

# PROPUESTA DE UN SISTEMA INFORMATICO DE TRAZABILIDAD DE PRODUCTOS TUBULARES PARA EL AREA DE INSPECCION DE LA EMPRESA CSP TUBO 360 LTDA

**GUILLERMO MALDONADO**

Trabajo de Investigación o Tesis Doctoral como requisito para optar el título de Especialista en ingeniería del software

## **Resumen**

El objetivo de la trazabilidad es vigilar los procesos de producción asegurando la calidad y el buen estado de los productos, para esto es necesario saber su origen y todas las etapas o estaciones por las que ha pasado el producto hasta llegar a su destino final, las fechas que ha sufrido inspecciones y modificaciones, las condiciones con las que fue elaborado, todo esto es necesario para asegurar la calidad de un producto, todo debe de estar debidamente registrado para asegurar el control de producción, calidad y trazabilidad

Este trabajo tiene como fin la elaboración de una propuesta de un sistema informático de trazabilidad de productos tubulares en la empresa CSP Tubo 360 para el área de inspección; para la realización de éste se tuvo en cuenta la información de las estaciones de trabajo del área ya mencionada y e información obtenida mediante consulta bibliográfica.

## **Antecedentes:**

CSP Tubo 360, es una empresa fabricante de tubería para la industria del petróleo y gas (OCTG), Debido a la alta competitividad del mercado petrolero, CSP está altamente comprometido con la mejora continua de sus procesos y el cumplimiento de los niveles de calidad exigidos por los estándares internacionales y el mercado.

Cuenta con un área de terminación de tubería OCTG, conformada por una línea de inspección de la tubería; la cual es el foco de interés en este proyecto; en esta los tubos se inspeccionan con el uso de ensayos no destructivos (NDE), para revisar su integridad física.

Actualmente el área cuenta con un sistema de trazabilidad en el cual se usan formularios físicos para registrar la identificación de los tubos a inspeccionar, de las estaciones del proceso productivo en solo 1 se lleva un registro completo de todos los tubos inspeccionados de, las demás estaciones se lleva un registro de los tubos no conformes y no se mantiene ningún registro de los tubos que han aprobado una inspección, lo cual genera un vacío de información de trazabilidad de producto al no haber registro de esas inspecciones.

Se desea proponer un sistema informático de trazabilidad para solventar este vacío de información, con lo cual se tendría un registro de las juntas inspeccionada discriminándolas por su conformidad o no en la estación de proceso.

### **Objetivos:**

#### **OBJETIVO GENERAL**

Proponer un sistema de información de trazabilidad de tubos inspeccionados en el área de inspección, para mejorar la productividad, competitividad y crecimiento económico de la empresa.

#### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Identificar las estaciones que intervienen en el proceso de inspección de los productos tubulares, con el fin de modelar el sistema de información.
2. Diseñar los modelos conceptuales apropiados para el sistema de trazabilidad a proponer.
3. Desarrollar los modelos conceptuales de acuerdo a las estaciones que intervienen el proceso.

### **Materiales y Métodos:**

Este trabajo se desarrolló, realizando en primera instancia, un análisis del estado del campo de conocimiento y diversas fuentes de información respecto al uso de sistemas de información para el control de procesos de trazabilidad, principalmente en empresas dedicadas a la producción de tubería OCTG.

Con esto se establecieron los principales requerimientos funcionales y no funcionales que, en conjunto con lo experimentado en la planta de inspección, permitió elaborar los modelos conceptuales la metodología UP propuesta por Ivar Jacobson, Grady Booch y James Rumbaugh.

Primero se hará un estudio de actividades de las estaciones del área para revisar, el paso que siguen en la cadena de producción y su importancia

Luego ya con el análisis de actividades, se modelarán lo requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, cabe anotar que los requerimientos no funcionales se harán por estación de trabajo.

Se finalizar con el modelado UML del sistema de trazabilidad, se realizar un modelo de entidades de la base de datos del sistema y un modelo de prototipos no funcionales de lagunas estaciones.

## Resultados:

Se realizó el proceso de modelado utilizando UML, con el fin de realizar una descripción grafica de las características a implementar en el sistema de información, este proceso se analizan los requisitos con el fin de producir una descripción de la estructura interna del sistema que sirva como base para una futura construcción, se realizaron el modelo de clases, de actividades, de casos de uso, de entidades y relaciones, de paquetes y de despliegue.

## DIAGRAMA DE ACTIVIDADES

Para este desarrollo se da un enfoque detallado al registro de los procesos, para ello, se llevó a cabo la realización de los diagramas de actividades originados con base en las etapas del proceso productivo de la nave de inspección, en función del caso de uso para generar trazabilidad.

Como se observa en las figuras 1 al 6, existen actividades específicas para cada etapa del proceso de inspección las cuales deben ser registradas en el sistema de información, para su posterior consulta.

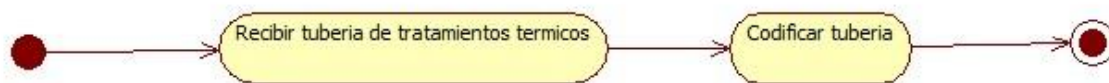


Figura 1. Diagrama de actividades de codificación

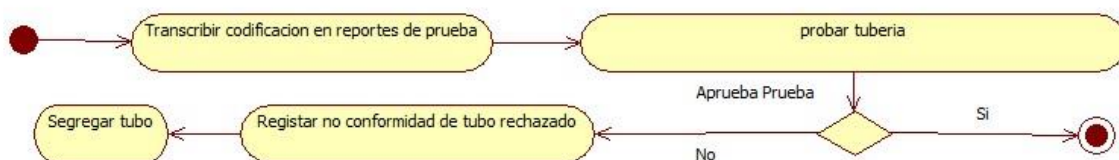


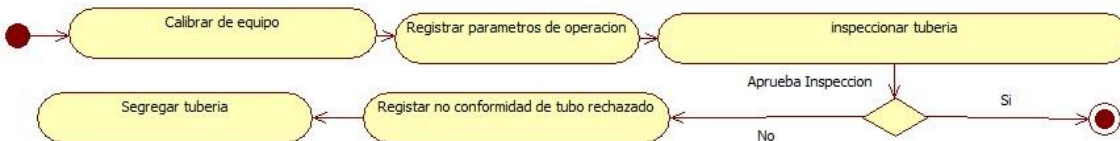
Figura 2. Diagrama de actividades de prueba hidrostática



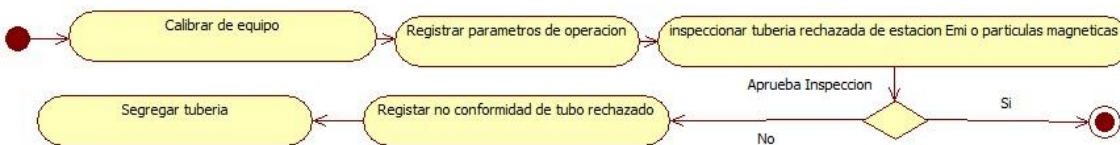
**Figura 3. Diagrama de actividades de pase de mandril**



**Figura 4. Diagrama de actividades de inspección de partículas magnéticas**



**Figura 5. Diagrama de actividades de inspección electromagnética**



**Figura 6. Diagrama de actividades de inspección por ultrasonido**

## MODELO DE REQUISITOS

Todos estos requisitos (funcionales y no funcionales) deben corresponder con tareas a desempeñar dentro de los procesos del ciclo de inspección.

ID	Requisitos Funcionales
<b>RF01</b>	El sistema ingresara los tubos codificados por el codificador
<b>RF02</b>	El sistema creara la orden de fabricación, A cada orden se le asignará un identificador único, que será utilizado para identificarla en todos los procesos subsecuentes que se realicen sobre esta.
<b>RF03</b>	El sistema debe generar un reporte de los tubos codificados por fecha y turno.
<b>RF04</b>	El sistema mantendrá el orden de ingreso de los tubos codificados.
<b>RF05</b>	El sistema ingresara el nombre del codificador, su cargo y la fecha en que realizo una codificación.
<b>RF06</b>	El sistema deberá poder buscar un tubo en específico, previamente codificado filtrado por orden de fabricación, fecha y turno.

**Tabla 1 .Requisitos funcionales de estación de codificación**

<b>ID</b>	<b>Requisitos Funcionales</b>
<b>RF07</b>	El sistema se conectará con la orden de fabricación que se esté inspeccionando.
<b>RF08</b>	El operador ingresara los rangos de presión a los que se someterá a prueba un tubo.
<b>RF09</b>	El operador ingresara La presión a la que han sido probados los tubos codificados.
<b>RF10</b>	El sistema determinara si un tubo está aprobado o no, teniendo en cuenta el rango de presiones ingresado, y la presión de prueba a la que fue sometido el tubo.
<b>RF11</b>	El sistema debe generar un reporte de los tubos probados.
<b>RF12</b>	El sistema ingresara el nombre del operador, su cargo y la fecha en que realizo una prueba.
<b>RF13</b>	La interfaz deberá poder buscar un tubo en específico, previamente probado.

**Tabla 2.Requisitos funcionales de estación de prueba hidrostática**

<b>ID</b>	<b>Requisitos Funcionales</b>
<b>RF14</b>	El sistema se conectará con la orden de fabricación que se esté inspeccionando.
<b>RF15</b>	El operador insertara en el sistema La No Conformidad de los tubos inspeccionado que han sido rechazados.
<b>RF16</b>	El sistema debe generar un reporte de los tubos inspeccionados.
<b>RF17</b>	El inspector ingresara en el sistema ingresara el nombre del inspector, su cargo.
<b>RF18</b>	El inspector deberá poder buscar un tubo en específico, previamente inspeccionado.
<b>RF19</b>	El sistema debe guarda los parámetros de las herramientas usada como el código del mandril, las zonas del mandril y las fechas de verificación de los instrumentos.

**Tabla 3. Requisitos funcionales de estación de mandril**

<b>ID</b>	<b>Requisitos Funcionales</b>
<b>RF20</b>	El sistema se conectará con la orden de fabricación que se esté inspeccionando.
<b>RF21</b>	El operador insertara en el sistema La No Conformidad de los tubos inspeccionado que han sido rechazados.
<b>RF22</b>	El sistema debe generar un reporte de los tubos inspeccionados.
<b>RF23</b>	El sistema ingresara el nombre del inspector, su cargo y la fecha en que realizo una inspección.
<b>RF24</b>	El inspector deberá poder buscar un tubo en específico, previamente inspeccionado.
<b>RF25</b>	El sistema debe guarda los parámetros de las herramientas usadas como el código de los instrumentos y fechas de calibración.

<b>RF26</b>	El sistema debe guarda los parámetros de proceso usados como la luz ambiente, luz UVA, concentración de partículas, etc.
-------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Tabla 4. Requisitos funcionales de estación de partículas magnéticas**

<b>ID</b>	<b>Requisitos Funcionales</b>
<b>RF27</b>	La interfaz se conectará con la orden de fabricación que se esté inspeccionando.
<b>RF28</b>	El operador insertara en el sistema La No Conformidad de los tubos inspeccionado que han sido rechazados.
<b>RF29</b>	El sistema debe generar un reporte de los tubos inspeccionados.
<b>RF30</b>	El inspector ingresara en el sistema su nombre, cargo y nivel.
<b>RF31</b>	El sistema deberá poder buscar un tubo no conforme en específico, previamente inspeccionado.
<b>RF32</b>	El sistema debe guarda los parámetros de las herramientas usada como las fuentes de magnetización, y los medidores de magnetismo residual etc.
<b>RF33</b>	El sistema debe guarda los parámetros de proceso usados como las ganancias de los sistemas de inspección.
<b>RF34</b>	El sistema debe guardar la hora y fecha en que se realiza un calibración y/o verificación.

**Tabla 5. Requisitos funcionales de estación de inspección electromagnética**

<b>ID</b>	<b>Requisitos Funcionales</b>
<b>RF35</b>	El sistema se conectará con la orden de fabricación que se esté inspeccionando.
<b>RF36</b>	El operador actualizara en el sistema La Conformidad o no conformidad de los tubos que ha inspeccionado.
<b>RF37</b>	El inspector ingresara en el sistema su nombre, cargo y nivel.
<b>RF38</b>	La interfaz debe generar un reporte de los tubos inspeccionados.
<b>RF39</b>	El sistema debe guardar la hora y fecha en que se realiza un calibración y/o verificación.
<b>RF40</b>	La interfaz ingresara el nombre del inspector.
<b>RF41</b>	La interfaz deberá poder buscar un tubo en específico, previamente inspeccionado y verificar su estado.
<b>RF42</b>	La interfaz debe guarda los parámetros de las herramientas usada como el tipo de zapata, Angulo de la zapata, tipo de acoplante, etc.

**Tabla 6. requisitos funcionales de estación de ultrasonido**

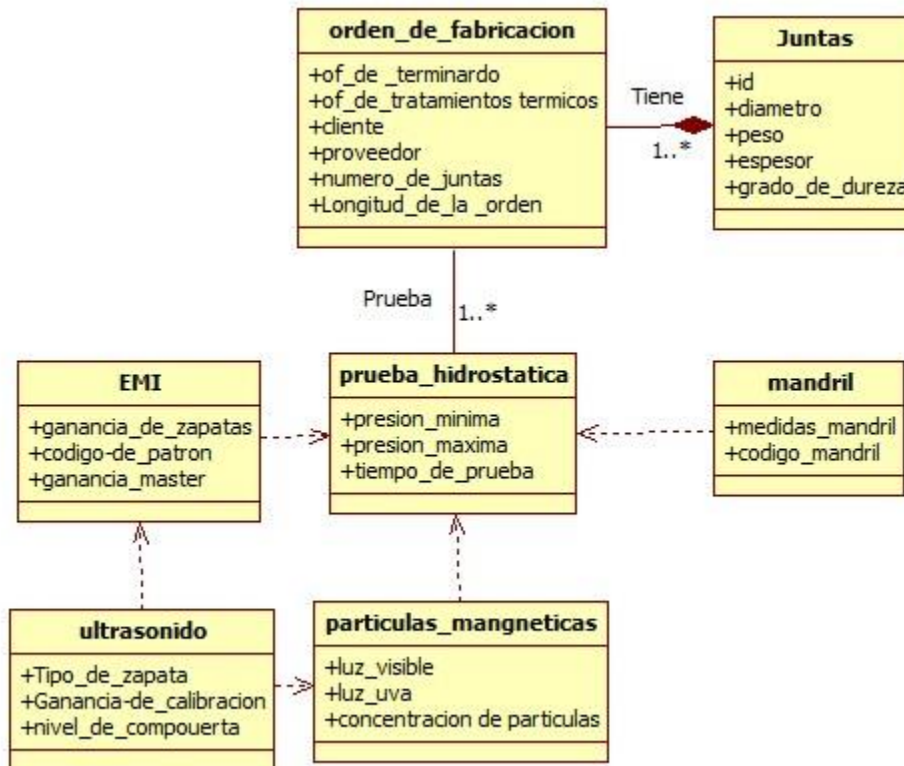
<b>ID</b>	<b>Requisitos No Funcionales</b>
<b>RNF01</b>	El sistema debe apegarse a los requisitos de la norma API 5CT.
<b>RNF02</b>	Se debe tener una computadora, con acceso a internet.
<b>RNF03</b>	El sistema debe proporcionar mensajes de error que sean informativos.
<b>RNF04</b>	La sistema correrá en versiones desde Windows 7 en adelante.

**Tabla 7. Requisitos no funcionales del sistema**

## MODELO DE CLASES



El modelo de clases es representado mediante clases simbolizadas por medio de rectángulos, de los cuales, cada uno de estos contiene características que son, los atributos (describen propiedades de la clase) y los métodos (acciones a realizar por la clase), lo cual es característica básica de la programación orientada a objetos, tal como se muestra en la figura 1.



**Figura 7. Diagrama de clases**

## MODELOS DE CASO DE USO

Para determinar las responsabilidades, limitaciones, y la forma de interacción de los actores con el sistema, se modelaron los casos de uso, donde se muestra de forma general la ejecución de las tareas a desempeñar con el sistema de información.

En la figura 8 a la figura 13 se muestran los casos de uso general para el registro de información en el sistema por estaciones de trabajo, dependiendo de las responsabilidades de cada actor y las funciones a realizar.

Las figuras 11 y 12, muestran respectivamente, los casos de uso para la compra-venta del producto final y el registro de identificadores a utilizar en la generación de la trazabilidad.

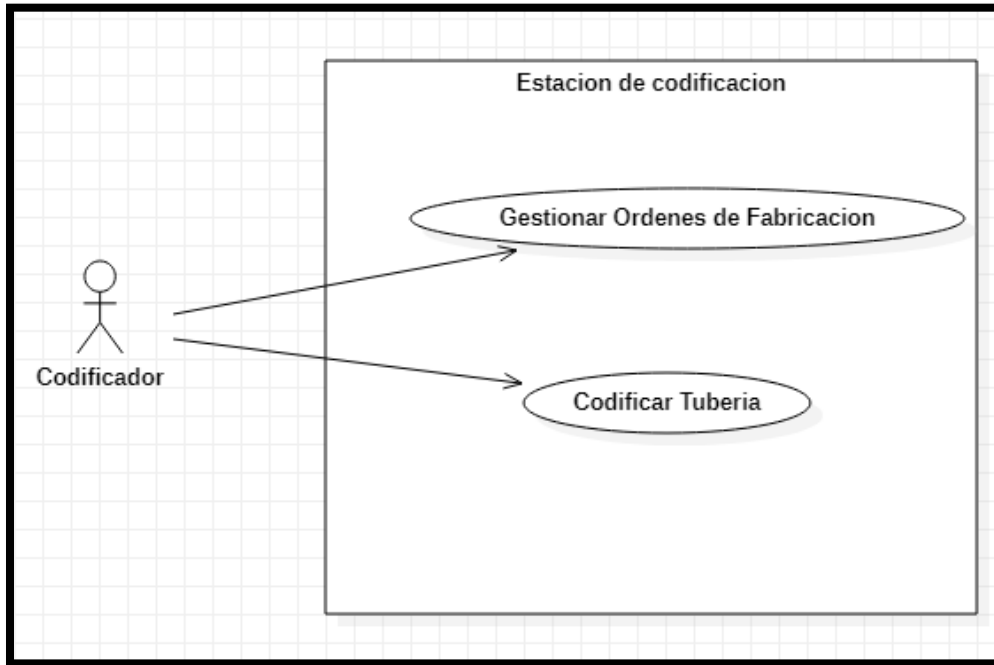


Figura 8. Diagrama de caso de estación de codificación

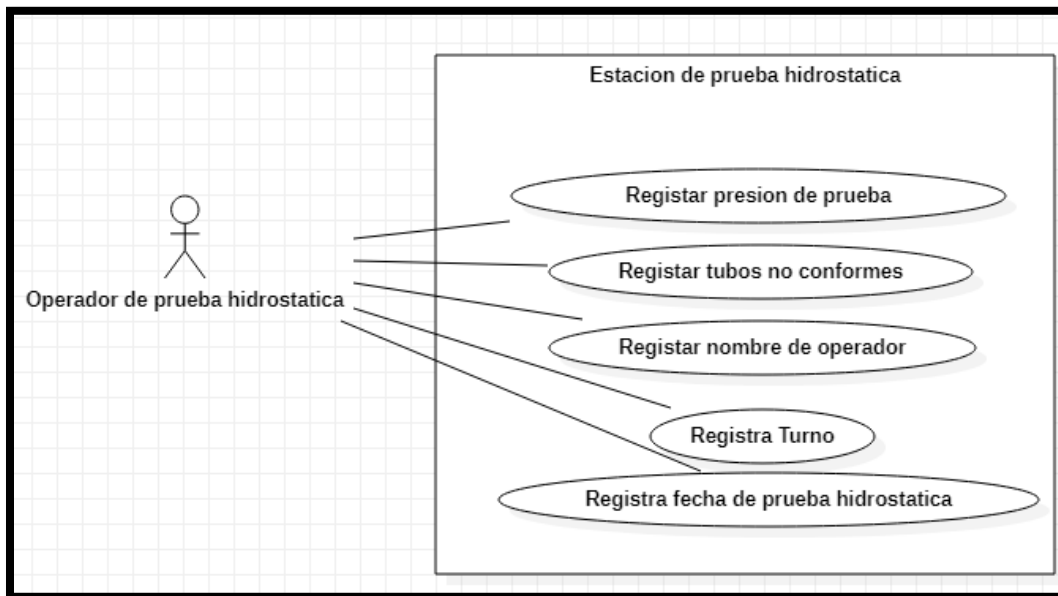


Figura 9. Diagrama de caso de Uso de Prueba hidrostática



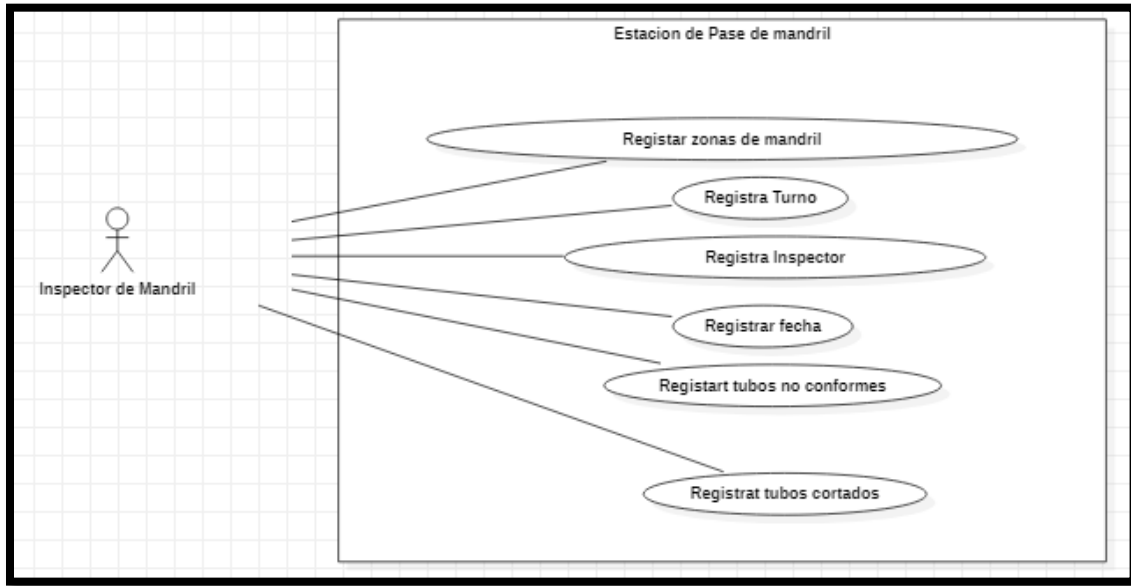


Figura 10. Diagrama de casos de usos de estación de pase de mandril

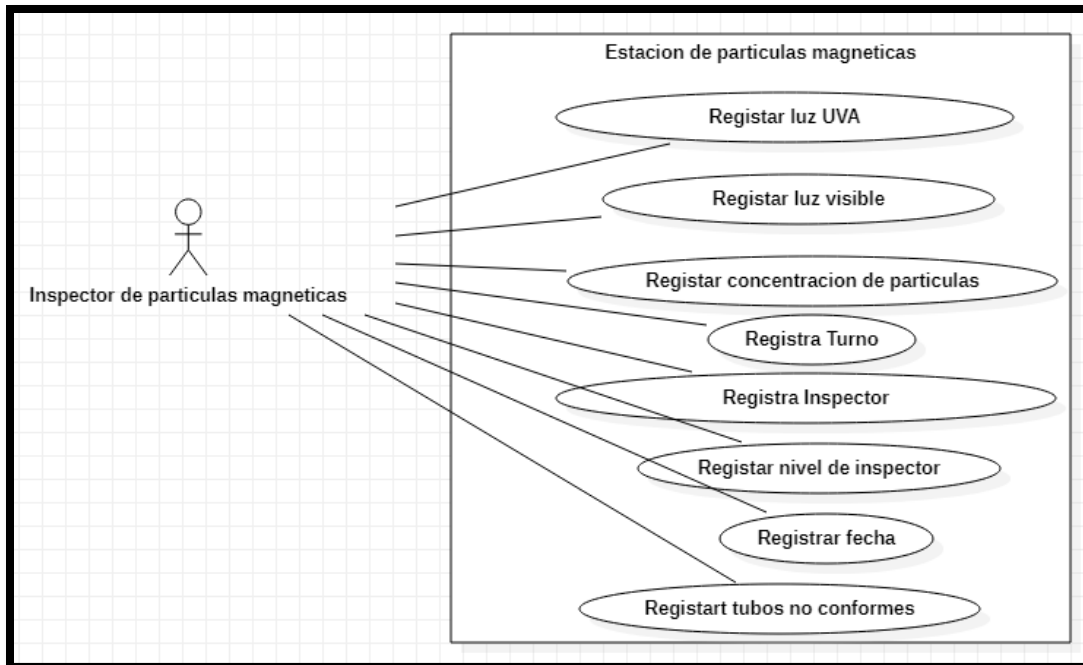


Figure 11. Diagrama de casos de uso de prueba con partículas magnéticas

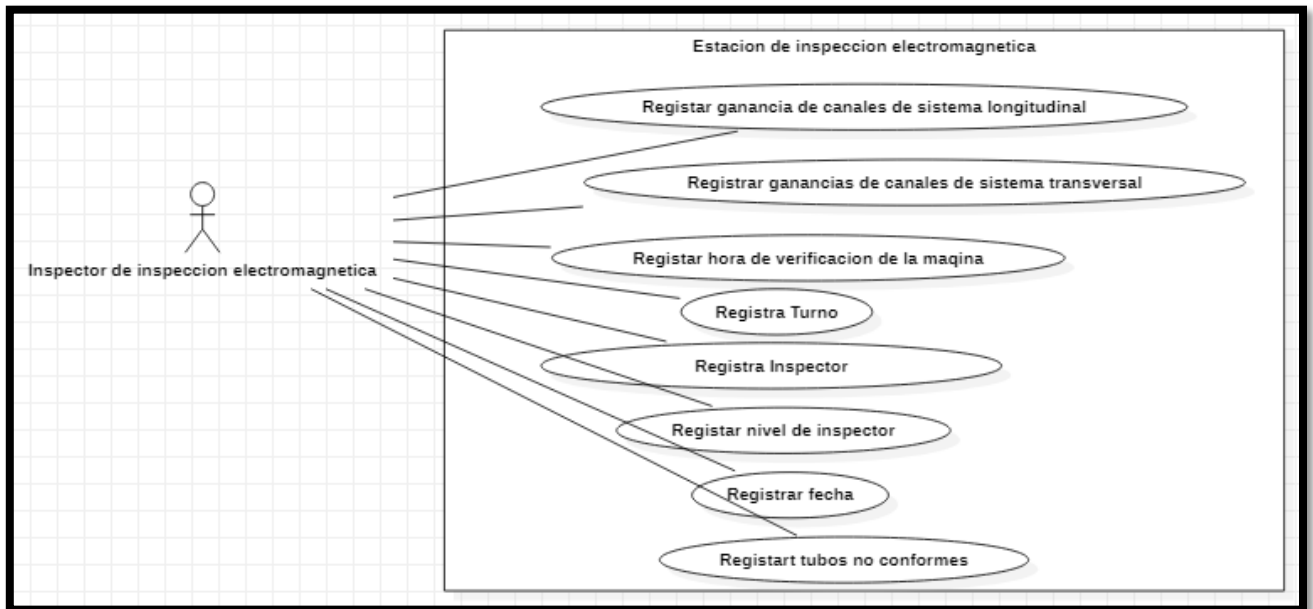


Figura 12. Diagrama de casos de uso de inspección electromagnética.

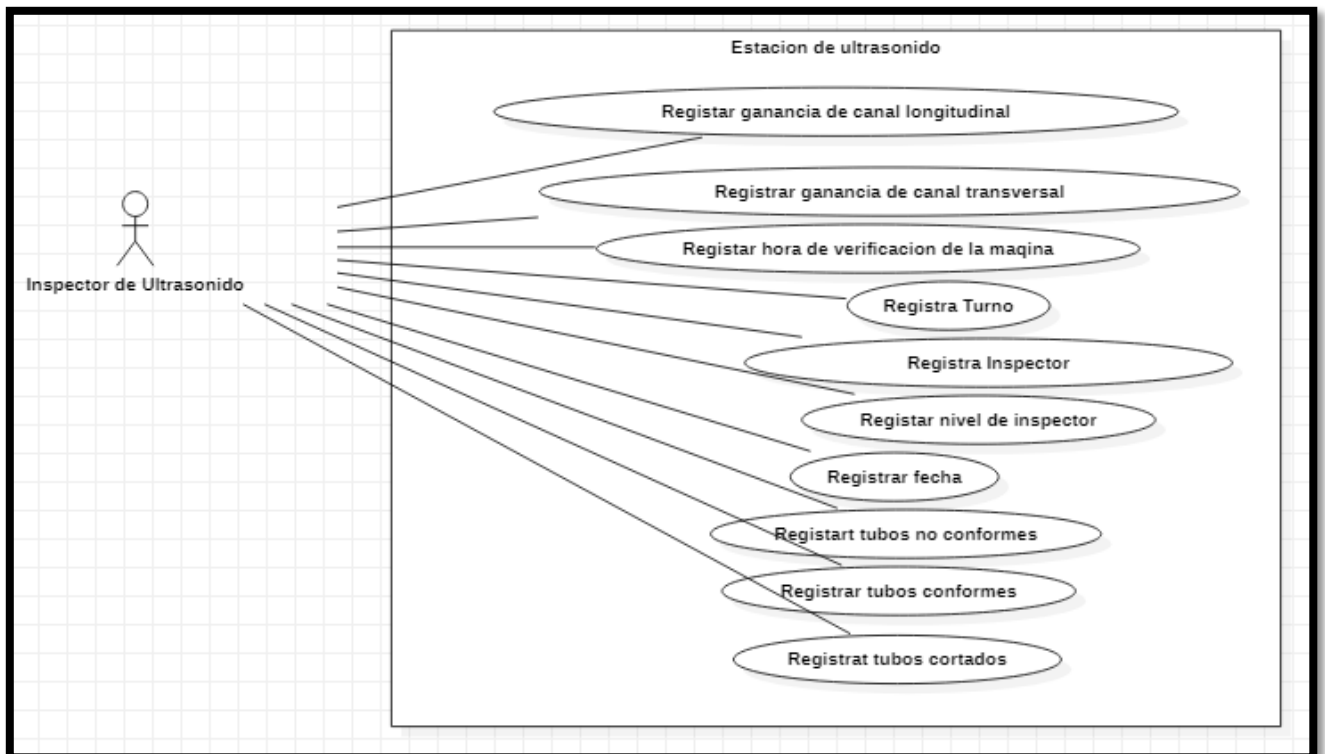


Figura 13. Diagrama de casos de uso de inspección de ultrasonido

MODELO DE PAQUETES

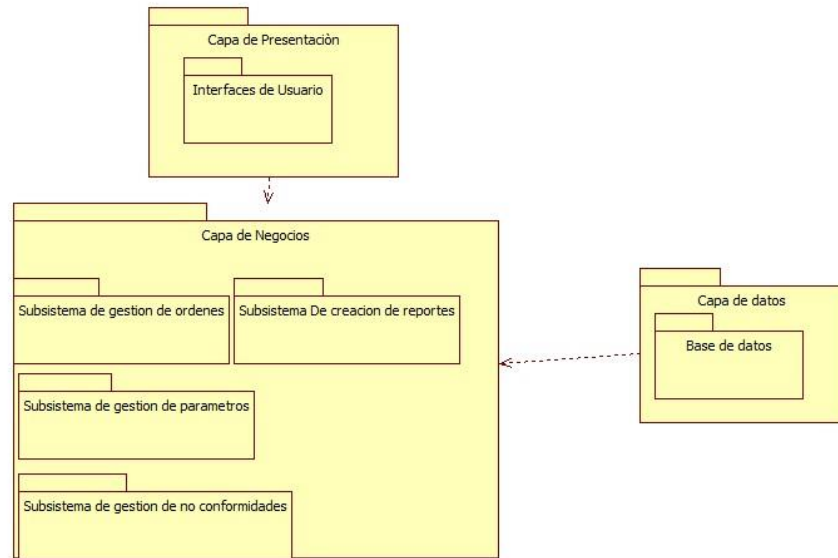


Figura 14. Diagrama de paquetes para el sistema de trazabilidad

### MODELO DE BASE DE DATOS

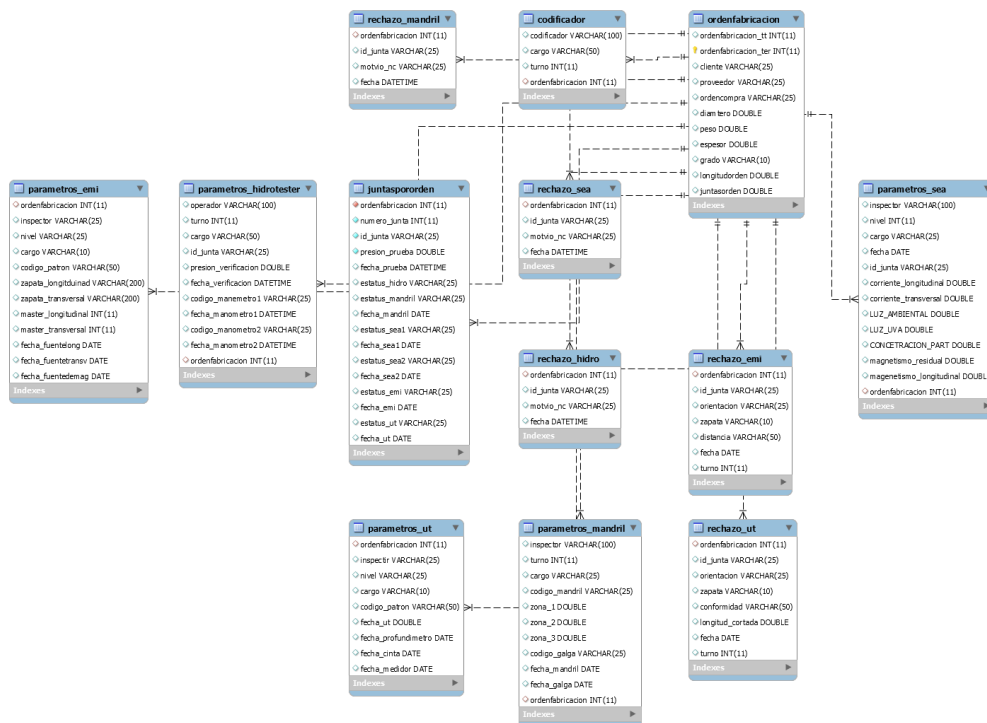
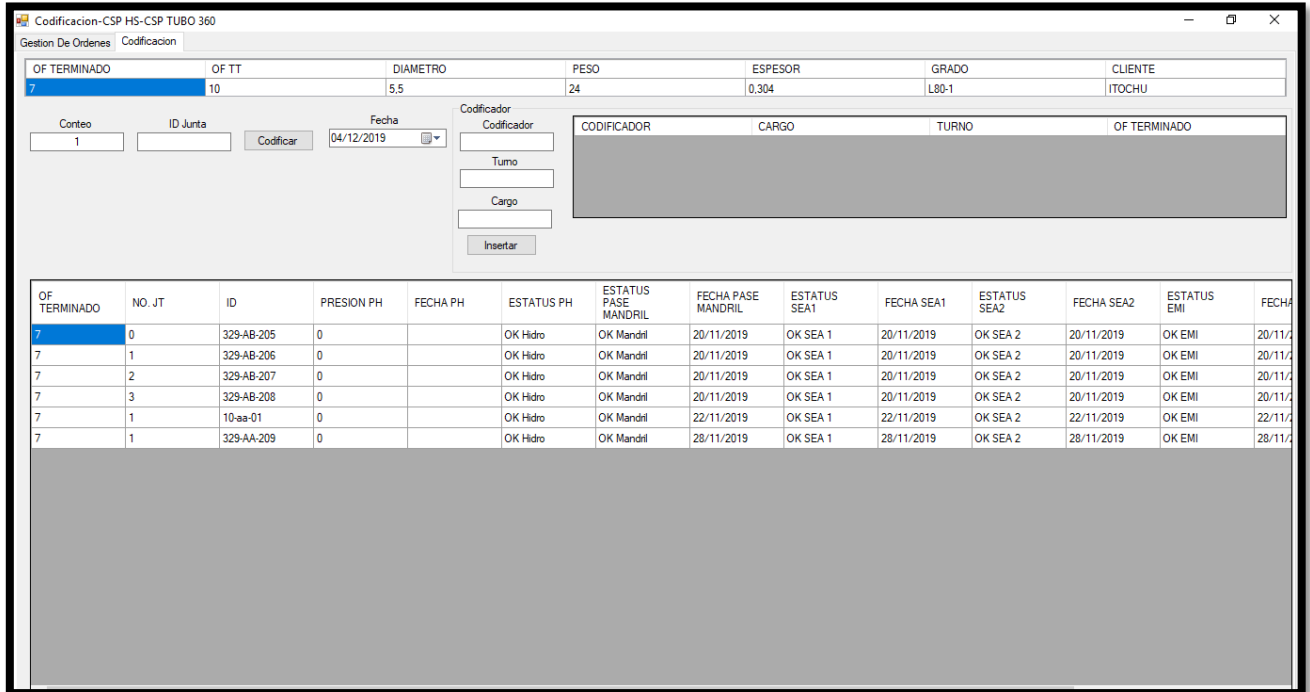


Figura 15. Modelo de Base De datos

**MODELO DE PROTOTIPOS**

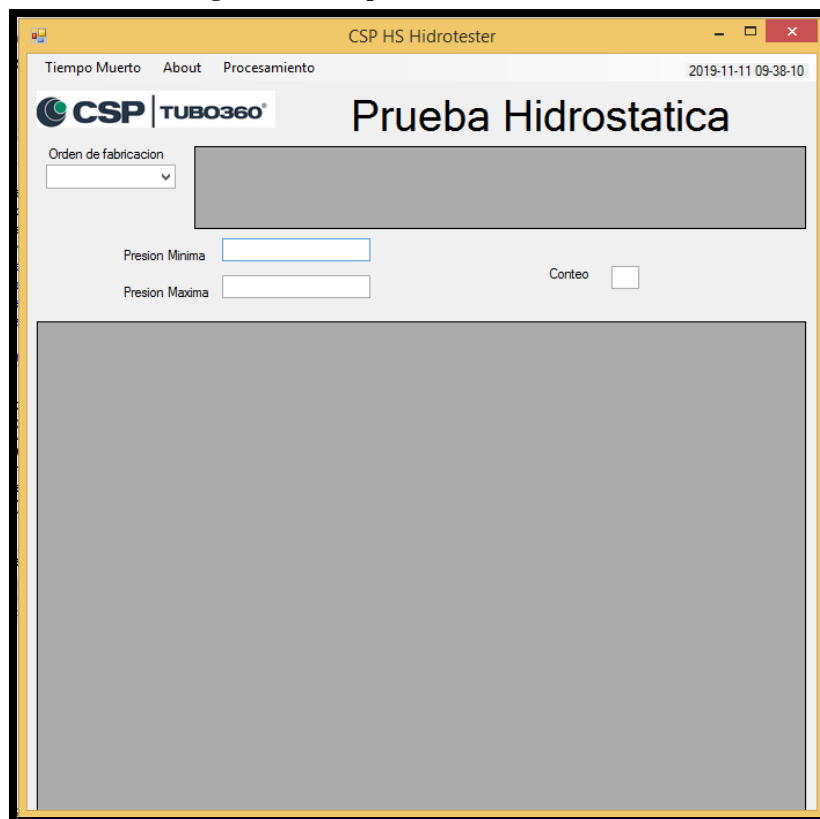


OF TERMINADO	OF TT	DIAMETRO	PESO	ESPESOR	GRADO	CLIENTE
7	10	5,5	24	0,304	L80-1	ITOCU

OF TERMINADO	NO. JT	ID	PRESION PH	FECHA PH	ESTATUS PH	ESTATUS PASE MANDRIL	FECHA PASE MANDRIL	ESTATUS SEA1	FECHA SEA1	ESTATUS SEA2	FECHA SEA2	ESTATUS EMI	FECHA
7	0	329-AB-205	0		OK Hidro	OK Mandril	20/11/2019	OK SEA 1	20/11/2019	OK SEA 2	20/11/2019	OK EMI	20/11/2019
7	1	329-AB-206	0		OK Hidro	OK Mandril	20/11/2019	OK SEA 1	20/11/2019	OK SEA 2	20/11/2019	OK EMI	20/11/2019
7	2	329-AB-207	0		OK Hidro	OK Mandril	20/11/2019	OK SEA 1	20/11/2019	OK SEA 2	20/11/2019	OK EMI	20/11/2019
7	3	329-AB-208	0		OK Hidro	OK Mandril	20/11/2019	OK SEA 1	20/11/2019	OK SEA 2	20/11/2019	OK EMI	20/11/2019
7	1	10-aa-01	0		OK Hidro	OK Mandril	22/11/2019	OK SEA 1	22/11/2019	OK SEA 2	22/11/2019	OK EMI	22/11/2019
7	1	329-AA-209	0		OK Hidro	OK Mandril	28/11/2019	OK SEA 1	28/11/2019	OK SEA 2	28/11/2019	OK EMI	28/11/2019

**Figura 16. Prototipo de estación de codificación**



CSP HS Hidrotester  
 2019-11-11 09:38:10  
**Prueba Hidrostatica**  
 Orden de fabricacion: [dropdown]  
 Presion Minima: [input]  
 Presion Maxima: [input]      Corteo:   
 [Large Grey Area]

**Figura 17. Prototipo de prueba hidrostática**

**Figura 18. Prototipo de estación de pase de mandril**

**Figure 19. Prototipo de Estación de partículas Magnéticas**

**Conclusiones:**

Se puede concluir que, el uso de este sistema de información beneficiará en gran medida a la inspección de productos de la planta, ya que este sistema de información mejora sustancialmente la productividad al mantener la integridad de la información y evitar la pérdida de tiempo en las consultas, en comparación con el método de registros en papel.

Sin embargo, es obligatorio que los inspectores lleven a cabo sus actividades de manera ordenada y eficiente. Un sistema de información para la trazabilidad permite mantener entorno de fácil acceso a la información, que facilita la adecuada toma de decisiones para conseguir una producción confiable, en la inspección de tubería.

Para garantizar la calidad óptima de los productos inspecciones, es necesario que la empresa que cuente con un sistema, como el propuesto, para proporcionar a los inspectores, información de todas las actividades involucradas en los procesos.

Para continuar con el trabajo, se debe medir el impacto en la productividad, lleva la fase de implementación de este sistema, manteniendo la mejora continua a través de la identificación de eventos relacionados que perjudiquen o beneficien el funcionamiento del software, el uso de la minería de datos puede ayudar también a determinar la calidad de los productos, con base en los datos previamente almacenados.

**Palabras clave:**

Trazabilidad, rastrear, codificación, lote, registros, controles, ensayos no destructivos, prueba hidrostática, orden de fabricación.



## ABSTRACT

The objective of traceability is to monitor the production processes ensuring the quality and good condition of the products, for this it is necessary to know their origin and all the stages or stations through which the product has passed until it reaches its final destination, dates that have undergone inspections and modifications, the conditions under which it was made, all this is necessary to ensure the quality of a product, everything must be properly registered to ensure control of production, quality and traceability

This work is aimed at developing a proposal for a traceability computer system for tubular products in the company CSP Tubo 360 for the inspection area; For the realization of this, the information of the work stations of the aforementioned area and information obtained through bibliographic consultation were taken into account.

### **Background:**

CSP Tubo 360, is a pipe manufacturing company for the oil and gas industry (OCTG). Due to the high competitiveness of the oil market, CSP is highly committed to the continuous improvement of its processes and compliance with the required quality levels by international standards and the market.

It has an OCTG pipe termination area, consisting of a pipeline inspection line; which is the focus of interest in this project; in this the tubes are inspected with the use of non-destructive tests (NDE), to check their physical integrity.

Currently the area has a traceability system in which physical forms are used to record the identification of the tubes to be inspected, a complete record of all the inspected tubes of the other stations is kept in only 1 of the production process stations. a record of the nonconforming tubes is kept and no record of the tubes that have approved an inspection is maintained, which generates a vacuum of product traceability information as there is no record of those inspections.

It is desired to propose a traceability computer system to solve this information gap, which would have a record of the inspected boards discriminating them for their conformity or not at the process station.

### **Objective:**

#### **GENERAL OBJECTIVE**

Propose a traceability information system of inspected pipes in the inspection area, to improve the productivity, competitiveness and economic growth of the company.

### **SPECIFIC OBJECTIVES**

1. Identify the stations involved in the inspection process of tubular products, in order to model the information system.
2. Design the appropriate conceptual models for the traceability system to be proposed.
3. Develop conceptual models according to the stations involved in the process.

### **Materials and Methods:**

This work was developed, in the first instance, an analysis of the state of the field of knowledge and various sources of information regarding the use of information systems for the control of traceability processes, mainly in companies dedicated to the production of OCTG pipe.

With this, the main functional and non-functional requirements were established which, together with what was experienced in the inspection plant, allowed the conceptual models to be developed by the UP methodology proposed by Ivar Jacobson, Grady Booch and James Rumbaugh.

First, there will be a study of the activities of the stations in the area to review, the steps that follow in the production chain and their importance

Then with the analysis of activities, the functional and non-functional requirements of the system will be modeled, it should be noted that the non-functional requirements will be made per workstation.

To conclude with the UML modeling of the traceability system, an entity model of the system database and a model of non-functional prototypes of lagoons will be carried out.

### **Conclusions:**

It can be concluded that the use of this information system will greatly benefit the inspection of plant products, since this information system substantially improves productivity by maintaining the integrity of the information and avoiding wasting time in the consultations, compared to the method of paper records.

However, it is mandatory that inspectors carry out their activities in an orderly and efficient manner. An information system for traceability allows you to maintain an environment with easy access to information, which facilitates adequate decision making to achieve reliable production, in the pipeline inspection.

To guarantee the optimum quality of the inspections products, it is necessary for the company to have a system, such as the one proposed, to provide inspectors with information on all the activities involved in the processes.

To continue with the work, the impact on productivity must be measured, it takes the implementation phase of this system, maintaining continuous improvement through the identification of related events that impair or benefit the operation of the software, the use of mining of data can also help determine the quality of products, based on previously stored data.

**KeyWords:**

Traceability, track, coding, batch, records, controls, non-destructive tests, hydrostatic testing, production order.

## REFERENCIAS

1. API 5CT. (2018). API 5CT 10 EDITION. USA: API ENERGY.
2. ASTM E213. (2014). Standard Practice for Ultrasonic Testing of Metal Pipe and Tubing. ASTM INTERNACIONAL.
3. ASTM E570. (2015). Standard Practice for Flux Leakage Examination of Ferromagnetic Steel Tubular Product. ASTM INTERNACIONAL.
4. ASTM E709. (2015). Standard Guide for Magnetic Particle Testing. ASTM International.