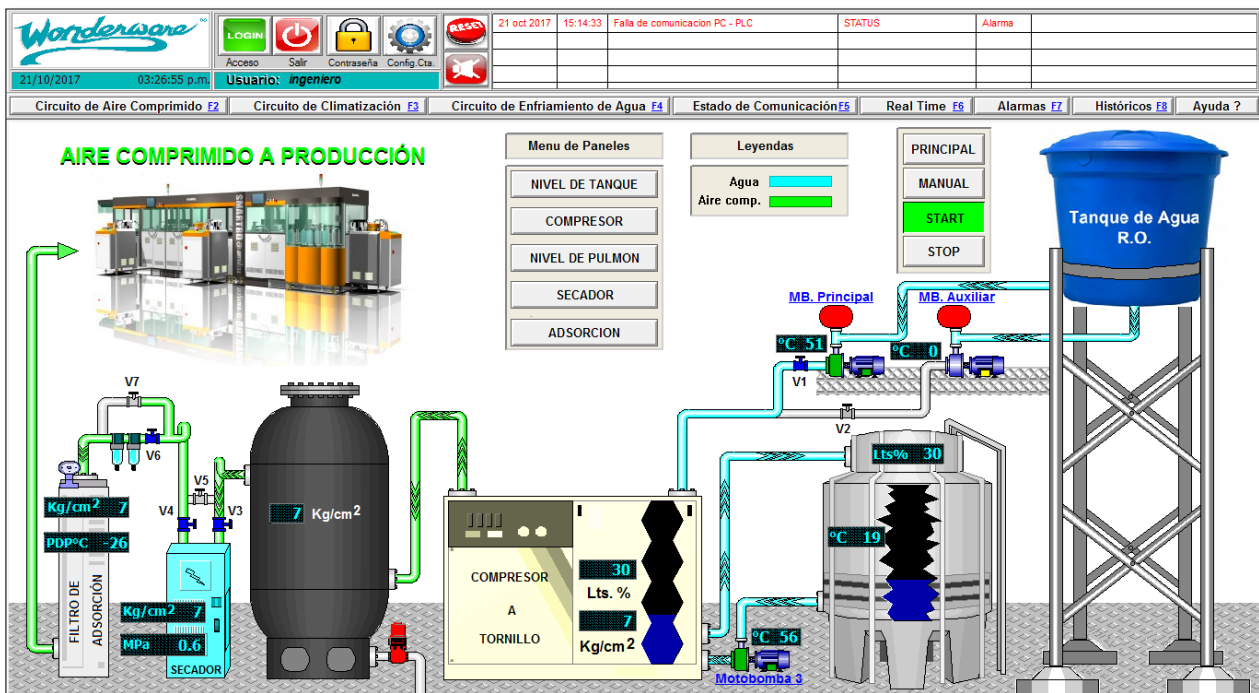


Figura 2. Diagrama del proceso de suministro de aire comprimido

A modo de mostrar una de las interfaces creadas, en la Figura 2 se visualiza el diagrama del circuito de compresión de aire y sus flujos, indicando en el mismo como sigue:

- El tanque de agua, encargado de suministrar el agua para la refrigeración de los equipos
- En los tubos se indica la dirección de los fluidos a través flechas hacia los equipos de proceso y colores que indican el tipo de fluido (aire y agua).
- Las válvulas de flujo, tienen la función de abrir o cerrar el paso del fluido en los tubos, posee la opción de control manual y automático.
- La red cuenta con tres motobombas (principal, auxiliar y recirculación de agua al tanque), encargados de proveer el caudal de agua necesario a los equipos que lo requieren. Cuenta con pantallas de monitoreo



Comité Nacional Paraguayo



Unión de Ingenieros de ANDE

XIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ

06 y 07 de Setiembre de 2018

(display) de temperaturas de los motores, además de indicaciones de colores de los distintos estados de funcionamiento de los mismos.

- El compresor de aire posee luces de indicación de encendido, apagado y alarmas, displays que indican la presión de salida del compresor y el nivel en porcentaje del tanque de agua, el cual tiene además un visor gráfico de nivel de agua.
- El tanque de recirculación de agua fría, posee displays que indican la temperatura y el nivel en porcentaje del tanque de agua, el cual tiene además un visor gráfico de nivel de agua.
- El pulmón que recibe el aire del compresor, tiene un único indicador de presión de aire interna y una válvula de drenaje, que tiene la opción de control de apertura y cierre manual
- El secador posee dos displays que indican la presión real de salida del equipo y del evaporador contenida en el mismo.
- El filtro de adsorción de aire indica la presión de aire a la salida y la temperatura del punto de rocío.
- Una vez se cumple el ciclo de proceso del aire, se indica la entrada a la línea de producción de la planta a través de un texto intermitente “AIRE A PRODUCCIÓN”.



Comité Nacional Paraguayo



Unión de Ingenieros de ANDE

XIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ

06 y 07 de Setiembre de 2018

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para cumplir con las necesidades de la planta, se desarrolló el diseño prototipo de un sistema para el monitoreo en tiempo real de los equipos externos de la planta de producción de DVD, utilizando el software InTouch de Wonderware, el cual permitió:

- Diagramar la totalidad el proceso que realizan los circuitos de compresión de aire, climatización y enfriamiento de agua.
- Visualizar y graficar el comportamiento de las variables adquiridas desde el campo como presión, temperatura, nivel en porcentaje, punto de rocío y flujo.
- Realizar controles básicos de encendido y apagado de algunos equipos y válvulas.
- Detectar fallas latentes a través de alarmas sonoras y luces de aviso.

Mediante la aplicación del proyecto, la planta tendrá una mayor facilidad para monitorear todo el proceso a través de la visualización directa en una pantalla HMI en tiempo real, donde para realizar la comunicación del InTouch al PLC, se ha utilizado la tecnología OPC, la cual posee el driver nativo del PLC Twido compact TWDLCAA10DRF la cual fue utilizada para la prueba de adquisición de datos, donde este no presento ningún inconveniente a la hora de realizar la comunicación entre ambos dispositivos, quedando como un punto bastante positivo para el prototipo.

También, esta aplicación sirve como una potente herramienta para el soporte técnico al poseer datos estadísticos e históricos de alarmas y eventos, donde con ellos, permite realizar estudios y establecer tendencias de fallas y oportunidades de mejorías en el proceso, estableciéndose la aplicación como una herramienta para el ingeniero de mantenimiento.

Una de las desventajas del proyecto sería el costo para la implementación del proyecto, pero se justifica plenamente cuando se habla de beneficios cuantificables y no cuantificables como se cita abajo:

- Disminución de los costes de operación, mantenimiento y administrativo.
- Facilidad para la reingeniería.
- Poseer datos confiables y reales del proceso monitoreado para su análisis.
- Determinación de pérdidas reales.
- Identificación inmediata de donde se encuentra la avería, y, por ende, menor tiempo de restablecimiento del servicio.
- Optimización de la capacidad instalada.
- Mejoras en los indicadores del mantenimiento y productividad.

Al culminar este trabajo, notamos que la utilización del sistema de supervisión SCADA, implementada a procesos externos cuya implicancia en los procesos principales es considerable, hace que la utilización de este sistema sea cada vez más imprescindible a la hora de optimizar los métodos de trabajos y procesos que requieran de monitoreo, obteniendo con este sistema, los mejores resultados, y beneficios no alcanzables sin esta supervisión y que en la mayoría de los casos justifica el alto costo.



Comité Nacional Paraguayo



Unión de Ingenieros de ANDE

XIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ

06 y 07 de Setiembre de 2018

BIBLIOGRAFIA

- Cabrera Bogado, C. (29 de mayo de 2009). Sistema de monitoreo de la presa de Itaipu Binacional. *Décimo tercer encuentro regional iberoamericano de CIGRÉ*, p. 8.
- García Moreno, E. (1999). *Automatización de Procesos Industriales*. Valencia, España: Antonio Hervás, Jorge & Rafael J., Villanueva Micó.
- Instituto Schneider Electric de Formación. (2008). *Manual de formación TwidoSuite*. Barcelona, España: Schneider Electric España.
- Invensys Systems. (2007). *InTouch® HMI and ArchestrA® Integration Guide*. Lake Forest, USA: Wonderware.
- Kepware. (2016). *Manual KEPServerEX V6*. Kepware. PTC Inc.
- Kepware. (2017). *Modbus Serial Driver*. Kepware. PTC Inc.
- Mendiburu Díaz, H. A. (2008). *Sistemas Scada*. Recuperado el 20 de diciembre, de: <http://hamd.galeon.com/>
- Ogata, K. (2003). *Ingeniería de Control Moderna, 3a. Ed.* Minesota, USA: Pearson Education.
- OPC Foundation. (2016). *OPC Foundation*. recuperado de: <https://opcfoundation.org/certification/overview-benefits/>
- OPTI, O. d. (2008). *OPTI*. Recuperado en febrero, de: <http://www.opti.org/>
- Orozco Gutiérrez, Á. Á., Guarnizo Lemus, C., & Holguín Londoño, M. (2008). *Automatismos Industriales*. Pereira, Colombia: Taller de Publicaciones- Universidad Tecnológica de Pereira.
- Perez, M., Perez Hidalgo, A., & Perez Berenguer, E. (2008). *Introduccion a los sistemas de control y modelo matemático para sistemas lineales invariantes en el tiempo*. San Juan, Argentina: Universidad Nacional de San Juan.
- Rodríguez Penin, A. (2007). *Sistemas SCADA*. Barcelona, España: MARCOMBO, EDICIONES TÉCNICAS.
- Romagosa Cabús, J., Gallego Navarrete, D., & Pacheco Porrás, R. (2004). *Sistema SCADA*. Vilanova, España: UPC.



Comité Nacional Paraguayo



Unión de Ingenieros de ANDE

XIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ

06 y 07 de Setiembre de 2018

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. d. (2010). *Metodología de la investigación*. México, México:

McGRAW-HILL.

SisTrade. (2017). *SisTrade Software Consulting, S.A.* Recuperado el 1 de noviembre, de:

<http://www.sistrade.com/pt/solucoes/gestao-producao/mes-scada/>

Webster, M. (2017). *Britannica Digital Learning Unabridged*. Recuperado el 27 de octubre, de:

<https://www.merriam-webster.com/dictionary/process>

Wonderware. (2014). *Wonderware*. Recuperado el 6 de enero, de:

http://www.wonderware.fi/html/news_system_platform_2014.htm

Zafra Doblas, R. (2004). *Programa SCADA*. Tarragona and Reus, España: ETSE.