

**CAPÍTULO II:**

**ANÁLISIS GENERAL DE UN  
VEHÍCULO DE RIEGO Y BALDEO  
FABRICADO CON MATERIALES  
METÁLICOS**

## ÍNDICE

### *II.1. DISEÑO ACTUAL VEHÍCULO RIEGO Y BALDEO CON MATERIALES METALICOS.*

- II.1.1. INTRODUCCION*
- II.1.2. CHASIS*
- II.1.3. TANQUE*
- II.1.4. FALSO BASTIDOR*
- II.1.5. ARMARIO DELANTERO*
- II.1.6. GRUPO MOTOBOMBA*
- II.1.7. SISTEMA DE RIEGO Y BALDEO*
- II.1.8. CIRCUITO ELÉCTRICO*
- II.1.9. SISTEMA HIDRAÚLICO*
- II.1.10. SISTEMA NEUMÁTICO*

### *II.2. MODELO UML DE VEHICULO DE RIEGO Y BALDEO FABRICADO CON MATERIALES METÁLICOS.*

- II.2.1. INTRODUCCIÓN*
- II.2.2. EL LENGUAJE UNIFICADO DE MODELADO (UML)*
- II.2.3. MODELO UML DEL VEHÍCULO DE RIEGO Y BALDEO CON MATERIALES METÁLICOS.*

### *II.3 MODELO CAD 3D, DEL VEHÍCULO DE RIEGO Y BALDEO FABRICADO CON MATERIALES METÁLICOS.*

- II.3.1. INTRODUCCIÓN*
- II.3.2. NOMENCLATURA*
- II.3.3. MODELO 3D EN SOLID EDGE PIEZA Y CONJUNTO*
- II.3.4. PLANOS 2D MEDIANTE SOLID EDGE PLANO*

## *II.4 ANÁLISIS MECÁNICO DEL VEHÍCULO DE RIEGO Y BALDEO FABRICADO CON MATERIALES METÁLICOS.*

*II.4.1 MODELO DE ANÁLISIS.*

*II.4.2 HIPÓTESIS DE CARGA*

*II.4.3. ANÁLISIS REALIZADOS*

*II.4.4. CONCLUSIONES*

## *II.5 MODELO DE CONOCIMIENTOS EN XML, BASADO EN METOLOGÍA MOKA DEL VEHÍCULO DE RIEGO Y BALDEO FABRICADO CON MATERIALES METÁLICOS.*

*II.5.1. INTRODUCCIÓN*

*II.5.2. MODELO INFORMAL MOKA*

*II.5.3. MODELO BASE DE CONOCIMIENTOS DEL VEHÍCULO DE RIEGO Y BALDEO CON MATERIALES METÁLICOS*

## **II.1 DISEÑO ACTUAL VEHÍCULO RIEGO Y BALDEO CON MATERIALES METALICOS**

### **II.1.1 INTRODUCCION.**

El diseño actual de vehículos de riego y baldeo se basa principalmente en el uso de materiales metálicos, concretamente acero S 275. Se elige un CRB (siglas que corresponden a “cisterna de riego y baldeo”) de 8000 litros de capacidad, cuyos principales elementos son:

- Chasis
- Tanque
- Falso bastidor
- Armario delantero
- Grupo moto-bomba
- Sistema de riego y baldeo
- Circuito eléctrico
- Red de tuberías
- Sistema neumático
- Armario Trasero

### II.1.2 CHASIS

Son adquiridos de diferentes fabricantes, como Renault, Mercedes, Scania, etc, dependiendo del cliente y de la capacidad demandada del tanque.



Figura 1. Chasis

### II.1.3 TANQUE

El tanque es el elemento donde se almacena el agua transportada por el vehículo. Construido en acero S 275-JR, de 4 mm espesor, está formado por varios casquetes en sentido longitudinal. Cada uno de estos casquetes es de una sola pieza soldada longitudinalmente en la parte central superior. Todas las soldaduras se ejecutan interior y exteriormente, siendo amoladas desde el exterior.

De sección rectangular y bordes redondeados, con un volumen de 8.000 litros y unas dimensiones de 2100 mm de ancho, 1520 mm de alto y 2650 mm de largo.



Figura 2. Montaje paredes del tanque

Dispone de dos rompeolas transversales, también de acero S 275-JR, de 4 mm espesor, que lo dividen en tres compartimentos de iguales dimensiones, para minimizar los efectos inerciales del agua almacenada.

Están soldados intermitentemente en todo su contorno, y se les practican dos orificios en su parte superior para el paso de aire de un compartimento a otro, y otros dos en la parte inferior, para el paso de agua. Por último se practicarán otros dos orificios en las esquinas inferiores para el agua que se quede en el hueco que forman estos en su parte baja.

Se colocan tanto en los dos laterales como en la parte frontal y trasera unos rigidizadores soldados interiormente al tanque, transmitiéndole rigidez frente a los impactos provocados por el volumen de agua al desplazarse interiormente. Dichos rigidizadores son de acero S 275-JR de 4 mm de espesor.

En los dos laterales se colocan horizontalmente en los tres compartimentos realizados a través de la separación de los rompeolas.

En la parte frontal y trasera se colocarán dos rigidizadores horizontales y dos verticales

En la parte inferior del tanque existen tres durmientes soldados en todo su contorno al tanque, que lo une rígidamente con el falso bastidor del vehículo, y disminuye las deformaciones en el fondo del tanque.



Figura 3. Vista falso bastidor y durmientes

En la parte superior el tanque lleva tres bocas de hombre de 500 mm de diámetro, siendo practicable la central mediante una bisagra que permite abatir hacia un lado en un ángulo de 180°, mientras que las otras dos van con tapa ciega con tornillos desmontables y junta, como se muestra en la figura 4.

En el interior de tanque se instalan dos tubos de drenaje de 100 mm de diámetro con salida directamente al exterior entre los largueros del bastidor, evitando la caída de agua sobre cualquier elemento mecánico. Dichos tubos están situados en las bocas de hombre con tapa ciega. Figura 5.



Figura 4. Detalle de las bocas de paso de hombre.



Figura 5. Detalle tubo de llenado

Las cisternas llevan instalados en la parte exterior un tubo traslucido de indicación de nivel de agua de 40 mm de diámetro.



Figura 6. Nivel de agua en el tanque.

### II.1.4 FALSO BASTIDOR

Compuesto por dos UPN 140 dispuestos simétricamente y soldados en todo su contorno de durmiente a durmiente, en la parte delantera del tanque este falso bastidor acabara en ángulo de 45°, a los cuales se les sueldan las cogidas que servirán de agarre al bastidor del vehículo (chasis).

En cuanto a la unión entre falso bastidor y bastidor del vehículo se efectúa elásticamente mediante soportes rígidos con tornillos, tuerca autoblocante y durmiente elástico, denominados silent-blocks.

### II.1.5 ARMARIO DELANTERO

Armario metálico de acero al carbono, recubierto de material aislante acústico, en el interior del cual se aloja el grupo motobomba. También se conoce como armario insonorizado, pues su principal función es disminuir los efectos acústicos producidos por el grupo moto-bomba cuando se efectúan las operaciones de limpieza viarias.

Es totalmente desmontable, por tornillos M-12 (G.8) DIN933, que unen la parte inferior del armario con el falso bastidor del vehículo. La parte delantera se ha provisto de una puerta fácilmente desmontable para un correcto mantenimiento cuando sea necesario y en los dos laterales, van provistos igualmente de sendas puertas. Estas últimas son de apertura mediante muelles de gas y apertura parcial para impulsión.



Figura 7. Armario delantero

El sistema de aislamiento está constituido por los siguientes elementos.

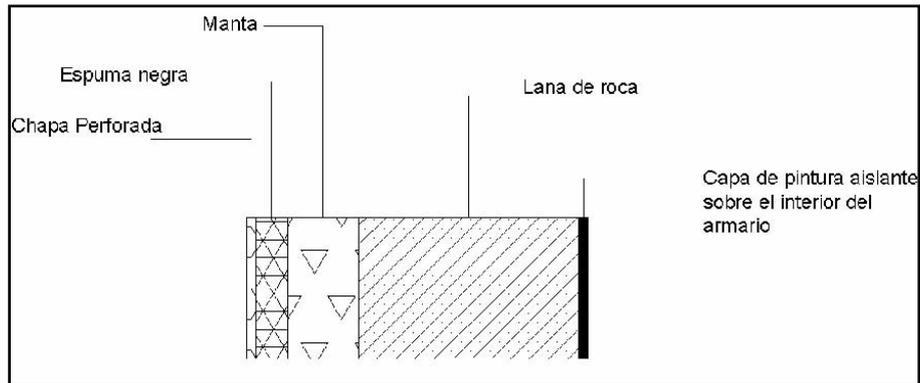


Figura 8. Sistema de aislamiento acústico.

El conjunto formado por la espuma y la manta se denomina acronet y tiene las especificaciones recogidas en la siguiente tabla y gráfico.

Especificaciones	
Naturaleza	Compuesto polimérico y fibras
Color	Membrana: Negra Filtro: verde
Densidad	5 kg/m <sup>3</sup>
Espesor	18 mm. (aprox.)
Conductividad térmica	0,028 Kcal/h.m°C
Resistencia a la temperatura	-35°C a 85°C

Tabla1. Especificaciones Acronet

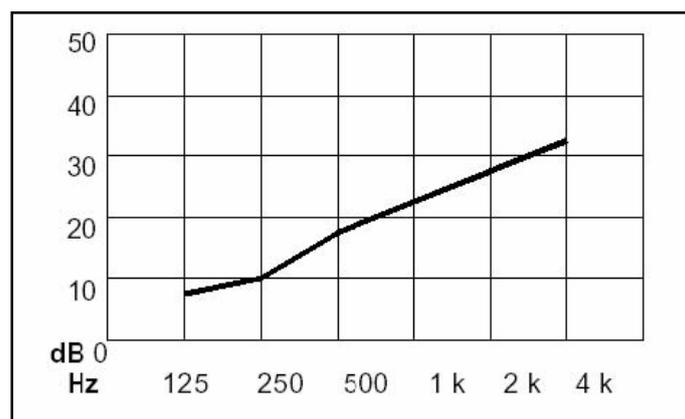


Gráfico 1. Aislamiento acústico en frecuencias.

El interior del armario sirve también como base del sistema de electroválvulas que controlan el sistema de funcionamiento de la cisterna.



Figura 9. Detalle de cuadro de electro válvulas en el interior del armario.

### II.1.6 GRUPO MOTOBOMBA

En las cisternas insonorizadas se instala dentro del armario delantero, un grupo motobomba, independiente del motor principal, que permite operar con el motor de vehículo parado, lo que confiere al conjunto altas prestaciones desde el punto de vista acústico.

Los principales elementos que constituyen el grupo son:

- Motor Diesel marca KUBOTA modelo V1505BBS refrigerado por agua.
- Bomba de eje libre multicelular marca MARELLI 32-50/5 con cierre mediante empaquetadura, y condiciones de uso  $15(\text{m}^3/\text{h})$  a  $15(\text{kg}/\text{cm}^2)$ .
- Bancada
- Intercambiador
- Silenciador

Un esquema simple del funcionamiento del grupo lo recogemos en la siguiente figura 10 y una imagen del montaje en la figura 11.

#### II.1.6.1 Motor

La tabla 2 recoge las características técnicas del motor diesel de cuatro tiempos, refrigerado por agua KUBOTA V1505, y en la figura 12 aparece el montaje del motor.

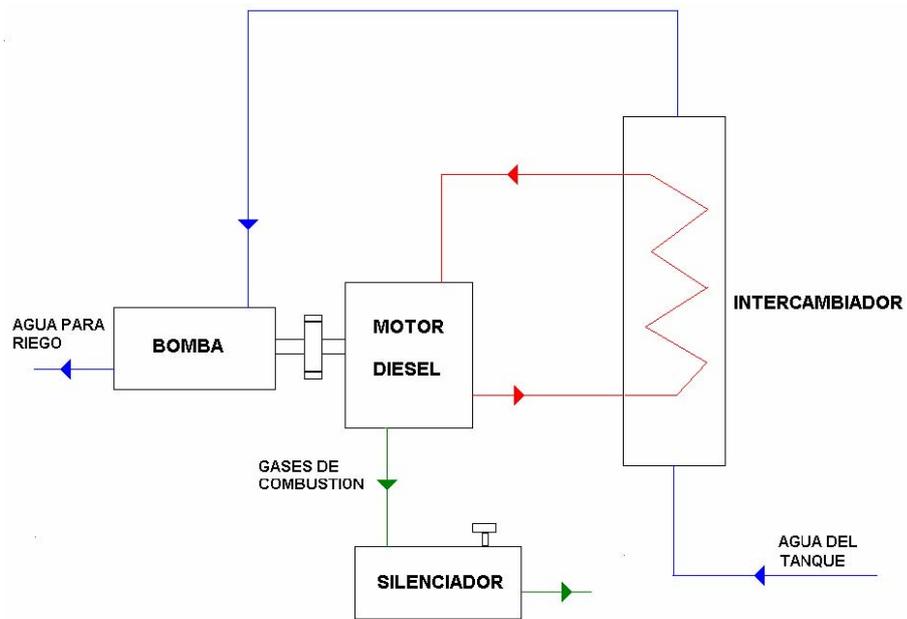


Figura 10. Esquema grupo motobomba

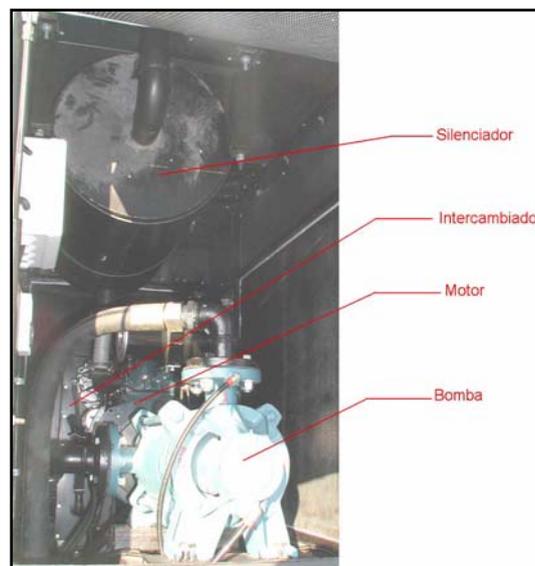


Figura 11. Detalle de los elementos del grupo.



Figura 12. Motor Kubota

Características	Unidades	
Nº de cilindros		4
Diámetro / Carrera	mm	78/78,4
Cilindrada	cc	1498
Cámara de combustión		Tipo esférico(E-TVCS)
Potencia neta intermitente	kW/rpm	25,0/3000
Potencia neta continua	kW/rpm	21,6/3000
Velocidad máxima sin carga	rpm	3200
Velocidad mínima en ralentí sin carga	rpm	800/900
Orden de encendido		1-3-4-2
Sentido de giro		Antihorario
Bomba de inyección		Mini bomba BOSCH MD
Presión de inyección	MPa	13,73
Temporización de la inyección antes del PMS	°	19
Relación de compresión		23:1
Combustible		Gasóleo Nº2-D
Lubricante		Grado superior al CC
Longitud / Altura / Anchura	Mm	591,3 / 396 / 613,7
Peso en seco	Kg	110
Motor de arranque	v/kW	12 / 1,2
Generador de carga	v/W	12 / 360
Capacidad recomendad de batería		12v 66Ah. equivalente

Tabla 2. Características técnicas del motor.

### II.1.6.2 Bomba

La bomba de presión MARELLI es de 5 escalonamientos obteniendo una presión de  $15 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$  para un caudal de  $15 \text{ (m}^3\text{/h)}$ .



Figura 13. Bomba Marelli.



Figura 14. Detalle del acoplamiento entre bomba y motor.

### II.1.6.3 Bancada

Tanto el motor como la bomba van montadas sobre una bancada y ésta a su vez unida mediante un acoplamiento elástico que reduce las vibraciones (silent-block) al armario insonorizado. La bancada está constituida por perfiles UPN 100 soldados a unos rigidizadores que permiten la unión con el armario insonorizado.



Figura 15. Unión de la bomba a la bancada.



Figura 16. Unión del motor a la bancada y de los rigidizadores de unión al armario.

#### II.1.6.4 Intercambiador

El intercambiador del circuito está realizado en acero inoxidable de 4 mm y consta de una carcasa, por la que circula el agua procedente del tanque y que baña un banco de tubos por los que circula el agua de refrigeración del motor.

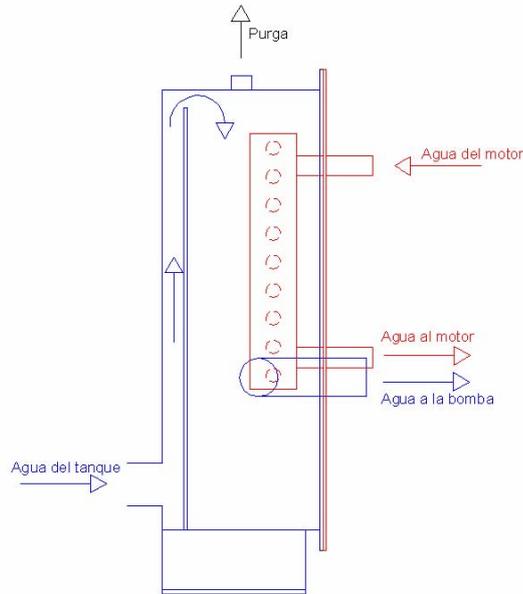


Figura 17. Esquema del intercambiador.

El intercambiador sirve también de depósito de cebado de la bomba, ya que se sitúa en una cota superior a ésta.



Figura 18. Carcasa del intercambiador.

El tubo de salida de la carcasa a la bomba puede estar en el lado derecho o izquierdo de la carcasa según convenga por motivos de espacio.

### II.1.6.5 Silenciador

Otro elemento destacable es el silenciador, constituido por un cilindro metálico en cuyo interior hay una serie de tabiques que tienen la función de amortiguar las ondas sonoras de la combustión.

Se sitúa en la parte superior del armario, próximo al motor, minimizando así el escape del mismo.



Figura 19. Unión de escape del motor y silenciador.

### II.1.7 SISTEMA DE RIEGO Y BALDEO

El sistema de riego y baldeo está formado por distintos elementos, haciendo distinción entre los que es riego de las vías y el baldeo.

El baldeo se realiza mediante dos juegos de boquillas orientables derecha-izquierda desde cabina y colocados en la parte delantera del camión. Estas boquillas serán instaladas a una altura sobre el suelo de 28/30 cm, el ángulo de inclinación del chorro producido por estas boquillas es de 15° pudiendo ser regulado manualmente.



Figura 20. Boquillas baldeadoras

El riego lo efectúan dos piñas de bronce con orificios laterales situados en los extremos del bloque delantero.



Figura 21. Piñas de riego

También es posible la operación de riego y baldeo de forma conjunta.



Figura 22. Boquillas baldeadoras y piñas de riego

En la parte posterior se incorpora una pértiga giratoria orientable para el riego de aceras, con manguera racorada semirrígida, lanza y llave de paso.



Figura 23. Pértiga

Entre largueros del bastidor del chasis en parte trasera del equipo lleva instalado un carrete porta manguera con racor giratorio, sin que sobresalga la longitud total del vehículo, conocido con el nombre de devanadera.



Figura 24. Devanadera

Cabe recordar que para realizar las operaciones de riego y baldeo delantero, y para la riego con pértiga o devanadera trasera es necesario que el grupo motobomba esté en funcionamiento. Una vez concluidas las operaciones de riego es necesario que se apague el grupo, ya que con todas las salidas cerradas sólo se está recirculando agua a presión al tanque.

En algunos modelos, para el baldeo manual o riego, en la parte trasera van instalados una devanadera de alta presión con manguera de  $\Phi_i=19$  (mm) para impulsión de agua a 210 bar y una pistola de alta presión. Para accionar estos sistemas es necesario activar la bomba de alta presión accionada por la toma de fuerza del vehículo, por tanto, es necesario que el vehículo esté en funcionamiento.

Se procede de la forma siguiente: con el vehículo parado, metemos la toma de fuerza y observaremos que automáticamente el motor gira a unas 1300 (r.p.m.) que son las óptimas a la que debe trabajar el grupo de alta. Acto seguido abrimos la llave de alta presión situada en la parte trasera del vehículo al lado de la devanadera de alta presión y ya podremos actuar con la pistola.

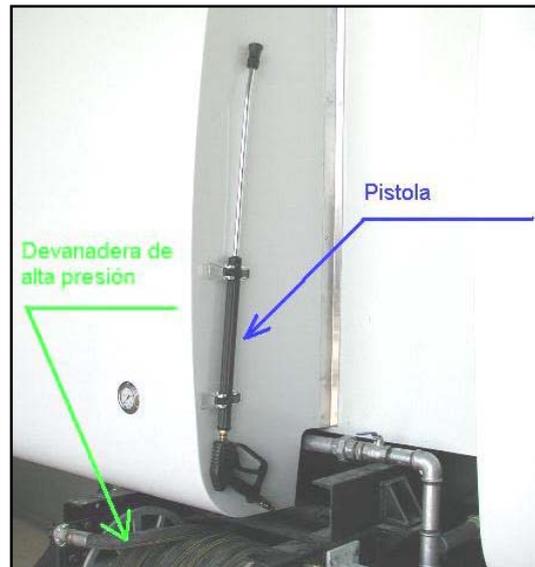


Figura 25. Sistema de riego de alta presión mediante pistola.

## II.1.8 CIRCUITO ELÉCTRICO

### II.1.8.1 Control del grupo moto-bomba

El control del grupo motobomba se realiza desde cabina mediante un panel de control en el que se sitúan los distintos indicadores de seguridad.

En este panel encontramos los siguientes indicadores:

- Llave de contacto.
- Nivel de agua. Indica el nivel de agua en la cisterna. Si no está encendido debe reponerse para no correr el riesgo de aspirar en vacío.
- Temperatura del habitáculo. Una sonda de temperatura situada en el interior del armario insonorizado no avisa cuando se calienta en exceso el habitáculo en el que se aloja el grupo. En caso de que se encienda, se debe apagar el grupo y airear el armario insonorizado.
- Temperatura del agua del motor. Tenemos un indicador analógico y una señal de aviso. El funcionamiento óptimo del motor se sitúa en torno a los 90°. Si se enciende la señal del aviso debe apagarse el grupo.
- Presión de aceite del motor. Tenemos un indicador analógico y una señal de aviso. Si se enciende la señal del aviso debe apagarse el grupo.
- Horómetro. Indica el tiempo de funcionamiento total del grupo. Este indicador se encuentra a cero solo cuando se entrega el vehículo.
- Indicador de la presión de lanzamiento de agua. El riego con el grupo se hace a una presión máxima de 15 (bar). Es posible disminuir la presión con el sistema de control del riego.



Numeración	Función
38	Abre el agua en el baldeador izquierdo.
40	Abre el agua en el baldeador derecho.
48	Abre el agua en las piñas.
37	Cierra el agua en las piñas.
42	Aumentar presión en agua.
32	Disminuir presión en agua.
41	Aumentar presión en agua.
31	Disminuir presión en agua.
47	Abrir el chorro de la piña izquierda.
36	Cerrar el chorro de la piña izquierda.
45	Abrir el chorro de la piña derecha.
35	Cerrar el chorro de la piña derecha.
34	Mover el baldeador izquierdo hacia la izquierda.
44	Mover el baldeador izquierdo hacia la derecha.
33	Mover el baldeador derecho hacia la izquierda.
43	Mover el baldeador derecho hacia la derecha.

Tabla 3. Funciones Sistema de control de riego

Esta numeración del cableado, que sale de la caja de control del riego se inserta en el cuadro de electroválvulas con la siguiente disposición:

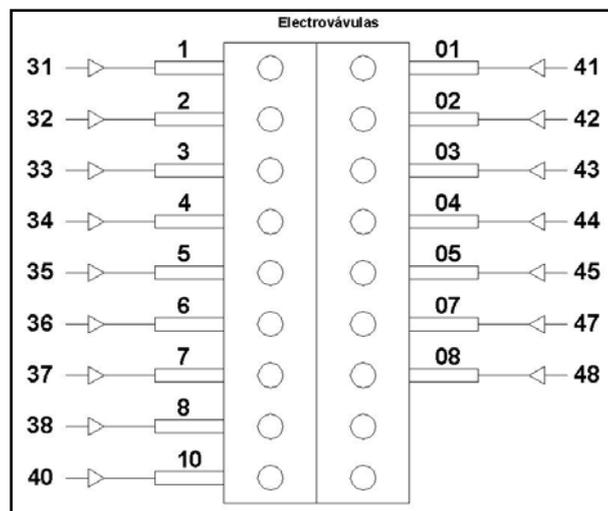


Figura 28. Esquema de conexión entre el cableado de control de riego y las electroválvulas.

### II.1.9 SISTEMA HIDRAULICO

El sistema hidráulico lo componen la red de tuberías y válvulas, que conectan la cisterna con los elementos de potencia y uso del vehículo.

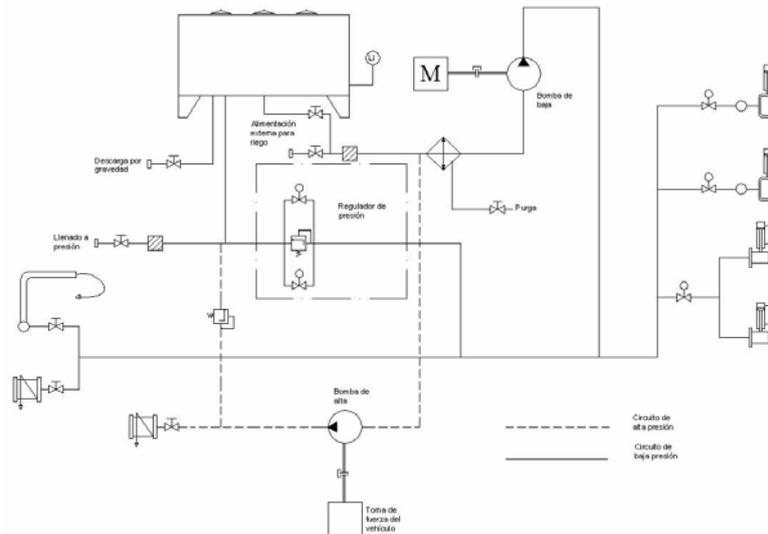


Figura 29. Esquema del circuito hidráulico de la cisterna.

Los elementos que componen el sistema hidráulico son los siguientes.

- Válvula de bola neumática. Se utilizan en diámetros de 1¼" y 3¼".
- Válvula de bola manual. Se utilizan en diámetros de 2" y ¼".
- Filtro. Se utilizan en diámetros de 2" y 2 ½".
- Válvula de seguridad.
- Racord Tor
- Racord Barcelona

El circuito hidráulico posee dos líneas correspondientes a los circuitos de alta y baja presión.

El circuito de baja es común a todas las cisternas y proporciona agua tanto para el riego delantero con las piñas y las boquillas direccionales como para la devanadera trasera y la pértiga. Este circuito está impulsado con el grupo motobomba instalado en el armario insonorizado, y es independiente del motor del vehículo. Con este circuito se obtiene un caudal de 15(m<sup>3</sup>/h) a 15 (bar)

El circuito de alta es opcional en las cisternas, y proporciona servicio para el riego con una devanadera posterior y a una pistola de presión. Este circuito está alimentado mediante una bomba de alta presión impulsada por la

toma de fuerza del vehículo, por lo que requiere que el vehículo esté en funcionamiento para su utilización. Con este circuito se obtiene un caudal de 38 (l/min) a 210 (bar).

La cisterna puede llenarse de varias maneras. Puede utilizarse la presión de una red exterior, accionando la válvula manual y acoplando la entrada con el Racord Barcelona.

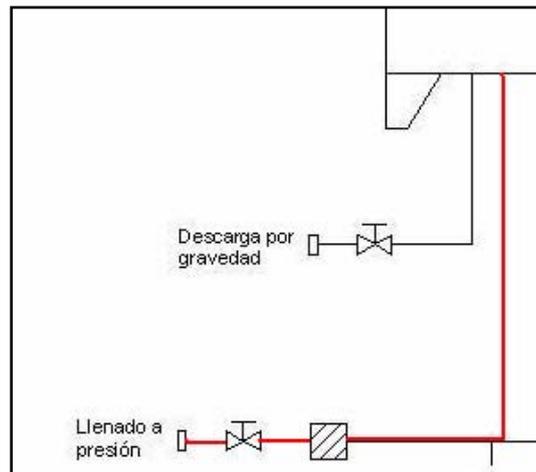


Figura 30. Esquema del llenado con presión exterior.

También puede utilizarse el grupo del vehículo para llenar la cisterna si no se dispone de presión suficiente. Para ello se acopla la línea exterior mediante un Racord Tor, se cierran todos los usos del vehículo y se abre alguna de las válvulas reguladoras de presión, de forma que el agua entra en el tanque.

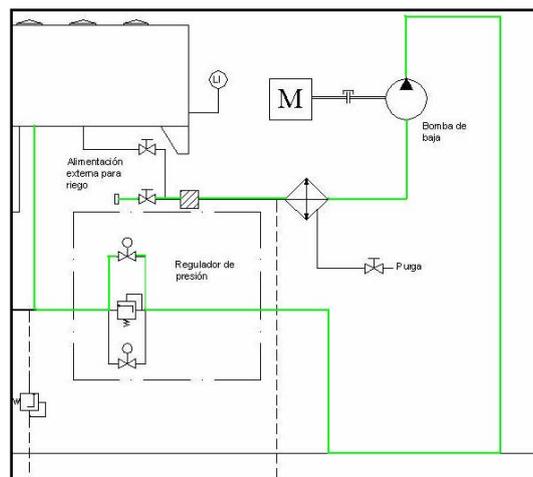


Figura 31. Esquema de llenado con el grupo motobomba.

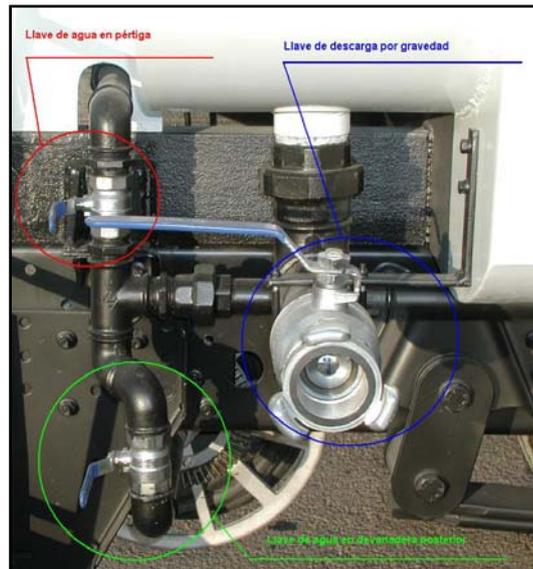


Figura 32. Líneas de entrada de llenado de la cisterna.

Por último, también puede utilizarse los pasos de hombre superiores para llenar la cisterna.

### II.1.10 SISTEMA NEUMÁTICO

El control del sistema de hidráulico y del riego se realiza mediante válvulas y pistones de accionamiento neumático. El aire comprimido se obtiene directamente de la toma del vehículo, que llega a un conjunto de electroválvulas que accionan los distintos elementos del sistema hidráulico.



Figura 33. Frontal del vehículo.

El circuito neumático tiene dos elementos básicos en la parte frontal del vehículo, el filtro de aire y el lubricador.

El aire comprimido empleado en el circuito neumático, además de seco y limpio, que se consigue con el filtro de aire, ha de contener cierta dosis de lubricante pulverizado para el buen servicio y conservación de los aparatos.

Para ello se hace circular el aire por el lubricador, que provoca una depresión en el aceite contenido en el depósito transparente. El aceite asciende por el tubo, abre la válvula, atraviesa el paso regulado y cae, gota a gota por el caño. El aceite se pulveriza y arrastra mediante una corriente de aire comprimido.

## ***II.2 MODELO UML DE VEHÍCULO DE RIEGO Y BALDEO FABRICADO CON MATERIALES METÁLICOS.***

### **II.2.1 INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se presenta un modelo del vehículo de riego y baldeo fabricado con materiales metálicos, desarrollado mediante el lenguaje de modelado, de orientación a objetos, conocido como UML.

En la actualidad, el mundo de las Tecnologías de la Información (TI) ha exigido generalizar las técnicas de definición y tratamiento de la información, de manera que puedan ser utilizadas homogéneamente, en todos los ámbitos de estudio. En este punto surgen los conceptos generales de modelado de sistemas, basados en conceptos abstractos y universales, que pueden ser de utilidad no solamente en el ámbito de las TI, sino en cualquier ámbito de actuación humana y, en general, en cualquier tipo de planteamiento de problemas de ingeniería.

El modelado de sistemas mediante orientación a objeto pretende representar el mundo real, en el que se desarrolla la actividad del hombre, mediante la representación de objetos. Con ellos se consigue lo siguiente:

- Ayudan a visualizar un sistema.
- Permiten especificar la estructura o el comportamiento del sistema.
- Proporcionan una plantilla que guía en la construcción del sistema.
- Documentan las decisiones tomadas.

## II.2.2 EL LENGUAJE UNIFICADO DE MODELADO (UML)

El "Lenguaje de Modelado Unificado" o UML, acrónimo de *Unified Modelling Language*, ha sido adoptado, internacionalmente, de forma generalizada, como un medio para representar conocimiento.

UML ofrece las siguientes características:

- Proporciona un modelo explícito que facilita la comunicación.
- Es un lenguaje gráfico con una semántica bien definida.
- Aborda la especificación de todas las decisiones importantes de análisis, diseño e implementación que deben tomarse al desarrollar y desplegar un sistema en software.
- Aborda la documentación de la arquitectura de un sistema y proporciona un lenguaje para expresar requisitos y pruebas.
- Está pensado, principalmente, para sistemas intensos de software, aunque no está limitado a ello.

### II.2.2.1 Modelo Conceptual de UML

En el modelo conceptual de UML se distinguen:

- Modelo de casos de uso, modela las necesidades del usuario y se representa mediante diagramas de casos de uso.
- Modelo de clases de objetos, pretende modelar la estructura estática del sistema. Se representa mediante los diagramas de objetos y los diagramas de Clases.
- Modelo de estados, modela el comportamiento del sistema. Se representa mediante diagramas de estados-transiciones, diagramas de actividades, diagramas de secuencia y diagramas de colaboración.
- Modelo físico, modela la construcción física del sistema. Se representa mediante diagramas de componentes y diagramas de despliegue.

### II.2.2.2 Núcleo del modelo conceptual UML

El núcleo del modelo conceptual de UML lo constituyen tres elementos:

- Los bloques básicos de construcción.
- Las reglas que indican como encajan estos bloques.
- Algunos mecanismos comunes.

#### II.2.2.2.1 Bloques de construcción de UML

- **Cosas en UML**

A continuación se describen, exclusivamente, aquellos elementos de UML que se van a emplear en este proyecto:

**Clase:** descripción de un conjunto de objetos que comparten los mismo atributos, operaciones, relaciones y semántica.

**Caso de uso:** descripción de un conjunto de secuencias de acciones que realiza un sistema, y que proporciona un resultado observable, de valor para un actor particular.

**Paquete:** mecanismo de propósito general para organizar elementos en grupos. Un paquete es puramente conceptual.

- **Relaciones en UML**

**Dependencia:** relación semántica entre dos cosas, en la que un cambio en una (la cosa independiente), puede afectar a la semántica de la otra, (la cosa dependiente).

**Asociación:** Relación estructural que describe un conjunto de enlaces. Un enlace es una conexión entre objetos.

**Generalización:** (especialización/generalización), es una relación en la que los objetos del elemento especializado pueden sustituir a objetos del elemento generalizado.

**Realización:** Relación semántica entre clasificadores donde un clasificador especifica un contrato que otro clasificador garantiza soportar.

- **Diagramas en UML**

**Diagrama de casos de uso:** Muestran los casos de uso, actores y sus relaciones. Muestra quien puede hacer qué y las relaciones que existen entre acciones (casos de uso). Son muy importantes para modelar y organizar el comportamiento del sistema.

**Diagrama de clases:** muestra las clases, interfaces, colaboraciones y sus relaciones. Son los más comunes y tratan la visión estática del modelo.

**Diagrama de objetos:** Es un diagrama de instancias de las clases mostradas en el diagrama de clases. Muestra las instancias y como se relacionan entre ellas. Se da una visión de casos reales.

**Diagrama de estados:** muestra los estados, eventos, transiciones y actividades de los diferentes objetos. Son útiles en sistemas que reaccionen a eventos.

**Diagrama de actividades:** Es un caso especial del diagrama de estados. Muestra el flujo entre los objetos. Se utilizan para modelar el funcionamiento del sistema y el flujo de control entre objetos.

**Diagrama de componentes:** Muestran la organización de los componentes del sistema. Un componente se corresponde con una o varias clases, interfaces o colaboraciones.

**Diagrama de despliegue:** Muestra los nodos y sus relaciones. Este tipo de diagramas se utiliza para reducir la complejidad de los diagramas de clases y componentes de un gran sistema. Sirve como resumen e índice.

**Diagramas de interacción:** Tenemos dos tipos de diagramas: Diagrama de secuencia y Diagrama de colaboración. Muestran a los diferentes objetos y las relaciones que pueden tener entre ellos, los mensajes que se envían entre ellos. Son dos diagramas diferentes, que se puede pasar de uno a otro sin perdida de información, pero que nos dan puntos de vista diferentes del sistema.

El número de diagramas es elevado, y UML permite definir sólo los necesarios, ya que no todos son necesarios en todos los proyectos.

En este proyecto, sólo se van a considerar los *Diagramas de Casos de Uso*.

### **II.2.2.2 Reglas de UML**

UML tiene un conjunto de reglas que especifican como debe ser un modelo bien formado: Debe ser semánticamente autoconsistente y estar en armonía con los modelos relacionados.

### **II.2.2.3 Mecanismos comunes en UML**

UML proporciona mecanismos que permiten construir modelos que se adecuen a situaciones particulares.

### **II.2.2.3 Diagrama de Clases**

A continuación, se describen con más detalle, los diagramas UML empleados en este proyecto, es decir, los diagramas de clases.

Este tipo de diagrama, como se ha comentado, forma parte de la visión estática del sistema y en él será donde se definan las características de cada una de las clases, interfaces, colaboraciones y relaciones de dependencia y generalización. Es decir, se aplicarán los conocimientos de diseño orientado a objetos, definiendo las clases e implementando las relaciones de herencia y agregación, relaciones que se explicarán más adelante.

Se deben definir las clases y sus relaciones.

Una clase describe un conjunto de objetos con un rol o roles equivalentes en un sistema. Los objetos y su división en clases pueden derivar de una de las siguientes fuentes:

- Cosas tangibles
- Roles
- Eventos
- Interacciones

Estas categorías se solapan y las dos primeras son fuentes de objetos y de clases mucho más comunes que las dos últimas.

Una clase está representada por un rectángulo que dispone de tres apartados:

- el primero para indicar el nombre.
- el segundo para los atributos o propiedades.
- el tercero para los métodos u operaciones.

Cada clase debe tener un *nombre* único, que las diferencie de las otras. Un *atributo* representa alguna propiedad de la clase que se encuentra en todas las instancias de la clase y pueden representarse solo mostrando su nombre, mostrando su nombre y su tipo, e incluso su valor por defecto.

Los atributos de una clase no deben ser manipulables directamente por el resto de objetos, así que existen unos niveles de visibilidad para los elementos que son:

- (-) Privado: es el más fuerte. Esta parte es totalmente invisible.
- (#) Los atributos/operaciones protegidos están visibles para las clases friends (friend: especifica una visibilidad especial sobre la clase relacionada, es decir podrá ver las interioridades de la clase destino) y para las clases derivadas de la original.
- (+) Los atributos/operaciones públicos son visibles a otras clases.

Un *método u operación* es la implementación de un servicio de la clase, que muestra un comportamiento común a todos los objetos, es una función que le indica a las instancias de la clase que hagan algo.

Existen tres relaciones diferentes entre clases:

- Dependencia.
- Generalización.
- Asociación.

En las relaciones se habla de una clase destino y de una clase origen.

Se describen brevemente cada una de ellas:

*Dependencia:* Es una relación de uso, es decir una clase usa a otra, que la necesita para su cometido. Se representa con una flecha discontinua y va desde la clase utilizadora a la clase utilizada.

*Generalización:* Generalización es la herencia, donde tenemos una o varias clases padre o clase o madre, y una clase hija o subclase. UML soporta tanto herencia simple como herencia múltiple.

*Asociación:* Especifica que los objetos de una clase están relacionados con los elementos de otra clase. Se representa mediante una línea continua, que une las dos clases.

### II.2.3 MODELO UML DEL VEHÍCULO DE RIEGO Y BALDEO

El modelo desarrollado para el CRB de 8000 litros se presenta a continuación.

En primer lugar se realiza una división en paquetes que recogen cada uno de los conjuntos en los que se divide el vehículo. Estos son:

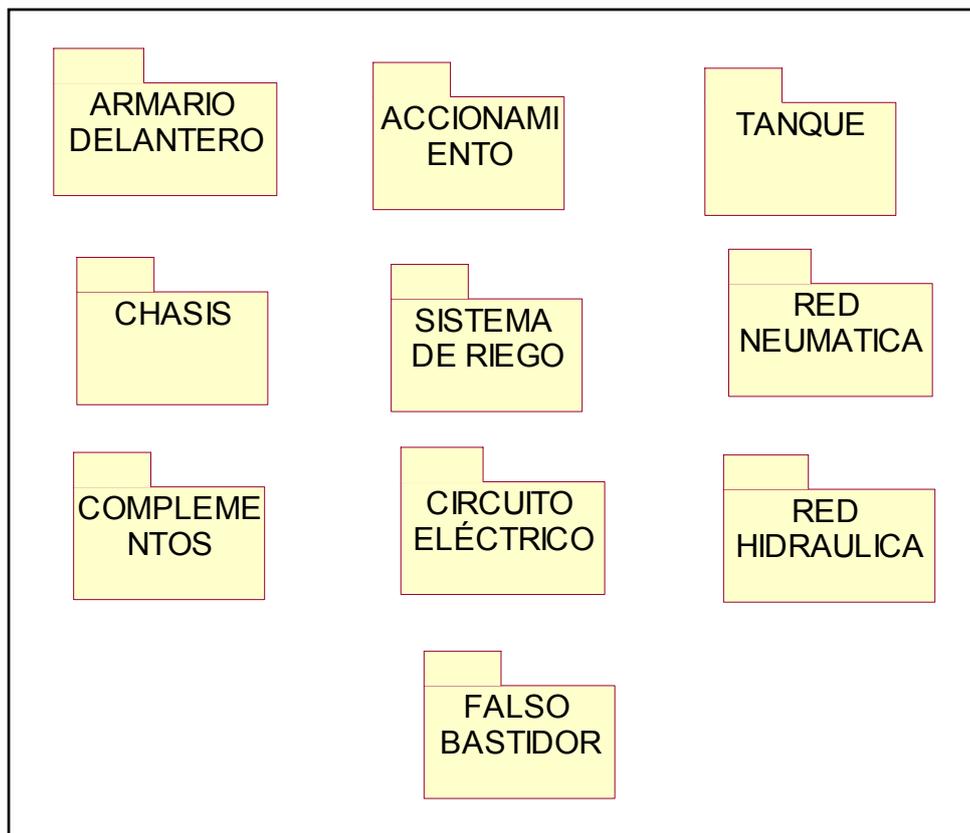


Figura 34. Packages vehículo materiales metálicos

Dentro de cada paquete se crea un diagrama de clases, y las correspondientes clases que lo forman. Mediante sus correspondientes relaciones se crean los diagramas. Se muestran a continuación los diferentes diagramas de clases.

### II.2.3.1 Diagrama clases armario delantero.

Constituido por las siguientes clases:

- Estructura armario
- Bancada
- Soporte bancada
- Cuadro electroválvulas
- Planchas de insonorizado
- Resorte de gas
- Chapa exterior

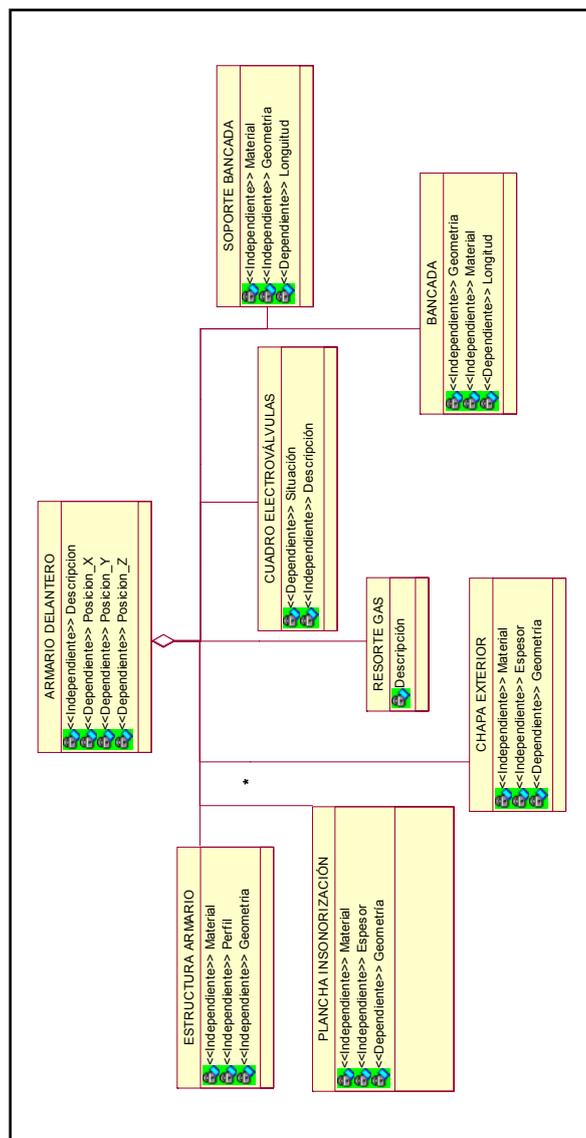


Figura 35. Diagrama clases armario delantero

### II.2.3.2 Diagrama clases accionamiento

Constituido por las siguientes clases:

- Intercambiador
- Motor
- Acoplamiento
- Escape
- Cuerpo escape
- Cogida escape
- Bomba multietapa
- Bomba alta presión
- Silenciador

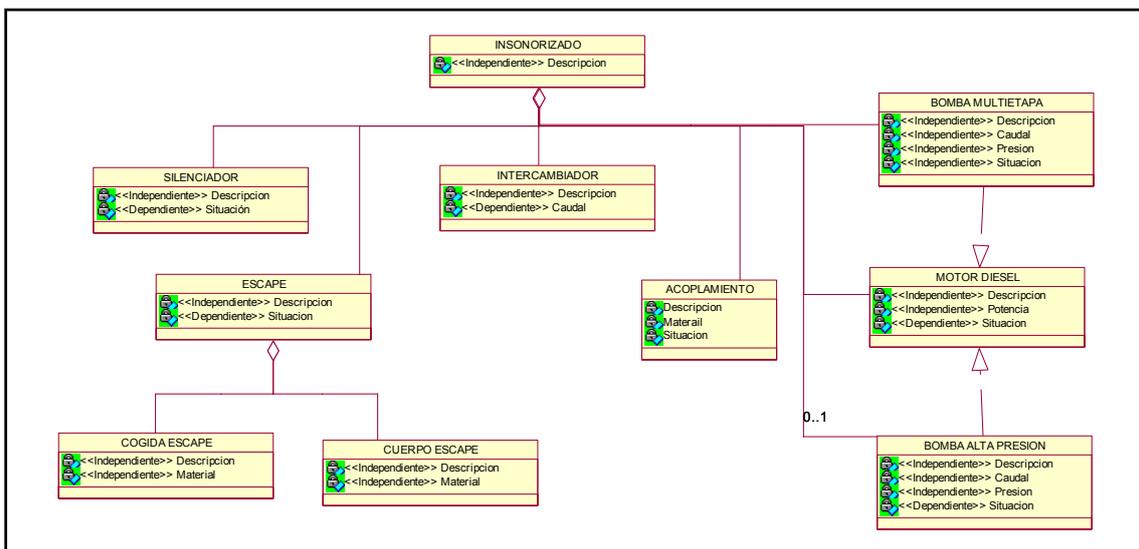


Figura 36. Diagrama clases accionamiento

### II.2.3.3 Diagrama clases tanque

Constituido por las siguientes clases:

- Envolverte
- Superficie frontal
- Superficie lateral
- Superficie superior
- Boca de hombres
- Boca fija
- Superficie lateral boca fija

- Tapa fija
- Junta goma tapa fija
- Boca móvil
- Superficie lateral boca móvil
- Tapa móvil
- Junta goma tapa móvil
- Rompeolas
- Transversal
- Rigidizador perimetral
- Frontal
- Longitudinal
- Refuerzo
- Escalera
- Tubo de nivel
- Tubo de drenaje
- Tubo de llenado

Se muestra en la figura 38

#### II.2.3.4 Diagrama de clases chasis

Constituido únicamente por una clase, chasis, con lo cual su diagrama de clases es básico.

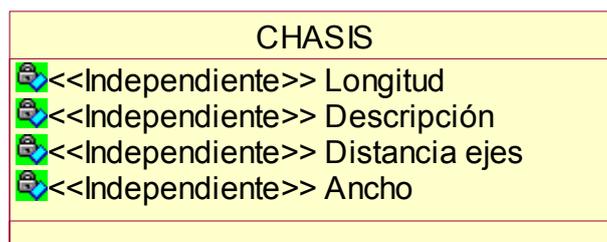


Figura 37. Diagrama de clases del chasis



### II.2.3.5 Diagrama de clases de Sistema de Riego y Baldeo

Constituido por las siguientes clases:

- Barra delantera
- Boquillas baldeadoras
- Piña de riego
- Distribuidor de riego delantero
- Barra trasera
- Barra transversal
- Devanadera
- Tambor
- Manguera
- Lanza
- Pértiga
- Pistola

Se muestra en la figura 40

### II.2.3.6 Diagrama de clases Red Neumática

Constituido por las siguientes clases:

- Lubricador
- Filtro de aire

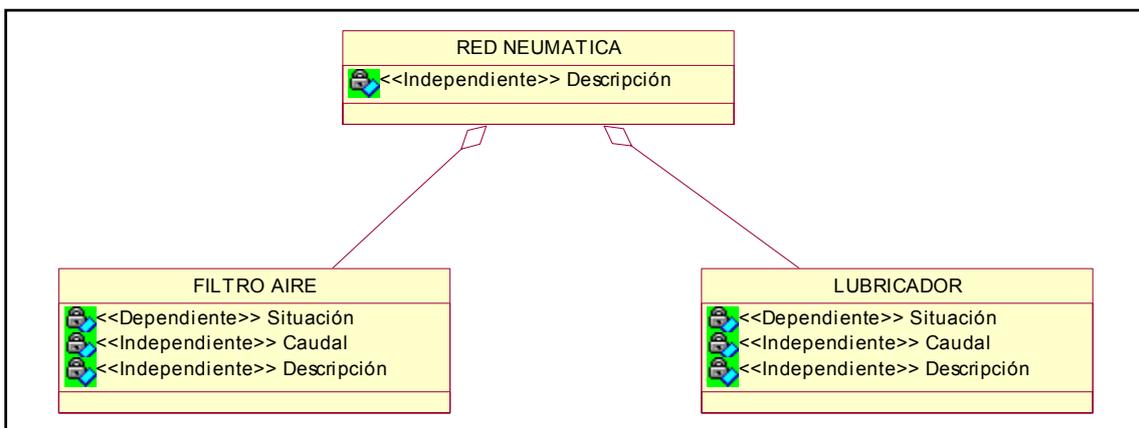


Figura 39. Diagrama de clases red neumática.

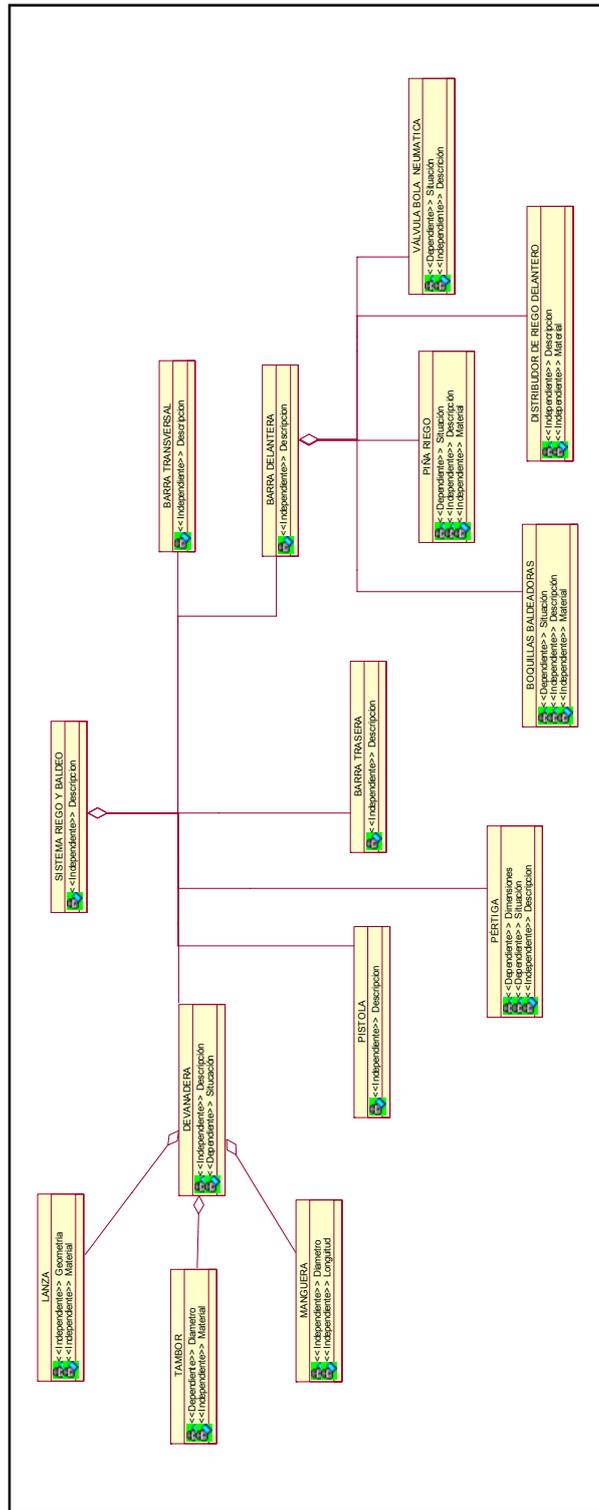


Figura 40. Diagrama de clases

### II.2.3.7 Diagrama de clases complementos

Constituido por las siguientes clases:

- Escalera antideslizante
- Escalera abatible
- Caja herramientas lateral
- Dispositivos antiempotramiento
- Faro giratorio
- Vector de cinco puntos
- Panel luminoso

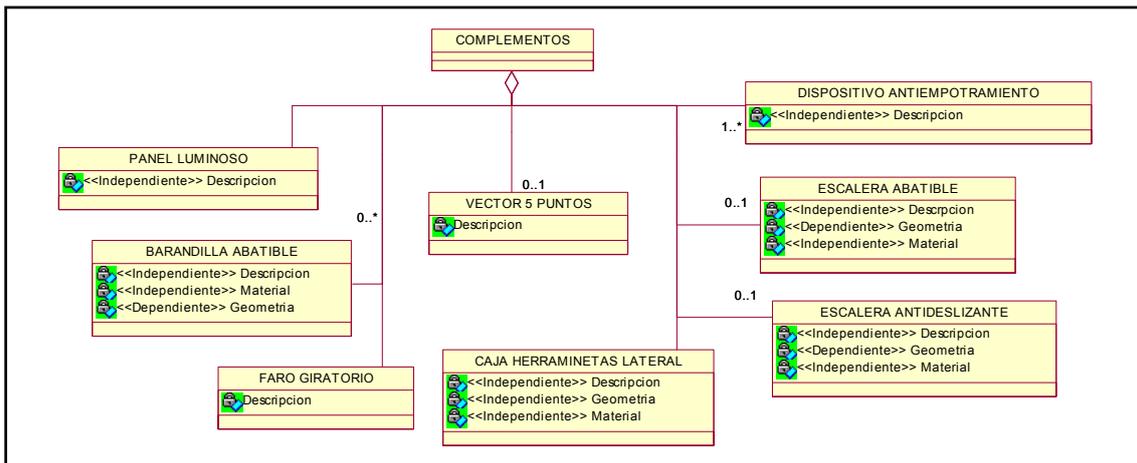


Figura 41. Diagrama de clases de complementos

### II.2.3.8 Diagrama de clases circuito eléctrico

Constituido por las siguientes clases:

- Panel de control de grupo
- Panel de control de riego
- Joystick

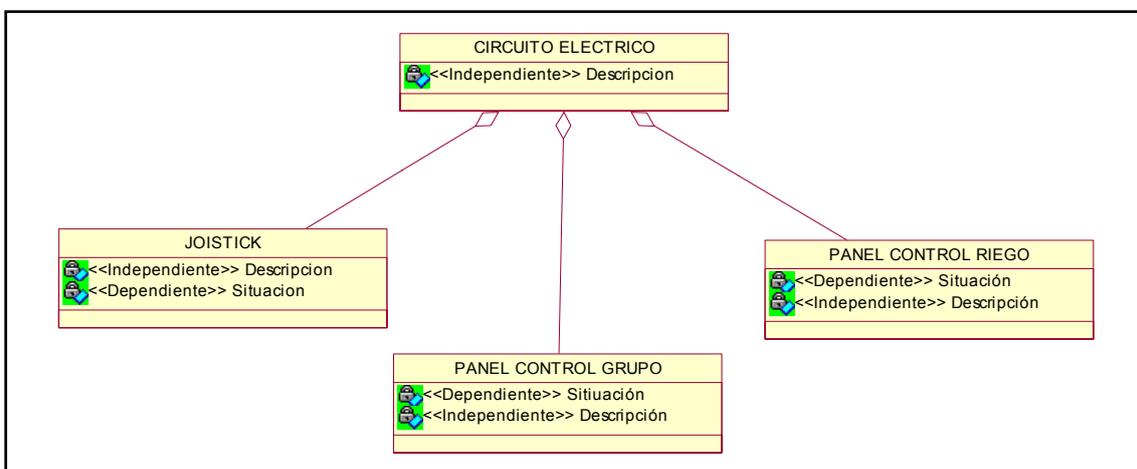


Figura 42. Diagrama de clases Circuito eléctrico

### II.2.3.9 Diagrama de clases Red hidráulica

Constituido por las siguientes clases:

- Válvula de bola neumática
- Válvula de bola manual
- Filtro
- Racord Tor
- Racord Barcelona

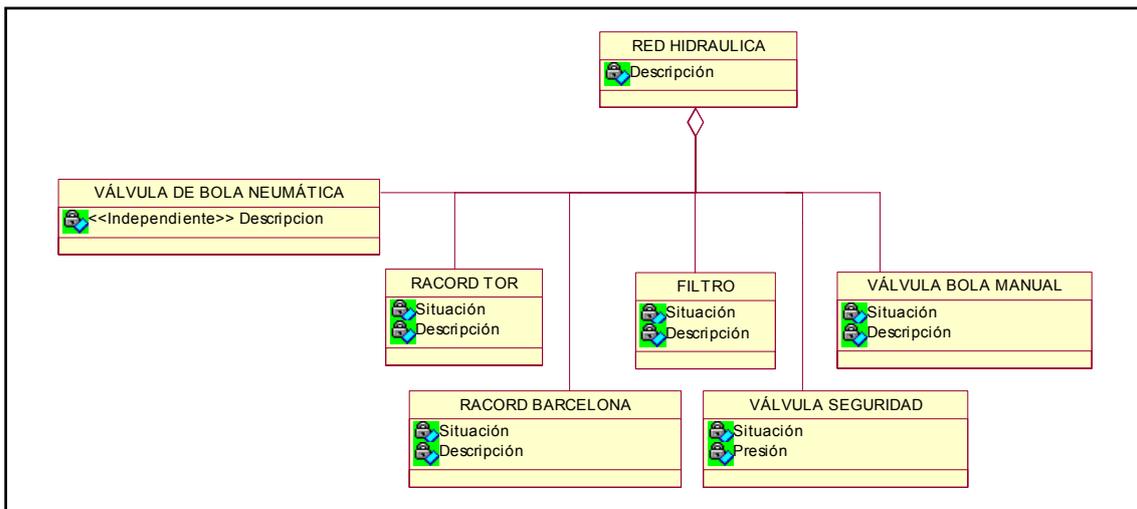


Figura 43. Diagrama de clases Red hidráulica.

### II.2.3.10 Diagrama de clases armario de residuos

Constituido por las siguientes clases:

- Estructura de perfiles
- Chapa de cierre
- Puerta abatibles
- Cadena

### II.2.3.11 Diagrama de clases falso bastidor

Constituido por las siguientes clases:

- Largueros
- Cogidas chasis

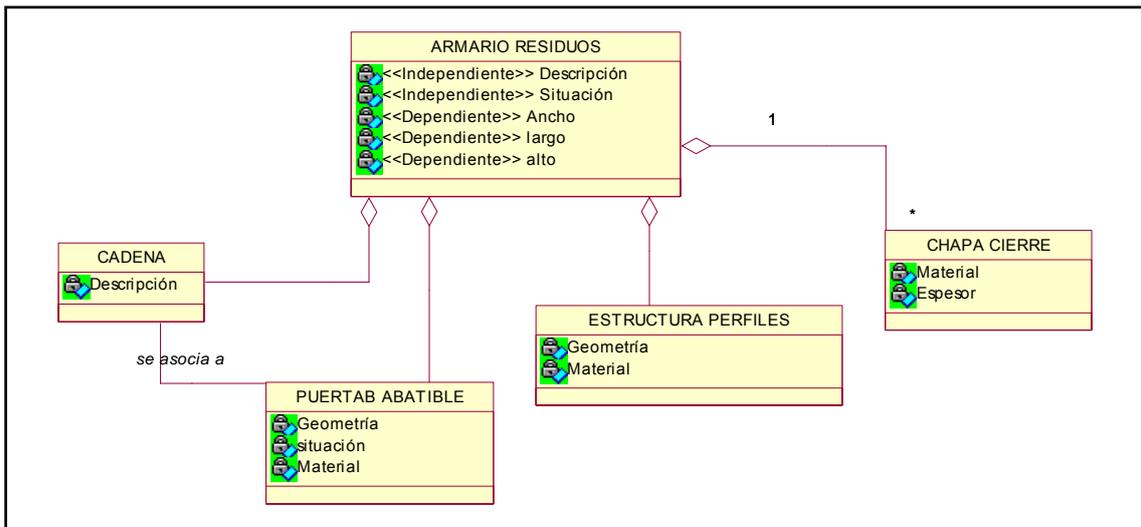


Figura 44. Armario de residuos

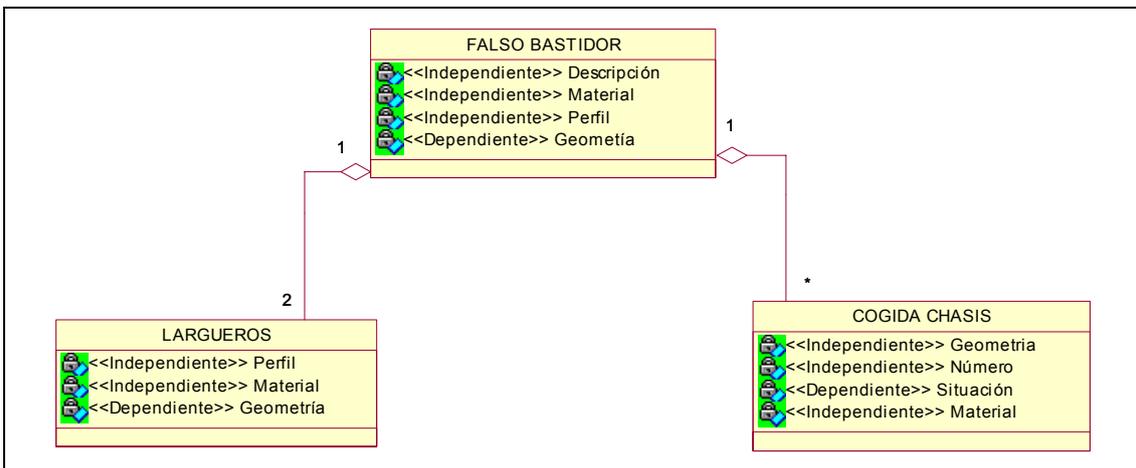


Figura 45. Diagrama de clases del Falso bastidor

## ***II.3 MODELO CAD 3D, DEL VEHÍCULO DE RIEGO Y BALDEO FABRICADO CON MATERIALES METÁLICOS.***

### **II.3.1 INTRODUCCIÓN**

SE desarrolla en este apartado el segundo de los modelos del vehículo de riego y baldeo fabricado con materiales metálicos, correspondiente a un modelo de CAD 3D.

Partiendo de los planos de fabricación de los CRB de 8000 litros de capacidad, proporcionados por Albatros, que se encuentran en formato \*.dwg se obtiene un modelo tridimensional mediante SolidEdge V.19.

SolidEdge V19 es un sistema de diseño asistido por ordenador (CAP) para el modelado de conjuntos y piezas mecánicas y la producción de planos. Desarrollado con la tecnología STREAM, SolidEdge está diseñado para incrementar el rendimiento del programa con una interfaz interactiva.

### II.3.2 NOMENCLATURA

SolidEdge está formado por 5 módulos diferenciados, siendo distintas las extensiones de los archivos que se obtienen a partir de cada uno, como se muestra a continuación

Módulo	Extensión archivos
Pieza Sólida	*.par
Pieza de Chapa	*.psm
Conjunto	*.asm
Plano	*.dft
Soldadura	*.asm

Tabla 4. Extensiones archivos SolidEdge

Se puede utilizar cada entorno de forma totalmente independiente, encontrándose todos los comandos necesarios dentro de cada uno de dichos entornos

En los modelos realizados, no se encuentran archivos \*.asm correspondientes a módulo soldadura, así pues cada vez que se hace mención a archivos con dicha extensión, se hace refiere al módulo conjunto.

### II.3.3 MODELO 3D EN SOLID EDGE PIEZA Y CONJUNTO DEL CRB

El modelo 3D dl vehículo, es idéntico al de UML presentado en el capítulo anterior, estando formado por los mismo conjuntos y elementos.

Se realiza por tanto una similitud entre ambos modelos, representado en este caso cada uno de los package anteriores por conjuntos, y las clases se corresponden con elementos piezas.

El modelo completo, formado por armario delantero, tanque, y falso bastidor,

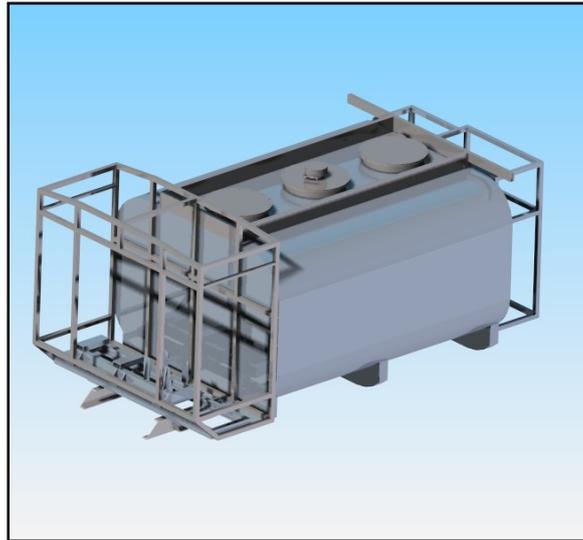


Figura 44. Conjunto

A su vez cada uno de los conjuntos:

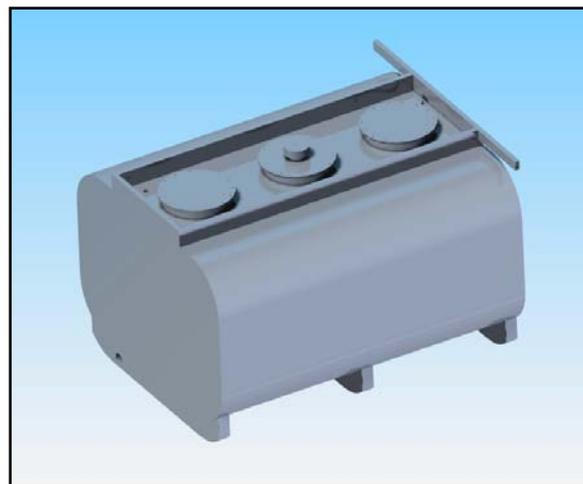


Figura 45. Tanque, vista exterior

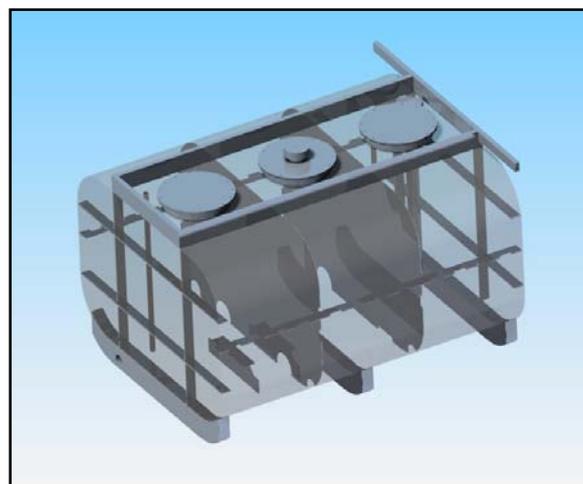


Figura 46. Tanque, vista interior

En la imagen del armario insonorizado se observa la disposición de las barras que conforma la estructura, así como la bancada en la cual se acopla la bomba y el motor; y los dos soportes para la bancada.



Figura 47. Armario insonorizado

El falso bastidor está formado por dos perfiles UPN a los cuales se les suelda 5 cogidas a cada lado que servirán de unión con el bastidor del vehículo.

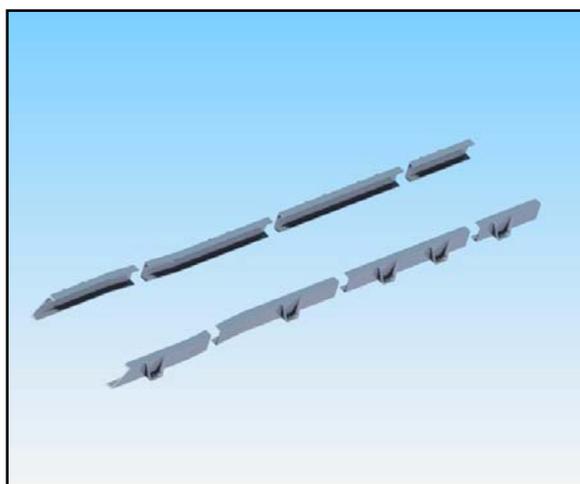


Figura 48. Falso bastidor

Por último el armario trasero, que solo aparece su estructura de barras, pues no se ha modelado en 3D los demás componentes.

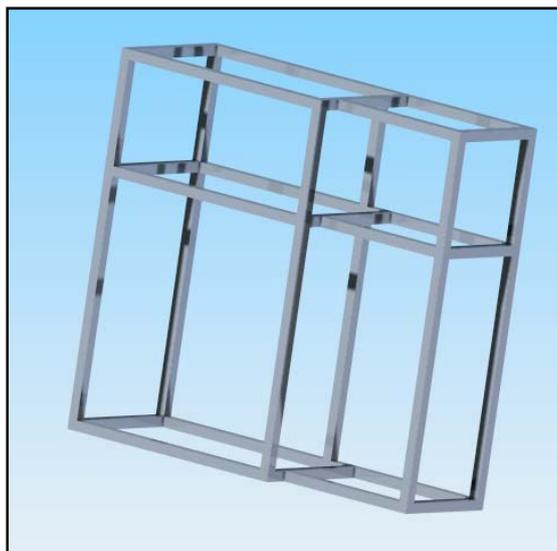


Figura 49. Armario de residuos

Cada una de las piezas se ensamblan usando el modulo “conjunto” imponiendo relaciones de tipo coincidencia o alineación de caras, distancia entre planos, alineación de ejes, etc., con lo que el modelo queda completamente desarrollado, con todas y cada una de las piezas perfectamente situadas.

Se muestra en la tabla 5 un informe de la jerarquía en un conjunto de SolidEdge formado por estos tres subconjuntos, con todos los elementos que lo forman.

Nombre de archivo		Cantidad	Nivel
Armario delantero.asm		1	1
	bancada.par	1	2
	chapa exterior.par	1	2
	estructura armario.par	1	2
	soporte bancada.par	2	2
	bancada_kubota.asm	1	2
		Pieza1.par	1
		Pieza2.par	2
		Pieza3.par	5
		Pieza4.par	4
		Pieza5.par	1
Tanque.asm		1	1
	Superficie lateral.par		
	boca hombre_fija.asm	2	2
		boca_tapa_fija.par	1
		boca_junta_goma_fija.par	1
		boca_superficie_lateral_fija.par	1
	boca_hombre_movil.asm	1	2
		boca_tapa_movil.par	1
		boca_junta_goma_movil.par	1
		boca_superficie_lateral_movil.par	1
	Rompeolas transversal.par	2	2
	Superficie frontal.par	1	2
	Conj_durmiente.asm	3	2
		tubo durmiente 200x100x4.par	3
		Conj_lateral.par	6
		Tubo durmiente	3
	quitamiedos.par	1	2
	Tubo_rebose_tanque.par	1	2
	tubo_goma.par	2	2
	tapa_rebozadero.par	1	2
	Superficie trasera.par	1	2
	tubo_llenado.par		
	Rigidizador Longitudinal.par	6	2
	rigidizador transversal	2	2
	Refuerzo transversal.par	3	2
	chapa_tubo_llenado.par	1	2
Armario residuos.asm		1	1
falsobastidor.asm		1	1
	largueros.par	1	2
	cogida_chasis.par	10	2

Tabla 5. Jerarquía del conjunto

### II.3.4 PLANOS 2D MEDIANTE SOLID EDGE PLANO DEL CRB

Una vez realizado el ensamblaje de cada conjunto se extraen los planos mediante el modulo plano.

Los planos, que se recogen en los anexos, son:

- Vista estallada del conjunto completo, con tabla en la que se recoge un listado de las piezas, propiedades, materiales, denominación... etc.
- Falso bastidor
- Armario delantero, estructura metálica y bancada
- Bancada para motor Kubota
- Escape
- Tanque, superficies laterales, rompeolas, bocas de hombre y durmientes

## **II.4 ANALISIS MECÁNICO DEL VEHÍCULO DE RIEGO Y BALDEO FABRICADO MEDIANTE MATERIALES METÁLICOS**

### **II.4.1 MODELO DE ANÁLISIS**

El análisis mecánico del vehículo de riego y baldeo fabricado con materiales metálicos, concretamente el correspondiente a cisterna de acero de 8000 litros se realiza mediante elementos finitos, empleando el software Ansys Workbench.

El modelo está compuesto por:

- Tanque: Envolvente, Rompeolas y Rigidizadores
- Durmientes
- Falso bastidor: largueros y cogida chasis

#### **II.4.1.1 Modelo de elementos finitos**

El modelo de elementos finitos es el mostrado en la figura 50.

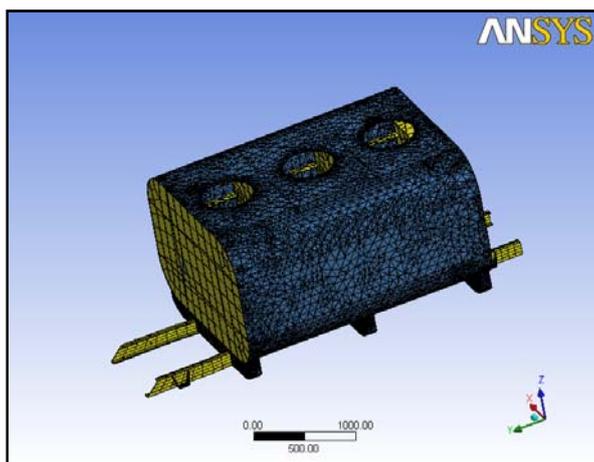


Figura 50. Modelo de elementos

#### II.4.1.2 Tipo de elementos finitos

Para este análisis se decide usar elementos tridimensionales para el conjunto, además de los pertinentes para los contactos entre elementos.

#### II.4.1.3 Elementos sólidos

- Envoltante, durmientes y cogidas al chasis: SOLID187

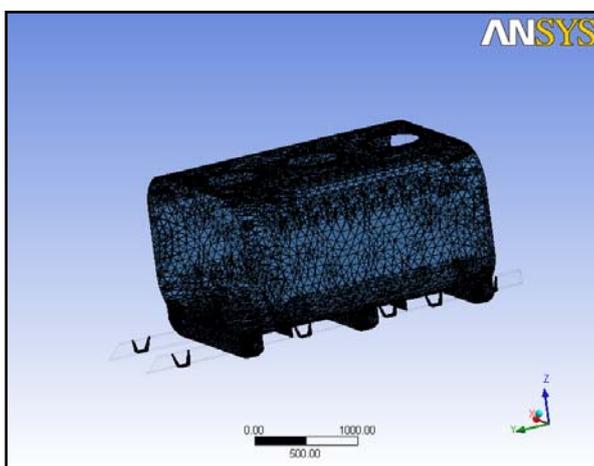


Figura 51. Elementos Solid187

Las características de estos elementos se muestran en el anexo I.

- Rompeolas, Falso bastidor y refuerzos del tanque: SOLID186

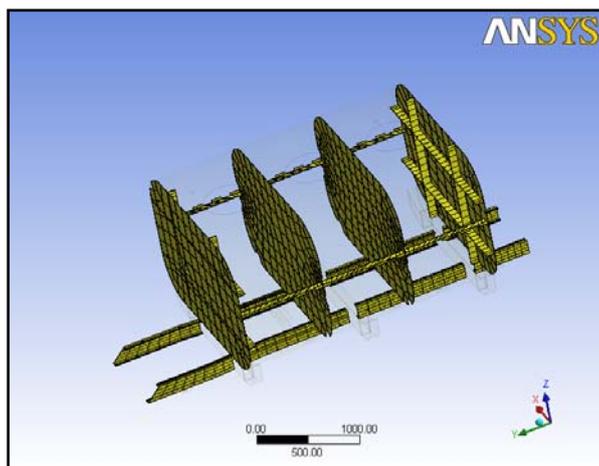


Figura 52. Elementos Solid186

Las características de estos elementos se muestran en el anexo I.

#### II.4.1.4 Elementos de contacto: CONTA174 y TARGET170

Existen diferentes contactos entre las piezas del modelo, que se modelan mediante los elementos finitos CONTA174 y target170. Se describen a continuación.

- Contacto entre rompeolas y envoltente de la cisterna

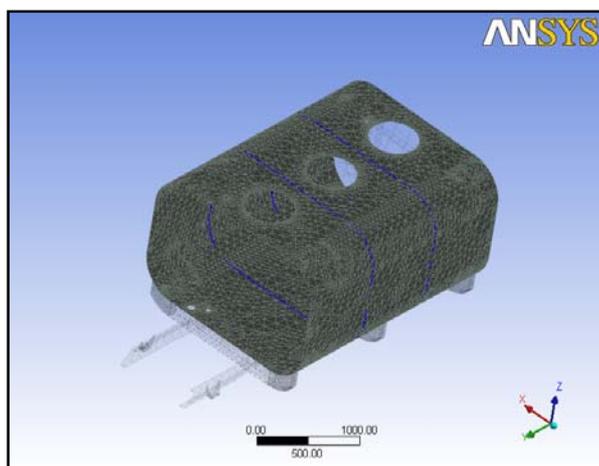


Figura 53. Uniones de los rompeolas transversales con la envoltente

El volumen de la cisterna está compartimentado en su interior mediante 2 rompeolas transversales. Estos son solidarios a la envoltente, por ello se modelan mediante unión tipo “bonded”.

- Contacto entre cisterna y durmientes

En la parte inferior de la cisterna aparecen soldados 3 durmientes, que refuerzan el fondo, además de ser la unión con el falso bastidor. Se modela mediante unión tipo “bonded”.

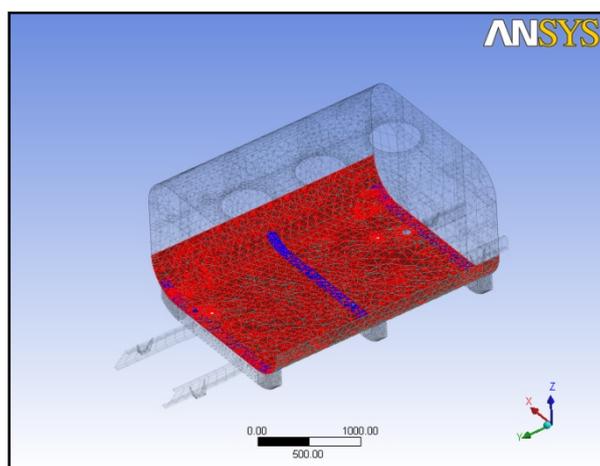


Figura 54. Unión sin fricción entre emparrillado y fondo del tanque

- Contacto entre durmientes y falso bastidor

Un total de 12 contactos, entre durmientes y falso bastidor, que se modelan con uniones tipo “bonded”.

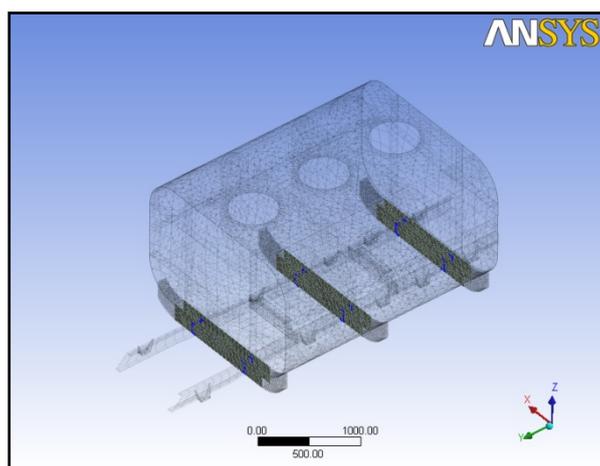


Figura 55. Unión entre emparrillado y placa

### II.4.1.5 Condiciones de contorno

El falso bastidor apoya simplemente sobre el bastidor del vehículo, con lo cual se transmiten todas las cargas verticales. Para la transmisión de las horizontales, el falso bastidor cuenta con 12 cogidas fabricadas en acero, dispuestas en el contorno lateral de los largueros de forma simétrica. Por ello se impone que las caras inferiores del falso bastidor tengan impedidas sus desplazamientos.

## II.4.2 ACCIONES

Para el análisis de los distintos modelos se consideran las siguientes acciones simples.

### II.4.2.1 Peso Propio

Entendemos como peso propio el peso de todos los elementos estructurales que han sido definidos con anterioridad con sus correspondientes propiedades, así como del volumen de agua alojada en el interior del tanque. Tomaremos un valor de aceleración gravitacional de:

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

### II.4.2.2 Presión Hidrostática

Presión hidrostática debida al volumen de agua almacenada en el interior del tanque, sobre todo el contorno interno de la envolvente. No es necesario sobre los rompeolas, pues esta acción se anula conjuntamente debido a los volúmenes de agua alojados a ambos lados de cada uno de ellos.

Su valor característico es función de la altura y su acción es normal a la superficie.

Para un peso específico del agua de  $10 \text{ (kN/m}^3\text{)}$ , y considerando que la cisterna llena deja la presión atmosférica a una cota de  $1.415 \text{ (mm)}$  de la base, nos queda:

$$P(z) = \gamma(z_0 - z) = 10^{-5} (1415 - z) (\text{MPa})$$

### II.4.2.3 Presión de Frenada

Uno de los motivos principales para la instalación de los rompeolas, es la de compartimentar la carga para repartir las fuerzas debidas a la inercia del agua cuando el vehículo está en movimiento.

Para modelar esta carga vamos a suponer que la carga producida por la masa de agua contenida en cada compartimento se reparte de manera uniforme sobre las superficies frontales correspondientes.

Masa Agua: 8.000 kg

Nº de compartimentos transversales = 3

La masa correspondiente a cada compartimento, es decir, al volumen de agua alojado entre dos rompeolas transversales es:

$$M_{ct} = 2666,67 \text{ kg}$$

Como valor característico de deceleración de frenada tomaremos el correspondiente de pasar de 60 Km/h a 0 en 2 segundos:

$$a_{frenada} = 8,33 \text{ m/s}^2$$

El agua se encuentra proyectada sobre la superficie de los rompeolas transversales, que corresponde con un área de:

$$A_{rt} = 2,85 \text{ m}^2$$

Luego la presión debida a la frenada se estima en:

$$P_{frenada} = \frac{M_{ct} \cdot a_{frenada}}{A_{rt}} = \frac{2666,67 \cdot 8,33}{2,85} = 7797,08 \text{ Pa}$$

#### II.4.2.4 Presión de Paso por Curva

Tiene también origen inercial, y se modela de la misma forma que la de frenada, o sea, como una carga uniforme sobre la superficie correspondiente, que en este caso es la lateral.

Nº compartimentos totales = 3

$$\text{Masa de agua del compartimento: } M_c = \frac{8.000}{3} = 2666,67 \text{ Kg}$$

Valor característico de aceleración normal de una curva, correspondiente a un radio de curvatura de 40 (m) y una velocidad de 40 Km/h.

$$a_{curva} = 3,1 \text{ m/s}^2$$

Área lateral:

$$A_{rl} = 2,30 \text{ m}^2$$

Luego la presión debida al paso por curva:

$$P_{paso\_curva} = \frac{M_c \cdot a_{curva}}{A_{rl}} = \frac{2666,67 \cdot 3,1}{2,30} = 3584,20 \text{ Pa}$$

#### II.4.3 MATERIALES

Se emplean principalmente un material en la construcción del vehículo, que es el acero S-275 cuyas propiedades son:

Características Acero	
Módulo de elasticidad (MPa)	$2,1 \cdot 10^5$
Coefficiente de Poisson	0,3
Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	7.850
Tensión Máxima Admisible (MPa)	275

Tabla 6. Características acero S275

En cuando al coeficiente de minoración de las propiedades de material, utilizamos  $\gamma_a = 1$  correspondiente a aceros con límite mínimo garantizado.

$\gamma_{M0} = 1,05$  coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material

$\gamma_{M1} = 1,05$  coeficiente parcial de seguridad relativo a los fenómenos de inestabilidad

#### II.4.4 HIPÓTESIS DE CARGA

En primer lugar clasificamos las acciones según su variación en el tiempo en:

- *Acciones permanentes (G)*, aquellas que actúan en todo momento y son constantes en magnitud y posición. Se incluye aquí el peso propio de los elementos que forman el vehículo.
- *Acciones permanentes de valor no constante ( $G^*$ )*, aquellas que actúan en todo momento pero cuya magnitud no es constante y varía de forma monótono. Se incluye aquí el peso propio del agua, suponiendo que la cisterna está completamente llena.
- *Acciones variables (Q)*, aquellas cuyo valor varía frecuentemente a lo largo del tiempo, de forma no monótona. Consideramos en nuestro análisis dentro de este grupo las producidas por la aceleración de frenada y en los paso por curvas del vehículo.

Los coeficientes parciales de seguridad para las acciones son:

Estudio de estados limites últimos

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_{G^*} = 1,50$$

$$\gamma_Q = 1,50$$

Estudio de estados limites de servicio

$$\gamma_G = 1,00$$

$$\gamma_{G^*} = 1,00$$

$$\gamma_Q = 1,00$$

Para atender a las distintas combinaciones de acciones posibles, se consideran las siguientes hipótesis de carga:

- Hipótesis I: Peso propio + Presión hidrostática
- Hipótesis II: Peso Propio + Presión Hidrostática + Sobrepresión de Curva.
- Hipótesis III: Peso Propio + Presión Hidrostática + Sobrepresión de Frenada.

## II.4.5 ANALISIS REALIZADOS

Se muestra a continuación un resumen de los datos recogidos en los distintos análisis. El total de ellos se recoge en el Anexo I.

### II.4.5.1 E.L. Ultimo

#### II.4.5.1.1 Tanque

	<i>Hipótesis 1</i>		<i>Hipótesis 2</i>		<i>Hipótesis 3</i>	
	Magnitud (MPa)	% aprov.	Magnitud (MPa)	% aprov.	Magnitud (MPa)	% aprov.
<b>Tension Von Misses</b>	42,76	15,55	43,25	15,72	42,14	15,32

Tabla 7. E.L.Ultimos Tanque

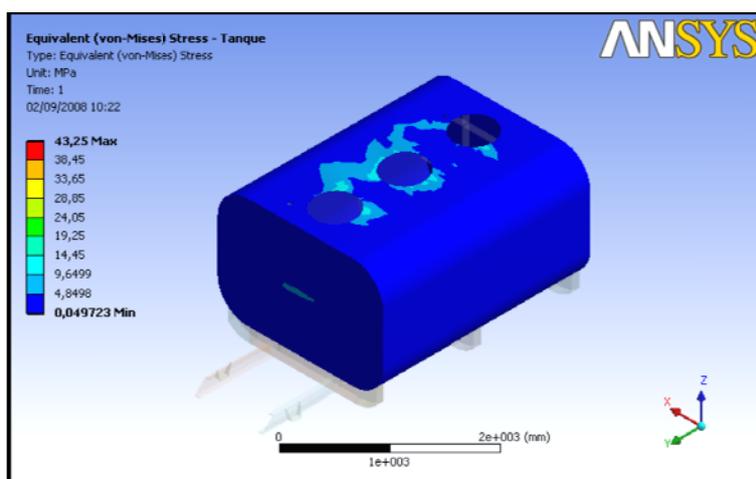


Figura 56. E.L.Último tanque, Hipótesis 2

II.4.5.1.2 Rompeolas

	<i>Hipótesis 1</i>		<i>Hipótesis 2</i>		<i>Hipótesis 3</i>	
	Magnitud (MPa)	% aprov.	Magnitud (MPa)	% aprov.	Magnitud (MPa)	% aprov.
<b>Tension Von Misses</b>	14,72	5,35	69,04	25,10	15,65	5,69

Tabla 8. E.L.Último Rompeolas

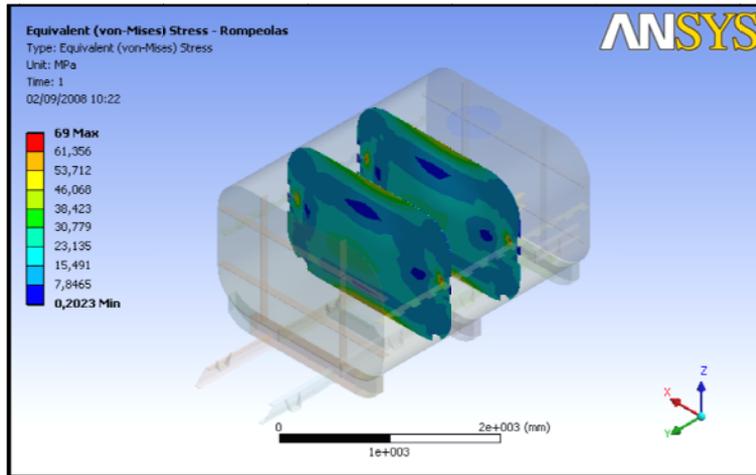


Figura 57. E.L.Último rompeolas, Hipótesis 2

II.4.5.1.3 Durmientes

	<i>Hipótesis 1</i>		<i>Hipótesis 2</i>		<i>Hipótesis 3</i>	
	Magnitud (MPa)	% aprov.	Magnitud (MPa)	% aprov.	Magnitud (MPa)	% aprov.
<b>Tension Von Misses</b>	23,01	8,36	26,50	9,45	25,45	9,25

Tabla 9. E.L.Último Durmientes

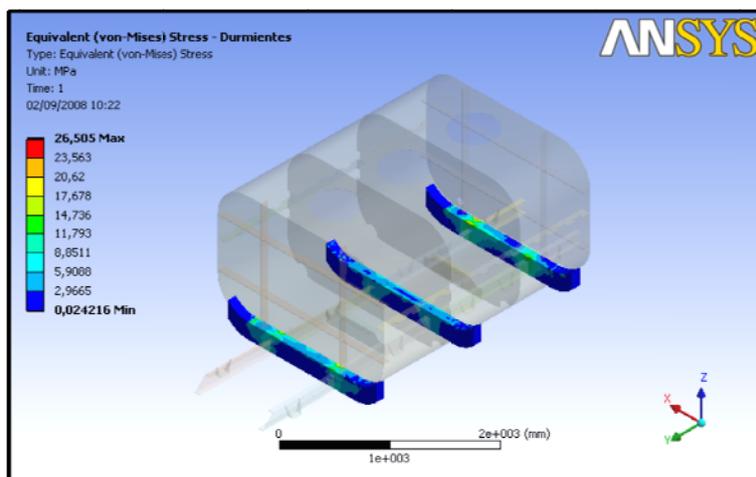


Figura 58. E.L.Último rompeolas, Hipótesis 2

#### II.4.5.1.4 Falso bastidor

	<i>Hipótesis 1</i>		<i>Hipótesis 2</i>		<i>Hipótesis 3</i>	
	Magnitud (MPa)	% aprov.	Magnitud (MPa)	% aprov.	Magnitud (MPa)	% aprov.
<b>Tension Von Misses</b>	17,32	6,29	20,87	7,58	20,66	7,51

Tabla 10. E.L. Último Falso bastidor

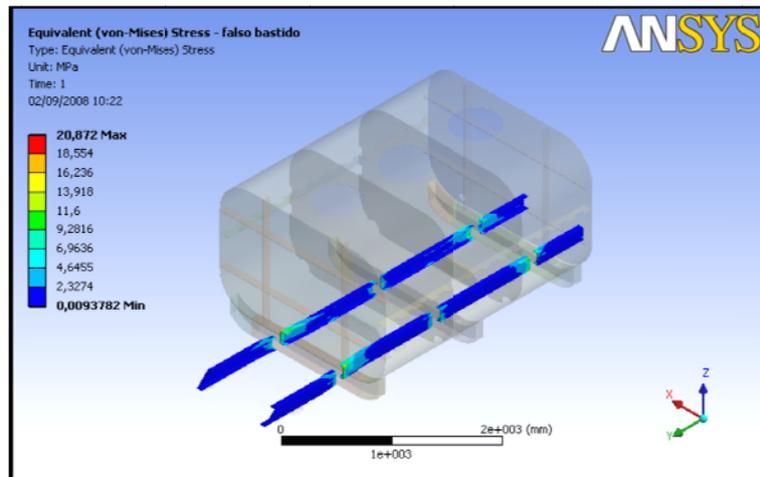


Figura 59. E.L. Último falso bastidor, Hipótesis 2

#### II.4.5.2 E.L. Servicio

##### II.4.5.2.1 Tanque

Tipo de estudio	<i>Hipótesis 1</i>	<i>Hipótesis 2</i>	<i>Hipótesis 3</i>
Deformación VonMisses (mm/mm)	$1,43 \cdot 10^{-4}$	$1,45 \cdot 10^{-4}$	$1,40 \cdot 10^{-4}$
Deformación total (mm)	0,71	0,73	0,72

Tabla 11. E.L. Servicio Tanque

##### II.4.5.2.2 Rompeolas

Tipo de estudio	<i>Hipótesis 1</i>	<i>Hipótesis 2</i>	<i>Hipótesis 3</i>
Deformación VonMisses (mm/mm)	$4,95 \cdot 10^{-5}$	$2,29 \cdot 10^{-4}$	$5,27 \cdot 10^{-5}$
Deformación total (mm)	0,10	5,58	0,11

Tabla 12. E.L. Servicio Rompeolas

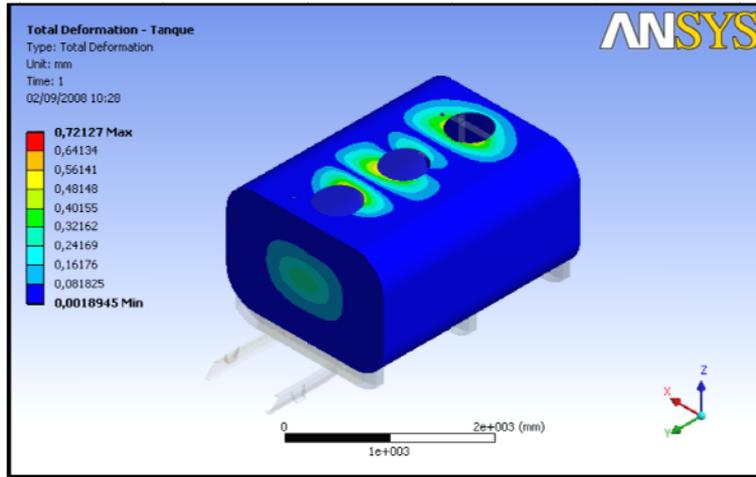


Figura 60. E.L.Servicio Tanque, Hipótesis 2

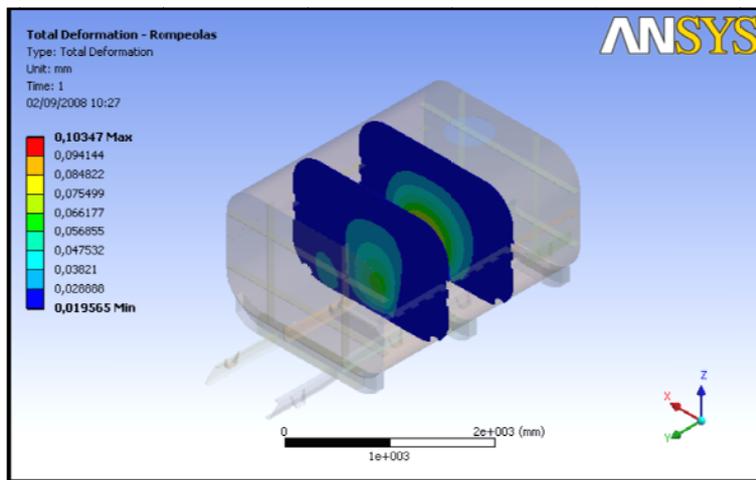


Figura 61. E.L.Servicio Rompeolas, Hipótesis 2

**II.4.5.2.3 Durmientes**

Tipo de estudio	Hipótesis 1	Hipótesis 2	Hipótesis 3
Deformación VonMisses (mm/mm)	$7,82 \cdot 10^{-5}$	$8,98 \cdot 10^{-5}$	$8,66 \cdot 10^{-5}$
Deformación total (mm)	0,022	0,024	0,039

Tabla 13. E.L.Servicio Durmientes

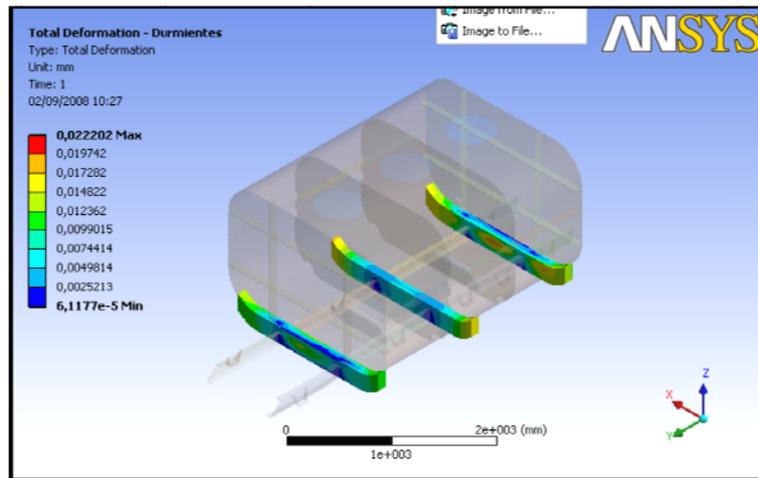


Figura 62. E.L.Servicio Durmientes, Hipótesis 2

II.4.5.2.4 Falso bastidor

Tipo de estudio	Hipótesis 1	Hipótesis 2	Hipótesis 3
Deformación VonMises (mm/mm)	$5,84 \cdot 10^{-5}$	$7,01 \cdot 10^{-5}$	$7,06 \cdot 10^{-5}$
Deformación total (mm)	0,017	0,020	0,023

Tabla 14. E.L.Servicio Falso bastidor

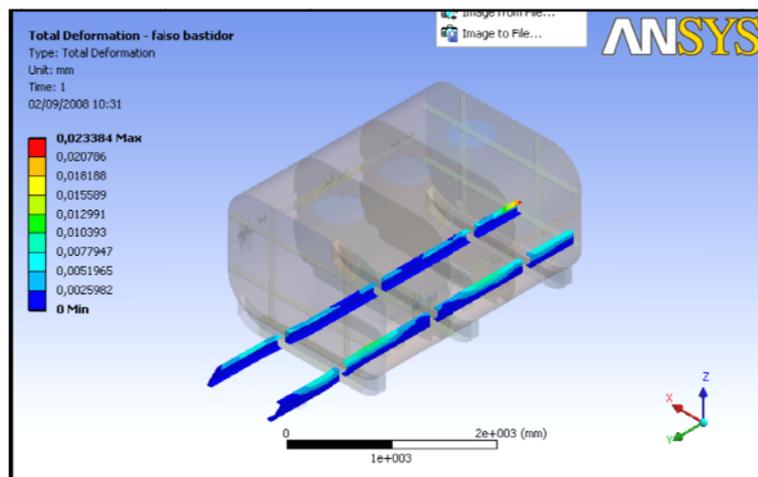


Figura 63. E.L.Servicio tanque, Hipótesis 2

## **II.5 BASE DE CONOCIMIENTOS EN XML, BASADO EN METOLOGÍA MOKA DEL VEHÍCULO DE RIEGO Y BALDEO FABRICADO CON MATERIALES METÁLICOS.**

### **II.5.1 INTRODUCCIÓN**

El último modelo que se desarrolla para el vehículo fabricado con materiales metálicos consiste en una base de conocimientos en XML (BCXML), basada en el modelo informal definido por la metodología MOKA.

MOKA es el acrónimo de "Methodology and software tools Oriented to Knowledge based engineering Applications" (Metodología y herramientas software Orientadas a Aplicaciones de ingeniería basada en el Conocimiento), que fue financiado por el programa ESPRIT.

Existen dos versiones de BCXML, que son la versión 1.0 y 1.1

BCXML 1.0 ha sido implementada para su gestión mediante el Prototipo de Herramienta Informática para la Gestión del Conocimiento (PHIDID), versiones 1 y 2. PHIDID 3.0 Beta, desarrollada como aplicación web mediante la tecnología Java2, las especificaciones API Servlet 2.3 y JavaServer Pages

(JSP) 1.2 y el framework Apache Struts 1.1, hace uso de la nueva versión 1.1 de BCXML.

En BCXML 1.1, se realiza una separación lógica entre los conceptos relativos a la estructura de las Bases de Conocimientos y los relativos al contenido de cada uno de los campos descriptivos de los formularios. BCXML 1.1 hace uso, por este motivo, de dos vocabularios XML distintos y, por consiguiente, de dos espacios de nombres.

## II.5.2 MODELO INFORMAL MOKA

El esquema de estructuración de conocimiento dado por el Modelo Informal de la metodología MOKA constituye el modelo seguido en la elaboración de las Bases de Conocimientos en formato XML. Este modelo propone descomponer el conocimiento en cinco tipos distintos de unidades de conocimiento: entidades, restricciones, actividades, reglas e ilustraciones. Para cada una de estas unidades de conocimiento, se establece un formulario con una serie de campos donde queda registrada la información asociada, como nombre, referencia, descripción, contexto, etc. Las unidades de conocimiento están relacionadas entre sí mediante enlaces bidireccionales de tres tipos: jerárquicas (para la descomposición de entidades o actividades), secuenciales (para el flujo de actividades) y no definidas (para todas las demás).

### II.5.2.1 Formulario Entidad.

Este tipo de formulario describe los objetos que forma el producto. Se emplean tres tipos de entidades: (1) *Entidad Estructura*, para describir la familia del producto en términos de los elementos que lo constituyen (conjuntos, componentes, partes de un componente, etc.); (2) *Entidad Función*, para describir las funciones que ha de cumplir o cumple el producto; y (3) *Entidad Comportamiento*, para describir cómo las soluciones estructurales adoptadas cumplen las funciones y aquellas condiciones o estados en los que puede cambiar su comportamiento y la forma en que éste cambia. La figura 1 muestra el formulario correspondiente a una Entidad Estructura.

Como se aprecia en la figura 64, el formulario recoge el nombre de la entidad, su tipo, las funciones que ha de realizar y los comportamientos que debe exhibir (en el ejemplo, enlaces a formularios), una explicación de en qué

circunstancias es aplicable el conocimiento que contiene el formulario (campo “Contexto, Información, Validez”), una descripción de la entidad y un grupo de campos de enlace con otros formularios que mantienen información relacionada (“Actividades Relacionadas”, “Entidades Relacionadas”, etc.). El contenido del campo “Descripción” es diferente para cada tipo de entidad. En el caso de una Entidad Estructura puede incluir sus elementos constituyentes, material(es), descripción geométrica, enlaces con ficheros que contienen imágenes, dibujos, etc.

### **II.5.2.2 Formulario Actividad.**

Este tipo de formulario describe los elementos del proceso de diseño (estrategias, tareas, operaciones). En la figura 65 se muestra el formulario, que recoge el nombre de la actividad; identifica el suceso que desencadena su realización (campo “Disparador”); especifica sus entradas, datos o entidades, y salidas, resultados o entidades transformadas (campos “Entrada” y “Salida”, respectivamente); declara el objetivo general de la actividad (en el campo “Objetivo”); incluye una descripción de la actividad; criterios que permiten evaluar si la actividad se ha realizado satisfactoriamente y modos potenciales de fallo de la misma (campos “Requisitos de salida” y “Modos de Fallo Potenciales”); y, como en el formulario Entidad, un grupo de campos de enlace con otros formularios que mantienen información relacionada. Entre estos formularios, cabe destacar los correspondientes a “Actividades Relacionadas”, para subactividades, actividades precedentes, etc., y “Reglas Involucradas”, que conectan la actividad con los métodos o procedimientos que permiten realizarla. La descripción de una actividad puede consistir en una descomposición de la misma en subactividades, su orden de ejecución, las entidades que afectan o se ven afectadas por la actividad, etc. Se trata, en general, de una descripción textual que presenta de forma legible los elementos contenidos en otros campos.

ENTIDAD		
<b>Nombre</b>	Nombre de la entidad.	
<b>Referencia</b>	Referencia de la entidad.	
<b>Tipo de Entidad</b>	Estructura.	
<b>Funciones</b>	Definición de cada requisito funcional que debe satisfacer la entidad. Este campo se puede usar como enlace a otro formulario Entidad, de tipo Función, que describa el requisito en más detalle.	
<b>Comportamientos</b>	Definición de cada comportamiento mecánico o de otro tipo de la entidad. Este campo se puede usar como enlace a otro formulario Entidad, de tipo Comportamiento, que describa el comportamiento en más detalle.	
<b>Contexto, Información, Validez</b>	Texto breve donde se explica el ámbito y las circunstancias en que el conocimiento recogido en el formulario es válido.	
<b>Descripción</b>	Conocimiento sobre la entidad relativo a: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descripción de la geometría (forma, dimensiones principales, tolerancias).</li> <li>- Lista de parámetros, atributos o propiedades, y sus definiciones.</li> <li>- Conexiones con otros elementos estructurales.</li> <li>- Materiales empleados.</li> <li>- Características y detalles de su fabricación y/o montaje.</li> <li>- Enlaces a otros formularios, ficheros, figuras, etc.</li> </ul>	
<b>Actividades Relacionadas</b>	Lista de actividades en las que la entidad descrita está involucrada (con enlaces a los formularios de Actividad).	
<b>Entidades Relacionadas</b>	<b>Padre</b>	Entidad "padre" o <i>superclase</i> de la entidad descrita.
	<b>Hijos</b>	Lista de entidades "hijos" o <i>subclases</i> de la entidad descrita.
	<b>No definido</b>	Para otros tipos de relaciones.
<b>Restricciones Relacionadas</b>	Lista de restricciones asociadas con la entidad descrita (con enlaces a los formularios de Restricción).	
<b>Reglas Relacionadas</b>	Lista de reglas que enlazan dos o más entidades (con enlaces a los formularios de Reglas).	
<b>Ilustraciones Relacionadas</b>	Ejemplos o <i>instancias</i> de la entidad descrita (con enlaces a los formularios de Ilustración).	
<b>Origen de la Información</b>	Referencia al conocimiento bruto del que procede la entidad descrita (se puede usar como un enlace a un fichero externo).	
<b>Administración</b>	<b>Autor</b>	Autor del formulario.
	<b>Fecha</b>	Fecha de la última modificación.
	<b>Estado</b>	Estado del formulario (en progreso, terminado o verificado).
	<b>Versión</b>	Número de versión del formulario.

Figura 64. Formulario Entidad.

ACTIVIDAD		
<b>Nombre</b>	Nombre de la actividad.	
<b>Referencia</b>	Referencia de la actividad.	
<b>Disparador</b>	Evento que dispara la actividad.	
<b>Entrada</b>	Información disponible al principio de la actividad y/o entidades a procesar (con enlaces a los formularios de Entidades).	
<b>Salida</b>	Información modificada o generada al final de la actividad y/o entidades fruto del proceso (con enlaces a los formularios de Entidades).	
<b>Modos de Fallo Potenciales</b>	Criterio de realización que permite valorar si la actividad ha sido completada satisfactoriamente y, si en caso de no ser así, qué actividad adicional se requiere.	
<b>Objetivo</b>	Texto breve para explicar el objetivo general de la actividad.	
<b>Requisitos de Entrada</b>	Requisitos o necesidades requeridas al comienzo de la actividad para el cumplimiento del objetivo.	
<b>Contexto, Información, Validez</b>	Texto breve donde se explica el ámbito y las circunstancias en que el conocimiento recogido en el formulario es válido.	
<b>Descripción</b>	Descripción exhaustiva de la actividad mediante texto y/o figuras describiendo los detalles de las tareas principales. Si este paso está descompuesto en subactividades se incluirá una lista de estas subactividades y una descripción general de ellas. Cada subactividad se detallará usando el mismo tipo de formulario.	
<b>Actividades Relacionadas</b>	<b>Actividad Padre</b>	Lista de actividades que son parte de la descomposición de la actividad descrita o actividades precedentes o siguientes (con enlaces a los respectivos formularios de Actividad).
	<b>Sub-Actividades</b>	
	<b>Actividades Precedentes</b>	
	<b>Actividades Siguietes</b>	
<b>Reglas Involucradas</b>	Lista de reglas involucradas durante la ejecución de la actividad (con enlaces a los formularios de Reglas).	
<b>Entidades Involucradas</b>	Lista de entidades que intervienen durante la ejecución de la actividad (con enlaces a los formularios de Entidad).	
<b>Ilustraciones Relacionadas</b>	Ejemplos o <i>instancias</i> asociadas con la actividad descrita (con enlaces a los formularios de Ilustración).	
<b>Origen de la Información</b>	Referencia al conocimiento bruto del que procede la entidad descrita (se puede usar como un enlace a un fichero externo).	
<b>Administración</b>	<b>Autor</b>	Autor del formulario.
	<b>Fecha</b>	Fecha de la última modificación.
	<b>Estado</b>	En progreso, terminado o verificado.
	<b>Versión</b>	Número de versión del formulario.

Figura 65. Formulario Actividad

### II.5.2.3 Formulario Restricción.

Este tipo de formulario se utiliza para capturar conocimiento sobre limitaciones que afectan al producto. Las restricciones expresan límites impuestos a una entidad, a los atributos de la entidad, o a la relación existente entre dos o más entidades. Los campos del formulario Restricción son una parte de los ya comentados para otros formularios. Básicamente, recogen un nombre para la restricción, describen su propósito general, sus condiciones de aplicabilidad, su descripción (en la que se incluye la especificación de la restricción) y los enlaces con otros formularios que mantienen información relacionada (por ejemplo, la relación de entidades limitadas por la restricción, usada como enlace a formularios Entidad).

<b>RESTRICCIÓN</b>		
<b>Nombre</b>	Nombre de la restricción.	
<b>Referencia</b>	Referencia de la restricción.	
<b>Objetivos</b>	Texto breve donde se explica el propósito general de la restricción.	
<b>Contexto, Información, Validez</b>	Texto breve donde se explica el ámbito y las circunstancias en que el conocimiento recogido en el formulario es válido.	
<b>Descripción</b>	Conocimiento sobre la restricción relativo a: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rango de posibles valores.</li> <li>- Funciones o algoritmos.</li> <li>- Contexto de aplicación.</li> <li>- Texto más detallado donde se explica el propósito de la restricción.</li> <li>- Enlaces a otros formularios, ficheros, figuras, etc.</li> </ul>	
<b>Reglas Enlazadas</b>	Lista de reglas influenciadas por la restricción descrita (con enlaces a los formularios de Reglas).	
<b>Entidades Relacionadas</b>	Lista de entidades afectadas por la restricción descrita (con enlaces a los formularios de Entidades).	
<b>Ilustraciones Relacionadas</b>	Ejemplos o <i>instancias</i> asociados de la restricción descrita (con enlaces a los formularios de Ilustración).	
<b>Origen de la Información</b>	Referencia al conocimiento bruto del que procede la restricción descrita (se puede usar como un enlace a un fichero externo).	
<b>Administración</b>	<b>Autor</b>	Autor del formulario.
	<b>Fecha</b>	Fecha de la última modificación.
	<b>Estado</b>	En progreso, terminado o verificado.
	<b>Versión</b>	Número de versión del formulario.

Figura 66. Formulario Restricción

#### **II.5.2.4 Formulario Regla.**

Las reglas están asociadas con las actividades y a menudo se pueden confundir con ellas. Una regla contiene el conocimiento acerca de cómo se realiza una actividad de principio a fin, el método que se utiliza para realizarla, mientras que la actividad contiene el conocimiento acerca de en qué consiste un cierto proceso, sin especificar cómo se lleva a cabo. Los campos del formulario Regla no presentan diferencias esenciales con los de otros formularios. Básicamente recogen un nombre para la regla, su propósito general, su contexto de validez, descripción y los enlaces con otros formularios que contienen información relacionada (entre los que está el campo “Actividades Relacionadas”, que recoge el enlace con la(s) actividad(es) en la(s) que ha de ejecutarse la regla). La descripción de una regla depende de la naturaleza del método. Por ejemplo, si se trata de un método de cálculo, incluiría el algoritmo a seguir, las ecuaciones matemáticas, el significado de las variables, etc. Se muestra en la figura 67.

#### **II.5.2.5 Formulario Ilustración.**

El formulario Ilustración se usa para añadir conocimiento que no es de carácter general sobre una familia de productos o sobre algún proceso, sino que se trata de casos específicos. También se pueden utilizar para poner ejemplos que aclaren los conceptos descritos. Se muestra en la figura 68.

<b>REGLA</b>		
<b>Nombre</b>	Nombre de la regla.	
<b>Referencia</b>	Referencia de la regla.	
<b>Objetivo</b>	Texto breve donde se explica el propósito general de la regla.	
<b>Contexto, Información, Validez</b>	Texto breve donde se explica el ámbito y las circunstancias en que el conocimiento recogido en el formulario es válido.	
<b>Descripción</b>	Descripción de la regla: Funciones o algoritmos Contexto de aplicación Rango de posibles valores Texto más detallado donde se explica el propósito de la regla	
<b>Actividades Relacionadas</b>	Lista de actividades donde se ejecuta la regla descrita (con enlaces a los formularios de Actividades).	
<b>Reglas Enlazadas</b>	Lista de reglas influenciadas por la regla descrita (con enlaces a los formularios de Reglas).	
<b>Restricciones Enlazadas</b>	Lista de restricciones asociadas (con enlaces a los formularios de Restricciones).	
<b>Entidades Relacionadas</b>	Lista de entidades afectadas (con enlaces a los formularios de Entidades).	
<b>Ilustraciones Relacionadas</b>	Ejemplos o <i>instancias</i> asociados (con enlaces a los formularios de Ilustración).	
<b>Origen de la Información</b>	Referencia al conocimiento bruto del que procede la entidad descrita (se puede usar como un enlace a un fichero externo).	
<b>Administración</b>	<b>Autor</b>	Autor del formulario.
	<b>Fecha</b>	Fecha de la última modificación.
	<b>Estado</b>	En progreso, terminado o verificado.
	<b>Versión</b>	Número de versión del formulario.

Figura 67. Formulario Regla

<b>ILUSTRACIÓN</b>		
<b>Nombre</b>	Nombre de la ilustración.	
<b>Referencia</b>	Referencia de la ilustración.	
<b>Contexto, Información, Validez</b>	Texto breve donde se explica el ámbito y las circunstancias en que el conocimiento recogido en el formulario es válido.	
<b>Descripción</b>	<p>Ejemplos o <i>instancias</i> de formularios Entidad o Restricción de la familia de productos NP:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocimiento específico relativo a los modelos de envases NP.</li> <li>- Casos reales de limitaciones impuestas en los envases NP.</li> <li>- Recetas utilizadas en la fabricación de lámina tricapa o cantonera.</li> <li>- Perfiles utilizados en la fabricación de cantonera.</li> <li>- Enlaces a otros formularios, ficheros, figuras, etc.</li> </ul> <p>Ejemplos o <i>instancias</i> de formularios Actividad o Regla del proceso de fabricación y de otras fases del ciclo de vida:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocimiento específico relativo a las líneas de fabricación.</li> <li>- Procedimientos de actuación concretos en las líneas de fabricación.</li> </ul>	
<b>Entidades Relacionadas</b>	Entidades incluidas (con enlaces a los formularios de Entidades).	
<b>Actividades Relacionadas</b>	Actividades incluidas (con enlaces a los formularios de Actividades).	
<b>Restricciones Relacionadas</b>	Restricciones incluidas (con enlaces a los formularios de Restricciones).	
<b>Reglas Relacionadas</b>	Reglas incluidas (con enlaces a los formularios de Reglas).	
<b>Origen de la Información</b>	Referencia al conocimiento bruto del que procede la ilustración descrita (se puede usar como un enlace a un fichero externo).	
<b>Administración</b>	<b>Autor</b>	Autor del formulario.
	<b>Fecha</b>	Fecha de la última modificación.
	<b>Estado</b>	En progreso, terminado o verificado.
	<b>Versión</b>	Número de versión del formulario.

Figura 68. Formulario Ilustración

### II.5.3 MODELO BASE DE CONOCIMIENTOS DEL VEHÍCULO DE RIEGO Y BALDEO FABRICADO CON MATERIALES METÁLICOS.

Para el desarrollo del modelo se usa la versión 1.1, seleccionando el producto en cuestión, que es el vehículo de riego y baldeo fabricado con materiales metálicos de 8000 litros de capacidad. Todos los componentes definidos en el modelo 3D de CAD se representan mediante Entidades-Estructuras, cuyos principales grupos son:

- Falso bastidor
- Armario delantero
- Accionamiento mecánico
- Tanque
- Sistema de Riego y Baldeo
- Red Neumática
- Red Hidráulica
- Circuito eléctrico
- Chasis
- Red hidráulica
- Complementos

Cada conjunto está relacionado tanto con la entidad cisterna de riego y baldeo, y así como con todas las demás entidades que conforman ese conjunto. Estas relaciones son de tipo jerarquía.

Mediante el uso Entidades-Función y Entidades-Comportamiento se describe la información que se le aporta al cliente respecto de cada componente.

Existen un total de 3 restricciones para los vehículos, que son:

- Peso máximo
- Nivel emisión acústica
- Anchura máxima

Cada una de ellas se modela mediante un formulario Restricción.

Por último se modela la parte relativa a los manuales de mantenimientos del vehículo, para la cual se hace uso de los formularios Actividad (el qué se hace) y los formularios Reglas (Cómo se hace).

La base de conocimientos correspondiente al vehículo de riego y baldeo con cisterna de acero y 8.000 litros de capacidad se encuentra desarrollada en el Anexo II.