

Título: Manejo distribuido de datos para facilitar el control de calidad en la producción de azúcar crudo de caña.

Autores: Abel Rodríguez Morffi^a (Master en Gestión de Información, Profesor Auxiliar), Darien Rosa Paz^a, Waldo Pérez García^b, Luisa Manuela González González^a

^aDepartamento Ciencia de la Computación, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Carretera a Camajuaní km. 5.5, C.P. 54830, Santa Clara, Cuba. Teléfono: (53) (42) 281515.

Email: arm,drosa,luisagon@uclv.edu.cu.

^bDepartamento de Normalización y Calidad, Oficina Territorial de Normalización Villa Clara (OTNVC), Carretera Central km. 303 Banda Placetas, Santa Clara, Cuba. Email: waldo@otn.vcl.cu

Resumen: El presente trabajo tiene como objetivo el diseño de una base de datos distribuida para facilitar el control de la calidad en la producción de azúcar crudo de caña con vistas a su certificación. La automatización del proceso de captura de los datos de control que reflejen la realidad en cada punto crítico del proceso y del producto final es fundamental para la aplicación y uso de herramientas de calidad, para el apoyo a la toma de decisiones tecnológicas y para facilitar las verificaciones para la certificación del producto. Como las empresas azucareras se encuentran distribuidas geográficamente, se emprende el diseño de distribución de los datos mediante replicación en Microsoft® SQL Server™, el cual es compatible con este entorno y permite compartir, modificar y reconciliar información entre Bases de Datos garantizando la disponibilidad de los datos correctos cuando y donde se precisen.

Abstract: With the increasing demand of database applications that collects data related to several processes by users from different geographical locations, distribution design becomes an essential part of the database design. This paper considers the design of data distribution about the quality control of cane sugar production. Gathering appropriate information at each step of the production process supports decision making and contributes to the quality control as essential for quality official recognition. The contribution lies in using SQL Server replication as feasible for the distribution of data as an essential technique to improve performance and availability.

Palabras clave: Producción de azúcar crudo de caña, control de calidad, diseño de bases de datos distribuidas, replicación de datos.

Keywords: Cane sugar production, quality control, distributed database design, data replication.

1. Introducción

La obtención de azúcar es un proceso ampliamente conocido en Cuba puesto que la industria azucarera fue por años sustento fundamental en el crecimiento y desarrollo de la economía cubana. Hoy en día, esta industria tiene la meta de lograr una alta calidad del producto final con la reducción del costo de operación, el cual es un indicador de la calidad del trabajo de la empresa. La necesidad de lograr mayor calidad y uniformidad en la producción que se comercializa ha llevado a los

productores a la asimilación de nuevas tecnologías y sistemas de control que garanticen con eficiencia la calidad de los azúcares producidos, en lo cual ha tenido notoria influencia la implementación de los patrones de calidad ISO 9000. Dentro de los principios de gestión se encuentra la mejora continua por lo que la organización debe planificar e implementar los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora necesarios para demostrar la conformidad del producto y el proceso, y lograr la mejora continua de la eficacia del sistema de gestión de calidad¹.

El control de calidad del proceso utiliza la inspección del producto mientras se está produciendo, tomándose muestreos periódicos de la salida del proceso de producción. Si después de la inspección de la muestra hay razones para creer que las características de calidad del proceso han cambiado, se detiene el mismo y se realiza una búsqueda para identificar la causa posible. El objetivo del control del proceso es encontrar su rango de variación natural y asegurar que la producción permanezca dentro de ese rango. Para cualquier proceso de producción el control químico es fundamental, observando el comportamiento de sus parámetros básicos para el análisis de los diferentes problemas y corregirlos inmediatamente. En los últimos años se ha visto la necesidad de fortalecer el trabajo de control e integrarlo a un sistema interactivo de acción rápida para corregir los problemas de la producción, evitando que se afecte la calidad del producto final. El control químico tiene como objetivo asegurar la base estadística informativa con la confiabilidad requerida sobre los parámetros que se llevan al esquema de control de la producción, proporcionar cifras que permitan localizar, cuantificar y erradicar pérdidas en la producción, así como acumular datos para valorar el trabajo de la empresa¹. El proceso de producción para la obtención del azúcar de caña se puede clasificar como complejo por la gran cantidad de operaciones que encierra en diferentes etapas en las que el jugo sufre diferentes transformaciones físico-químicas hasta la obtención del producto final. La determinación de los datos en cada punto crítico del proceso es fundamental para la aplicación y uso de herramientas de calidad⁷. Lo esencial de los datos es que reflejen la realidad y su propósito esté claro. Los datos de control obtenidos durante cada etapa del proceso son de vital importancia para la toma de decisiones tecnológicas, las cuales, en muchos casos, deben ser tomadas en etapas subsiguientes del proceso y en áreas geográficamente distantes del lugar donde se genera el resultado. Por otra parte, desde el punto de vista gerencial, es preciso manejar información que permita evaluar la tendencia del comportamiento de los parámetros que describen la eficacia y la eficiencia del proceso; de forma tal que la toma de decisiones por parte de la alta dirección y la gestión de los recursos, se encaminen en función de la mejora continua. Muchos de los métodos utilizados actualmente por las entidades productoras para la transmisión de la información son susceptibles a la redundancia e inconsistencia. Así, la creación de una Base de Datos Distribuida (BDD) facilita un manejo coherente y consistente de esta información.

2. Desarrollo

El azúcar crudo de caña es un producto cristalino elaborado a partir de los jugos de la caña de azúcar con un contenido de azúcar entre 96 °Z y 99 °Z sin aplicar procedimientos o aditivos especiales para su blanqueo. En la producción del mismo se deben cumplir los estándares establecidos como especificaciones de calidad en la Norma Cubana NC 85:2006 Azúcar crudo de caña – Especificaciones⁵, a fin de su comercialización como producto conforme con los requisitos establecidos en la normativa, y para optar por la Marca Cubana de Conformidad emitida por la Oficina Nacional de Normalización, en su carácter de Órgano de Certificación de la República de Cuba. La instrucción no. 10: 2005 establece la nomenclatura de los índices de calidad que deben cumplir los azúcares crudos a fin de su certificación y se hacen constar los requisitos estipulados por la nueva norma cubana de azúcares crudos⁵, así como los requisitos adicionales de calidad que establece el MINAZ para la certificación de este tipo de producto y que serán nombrados en lo adelante como REQCALIDAD. Los requisitos directivos del MINAZ⁴ son color Horne, insolubles, tamaño de grano (retenido sobre malla 20 USS), partículas ferromagnéticas, azúcares reductores y almidón. Por su parte, las especificaciones de azúcar crudo de caña⁴ incluyen la medición de factor de seguridad, color, grado de polarización, contenido de dextranas, presencia de cenizas, humedad y contenido de dióxido de azufre. El proceso de producción objeto de estudio maneja características de calidad como variables cuantificables, que más adelante serán nombrados como PARÁMETROS, identificadas como causas que afectan la estabilidad en cada punto crítico del proceso de producción de azúcar y se pueden ver algunos de ellos en la tabla 1.

Tabla 1. Algunos parámetros de de calidad en cada punto crítico.

ETAPA/Área	Punto crítico	PARÁMETRO de calidad
Molida (Molino)	Jugo mezclado	Densidad media (°Brix)
Clarificación (Clarificador)	Jugo clarificado	Turbidez
Concentración (Evaporador)	Meladura	Azúcares reductores
Cristalización y cocción (Tacho)	Miel “B”, Masa cocida “C”	Pureza (%)
Separación (Centrífuga)	Miel final Azúcar crudo	Pureza (%), Azucars reductores Pol

En la primera etapa de este trabajo se han manipulado los datos anteriormente listados, y se han dejado fuera otros elementos, que deben cumplir con otras normas cubanas, sobre contaminantes (metales pesados y residuos de plaguicidas), higiene, etiquetado, muestreo, métodos de ensayo, transportación, manipulación y almacenamiento. Partiendo de toda la información extraída a partir del análisis de los requisitos de control de calidad del proceso de producción de azúcar crudo de caña, se obtiene la arquitectura de la información o esquema conceptual a través de un diagrama Entidad-Relación como el que se muestra en la figura 1 que cuenta con los elementos necesarios para la creación de una Base de Datos Distribuida que almacenará la información requerida en el

proceso de certificación de la calidad del producto. El diagrama fue confeccionado con ERECASE, herramienta desarrollada por los autores de este trabajo como parte de una herramienta integrada de ayuda al diseño de BDD⁶.

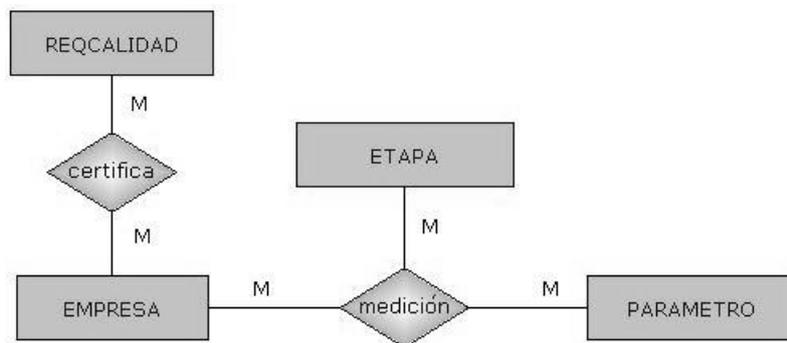


Figura 1. Diagrama Entidad-Relación de calidad en la producción del azúcar crudo de caña.

La creación de la base de datos según el diagrama de la figura 1 fue realizada en SQL Server, y la distribución de los datos de las diferentes empresas se realizó mediante sus mecanismos de replicación, compatibles con el entorno distribuido de operaciones corporativas. La replicación permite compartir información entre BD y plataformas heterogéneas, y modificar y reconciliar esa información, garantizando disponibilidad de los datos correctos cuando y donde se precisen. La replicación es un tema muy discutido en investigaciones en Bases de Datos (BD) y otras áreas. A menudo se necesita replicación cuando se desea incrementar el rendimiento de un sistema global de información o incrementar la fiabilidad de algún medio de almacenamiento. Esta es más compleja en el caso de las BD que en archivos simples, ya que se requiere que se tenga en cuenta la naturaleza de los datos, sus interrelaciones, el control de concurrencia, que los agentes de replicación registren las transacciones, supervisen las actualizaciones, garantizando coherencia y consistencia². Hay un extenso trabajo en replicación de BD, y los algoritmos que garantizan consistencia se basan en protocolos de bloqueos, afectando potencialmente el desempeño. Otras investigaciones se basan en modelos asincrónicos de replicación que propagan los cambios introducidos por una transacción sólo cuando esta haya terminado y sus cambios se hayan comprometido³. Esto provoca un menor costo, aunque pueden surgir inconsistencias entre las copias que suelen ser muy difíciles de resolver. Una solución puede usar modelos sincrónicos de replicación donde todas las copias se sincronizan antes que la transacción se comprometa, pero esta no es una opción viable, aunque se han desarrollado protocolos sincrónicos de replicación que resuelven algunos de los problemas anteriores³. La replicación de datos permite tratar algunos de los problemas que se presentan en sistemas distribuidos, permitiendo a los usuarios que manejen localmente los datos en lugar de acceder a grandes BD centralizadas a través de redes. También permite duplicar un servidor local de BD a un servidor remoto y si uno falla las aplicaciones pueden continuar accediendo a copias en el otro.

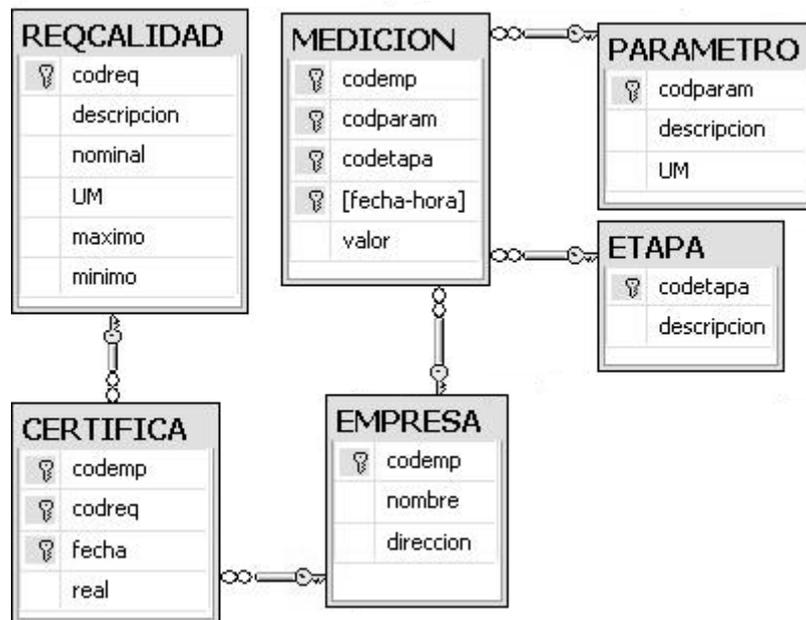


Figura 2. Diagrama de la Base de Datos de Calidad-Producción creada en SQL Server.

La figura 2 muestra el diagrama global de la BD del control de la calidad en la producción de azúcar crudo de caña. El problema de distribución de datos radica en distribuir tanto los datos como las aplicaciones de manera que esa distribución sea lo más transparente posible al usuario. Comúnmente se asume que el sistema distribuido responde a la estructura de la empresa de forma que las aplicaciones se ubican en los lugares donde sean necesarias, la red ha sido diseñada, se tiene instalado el manejador de datos en cada servidor donde se almacenan los datos; y por tanto sólo se tiene en cuenta la distribución de los datos. En la materialización de la distribución mediante replicación se creó un marco de trabajo común y se estableció un conjunto de operaciones básicas para la correcta distribución de los datos. En esta etapa se configuraron varios servidores de datos simulando el trabajo de cada empresa. El primer paso fue ejecutar un *script* creado para cada servidor, con las rutinas específicas para enlazar los servidores involucrados en la distribución, configuración de parámetros operacionales en cada uno, creación de las BD locales, y la creación y configuración de los mecanismos de replicación por mezcla mediante el entorno de publicación-suscripción².

Para el diseño de la fragmentación se comenzó con la horizontal, justificado por los beneficios de localidad de referencia para la entidad EMPRESA que guarda datos generales de cada empresa azucarera, o sea, ubicar en cada empresa los datos que en ella se generan, que guían la naturaleza de la fragmentación horizontal con lo que se garantiza menor tiempo de respuesta y menor costo de procesamiento para solicitudes locales de información. A la relación CERTIFICA se le aplica fragmentación horizontal derivada a partir de una fragmentación horizontal primaria en EMPRESA, ubicándose así en cada empresa el valor *real* asociado a la medición de los índices de calidad “REQCALIDAD” en cada *fecha* y *hora*. De la misma forma se procede con las entidades

MEDICIÓN acerca de las mediciones del *valor* de cada “PARÁMETRO” de calidad en cada *fecha* y *hora*, según la EMPRESA. La existencia de valores en CERTIFICA y MEDICIÓN dependen de la EMPRESA a que pertenezcan. De esta forma los datos quedan disponibles a los auditores para expresar la conformidad o no con las normativas en aras de certificar la calidad.

3. Conclusiones

El diseño de distribución de datos sobre la calidad de la producción de azúcar crudo permite automatizar el proceso de recolección de la información relevante para el control. Por su parte la replicación de datos permite compartir información entre las BD locales de cada empresa y modificar y reconciliar esa información, garantizando disponibilidad de los datos correctos cuando y donde se precisen. Se ha comprobado, mediante su aplicación en el caso del control de la calidad en la producción de azúcar crudo de caña, que es posible usar el mecanismo de replicación de SQL Server para materializar diseños de distribución con menor tiempo y esfuerzo apoyado por herramientas desarrolladas por los autores.

4. Referencias

1. Egües, Y. (2007): Herramientas de calidad para el control del proceso de fabricación de azúcar en la Empresa Azucarera "Ifrain Alfonso". Cuellar, M.E. (Tutor). Ingeniería Industrial. Facultad de Ciencias Empresariales. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. 75 pp.
2. Hotek, M. (2002): Database Replication, SQL Server Magazine, WindowsITPro, Penton Media Inc., February 2002, InstantDoc. 23331.
3. Irún-Briz, L.; Muñoz-Escóí, F.D.; Decker, H.; Bernabéu-Aubán, J.M. (2003): COPLA: A Platform for Eager and Lazy Replication in Networked Databases. Proceedings of the 5th International Conference on Enterprise Information Systems ICEIS 2003, Vol. I - Databases and Information Systems Integration, Angers, France 273-278.
4. ONN (2005): Instrucción No. 10: 2005. Procedimiento para establecer los requisitos de calidad que debe cumplir el azúcar crudo de caña para la certificación del producto. Oficina Nacional de Normalización (NC) 2.
5. ONN (2006): NC 85: 2006 AZÚCAR CRUDO DE CAÑA–ESPECIFICACIONES. Oficina Nacional de Normalización (NC) 8.
6. Rodríguez, A. y otros (2002): Integración de herramientas de ayuda al diseño de bases de datos distribuidas. I Workshop de Bases de Datos, Jornadas Chilenas de Computación JCC 2002. Cámara Chilena del Libro A.G., Universidad de Atacama, Copiapó, Chile 111-120.
7. Vilar, J.F. (2001): Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad, Editorial Fundación Confemetal, Madrid.

Fecha de presentación del artículo: 11 de julio de 2007.