



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
MÁSTER UNIVERSITARIO EN SISTEMAS FERROVIARIOS**

**ESTUDIO DEL PROCESO DE
VERIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE LA
LÓGICA DE LOS ENCLAVAMIENTOS**

AUTOR: VICENTE LIZASO VELÁZQUEZ

DIRECTORA: ELENA FERNÁNDEZ DEL VISO MORÁN



Autorización de entrega del trabajo fin de máster

EL AUTOR

Fdo: **Vicente Lizaso Velázquez**

Fecha: 07/07/2015

LA DIRECTORA DEL TRABAJO

Fdo: **Elena Fernández del Viso Morán**

Fecha: 07/07/2015

Empresa: **Bombardier Transportation**



Ficha técnica

Título: ESTUDIO DEL PROCESO DE VERIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE LA LÓGICA DE LOS ENCLAVAMIENTOS	
Apellidos y nombre del autor	Lizaso Velázquez, Vicente
Apellidos y nombre del director	Fernández del Viso Morán, Elena
Programa cursado y curso académico	Máster Universitario en Sistemas Ferroviarios Curso académico 2014/2015
Resumen de las principales ideas desarrolladas:	
<p>En primer lugar se realiza un estudio del proyecto constructivo del tramo Venta de Baños-Burgos de la LAV Norte. Se adquiere una visión global de lo que constituye la construcción de un tramo de una línea de alta velocidad.</p> <p>Posteriormente se detalla el proceso de verificación de un enclavamiento, con su ciclo de vida de pruebas, desde el diseño de los casos de prueba hasta su realización.</p> <p>Se estudia la ingeniería de software de un enclavamiento, explicando cómo es la arquitectura del software de un enclavamiento que está compuesto por aplicación genérica y aplicación específica.</p> <p>Se estudia el proceso de verificación manual de un enclavamiento y se realiza dicha verificación manual de los enclavamientos de Río Arlanzón y Burgos-Rosa de Lima pertenecientes al tramo de la línea descrito.</p> <p>Se estudia el proceso de verificación automática y se realiza dicha verificación de la aplicación genérica del tramo descrito.</p> <p>En base a los resultados obtenidos de los dos procesos de verificación, se comparan y se definen las conclusiones del trabajo, desde el punto de vista de coste, tiempo, eficiencia y seguridad.</p>	



Índice

Capítulo 1	Introducción	- 1 -
1.1	Motivación del trabajo	- 2 -
1.2	Recursos / herramientas empleadas	- 2 -
Capítulo 2	Objetivos	- 3 -
Capítulo 3	Desarrollo	- 4 -
3.1	Planificación de tareas	- 4 -
3.2	Fase 1: Estudio del tramo de alta velocidad Venta de Baños-Burgos	- 4 -
	3.2.1 Situación y emplazamiento	- 4 -
	3.2.2 Sistemas de señalización	- 6 -
	3.2.3 Sistemas de protección del tren.....	- 8 -
	3.2.4 Sistemas auxiliares de detección.....	- 10 -
	3.2.5 Control de tráfico centralizado/Centro de regulación y control (CTC/CRC).....	- 12 -
	3.2.6 Suministro de energía	- 13 -
	3.2.7 Edificios técnicos y casetas.....	- 14 -
	3.2.8 Obra civil auxiliar	- 16 -
	3.2.9 Redes de comunicación.....	- 16 -
3.3	Fase 2: Realización de pruebas manuales	- 18 -
	3.3.1 Ciclo de vida de las pruebas.....	- 18 -
	3.3.2 Aplicación genérica / Aplicación específica	- 21 -
	3.3.3 Entorno de pruebas manuales. Puesto local de operación.	- 23 -
	3.3.4 Procedimiento de pruebas	- 24 -
3.4	Fase 3: Estudio del entorno de pruebas automático	- 31 -
	3.4.1 Introducción	- 31 -
	3.4.2 Entorno.....	- 31 -
	3.4.3 Campo de pruebas (Test Yard)	- 32 -
	3.4.4 Programación de los casos de prueba.....	- 33 -
	3.4.5 Ejecución de las pruebas	- 35 -
	3.4.6 Resultado	- 36 -



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
MÁSTER UNIVERSITARIO EN SISTEMAS FERROVIARIOS

ÍNDICE

Capítulo 4	Conclusiones	- 39 -
4.1	Inversión de tiempo	- 39 -
4.2	Seguridad.....	- 40 -
Capítulo 5	Anexos	- 42 -
5.1	Planificación	- 42 -
5.2	Informe de pruebas de enclavamiento	- 43 -



Índice de figuras

Figura 1. Mapa general de la línea.	- 5 -
Figura 2. Situación y emplazamiento.	- 5 -
Figura 3. Pila de protocolos de las aplicaciones de señalización.	- 17 -
Figura 4. Especificación de pruebas.	- 18 -
Figura 5. Ciclo de vida de los casos de prueba.	- 19 -
Figura 6. Ciclo de vida del plan de pruebas.	- 19 -
Figura 7. Ciclo de vida en el desarrollo de un enclavamiento.	- 20 -
Figura 8. Iteraciones del plan de pruebas.	- 20 -
Figura 9. Ejemplo de caso de prueba definido a partir de un requisito. (Establecimiento de ruta). - 21 -	
Figura 10. Aplicación genérica y aplicación específica.	- 22 -
Figura 11. Plano de vías para la aplicación específica.	- 22 -
Figura 12. Interfaz del Puesto Local de Operación.	- 23 -
Figura 13. Reporte de prueba sobre ejecución de mandos (encabezado) sobre los diferentes elementos de campo, agujas en este caso (primera columna).	- 23 -
Figura 14. Señal desbloqueada (izquierda) / bloqueada (derecha).	- 24 -
Figura 15. CV desbloqueado (arriba) / bloqueado (abajo).	- 24 -
Figura 16. Representación del cierre de señales de Bloqueo con Bloqueo establecido.	- 25 -
Figura 17. Mando de la ruta de entrada de E1 a S1/3.	- 26 -
Figura 18. Ruta en modo exploración (comprobando estados de objetos).	- 26 -
Figura 19. Ruta establecida pero sin terminar de enclavar, señal de principio de ruta en rojo. - -	- 27 -
Figura 20. Ruta enclavada y con señal de principio de ruta en aspecto correcto.	- 27 -
Figura 21. Paso de tren detectado (en CVE1) y CV protegido con señal en rojo.	- 28 -
Figura 22. Cuadro de movimientos definidos por la Administración ferroviaria.	- 29 -
Figura 23. Cuadro de incompatibilidades entre rutas de la Administración ferroviaria.	- 29 -



Figura 24. Entorno Solaris configurado para SLATE.....	- 32 -
Figura 25. Herramienta para diseñar el campo de pruebas.	- 33 -
Figura 26. Pasos de ejecución de las pruebas.....	- 34 -
Figura 27. Programación en FrameMaker.....	- 34 -
Figura 28. Ejecución batch de todos los casos de prueba.	- 35 -
Figura 29. Visualización del log de un caso de prueba.	- 36 -
Figura 30. Ejemplo de log sobre un objeto aguja.....	- 37 -
Figura 31. Fragmento del informe de análisis de errores.	- 38 -
Figura 32. Tiempos de ejecución de pruebas.	- 39 -
Figura 33. Tiempos de programación y verificación de las pruebas.....	- 40 -
Figura 34. Planificación temporal del trabajo fin de máster.	- 42 -



Índice de tablas

Tabla 1: Enclavamientos electrónicos y controladores de objetos.....	- 8 -
Tabla 2: Ubicación del Concentrador de Detectores de Seguridad.....	- 12 -
Tabla 3: Dependencias Técnicas.....	- 15 -



Acrónimos

Acrónimo	Significado
LAV	Línea de Alta Velocidad
PCA	Puesto de Cantonamiento Automático
PK	Punto Kilométrico
PAET	Puesto de Adelantamiento y Estacionamiento de Trenes
PB	Puesto de Banalización
BSL	Bloqueo de Señalización Lateral
SAM	Sistema de Ayuda al Mantenimiento
PLO	Puesto Local de Operación
CTC	Control de Tráfico Centralizado
CRC	Centro de Regulación y Control
ENCE	Enclavamiento
COBJ	Controlador de Objetos
RBC	Radio Block Centre
LEU	Lineside Electronic Unit (balizas ERTMS)
ASFA	Anuncio de Señales y Frenado Automático
ERTMS	European Rail Traffic Management System
GSM-R	Global System for Mobile communications – Railway
TSI/ETI	Especificación Técnica de Interoperabilidad
SAI	Sistema de Alimentación Ininterrumpida
CV	Circuito de Via
XML	eXtensible Markup Language



Capítulo 1 INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende realizar un estudio del proceso de verificación de un enclavamiento, desde su concepción hasta su puesta en servicio.

En el ciclo de vida del desarrollo de un enclavamiento, la fase de pruebas se realiza habitualmente de forma manual, comprobando que el enclavamiento se comporte de forma acorde al registro de pruebas definido para la Administración ferroviaria.

Dichas pruebas consisten en verificar las diferentes funcionalidades del enclavamiento para garantizar que una vez puesto en servicio, el enclavamiento funcione de acuerdo a los requisitos establecidos.

El estudio que se plantea consiste en incluir en la fase de pruebas un software en desarrollo para probar todas las funcionalidades del enclavamiento de forma automática. Para ello, se utilizará un proyecto actualmente en desarrollo que es el tramo Venta de Baños-Burgos de la LAV Norte.

En el estudio se analizará el impacto que tiene la inclusión de pruebas automáticas, analizando el coste-beneficio tanto económico como en términos de seguridad. Para ello se estudiará el plan de pruebas utilizado actualmente, el nuevo entorno de pruebas automáticas, la forma de programar las pruebas y los resultados obtenidos tras aplicar las pruebas automáticas.

Adicionalmente, se utilizará el presente estudio para proponer una modificación del proceso actual que permita la inclusión de pruebas automáticas sobre un proyecto real en desarrollo, es decir, cómo se puede incluir en el proceso, algo que hasta ahora no se ha realizado en el desarrollo de la lógica de los enclavamientos.



1.1 MOTIVACIÓN DEL TRABAJO

La verificación de la lógica de un enclavamiento se está probando actualmente de forma manual. La introducción de software diseñado para probar la lógica de la aplicación genérica del enclavamiento permite dotar de mayor eficacia al proceso de verificación, ya que se elimina en gran medida el error humano al realizar las pruebas.

A parte del posible beneficio económico al automatizar el proceso de pruebas, programar una batería de pruebas contra los requisitos que tiene que cumplir el enclavamiento añade la seguridad de que todos los requisitos planteados por la Administración ferroviaria son cubiertos por alguna de las funcionalidades del enclavamiento, aumentando la seguridad y la eficiencia.

1.2 RECURSOS / HERRAMIENTAS EMPLEADAS

Para la ejecución de las baterías de pruebas se utiliza el programa SLATE, de Bombardier Transportation. Es un software basado en LINUX-SOLARIS que es capaz de leer la lógica del enclavamiento y simular un campo de pruebas, llamado TestYard, donde probar las diferentes funcionalidades del enclavamiento.

Para la programación de las pruebas se utiliza Adobe FrameMaker.



Capítulo 2 OBJETIVOS

El objetivo principal del trabajo es verificar la lógica de los enclavamientos con una herramienta automática en desarrollo realizando una comparación en tiempo, coste y efectividad entre las pruebas manuales y las pruebas automáticas.

Al automatizar el proceso de verificación hay que tener en cuenta que el tiempo de ejecución de pruebas en comparación al método manual tradicional es muy significativo, pero no hay que pasar por alto que las baterías de pruebas han de ser programadas y revisadas, para asegurar que van a probar todos y cada uno de los requisitos planteados por la Administración ferroviaria.

Por lo tanto uno de los temas a tratar para alcanzar el objetivo del trabajo es saber qué inversión de tiempo es necesaria para la programación de las pruebas, la revisión de las pruebas para garantizar que todos los requisitos quedan cubiertos y finalmente su propia ejecución.

Como se verá en el desarrollo del trabajo, por la propia arquitectura de los enclavamientos, una misma batería de pruebas podrá servir para probar más de un enclavamiento, lo que puede justificar la inversión de tiempo y coste en la programación de las baterías de pruebas.

Una vez realizada la comparación entre el proceso manual y el proceso automático, se estudiarán los resultados obtenidos y se presentará una conclusión sobre la viabilidad del proceso de pruebas automáticas.



Capítulo 3 DESARROLLO

3.1 PLANIFICACIÓN DE TAREAS

El desarrollo del trabajo consta de tres fases, más un capítulo de conclusión y propuesta de aplicación:

- FASE 1: Estudio del tramo de alta velocidad Venta de Baños-Burgos.
- FASE 2: Realización de pruebas manuales.
- FASE 3: Estudio del entorno de pruebas automático.

3.2 FASE 1: ESTUDIO DEL TRAMO DE ALTA VELOCIDAD VENTA DE BAÑOS-BURGOS

3.2.1 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

El tramo objeto del desarrollo del trabajo es el tramo actualmente en construcción de alta velocidad entre Venta de Baños y Burgos. Concretamente entre el P.C.A. de Torquemada situado en el P.K. 240,736 y la estación de Burgos Rosa de Lima, situada en el P.K. 303,985.



3.2.2 SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN

Dentro de los sistemas de señalización, es el enclavamiento electrónico el que dispone del control y mando de los elementos y aparatos de campo, del establecimiento y disolución de rutas, y de las maniobras de los trenes, en las estaciones, PAET, PB y PCA de la línea.

El tipo de bloqueo entre los enclavamientos es el denominado Bloqueo de señalización lateral (BSL).

Cada enclavamiento electrónico dispone de su propio registrador jurídico, para permitir la reconstrucción del estado del sistema en el caso de que se produzca un incidente, para lo cual almacena secuencialmente todos los mandos, actuaciones automáticas, estados de los elementos de campo, y todos los eventos relevantes desde el punto de vista de seguridad. Asimismo y para agilizar las labores de mantenimiento, cada enclavamiento tiene su propio sistema de ayuda al mantenimiento (SAM).

Todos los enclavamientos incorporan la capacidad de ser telemandados desde varios puestos remotos: Puesto Local de Operación (PLO), los dos centros de control de Tráfico (CTC) de la línea, bien sea desde el CRC centralizado de Madrid o desde el CRC de respaldo de Villaverde.

El sistema de CTC está integrado en la arquitectura del CRC.

Para ello cada enclavamiento dispone de su equipo de control de interfaces (PCI) para hacer de enlace con los diferentes sistemas de control.

Además, los enclavamientos proporcionan la información necesaria a los sistemas de protección para que puedan llevar a cabo sus funciones. En el caso del sistema ASFA la información se obtiene directamente de la señal, mientras que el sistema ERTMS/ETCS toma la información directamente del enclavamiento.

La comunicación entre los diferentes Enclavamientos (ENCE), sus Controladores de Objetos (COBJ), Centro de Bloqueo por Radio (RBC) y Controladores de Eurobalizas Conmutables (LEU) se hace mediante canales de comunicación Ethernet (IEEE 802.3), redundantes y utilizando protocolos de seguridad.



Para el dimensionamiento y la distribución de los equipos se ha seguido lo indicado en el proyecto constructivo realizados, pero teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Factores que afectan a la flexibilidad de la explotación, disponibilidad de la instalación y mantenimiento.
- Características topográficas y topológicas de la línea, como por ejemplo: cantonamiento de la línea, situación de túneles, viaductos, pasos superiores, cruces de vía, subestaciones, puestos de autotransformación, zonas neutras, etc.
- Estudio de situaciones degradadas, bien debidas a fallos en la infraestructura o en los equipos embarcados en los trenes, así como su impacto en la explotación de la línea, que deberá reducirse al mínimo tiempo posible.
- Condicionantes derivados del sistema de electrificación de la línea, teniendo en cuenta tanto las restricciones espaciales respecto a sus componentes bajo tensión, en cuanto a cumplimiento de distancias de seguridad marcadas por la Normativa en vigor al respecto, como los posibles efectos perturbadores de los campos electromagnéticos generados y sus fluctuaciones. Con ello se busca evitar el efecto perjudicial sobre el rendimiento global del sistema.

En resumen, los sistemas de señalización de la línea incluyen los elementos:

- Enclavamientos electrónicos a instalar en las dependencias de Río Arlanzón con su sistema videográfico de mando local, registrador jurídico y sistema de ayuda al mantenimiento.
- Bloqueo de Señalización Lateral entre enclavamientos objeto del proyecto.
- Circuitos de vía de audiofrecuencia en estaciones.
- Contadores de ejes en ambos carriles de la vía en el trayecto comprendido entre Venta de Baños y Burgos.
- Señales luminosas laterales, de focos con tecnología LED.
- Sensores de rueda en los desvíos con corazón móvil.
- Red de cables para estos sistemas, de tipo normalizado, multiconductor o de cuadretes, de acuerdo con las características de los equipos a instalar, y con factor de reducción apropiado para los 25 kV de tensión de catenaria de la línea.



RBC	ENCE	PLO	Dependencia	Instalación	Tipo	PK
RÍO ARLANZÓN	RÍO ARLANZÓN		Bifurcación Va-Bu	Caseta de señalización	CS tipo 1	233+852
			PCA 240.000	Caseta de señalización	CS tipo 1N	240+794
		PAET Río Arlanzón	PAET Río Arlanzón	Edificio Técnico	Tipo 1	257+504
			PCA 273.000	Caseta de señalización	CS tipo 1	273+093
			PB Buniel	Caseta de señalización	CS tipo 1N	290+283

Tabla 1: Enclavamientos electrónicos y controladores de objetos

3.2.3 SISTEMAS DE PROTECCIÓN DEL TREN

El sistema de protección de trenes proyectado es el estándar europeo ERTMS/ETCS que posibilita la interoperabilidad técnica, normalizando las funciones de control y protección del tren y las interfaces de intercambio de información entre los equipos embarcados en el tren y la infraestructura de la vía.

El sistema ERTMS / ETCS de nivel 2 que se propone proporciona una supervisión continua por medio de RBC y la red GSM-R, y utiliza eurobalizas, principalmente como referencia de posicionamiento. La transmisión de las informaciones entre el tren y el RBC se efectúa a través del sistema de radiotelefonía móvil GSM-R. Para la calibración de la medición, por parte del tren, de la velocidad y el recorrido, así como para otros fines específicos, se emplean eurobalizas fijas.

La arquitectura del sistema de protección de trenes que se propone cumple con los requisitos de interoperabilidad para el tráfico de trenes de alta velocidad en la red ferroviaria europea, basados fundamentalmente en las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad (TSI):



- La Especificación de Requisitos Funcionales del Sistemas ETCS, versión 5.0.
- La Especificación de Requisitos del Sistema (SRS) v2.3.0 d (del grupo UNISIG SUBSET-026 versión 2.3.0, junto con el documento ERA SUBSET 108: Interoperability-related consolidation on TSI Annex A Documents, versión 1.2.0,).
- El documento vigente de ADIF de “Requisitos Funcionales y Reglas de Ingeniería ERTMS Nivel 1 y Nivel 2”. V2.4.6, con los siguientes puntos:
 - Punto 1. Nota técnica sobre las curvas de frenado y su efecto en el cálculo de la longitud de las autoridades de movimiento, versión 1.2.
 - Punto 2. Procedimiento operacional para la Gestión de Claves ERTMS Nivel 2, versión 3.2.
 - Punto 3. Especificación funcional del Puesto Central ERTMS (PCE), v1.0.
- Los documentos del European Economic Interest Grouping (EEIG) vigentes referentes a la interoperabilidad del sistema ERTMS/ERTCS.
- La versión vigente de los documentos de Funcionalidad Nacional publicados por el Ministerio de Fomento:
 - TFM021046-DF-4-Parte 1: Funcionalidad Nacional del Sistema ERTMS. Equipo Embarcado.
 - TFM021046-DF-4-Parte 2: Funcionalidad Nacional del Sistema ERTMS. Infraestructura.
 - TFM021046-DF-4-Anejo 1: Descripción técnica de los paquetes y variables específicos de las Funciones Nacionales de ERTMS/ETCS).

Además se incluyen las condiciones del requisito 3.1.1.2.4 de la versión 2.4.6 del documento de ADIF sobre “Requisitos funcionales y reglas de ingeniería ERTMS Nivel 1 y Nivel 2”, para el sistema ERTMS Nivel 2.

El presente proyecto dispondrá de un sistema ERTMS/ETCS nivel 2 como sistema de operación principal. El segundo nivel de operación será proporcionado por el sistema ASFA para aquellos trenes no equipados con ERTMS o cuando el equipo ERTMS de vehículo esté fuera de servicio. La solución técnica del sistema se ha diseñado como se indica en los proyectos constructivos, de manera que se cumplen todos los requisitos del Adif en cuanto a prestaciones, disponibilidad y seguridad.



Con ERTMS/ETCS nivel 2 como sistema de operación principal y el sistema ASFA como segundo nivel de operación, el equipamiento incluye:

- Eurobalizas fijas.
- Centro de Bloqueo por Radio (RBC), con su sistema de mando local (PLO), registrador jurídico y sistema de ayuda al mantenimiento.
- Eurobalizas conmutables y sus Controladores (LEU) para implementar la protección y evitar el rebase de señales en rojo cuando el tren circula en modo SR (Staff Responsible).
- Puesto Central ERTMS (PCE), incluyendo funciones de control y mantenimiento centralizados para toda la línea.
- Interfaces necesarias para conectar con los sistemas de señalización antes descritos.

3.2.4 SISTEMAS AUXILIARES DE DETECCIÓN

Para que la circulación de los trenes se realice en condiciones óptimas de seguridad y confort se ha considerado necesario dotar a la Línea de Alta Velocidad de todos aquellos Sistemas Auxiliares de detección que garanticen, mejoren y complementen dichas condiciones.

Con estos sistemas se pretende adaptar en todo momento el movimiento de las circulaciones a las condiciones de entorno existentes, proteger el trazado de las agresiones que otros agentes pueden producir y corregir aquellas tendencias que se observen en la evolución de los parámetros representativos de la infraestructura que afecten a la calidad del servicio mediante un mantenimiento preventivo dinámico.

El equipamiento a suministrar incluye:

- Detectores de Caída de Objetos (DCO):

La solución tecnológica desarrollada para detectar la caída de obstáculos en vía se basa en la rotura de un cable de fibra óptica. Este sistema utiliza barreras batientes y sensorizadas dotadas de un circuito de fibra óptica.

Es importante destacar la doble funcionalidad del sistema; por un lado, actúa como barrera física de cara a los objetos que pudieran caer a la vía; por otro lado, si el esfuerzo sobre la estructura es superior al de la tara, la barrera se abate produciéndose el consecuente esfuerzo de



cizalla que rompe las fibras ópticas asociadas a la barrera. Esta rotura produce el aviso correspondiente al impedir la continuidad de la señal que transita por las fibras ópticas citadas y se genera la correspondiente alarma.

- Detectores de cajas calientes (DCC):

El equipamiento correspondiente al Sistema de Detección de Cajas Calientes se basa en el empleo de una traviesa instrumentalizada, con la que por medio de detectores de radiación infrarroja se obtienen las temperaturas de las cajas de grasa de las ruedas y de las cajas de freno del tren al paso del mismo sobre la traviesa instrumental.

- Detectores de viento lateral (DVL):

Para mejorar la seguridad y la explotación en las líneas de alta velocidad, se las dota de un Sistema de Protección contra el Viento Lateral que permita adecuar la velocidad de los trenes a las condiciones de viento reinantes en cada momento. Para el funcionamiento de este sistema de seguridad, es necesaria la instalación de estaciones meteorológicas que sirvan de fuente de datos en tiempo real a lo largo de todo el trazado. A partir de la información obtenida se podrán realizar predicciones a muy corto plazo de las condiciones futuras de viento.

Dentro de toda la información que debe ser recogida por las estaciones meteorológicas instaladas a lo largo de la línea, es especialmente importante la velocidad del viento, pues este influye negativamente en el control del tren, lo que puede dar lugar a la reducción de la velocidad de éste. Se deberá prestar especial atención al caso de vientos racheados en la dirección lateral del tren, cuyo efecto desestabilizador puede resultar importante.

Siguiendo los últimos criterios del ADIF sobre estaciones meteorológicas se instalarán estas estaciones con un doble objetivo, medición directa de los parámetros de viento lateral donde las características del trayecto puedan presentar las condiciones más adversas, predicción de las condiciones de viento lateral peligroso para la velocidad de las circulaciones.

- Concentrador de Detectores de Seguridad (CDS)

Se ha previsto la instalación de Concentradores de Detectores de Seguridad en la siguiente dependencia:



UBICACIÓN CDS	PK (ABS)
ET RÍO ARLANZÓN	P.K. 257+504

Tabla 2: Ubicación del Concentrador de Detectores de Seguridad.

3.2.5 CONTROL DE TRÁFICO CENTRALIZADO/CENTRO DE REGULACIÓN Y CONTROL (CTC/CRC)

El sistema de CTC es utilizado para realizar la supervisión y control de los enclavamientos situados dentro del ámbito de las áreas comandadas por el CTC. Para conseguir su cometido, las principales funcionalidades que implementa el sistema CTC son las siguientes:

- Monitorización de los elementos de campo y del propio enclavamiento.
- Envío de ordenes al enclavamiento.
- Seguimiento de trenes a partir de la secuencia de ocupacion y liberación de circuitos de via y elementos similares proporcionadas por el enclavamiento.
- Asignación de numeracion a los trenes.
- Deteccion y gestion de alarmas tanto propias como de los enclavamientos.

De cara a la integracion del CTC en la plataforma de control de trafico existente en los CRC, el CTC suministra de forma nativa las siguientes funcionalidades: .

- Recibir operaciones de numeracion desde un sistema externo, por ejemplo un sistema de numeracion automática.
- Recibir operaciones de enrutamiento desde un sistema externo, por ejemplo un sistema de enrutamiento automático.
- Publica el estado de todos sus elementos internos gestionados a sistemas externos, por ejemplo sistemas de auditoria automatica, sistemas de seguimiento, etc.



El CTC propuesto es capaz de suministrar a través de una mensajería estandarizada la información de los estados de todos sus elementos internos, de las alarmas generadas de forma que un sistema de reconstrucción externo puede implementar tanto moviola como análisis de eventos.

Está previsto el suministro de dos sistemas de control de tráfico centralizado (CTC), uno de ellos integrado en el CRC principal en Atocha y el otro se integrará en el CRC de respaldo en Villaverde. Los dos ofrecerán la misma capacidad de operación y control sobre el ámbito de operación.

3.2.6 SUMINISTRO DE ENERGÍA

La alimentación a los equipos de señalización, telecomunicaciones, etc. del tramo Venta de Baños-Burgos de la Línea de Alta Velocidad Norte se realizará desde los Edificios Técnicos y Casetas Técnicas a construir en dichos tramos, a través de dos o tres alimentaciones que acometen a cada uno de ellos:

- Alimentación monofásica procedente de catenaria.
- Alimentación de grupo electrógeno trifásico para los Edificios y Casetas Técnicas.
- Alimentación de acometida de compañía en los edificios técnicos y casetas.

Cada edificio dispondrá en su cuadro eléctrico de doble embarrado general trifásico uno para alimentación de consumos domésticos y otro para consumos técnicos. Cada uno de estos embarrados se podrá alimentar tanto de catenaria como de grupo electrógeno, en el caso de doble acometida, siendo la alimentación principal la de catenaria con filtro y estabilizadores distintos para cada embarrado.

En el caso de triple acometida, la alimentación principal será de igual modo la proveniente de catenaria, siendo la segunda la acometida de compañía, conmutada con el grupo electrógeno.



Desde el embarrado de consumos técnicos se alimentarán:

- Los equipos de señalización propias de cada edificio / caseta a través de SAI monofásica.
- Los equipos instalados en vía a través de SAI monofásicas cuya tensión de salida es elevada a 750 V mediante transformadores monofásicos 230 V / 750 V.
- Los motores de accionamiento de agujas a través de SAI con salida trifásica.
- Consumidores de corriente continua con rectificadores cargadores en los que se incluyen las telecomunicaciones.
- Las líneas de tomas de emergencia en túneles, a través de SAI monofásicas cuya tensión de salida es elevada a 750 V mediante transformador monofásico 230 V / 750 V.

Desde el embarrado de consumos domésticos se alimentarán los equipos de climatización, iluminación y fuerza del edificio o caseta sin SAI.

Los equipos consumidores de vía serán alimentados desde líneas de 750V que recorren ambas vías.

De cada edificio o caseta saldrán 4 líneas de 750V alimentadas desde los cuatro transformadores elevadores monofásicos 230 V / 750 V instalados en la sala de acometidas y Cuadros de los edificios, y de las potencias necesarias para alimentar a todos los consumidores en vía.

3.2.7 EDIFICIOS TÉCNICOS Y CASETAS

En este apartado se describen los edificios técnicos y casetas de señalización que se instalarán en el tramo Venta de Baños-Burgos de la Línea de Alta Velocidad Norte con su correspondiente ubicación, tipología y definición geométrica.

Los edificios técnicos albergan instalaciones de señalización, telecomunicaciones, mando de los enclavamientos, salas relacionadas con las instalaciones de abastecimiento y distribución de energía para las instalaciones mencionadas.

En las casetas técnicas se ubican los sistemas de señalización, sistemas de protección del tren, sistemas de comunicaciones y de energía.



Se construirán dos tipos de edificios tal y como define el proyecto constructivo:

- Edificio Tipo 1: Están destinados para ubicar los equipos del Sistema de Señalización, Sistemas de Protección de Tren así como Sistemas de Comunicaciones y de Energía. Serán de planta almenada y de superficie construida 410,70m²
- Edificio Tipo 5: Es de planta rectangular, de superficie construida 723,57 m².

Además existirán casetas técnicas a lo largo de la Línea:

- Casetas de Señalización Tipo 1: En ellas se ubican los sistemas de señalización, sistemas de protección del tren, sistemas de comunicaciones y de energía. Sus dimensiones son 17,85 m de largo por 4,60 m de ancho y por 3,00 m de alto.
- Casetas de Señalización Tipo 1N: En ellas se ubican los sistemas de señalización, sistemas de protección del tren, sistemas de comunicaciones y de energía. Sus dimensiones son 22,40 m de largo por 4,60 m de ancho y por 3,00 m de alto.

Se instalarán en los emplazamientos indicados en la tabla siguiente:

Tipo	Denominación	Tipo Edificio	PK
ET	Bifurcación Va-Bu	Caseta señalización Tipo 1	223+852
PCA	PCA 240.000	Caseta señalización Tipo 1N	240+794
PAET	PAET Río Arlanzón	ET 1	257+504
PCA	PCA 273.000	Caseta señalización Tipo 1	273+093
PB	PB Buniel	Caseta señalización Tipo 1N	290+283

Tabla 3: Dependencias Técnicas.



3.2.8 OBRA CIVIL AUXILIAR

Incluye la realización de toda obra que resulta necesaria para el tendido de cables de los equipos necesarios para el proyecto.

Se incluyen las zanjas, canaletas, canalizaciones, cruces bajo vías y arquetas para el tendido de cables, complementando y acondicionando la red de canalizaciones prevista en los proyectos de plataforma.

El tendido de cables de instalaciones de seguridad, telecomunicaciones y energía se realizará de forma general siguiendo los criterios siguientes:

En las estaciones:

- Canalización hormigonada con tubos de polietileno, entre señales de entrada.
- Zanja de 0,8m de profundidad para los cables secundarios.

En los trayectos:

- Canaleta hormigonada de doble alveolo, donde las circunstancias del trayecto lo requiera.
- Zanja de 0,8m de profundidad. para los cables secundarios.

La transición de canaleta a canalización se hará por medio de arquetas o cámaras de registro.

3.2.9 REDES DE COMUNICACIÓN

Las redes de comunicación RAD (Red Acceso a Datos) y la Red Unificada de Señalización y Detectores (RUSD) proporcionan el medio de transporte redundado del Servicio Privado de Señalización. Desde el punto de vista del sistema ENCE ambas redes son diseñadas teniendo los siguientes objetivos:

- Preparar métodos de comunicación que garanticen una transferencia de información segura.
- Preparar métodos de comunicación independientes de la unidad de transmisión física a nivel de aplicación.
- Tener métodos de comunicación uniformes entre los diferentes subsistemas.
- Utilizar tecnología comercial para las funciones de comunicación de nivel más bajo.



En la siguiente ilustración se muestra la pila de los protocolos de comunicaciones empleados por las aplicaciones de señalización:

Layer	OSI	DCS-SIG breakdown		
L7	Application	Signalling applications		
L7	Application	FSFB/2	NVFB/2	FTP, SNMP, SNTP
L7	Application	SIG Application		Not used
L7	Application	Redundancy Layer		Not Used
L6	Presentation	Not Used		
L5	Session	Not Used		
L4	Transport	UDP		UDP - TCP
L3	Network	IPv4		
L2	Link	Ethernet MAC		
L1	Physical	Ethernet Phy 10/100BaseT		

Figura 3. Pila de protocolos de las aplicaciones de señalización.



3.3 FASE 2: REALIZACIÓN DE PRUEBAS MANUALES

3.3.1 CICLO DE VIDA DE LAS PRUEBAS

La fase de pruebas es una fase muy importante de cara a la verificación de cualquier enclavamiento, por lo que se define un estricto plan de pruebas, que es revisado varias veces, para que todos los casos queden correctamente cubiertos.

Todos los casos de prueba son diseñados a partir de los requisitos establecidos por la Administración ferroviaria para que el enclavamiento sea capaz de comportarse en la forma que la Administración piensa utilizarlo. Por ejemplo, si la Administración ferroviaria necesita poder bloquear o desbloquear un circuito de vía, existirá un requisito que indique esta funcionalidad y en consecuencia deberá existir un caso de prueba que ejecute este mando y compruebe que se puede hacer.

ID	ADIF HSL: GA Especificación de Pruebas						Object Type
130	5.3.1.1 Circuitos de Vía						Heading
133	5.3.1.1.1 Mando bloquear/anular bloqueo circuito de vía de estación contra establecimiento de ruta (BV)						Heading
289	TC Título [TC REF]/TÍTULO	ESCENARIO	CONDICIONES INICIALES	EVENTO	RESULTADO ESPERADO	SCRIPT REF.	Test Specification
	Bloqueo/Anular bloqueo CVIA de estación [IDI SLATE-2.1.1].	Serán objeto de esta prueba un circuito de vía de entrada y uno de estacionamiento pertenecientes a la estación.	- El circuito de vía no estará bloqueado contra establecimiento de ruta. - El circuito de vía será de estación (circuito de vía de entrada o estacionamiento).	Chequear condiciones iniciales (comando GO).	- El circuito de vía no estará bloqueado contra establecimiento de ruta. - El circuito de vía será de estación (circuito de vía de entrada o estacionamiento).	0002_0001_0001.exp	
	Bloqueo CVIA Mando BV [IDI SLATE-2.1.2].	Continúa desde SLATE 2.1.1.	Continúa desde SLATE 2.1.1.	Se ejecutará el mando BV.	- El circuito de vía pasará a estar bloqueado contra establecimiento de ruta. - Indicación del circuito de vía bloqueado es mandada al PLO.	0002_0001_0002.exp	
	Anular Bloqueo CVIA Mando ABV [IDI SLATE-2.1.3].	Continúa desde SLATE 2.1.2.	Continúa desde SLATE 2.1.2.	Se ejecutará el mando ABV.	- El circuito de vía pasará a estar no bloqueado contra establecimiento de ruta. - Indicación del circuito de vía no bloqueado es mandada al PLO.	0002_0001_0003.exp	

Figura 4. Especificación de pruebas.

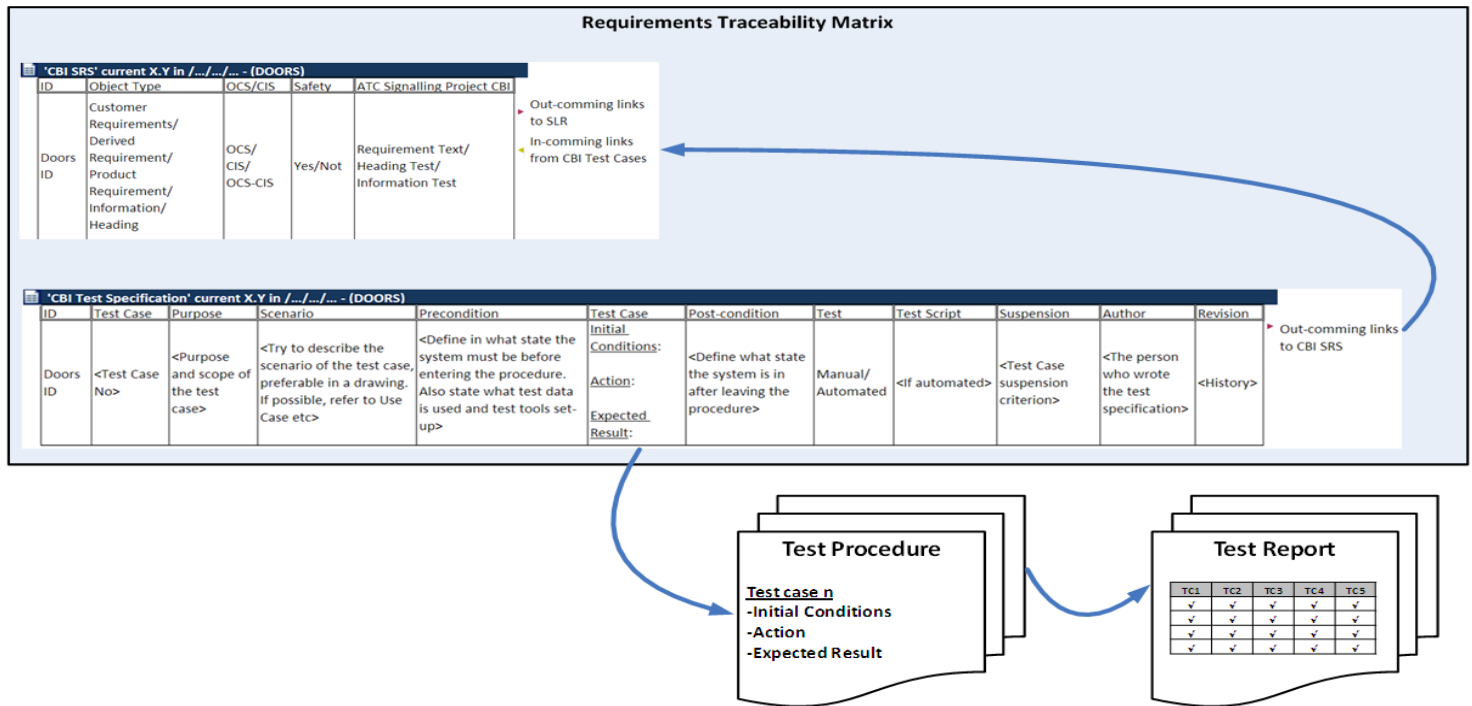


Figura 5.Ciclo de vida de los casos de prueba.

Como se puede ver en la figura anterior, cada uno de los casos de pruebas está ligado a un requisito.

Cuando se libera una versión de la aplicación genérica, se deben ejecutar todos los casos de prueba correspondientes a los requisitos definidos. Una vez que todos los casos de prueba se han ejecutado y el resultado ha sido satisfactorio, se da por verificada la lógica de la aplicación genérica.

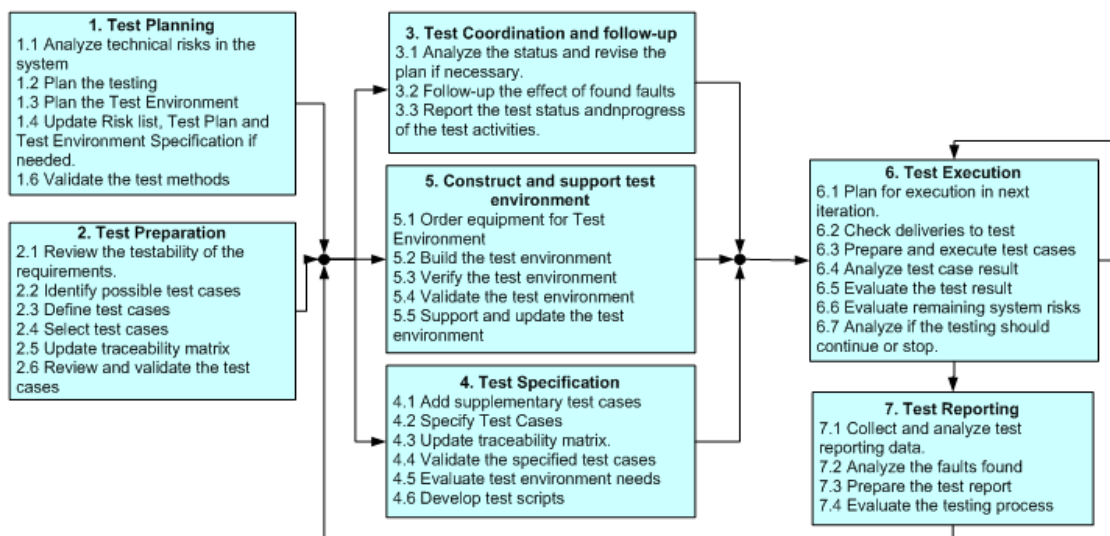


Figura 6.Ciclo de vida del plan de pruebas.

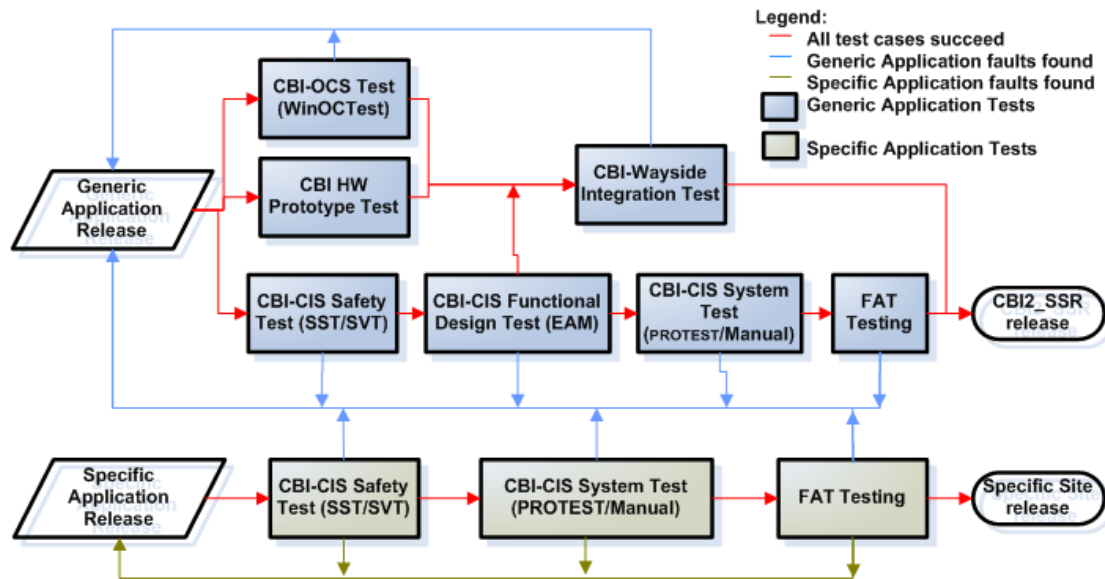


Figura 7. Ciclo de vida en el desarrollo de un enclavamiento.

Generalmente, el procedimiento de verificación contempla varias iteraciones en las que se vayan solucionando los errores encontrados.

Esto se logra gracias a que, una vez realizados los test, se interpreta el resultado. Se analiza si el fallo es originado por el software del enclavamiento o por un fallo en el procedimiento de pruebas.

Cuando el fallo es originado por un mal funcionamiento del software del enclavamiento, se realiza un análisis de impacto detallando qué sistemas, objetos o funcionalidades se ven afectadas y se corrigen en la aplicación genérica, donde una vez terminada, se volverá a someter al proceso de verificación manual o automático.

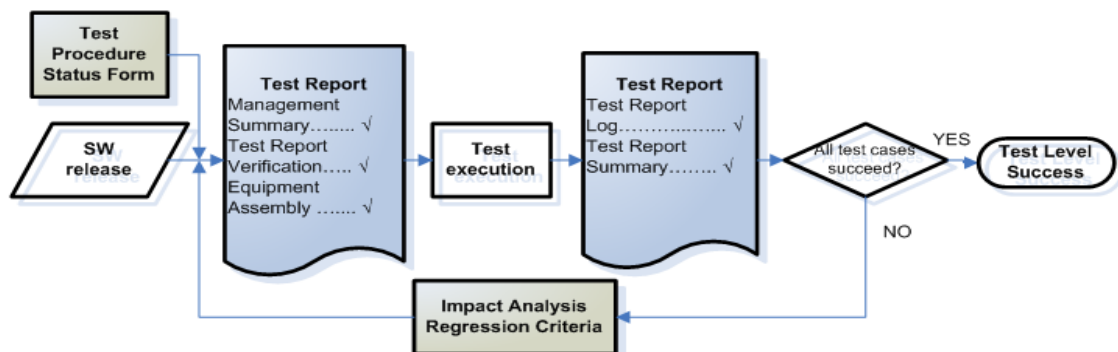


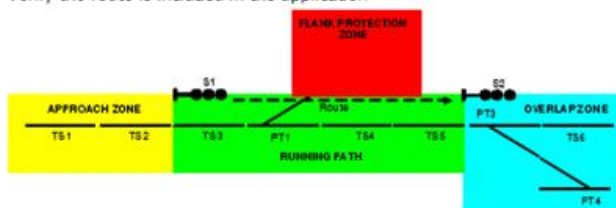
Figura 8. Iteraciones del plan de pruebas.

6 Route Setting

Purpose: All routes defined in the control Table can be established if and only if there are no conditions that prevents the route from setting.

Setting of a route

Test Case Number: RS1
Purpose: Verify the route is included in the application
Scenario:



Precondition: -

Test Case procedure: **Initial conditios:**
 -The Entrance Signal is not blocked against route setting.
 -Points forming part of the route are or can be moved to the position required.
 -Conflicting routes are not set.
 -Staff Protection Key switches are proved normal.
 -There is no track blocking affecting the route.

Action:

A route is requested.

Expected Result:

The route request is accepted.

Post-condition: -

Test execution: EAM
 MANUAL

Figura 9. Ejemplo de caso de prueba definido a partir de un requisito. (Establecimiento de ruta)

3.3.2 APLICACIÓN GENÉRICA / APLICACIÓN ESPECÍFICA

El software de un enclavamiento se divide en dos aplicaciones lógicas. Primero, se desarrolla una aplicación genérica que es donde se definen los objetos de campo, por ejemplo señales, circuitos de vía, agujas, etc.

En esta aplicación genérica se define la lógica de cada uno de esos objetos, así como sus atributos y los métodos que tendrán. Esto queda definido por la programación orientada a objetos, por ejemplo, el objeto señal que se define en la aplicación genérica, se le definen sus atributos, por ejemplo los aspectos, y sus métodos, por ejemplo cambiar el aspecto de la señal.

Una vez que está definido el comportamiento de todos los objetos en la aplicación genérica, se desarrolla una aplicación específica.

En la aplicación específica, se utiliza la aplicación genérica (todos sus tipos de objetos) y se “unen” de acuerdo a un plano real donde van a ir instalados.

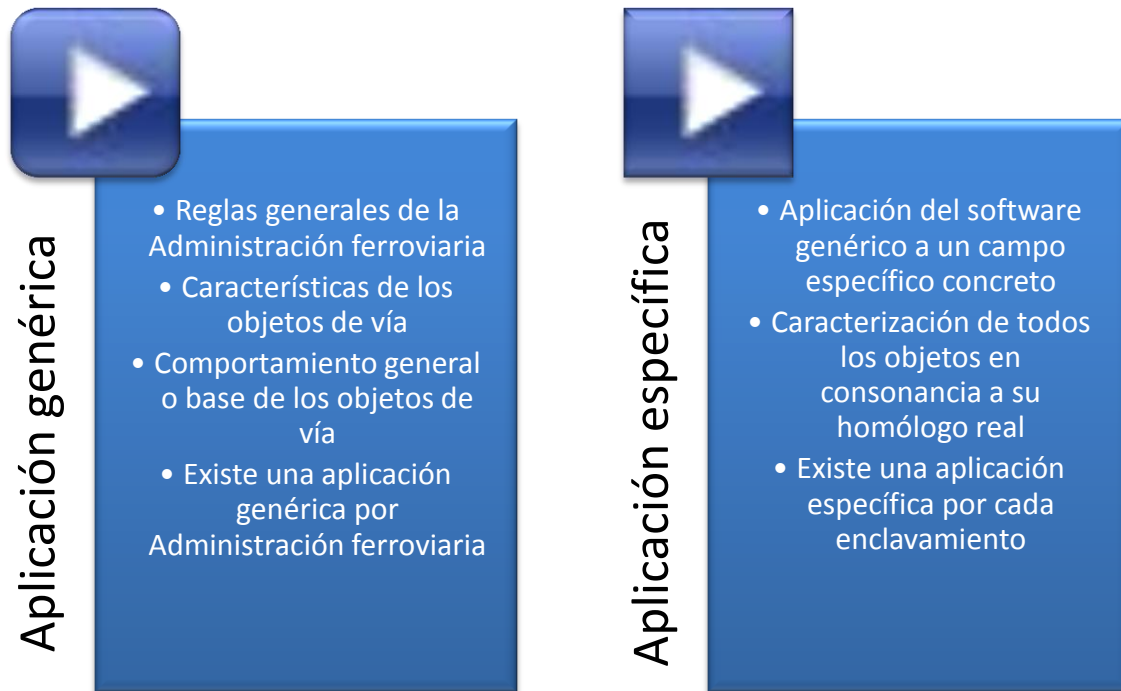


Figura 10. Aplicación genérica y aplicación específica.

Por ejemplo, una aplicación específica tendrá n señales diferentes entre sí, pero todas ellas serán heredadas de la aplicación genérica y su comportamiento en general será idéntico, salvo por las particularidades que se les dé en la aplicación específica.

Por lo tanto, existirá una aplicación genérica común a todos los enclavamientos de una misma Administración ferroviaria, donde todas sus líneas se basan en las mismas características (aspectos de señales, comportamiento lógico de objetos, etc.) y después por cada enclavamiento existirá una aplicación específica, es decir, una adaptación de la aplicación genérica al campo real específico donde va a ser instalado.

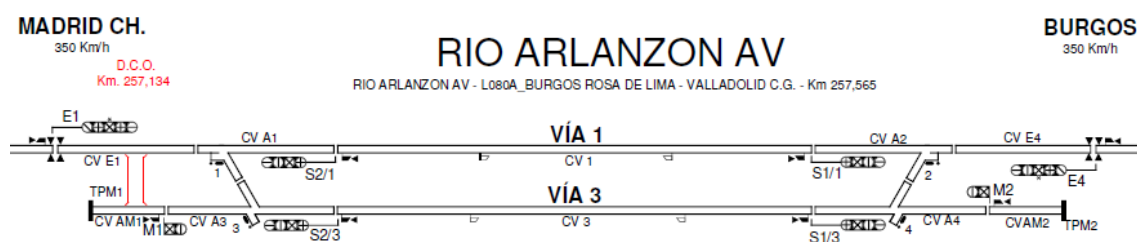


Figura 11. Plano de vías para la aplicación específica.

3.3.3 ENTORNO DE PRUEBAS MANUALES. PUESTO LOCAL DE OPERACIÓN.

Una vez definido lo que es la aplicación genérica y la aplicación específica, hay que explicar cómo se puede probar que la lógica del enclavamiento cubra todos los requisitos definidos para ese enclavamiento. Las pruebas manuales consisten en la verificación de los requisitos del enclavamiento utilizando para ello el software del enclavamiento, un PLO y un simulador del campo.

El PLO es la interfaz gráfica desde la cual el operador puede controlar y ejecutar mandos sobre el enclavamiento. Las funcionalidades posibles son las definidas en los requisitos de la aplicación, es decir, todo aquello que la Administración quiera controlar, debe poder hacerlo.

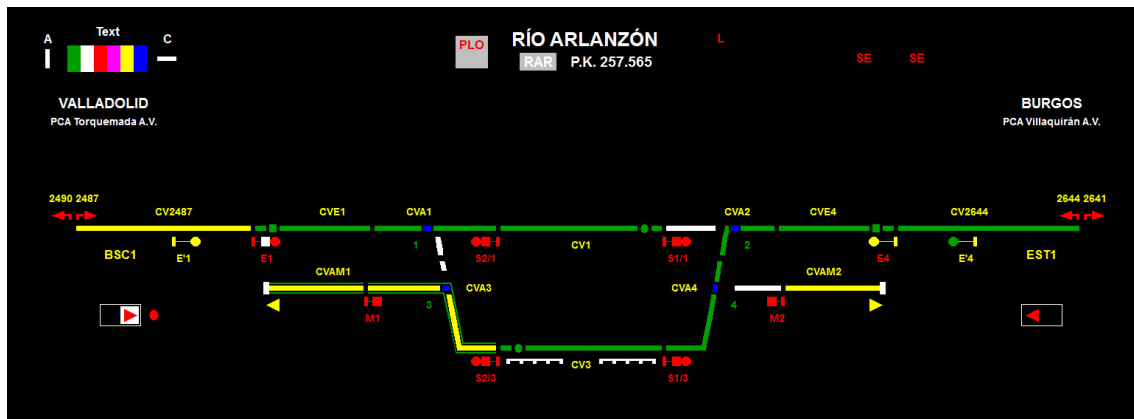


Figura 12. Interfaz del Puesto Local de Operación.

Los resultados obtenidos en las pruebas manuales son registrados en un Registro de Pruebas propio de la Administración ferroviaria, tal y como se adjunta a continuación.

BURGOS									
AGUJAS	MA	BA	ABA	BIA	DIA	EMA	AM	AAM	RTA
101	OK	OK	OK	OK	OK	N/A	OK	OK	N/A
103	OK	KO	OK	OK	OK	N/A	OK	OK	N/A
105	OK	KO	OK	OK	OK	N/A	OK	OK	N/A
107	OK	KO	OK	OK	OK	N/A	OK	OK	N/A
109	OK	KO	OK	OK	OK	N/A	OK	OK	N/A
113	OK	KO	OK	OK	OK	N/A	OK	OK	N/A
111	OK	KO	OK	OK	OK	N/A	OK	OK	N/A
115	OK	KO	OK	OK	OK	N/A	OK	OK	N/A
102	OK	OK	OK	OK	OK	N/A	OK	OK	N/A

Figura 13. Reporte de prueba sobre ejecución de mandos (encabezado) sobre los diferentes elementos de campo, agujas en este caso (primera columna).

3.3.4 PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS

Las pruebas manuales se circunscriben a una aplicación específica, es decir, probarán la parte de la aplicación genérica que quede representada en esa aplicación específica, siendo necesario, un cambio de aplicación específica o enclavamiento en caso de que otros casos de la aplicación genérica quieran ser verificados y no estén presentes.

La lógica de la aplicación genérica, como se ha explicado, es la responsable de los mandos sobre los objetos de campo, es decir, sobre las señales, los CV, etc.

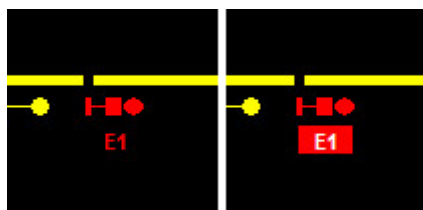


Figura 14. Señal desbloqueada (izquierda) / bloqueada (derecha).

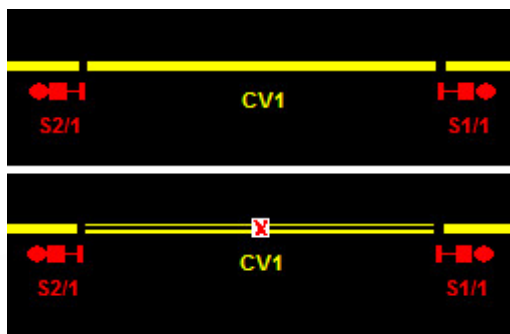


Figura 15. CV desbloqueado (arriba) / bloqueado (abajo).

Como se puede apreciar en las imágenes, la representación del objeto después de realizar un mando, en este caso bloqueo de señal y bloqueo de circuito de vía, debe corresponderse con el estado actual del elemento de campo.

Al tratarse de objetos comunes a todos los enclavamientos, una señal para la Administración ferroviaria será igual en un enclavamiento que en otro, al igual que el mando y control que se puede ejercer en un CV debe ser el mismo independientemente de dónde esté situado. Por tanto, la lógica interna que define cómo se bloquea la señal y cómo se desbloquea, vendrá definido en la aplicación genérica, ya que es una funcionalidad común a todos los enclavamientos.

Una vez que se ha comprobado que todos los mandos funcionan de manera correcta y que sus propios mandos funcionan de acuerdo a las especificaciones de la Administración en base a los

requisitos proporcionados, se pasa a probar la lógica de la aplicación genérica implicada en los cambios de estado de la aplicación específica.

Esto quiere decir que por ejemplo al ejecutar un cierre de señales de bloqueo (mando definido en la aplicación genérica), este mando repercutirá sobre unos elementos de campo concretos (señales de bloqueo) definidos en la aplicación específica, ya que forman parte de una geografía concreta.

La repercusión de ese mando sobre las señales está definida en la aplicación genérica. Lo que se intenta expresar en este ejemplo es que, en la práctica, la aplicación genérica y la aplicación específica están entrelazadas, ya que para que se pueda ejecutar un mando en una geografía concreta (aplicación específica) debe estar definido en la aplicación genérica.

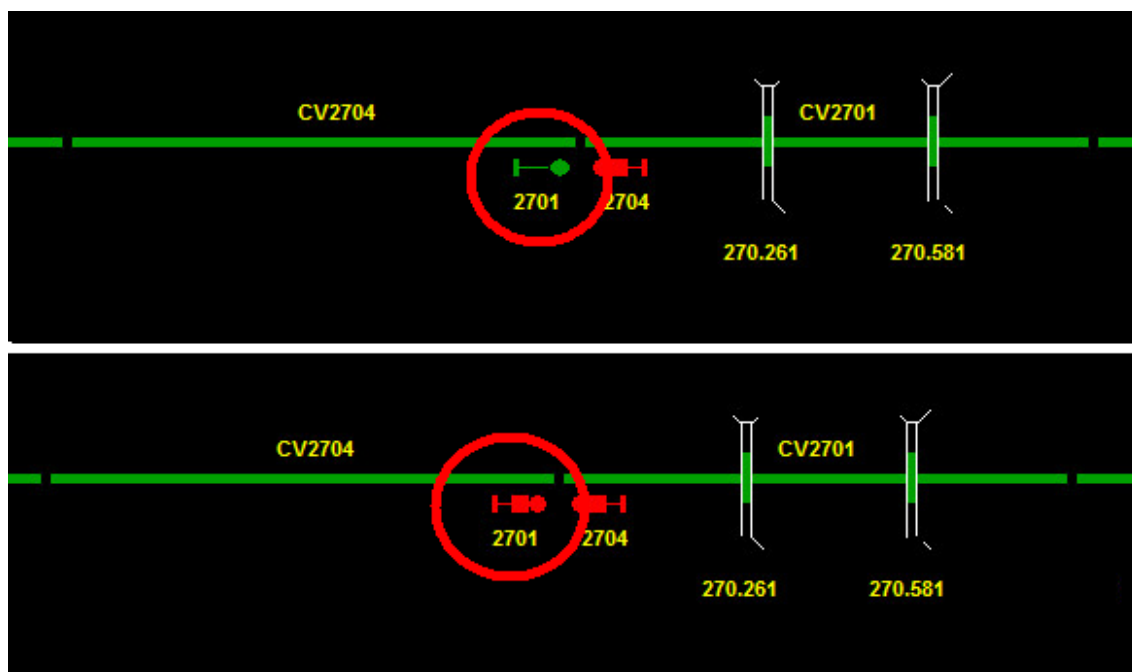


Figura 16. Representación del cierre de señales de Bloqueo con Bloqueo establecido.

Un ejemplo ilustrativo son las rutas, que es algo que por su propia naturaleza está definido en la aplicación específica, ya que depende de la geografía del enclavamiento, de las señales que posea la estación, número de vías, número de maniobras posibles, etc.

El procedimiento para el establecimiento de rutas en un enclavamiento consta de diferentes fases:

1. Mando de la ruta: El operador del puesto de mando ejecuta una ruta, por ejemplo de entrada a la vía 3 de la estación.

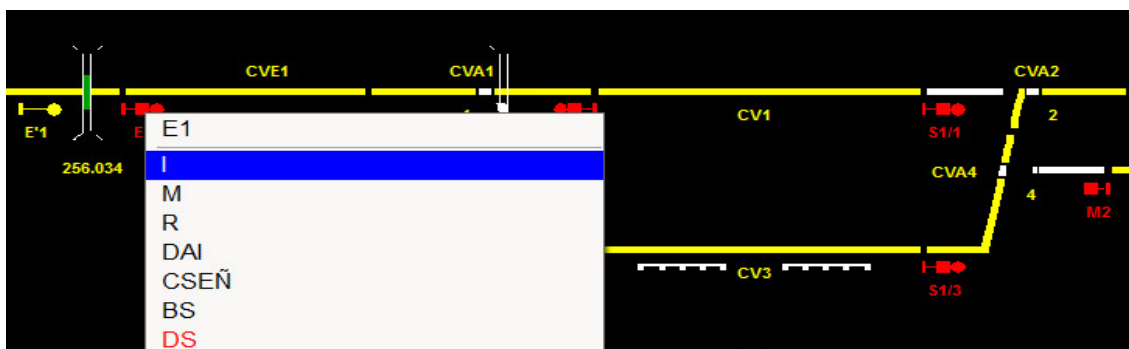


Figura 17. Mando de la ruta de entrada de E1 a S1/3.

2. Cálculo de estados de los objetos: El enclavamiento comienza a calcular el estado de los objetos desde el objeto definido como principio de ruta. A partir de aquí, irá comprobando el estado de cada uno de los objetos vecinos hasta llegar al final de la ruta mandada. Si todos los elementos se encuentran en el estado correcto (no están bloqueados, los CV están libres, las agujas no están bloqueadas, etc.) se procederá al establecimiento de la ruta.

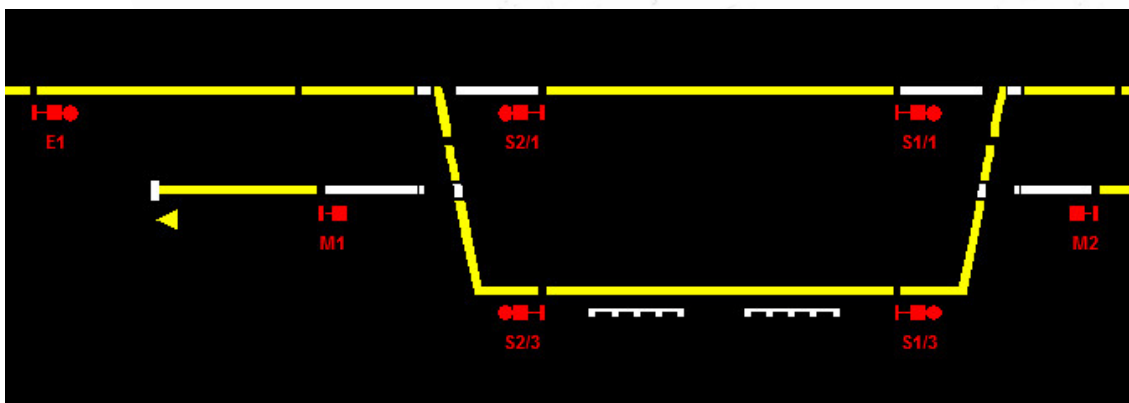


Figura 18. Ruta en modo exploración (comprobando estados de objetos).

3. Establecimiento de ruta: La ruta se marcará en verde (ruta de itinerario o rebase) o en azul (ruta de maniobra) y se mandará la orden de movimiento a las agujas implicadas en esa ruta de acuerdo a la posición que se ha definido en la aplicación específica.

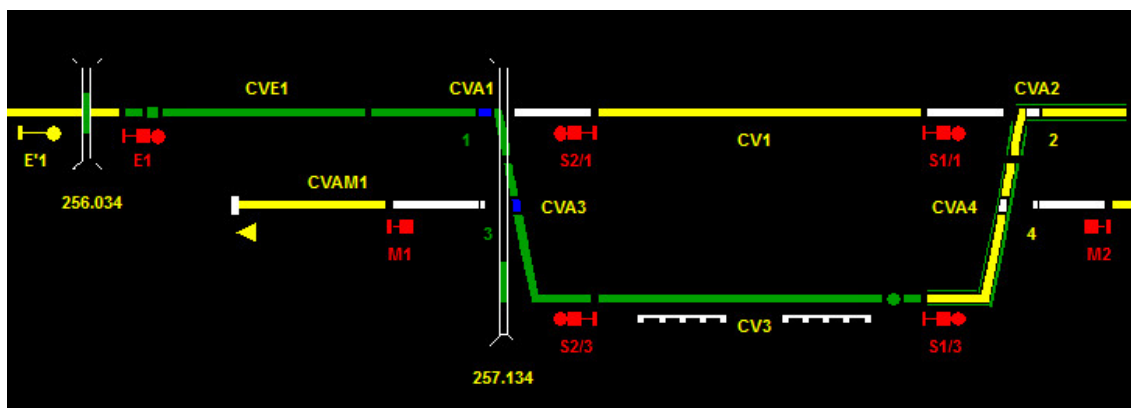


Figura 19. Ruta establecida pero sin terminar de enclavar, señal de principio de ruta en rojo.

4. Cuando las agujas están enclavadas, las señales calcularán su aspecto y la ruta quedará enclavada.

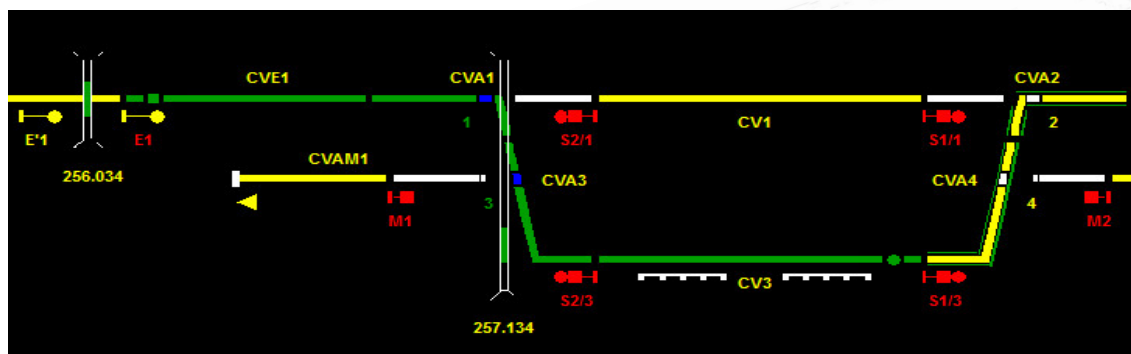


Figura 20. Ruta enclavada y con señal de principio de ruta en aspecto correcto.

Cuando un tren empiece a pasar por esa ruta, las señales deberán reaccionar al paso del tren, pasando a estar en aspecto restrictivo. El cambio de estado de la señal es responsabilidad de la aplicación genérica, a pesar de haber sido motivado por una ruta definida en la aplicación específica.

Para comprobar el correcto funcionamiento del estado de las señales y su evolución se simulan pasos de tren por diferentes rutas, así como la simulación de ocupación/liberación de circuitos de vía para detectar el escape de material en alguna de las estaciones.

Durante la fase de desarrollo no se dispone de objetos reales de campo, por lo que se simulan. Esta simulación consiste en mandar señales, por los canales correspondientes, tal y como lo harían los elementos reales. Por ejemplo, cuando una señal está en un determinado aspecto, existirá una señal activa en uno de los cableados de entrada al enclavamiento. Esta señal es la que se simula, por lo que el enclavamiento “creará” que tiene una señal real conectada.

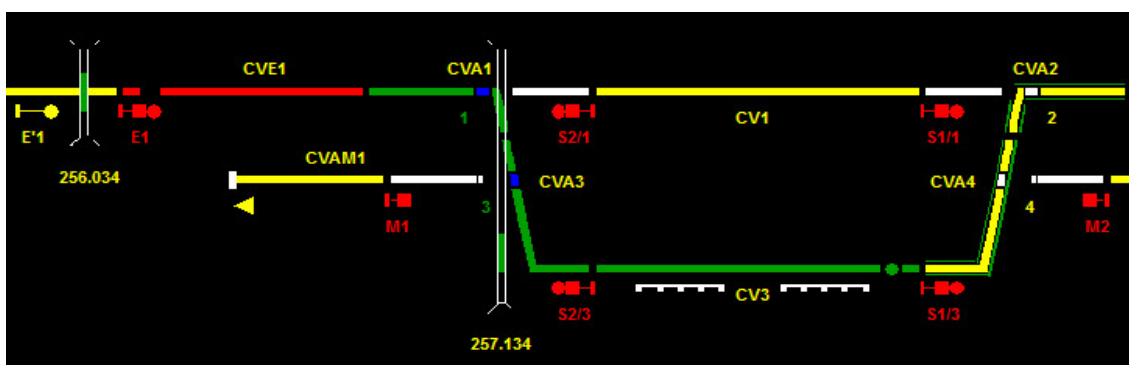


Figura 21. Paso de tren detectado (en CVE1) y CV protegido con señal en rojo.

Una vez establecida la ruta, hay que verificar que los elementos de la ruta evolucionen al estado requerido.

Todos los posibles movimientos dentro del enclavamiento, así como el aspecto requerido por las señales, vienen definidos en el Programa de Explotación definidos por la Administración ferroviaria. Estos aspectos siguen unas reglas genéricas definidas en el Reglamento de Circulación, por lo que esta aplicación estará dentro de la aplicación genérica.



Los mandos sobre los objetos, las incompatibilidades entre rutas, los pasos de tren, son casos de prueba que permiten aproximar una idea de coste en tiempo que tiene la verificación manual de un enclavamiento.

Como se estudiará en el capítulo de conclusiones, la inversión en tiempo, coste y efectividad para realizar la verificación manual de un enclavamiento es bastante importante y por ello se estudia la forma de automatizar estas pruebas.

Se habla de efectividad ya que al tener que realizar tantas pruebas de forma manual, existe una alta probabilidad de error humano y que algún pequeño fallo pueda pasar sin ser detectado.



3.4 FASE 3: ESTUDIO DEL ENTORNO DE PRUEBAS AUTOMÁTICO

3.4.1 INTRODUCCIÓN

Para poder realizar las pruebas de la aplicación genérica de forma automática, es necesario contar con una aplicación específica que represente todos los casos genéricos que quieran ser verificados. Es por ello que se utilizará un campo de pruebas que no tiene por qué corresponderse con un campo específico de una estación. Este campo de pruebas debe ser lo más completo posible para poder probar todas las funcionalidades de la aplicación genérica, incluso casos que en el proyecto en concreto no existan.

Esto se hace con el fin de poder exportar esa lógica genérica a cualquier enclavamiento específico futuro, reduciendo así el coste y el tiempo empleado tanto para el desarrollo como para el plan de pruebas.

3.4.2 ENTORNO

El entorno de pruebas automático que se ha utilizado para este trabajo es un software en actual desarrollo por Bombardier, llamado SLATE. Se trata de un entorno en Solaris donde la lógica del enclavamiento es importada a través de un fichero llamado <sternol.ste> que es directamente generado por el software utilizado para el desarrollo del enclavamiento.



```
ILL2_AHS-elena0.5.0/@asimov
-----
Entorno Solaris configurado para Vicente_SLATE_VERSION 1.1
-----
ingqgene@asimov>

Last login: Tue Jun 23 15:30:35 2015 from 10.159.75.130
Sun Microsystems Inc. SunOS 5.8 Generic Patch February 2004
Sun Microsystems Inc. SunOS 5.8 Generic Patch February 2004

-----
Entorno Solaris configurado para Vicente_SLATE_VERSION 1.1
-----
ingqgene@asimov>
```

Figura 24. Entorno Solaris configurado para SLATE.

Dentro de este entorno configurado previamente, se invocará al programa de ejecución de las pruebas que utilizará un fichero previamente programado con las pruebas en Adobe FrameMaker, se transformará en formato XML y será ejecutado.

Los resultados de cada una de las pruebas serán presentados por pantalla en línea de comandos y también en un log generado que contendrá cada paso que haya realizado el programa.

3.4.3 CAMPO DE PRUEBAS (TEST YARD)

Como se ha comentado, se necesita crear un campo para poder probar las diferentes funcionalidades del enclavamiento.

Este campo de pruebas deberá contemplar todos los casos posibles para así poder probar todas y cada una de las funcionalidades –cubrir todos los requisitos- del enclavamiento. Por lo tanto debe ser lo más genérico posible.

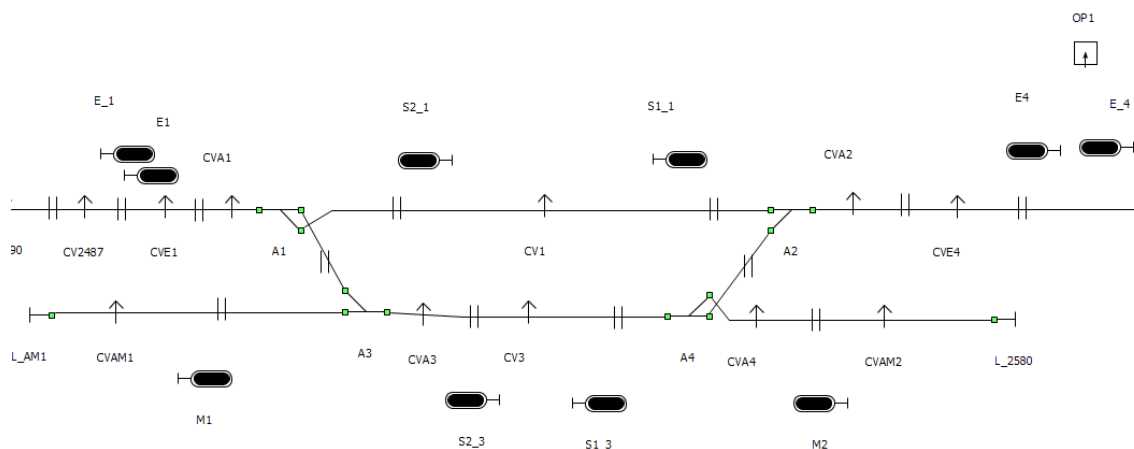


Figura 25. Herramienta para diseñar el campo de pruebas.

Este campo de pruebas será cargado por SLATE y utilizado como simulador de campo, por lo que las pruebas que se realicen en SLATE, serán ejecutadas sobre este campo de pruebas.

3.4.4 PROGRAMACIÓN DE LOS CASOS DE PRUEBA

Los casos de prueba constan de tres bloques comunes a todos los casos:

- Condiciones iniciales: Son las condiciones de las que se parten para realizar la prueba. Esto significa que si se necesita probar el cierre de una señal, habrá que imponer como condición inicial que la señal no esté ya bloqueada (o lo que defina el test en base al requisito a probar)
- Eventos: Es el mando o la acción que se quiere ejecutar en la lógica del enclavamiento. Estos eventos contemplan todas las posibles acciones que se puedan ejecutar en el enclavamiento, por ejemplo el mando de establecimiento de bloqueo, movimiento de aguja, cierre de señal, establecimiento de itinerario, etc...
- Resultado esperado: Aquí se comprueban las variables que han debido cambiar según el evento ejecutado. Por ejemplo, al establecer un bloqueo, las variables internas del objeto lógico Bloqueo deberán cambiar para indicar que el bloqueo se ha establecido correctamente.



En base a esta estructura de pruebas, se pueden verificar todas las funcionalidades de la aplicación genérica.

Para la programación de las pruebas, como se ha comentado, se utiliza el programa Adobe FrameMaker, que posteriormente será importado por SLATE y transformado a formato XML donde finalmente será ejecutado.

En FrameMaker se definirá un id único para cada caso de prueba, unas condiciones iniciales, un evento y el resultado esperado.

Es una programación que va por pasos, concretamente un paso por cada mando ejecutado, siguiendo siempre el orden:

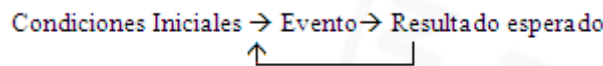


Figura 26. Pasos de ejecución de las pruebas.

101 Señalización Itinerarios de Entrada en los Pasos con Desvíos a la Salida

NO.	INITIAL	EVENT	EXPECTED RESULT
101.0.1.	101.0.2.	# Ruta de itinerario de entrada con aguja situada a normal y var. la regresión. READ_CP TYP	# Compruebo el estado inicial de la ruta. S2_3@RAR: AUX_CVIA_SI_FREE, AUX_FINAL_RUTA_NO, MAN_SI_UNBLK A2@RAR: AUX_CVIA_PT_FREE, IND_MANDO_PT_NORM, MANDO_PT_NORM, CHC_PT_UNBLK, CHC_PT_UNBLK_RUTA, CHC_PT_NO_ENC_TALON A4@RAR: AUX_CVIA_PT_FREE, IND_MANDO_PT_NORM, MANDO_PT_NORM, CHC_PT_UNBLK, CHC_PT_UNBLK_RUTA, CHC_PT_NO_ENC_TALON E4@RAR: AUX_CVIA_SI_FREE, CHC_SI_RUTA_NO_PPIO, MAN_SI_UNBLK, AUX_NO_FIN_DESL_LEG1
	101.0.3.	# CONTINUE	# Inicializamos las agujas a la posición normal para simular el cambo CHANGE EPOC 14 A101@BUR CHANGE EPOC 14 A103@BUR CHANGE EPOC 14 A105@BUR
	101.0.4.	# CONTINUE	# Mando el comando de ruta CMD_RUTA_I E1@BUR S1_4B@BUR
	101.0.5.	# CONTINUE	# Mando el comando de ruta CMD_RUTA_I S1_4B@BUR S1_3A@BUR

Figura 27. Programación en FrameMaker.



3.4.5 EJECUCIÓN DE LAS PRUEBAS

Una vez se han definido los casos de prueba que van a verificar que cada uno de los requisitos propuestos por la Administración ha sido cubierto y una vez programados para que SLATE pueda importarlos, se puede proceder a la ejecución de las pruebas.

El software de pruebas lo que hace es importar el campo de pruebas (Test Yard), importar las ecuaciones de la lógica de la aplicación genérica (sternol.ste), importar la lógica de la aplicación específica para poder probar algunas funcionalidades necesarias para ejecutar la genérica (eqsim.dat) y por último importar el fichero que contiene los casos de prueba programados.

Con todo esto, el programa empieza a ejecutar los diferentes test en modo de ejecución por lotes, es decir, una prueba después de otra, siempre en orden y solo una prueba a la vez.

```
Executing 0024_0003_0003_exp... PASSED
Executing 0024_0003_0004_exp... PASSED
Executing 0024_0003_0005_exp... PASSED
Executing 0024_0003_0006_exp... PASSED
Executing 0024_0004_0001_exp... PASSED
Executing 0024_0004_0002_exp... PASSED
Executing 0024_0004_0003_exp... PASSED
Executing 0024_0004_0004_exp... PASSED
Executing 0024_0004_0005_exp... PASSED
Executing 0024_0004_0006_exp... PASSED
Executing 0024_0005_0001_exp... PASSED
Executing 0024_0005_0002_exp... PASSED
Executing 0024_0005_0003_exp... PASSED
Executing 0024_0005_0004_exp... PASSED
Executing 0024_0005_0005_exp... PASSED
Executing 0024_0005_0006_exp... PASSED
Executing 0024_0006_0001_exp... PASSED
Executing 0024_0006_0002_exp... PASSED
Executing 0024_0006_0003_exp... PASSED
Executing 0024_0006_0004_exp... PASSED
Executing 0024_0006_0005_exp... PASSED
Executing 0024_0006_0006_exp... PASSED
Executing 0024_0006_0007_exp... PASSED
Executing 0024_0007_0001_exp... PASSED
Executing 0024_0007_0002_exp... PASSED
Executing 0024_0007_0003_exp... PASSED
Executing 0024_0007_0004_exp... PASSED
Executing 0024_0007_0005_exp... PASSED
Executing 0024_0008_0001_exp... PASSED
Executing 0024_0008_0002_exp... PASSED
Executing 0024_0008_0003_exp... PASSED
Executing 0024_0008_0004_exp... PASSED
Executing 0024_0008_0005_exp... PASSED
Executing 0024_0010_0001_exp... PASSED
Executing 0024_0010_0002_exp... PASSED
PASSED
Executing 0024_0010_0003_exp... PASSED
Executing 0024_0010_0004_exp... PASSED
Executing 0024_0011_0001_exp... PASSED
Executing 0024_0011_0002_exp... PASSED
Executing 0024_0011_0003_exp... PASSED
Executing 0024_0011_0004_exp... PASSED
Executing 0024_0011_0005_exp... PASSED
Executing 0024_0012_0001_exp... PASSED
Executing 0024_0012_0002_exp... PASSED
Executing 0024_0012_0003_exp... PASSED
Executing 0024_0012_0004_exp... PASSED
Executing 0024_0013_0001_exp... PASSED
Executing 0024_0013_0002_exp... PASSED
Executing 0024_0013_0003_exp... PASSED
Executing 0024_0013_0004_exp... PASSED
```

Figura 28. Ejecución batch de todos los casos de prueba.



3.4.6 RESULTADO

Una vez se han ejecutado todas las pruebas se puede comprobar en el terminal si han tenido un resultado satisfactorio (PASSED) o si han fallado (FAILED), pero no se puede ver más información sobre las pruebas realizadas.

Para ello, se genera un log en el cual se vuelca toda la información de los objetos implicados en cada uno de los pasos de cada una de las pruebas. Así se puede comprobar que el comportamiento del objeto ha sido correcto en los procesos intermedios o si se ha producido un fallo en la lógica del enclavamiento en el cálculo de aspecto de alguna señal, etc.

```
<script end> PASS:
/export/home/ingggene/ccm_wa/ill2_ahs_es/SLATE/AHS/ILL2_AHS-elena0.5.0/ILL2_AHS/
TY_FirstTests.test/0128_0006.exp
  {128.6 - Init
  |CONTINUE
  |128.6 - Event
  |DAI M2@RAR
  |128.6 - Result
  |PASS - M2@RAR: PRU = 0, expected PRU = 0 (CHC_SI_RUTA_NO_PPIO)
  |PASS - M2@RAR: INPRU = 0, expected INPRU = 0 (INT_SI_RUTA_NO_PPIO)
  |PASS - M2@RAR: INASPS = 2, expected INASPS = 2 (INT_SI_ASP_R)
  |PASS - M2@RAR: SOS = 2, expected SOS = 2 (ORD_SI_R)
  |PASS - M2@RAR: OS = 0, expected OS = 0 (ORD_SI_ASP_R)
  |PASS - M2@RAR: ASPRR = 0, expected ASPRR = 0 (CHC_SI_ASP_R)
  |PASS - S2_3@RAR: INCVIA = 0, expected INCVIA = 0 (INT_SI_CVIA_FREE_RUTA)
  |PASS - S2_3@RAR: FR = 0, expected FR = 0 (AUX_FINAL_RUTA_NO)
  |PASS - S2_3@RAR: INFR = 0, expected INFR = 0 (INT_FINAL_RUTA_NO)
  |PASS - A4@RAR: INCVIA = 0, expected INCVIA = 0 (INT_PT_CVIA_FREE_RUTA)
  |PASS - A4@RAR: ENCL = 2, expected ENCL = 2 (CHC_PT_NO_ENC)
  |PASS - A4@RAR: INENC = 2, expected INENC = 2 (IND_PT_NO_ENC)
  }
```

Figura 29. Visualización del log de un caso de prueba.

Si se quiere profundizar en detalle sobre el comportamiento de los objetos, en el propio log existe información sobre todas las variables internas de los objetos, incluyendo los canales de comunicación con otros objetos, utilizado para verificar que la comunicación entre los objetos ha sido correcta.



Hay que tener en cuenta este detalle debido a que una prueba, como se ha comentado anteriormente, puede ser que saque un resultado favorable pero en el proceso de ejecución haya ocurrido algo no deseado y, aunque el resultado es favorable, puede que la lógica no esté actuando como debería.

```
T339> en i
T339> li o A4@RAR
Objectnumber: 34, objecttype: AGUJA, neighbours: 56(1) 54(1) 32(1)
IAC = 0 ICA = 0 ICVP = 0 ICVTI = 0 ICVTM = 0
IDOBJ0 = 20 IDOBJ1 = 20 IDOBJ2 = 156 IECE = 0 IFINMC = 0
INOS = 0 INUM = 0 IPINCOM = 0 IPOSAI = 1 IPRF1 = 0
IPRF2 = 0 ISATP = 0 ISDIR1 = 0 ISDIR2 = 0 ISDIR3 = 0
ISDIR4 = 0 ISDIR5 = 0 ISDIR6 = 0 ISIND = 0 ISINDPD = 0
ISINDPI = 0 ISINDPR = 0 ISINDTD = 0 ISINDTI = 0 ISINDTR = 0
ITIPO = 0 CBA = 0 CBIA = 0 CFIC = 0 CMAG = 0
CMEBUTTON = 0 CMETIME = 0 CNCV = 0 CPRR = 0 CREAME = 0
ECE = 2 ECLBA = 6 ECLCAIND = 6 ECLCBA = 0 ECLCFIC = 0
ECLCP = 2 ECLCPC = 6 ECLCV = 6 ECLENC = 6 ECLEP = 0
ECLFGA = 6 ECLINCI = 6 ECLINCN = 6 ECLMAG = 0 ECLMPOSA = 6
ECLPRR = 0 ECLSEC = 20 ECVA = 2 EINDIR1 = 2 EINDIR2 = 2
EINDIR3 = 2 EINDIR4 = 2 EINDIR5 = 2 EINDIR6 = 2 EIMPDP = 2
EINPI = 2 EINPR = 2 EINTD = 2 EINTI = 2 EINTR = 2
EMAGMAN = 0 EMAGMANI = 0 EMAGMANN = 0 EPOC = 13 EPOSA = 4
ADIFRETA = 0 AECOSALF = 0 AECVA = 2 AEPOSA = 1 AGUJAMEID = 0
AUTPRR = 0 AUXALDIR = 0 AUXALINA = 0 AUXDENC = 0 AUXDIFRCO = 0
AUXENC = 0 AUXMAN = 0 AUXMANRM = 3 AUXSEC = 0 BA = 1
BCA = 0 BIA = 0 DESPTP = 0 DESPTT = 0 DIFAECOSALF = -1
DIFALA = -1 DIFDM = -1 DIFME = -1 DIFMEBUTTON = -1
DIFNCV = -1 DIFPA = -1 DIFPOC = -1 DIFPRF = -1 DIFPRR = -1
DIFRCO = -1 DIFRETA = -1 DIR = 0 ENCL = 2 ENCP = 1
ENCT = 1 FDO = 0 FD1 = 0 FD2 = 0 FGA = 0
```

Figura 30. Ejemplo de log sobre un objeto aguja.

Una vez verificado que todo se ha comportado de acuerdo al funcionamiento esperado por la programación del software, se realiza un informe de verificación sobre el resultado real de todas las pruebas.



NUMERO DE TEST	ESTADO	NOMBRE DEL TEST GENERAL	ANÁLISIS
0057_0000_0010 0064_0000_0014 0066_0000_0063	FALLIDO	Disolución por Paso de tren del Bloqueo de Salida, Inhibición Desbloqueo por Paso de Tren del Bloqueo de Salida por existencia de Escape de Material, Disolución por Paso de Tren en Bloqueo de Salida por restablecimiento de la Ruta de Salida.	Al ocupar un CVIA de una Señal de Retroceso se detecta ocupación intempestiva estando el anterior ocupado intempestivamente (INAOCI = 1).
0075_0000_0004 0087_0000_0005 0095_0001_0005 0092_0000_0003	FALLIDO	Establecimiento de Itinerario de Salida, Fusión de Señal de Avanzada en Paso Directo (Aspecto Amarillo), Señalización Paso Directo.	En rutas de salida hacia el bloqueo la señal de salida muestra aspecto verde pero con la variable OS = 11 y debería de ser OS = 12 ya que estas señales no tienen aspecto amarillo. AVDRA tiene que ser 4 pero este valor obliga a tener aspecto amarillo IREPA<>0.

Figura 31. Fragmento del informe de análisis de errores.

En dicho informe se analizan los errores encontrados y se analiza la causa que los provoca. Aquí es donde se identifica la causa del error, bien por un script mal ejecutado, por una mala programación de los casos de prueba o finalmente si es un error encontrado en el enclavamiento desarrollado.

En los anexos a este trabajo se puede encontrar un informe completo.



Capítulo 4 CONCLUSIONES

4.1 INVERSIÓN DE TIEMPO

Para entender las conclusiones es necesario realizar un estudio de tiempo empleado tanto para las pruebas manuales como para las pruebas automáticas:

#	Número de casos de prueba	Tiempo individual aproximado	Tiempo total
Manual	1713	2,5 minutos	71,375 horas
Automático	1246	-	8,5 minutos

Figura 32. Tiempos de ejecución de pruebas.

Tanto a las pruebas manuales como a las automáticas, hay que sumarle el tiempo empleado para definir las especificaciones de los casos de pruebas, pero ese tiempo será igual para las dos metodologías, por lo que en este caso se han obviado.

La primera diferencia que salta a la vista son los números de casos de prueba. Como se ha explicado, en las pruebas manuales se utiliza el Puesto Local de Operación (PLO) por lo que se utiliza un entorno real con una geografía específica.

Esto quiere decir que, por su propia naturaleza específica, cada señal es diferente de la anterior y hay que probar todas y cada una de las señales. Por el contrario, en las pruebas automáticas se utiliza un campo de pruebas genérico, por lo que al contemplar todos los posibles casos reales, salen menos. Por ejemplo, para las señales, se definen los diferentes tipos de señal que existirán en esa Administración y se prueban entre ellas, por lo que el número total de pruebas siempre será inferior en un entorno simulado que en un entorno real.

Hasta ahora se ha visto el tiempo empleado en la ejecución de las pruebas, con una diferencia de más de 71 horas de trabajo. Pero este dato está incompleto, ya que la ejecución de las pruebas automáticas es muy rápida, pero previamente se han tenido que programar y verificar.



Tiempo empleado:	Número de casos de prueba	Tiempo individual aproximado	Tiempo total
Programación	1246	7,5 minutos	155,75 horas
Verificación	1246	2,5 minutos	51.91 horas
TOTAL	-	-	207,67 horas

Figura 33. Tiempos de programación y verificación de las pruebas.

Por lo tanto, para un solo enclavamiento, es decir, para una aplicación genérica y una aplicación específica, se puede observar que es más rápido realizar la verificación de forma manual en vez de realizarlo de forma automática.

Generalmente, en el desarrollo de un proyecto de señalización ferroviaria, se utiliza una sola aplicación genérica y varias aplicaciones específicas, ya que cada tramo generalmente está gobernado por un enclavamiento.

Realizando el cálculo aproximado con los tiempos obtenidos para el proyecto definido en este trabajo, el tramo Venta de Baños-Burgos de la LAV Norte se obtiene que:

- Para la verificación manual se requieren 71,375 horas por cada enclavamiento.
- Para la verificación automática se requieren 207,67 horas, independientemente del número final de enclavamientos específicos.

Por lo tanto, si contiene más de 2 enclavamientos, es decir, más de 2 aplicaciones específicas, ya sale más rentable en cuanto a inversión de tiempo realizarlo de forma automática que manual.

$$\text{Manual: } 71,375 \text{ horas} \times 3 \text{ enclavamientos} = 214,125 \text{ horas}$$

$$214,125 \text{ horas (manual)} > 207,67 \text{ horas (automática)}$$

4.2 SEGURIDAD

La segunda conclusión obtenida de este trabajo es el aumento de la seguridad global del sistema utilizando un proceso de verificación automático en lugar de un proceso manual.

Durante las pruebas manuales, el ingeniero de pruebas utilizará el PLO para probar todas las posibles combinaciones de objetos y todos los mandos y rutas del mismo. Para cada mando,



como se ha visto anteriormente, hay que interactuar con la interfaz y la probabilidad de cometer un error es alta.

Generalmente los errores humanos se detectan, pero si en lugar de probar una ruta de itinerario, se le da la opción de ruta de rebase (que se representan igual en el PLO) y la señal en este caso se abre en verde, habría un error no detectado, ya que debería abrir en rojo-blanco a destellos.

Por el contrario, en las pruebas automáticas, una vez se ha definido la acción que se va a realizar y se define el resultado que se espera obtener, el software de pruebas determinará siempre el mismo resultado.

La única fuente inductora de errores, por tanto, sería la programación de dichas pruebas y esto se soluciona añadiendo un proceso de verificación de los scripts de las pruebas.

En conclusión, se puede afirmar que con las pruebas automáticas se obtiene un valor añadido en cuanto a la seguridad del sistema en su conjunto.

Capítulo 5 ANEXOS

5.1 PLANIFICACIÓN



Figura 34. Planificación temporal del trabajo fin de máster.



5.2 INFORME DE PRUEBAS DE ENCLAVAMIENTO

Línea de Alta Velocidad Venta de Baños-Burgos

ILL2_AHS Informe de Pruebas SLATE

División Responsable:	Unidad Responsable:	Tipo de Documento:	Nivel de Confidencialidad:	Estado del Documento:
RCS	ES	Documento Software	Interno	Borrador
Preparado:	Vicente Lizaso Velázquez Ingeniero de Pruebas SLATE			2015-07-03
Verificado:	***** Ingeniero de Proyecto			2015-07-03
Aprobado:	***** Responsable			2015-07-03
1	Nombre / Cargo, Grupo	2	Firma	Fecha
Este documento y su contenido son propiedad de Bombardier Inc. o sus subsidiarios. Este documento contiene información confidencial. La reproducción, distribución, utilización o la comunicación de este documento parcial o totalmente está estrictamente prohibida, salvo expresa autorización. Los infractores serán responsables del pago de los daños causados. © 2015 (Año de liberación), Bombardier Inc. o sus subsidiarios. Todos los derechos reservados.		Número de Identificación: ● ESSAHS15092D003		
		Fecha Efectiva: 2015-07-03	Versión: ●	Idioma: ●

Historial de Versiones

Versión	Fecha (aaaa-mm-dd)	Descripción de Cambios
0.1	2015-04-13	Resultados de verificación de ILL2_AHS-0.3.0
0.2	2015-05-08	Resultados de verificación de ILL2_AHS-0.4.0
0.3	2015-07-03	Resultados de verificación de ILL2_AHS-0.5.0

Tabla de Contenidos

Sección	Asunto	Página
1	Introducción	47
	1.1 Objeto	47
	1.2 Alcance	47
	1.3 Estado	47
2	General	48
	2.1 Especificación de Pruebas	48
	2.2 Entorno de Pruebas	48
3	Resultado de las Pruebas	49
	3.1 Indicadores de Prueba (KPIs)	49
	3.2 Test con Resultado Negativo	49
	3.1 Desviaciones	58

- **Introducción**

- **Objeto**

Este documento describe los resultados obtenidos tras la verificación del producto de aplicación genérica ILL2_AHS-0.5.0 con la herramienta SLATE, de acuerdo al Plan de Verificación del CBI definido para el proyecto.

- **Alcance**

Las pruebas realizadas comprenden todas las funcionalidades identificadas en la Especificación de Pruebas de Aplicación Genérica como "Test Execution" SLATE.

- **Estado**

El producto ILL2_AHS sobre el que se realizan las correspondientes pruebas de verificación no ha completado todas las actividades de verificación definidas en el Plan de Verificación del CBI por lo que las pruebas están siendo realizadas sobre un producto no liberado.

Tanto la especificación de pruebas de la herramienta SLATE como los casos de pruebas desarrollados no han sido verificados, por lo que los resultados de pruebas podrían verse modificados una vez que las correspondientes actividades de verificación fueran realizadas.

- **General**

- **Especificación de Pruebas**

Los casos de pruebas de SLATE han sido desarrollados de acuerdo a la especificación:

- ESSAHS15091 Especificación de Pruebas Aplicación Genérica – 0.3

- **Entorno de Pruebas**

El entorno de pruebas en que se han realizado los casos de pruebas es el siguiente:

PRODUCTO	VERSION
SLATE	1.1
SLATE Variable Table	4.0
SLATE Test Instruction	4.0
EQSIM	4.6
ILL2_SIM_AHS	0.3.0
CBSS_TY	0.3.0
ILS2_TY	0.3.0

- **Resultado de las Pruebas**

- **Indicadores de Prueba (KPIs)**

A continuación se muestra los indicadores obtenidos tras la ejecución de los casos de prueba:

CASOS DE PRUEBA	NÚMERO
CASOS DE PRUEBA EJECUTADOS	1246
CASOS DE PRUEBA SATISFACTORIOS "PASS"	1086
CASOS DE PRUEBA FALLIDOS "FAIL"	160
CASOS DE PRUEBA NO RESUELTOS "UNRESOLVED" NOTA: se consideran casos no resueltos aquellos casos que aun siendo ejecutados, no es posible decidir un resultado	0
CASOS DE PRUEBA NO PROBADOS "UNTESTED" NOTA: se consideran casos no probados aquellos casos que aun siendo ejecutados, el caso de prueba no está completamente implementado	0
CASOS DE PRUEBA NO SOPORTADOS "UNSUPPORTED" NOTA: se consideran casos no soportados aquellos casos que aun siendo ejecutados ,la geografía del ILS2_TY no soporta el caso	0
CASOS DE PRUEBA EXCLUIDOS "EXCLUDED" NOTA: se consideran casos excluidos aquellos casos que no han sido ejecutados	8

- **Test con Resultado Negativo**

A continuación se resumen los casos de prueba con resultado negativo, es decir los casos con resultado fallido, no resuelto, no probado, no soportado o excluido, así como un análisis de las causas que provocaron el fallo:

NUMERO DE TEST	ESTADO	NOMBRE DEL TEST GENERAL	ANÁLISIS
0005_0001_0002 0005_0001_0003	FALLIDO	Normalizar Contador de Ejes	No se muestra la alarma de avería en un Contador de Ejes si ésta se provoca en un objeto CVIA (AAVERIA = 0).
0007_0002_0002	FALLIDO	Ocupación Intempestiva	No se detectan en los objetos CVIA y se detectan incorrectamente en los objetos SENALB. La indicación INAOCI no cambia de valor a pesar de haberse producido una ocupación intempestiva sobre el objeto CVIA, cambiando el valor de la variable OCI = 0.
0011_0005_0003 0011_0006_0003	FALLIDO	Ruta de Itinerario sobre señal de retroceso.	La señal de retroceso se marca como Principio de Ruta sin serlo, ya que la señal de principio de ruta es la señal de entrada (PRU = 1).
0012_0001_0003, 0012_0002_0003, 0012_0003_0005, 0012_0005_0003, 0012_0006_0003, 0015_0001_0003, 0018_0003, 0018_0020, 0020_0001_0003, 0023_0001_0003, 0023_0002_0003, 0026_0001_0003, 0026_0002_0003, 0026_0003_0003, 0026_0004_0003, 0026_0005_0003, 0026_0006_0003, 0026_0007_0003, 0047_0000_0003, 0102_0002_0004	FALLIDO	Ruta de Maniobra, DAI sobre Ruta de Maniobra, Paso de Tren sobre Rutas de Maniobras, Cierre de Señal en Rutas de Maniobra, DEI sobre Rutas de Maniobra, Fusión de señales en Ruta de Maniobra y Señalización Itinerarios de Entrada Desvíos a Invertido siguiente señal en Rojo, Rojo/Blanco.	En las rutas de maniobra en las que las señales que son principio de ruta abren en Rojo Blanco con un valor de OS = 2 (mantendrán el foco rojo ante la fusión del blanco) deberían de abrir con un OS = 13 (no se mantendrá el foco rojo ante la fusión del Blanco).

NUMERO DE TEST	ESTADO	NOMBRE DEL TEST GENERAL	ANÁLISIS
0012_0003_0005	FALLIDO	Ruta de Maniobra de Entrada con Bloqueo establecido, anulación del bloqueo	Con una Ruta de Maniobra establecida, establecemos el bloqueo e intentamos quitarlo y éste no se quita. El bloqueo no se quita porque el CVIA próximo al objeto BLOQUEO está generando el canal R(1) = 15 (valor error). El objeto CVIA necesita pasar el valor R(0), con su ACENC correspondiente y para pasarlo no es capaz ya que su ATIPOCV = 6 y no tiene camino para ello (ITIPOCV = 9).
0024_0001_0005, 0026_0002_0004,	FALLIDO	Fusión de Señales en Rutas de Itinerario.	Estando la señal en rojo fundo este aspecto provocando la alarma de Fusión del Aspecto Rojo y no se activa (LRR = 0, INALRR = 0).
0026_0001_0004, 0026_0001_0005, 0026_0003_0004, 0026_0003_0005, 0026_0003_0006, 0026_0003_0007, 0026_0004_0004, 0026_0005_0004, 0026_0005_0005, 0026_0006_0004, 0026_0006_0005, 0026_0006_0006, 0026_0007_0004, 0026_0007_0005, 0026_0008_0005	FALLIDO	Fusión de Señales en Rutas de Maniobra.	<p>Estando la señal de entrada en aspecto ROJO/BLANCO, si se funde el Blanco, no se da alarma de fusión. Consecuencia: Si no se da alarma de fusión del Blanco, la alarma de fusión del rojo también falla al no detectar la alarma previa del aspecto BLANCO de la señal de Entrada.</p> <p>Ruta de Maniobra desde una señal de Retroceso, fundimos el aspecto Blanco 1 y no se detecta la alarma de fusión (LBR1 = 0, INALB1R = 0) y como consecuencia los siguientes test también fallan ya que al no dar alarma de fusión del primer aspecto fundido no se activa los otros.</p> <p>Ruta de Maniobra desde una señal de Retroceso, fundimos el aspecto Blanco 1 y no se detecta la alarma de fusión (LBR3 = 0, INALB3R = 0) y como consecuencia los siguientes test también fallan ya que al no dar alarma de fusión del primer aspecto fundido no se activa los otros.</p>

NUMERO DE TEST	ESTADO	NOMBRE DEL TEST GENERAL	ANÁLISIS
0024_0009_0001, 0050_0000_0001, 0050_0000_0003, 0050_0000_0006, 0050_0000_0010, 0050_0000_0013, 0052_0000_0001, 0053_0000_0001, 0054_0000_0001, 0055_0000_0001, 0055_0000_0006, 0056_0000_0001, 0056_0000_0008, 0057_0000_0001, 0057_0000_0007, 0058_0000_0001, 0058_0000_0004, 0059_0000_0001, 0059_0000_0009, 0060_0000_0001, 0060_0000_0005, 0060_0000_0009, 0060_0000_0013, 0061_0000_0001, 0061_0000_0006, 0061_0000_0011, 0061_0000_0016, 0062_0000_0001, 0062_0000_0007, 0063_0000_0001, 0063_0000_0009, 0064_0000_0001, 0064_0000_0010,	FALLIDO		En geografías con más de una señal de bloqueo, la señal de bloqueo anterior abre en verde con bloqueo no establecido.

NUMERO DE TEST	ESTADO	NOMBRE DEL TEST GENERAL	ANÁLISIS
0065_0000_0001			
0065_0000_0014			
0065_0000_0027			
0065_0000_0040			
0066_0000_0001			
0066_0000_0033			
0067_0000_0001			
0067_0000_0041			
0068_0000_0001			
0068_0000_0007			
0069_0000_0001			
0069_0000_0005			
0070_0000_0001			
0071_0000_0001			
0071_0000_0005			
0072_0000_0001			
0073_0000_0001			
0073_0000_0005			
0074_0000_0001			
0074_0000_0005			
0075_0000_0001			
0076_0000_0001			
0076_0000_0005			
0077_0000_0001			
0077_0000_0010			
0078_0000_0001			
0078_0000_0008			
0079_0000_0001			
0079_0000_0007			
0080_0000_0001			
0081_0000_0001			
0082_0000_0001,			

NUMERO DE TEST	ESTADO	NOMBRE DEL TEST GENERAL	ANÁLISIS
0083_0000_0001 0084_0000_0001 0085_0000_0001 0085_0000_0003 0085_0000_0007 0085_0000_0009 0086_0002_0001 0090_0000_0001 0090_0000_0010 0091_0000_0001 0091_0000_0010 0092_0000_0001 0093_0001_0001 0096_0001 0103_0000_0001 0106_0000_0001			
0050_0000_0004 0050_0000_0011 0060_0000_0004 0060_0000_0012 0068_0000_0006 0074_0000_0004 0074_0000_0009 0074_0000_0010 0085_0000_0004 0085_0000_0010 0085_0000_0011 0085_0000_0012	FALLIDO	Establecimiento del Bloqueo, Anulación del Establecimiento del Bloqueo con Cierre de Señales de Bloqueo establecido en estación receptora, Bloqueo de Salida con Prohibición de Bloqueo establecida, Cierre y Normalización de Señales de Bloqueo, Fusión de Señales en el Bloqueo.	Señal de avanzada al bloqueo muestra amarillo con señal de bloqueo en verde

NUMERO DE TEST	ESTADO	NOMBRE DEL TEST GENERAL	ANÁLISIS
0057_0000_0010 0064_0000_0014 0066_0000_0063	FALLIDO	Disolución por Paso de tren del Bloqueo de Salida, Inhibición Desbloqueo por Paso de Tren del Bloqueo de Salida por existencia de Escape de Material, Disolución por Paso de Tren en Bloqueo de Salida por restablecimiento de la Ruta de Salida.	Al ocupar un CVIA de una Señal de Retroceso se detecta ocupación intempestiva estando el anterior ocupado intempestivamente (INAOCI = 1).
0075_0000_0004 0087_0000_0005 0095_0001_0005 0092_0000_0003	FALLIDO	Establecimiento de Itinerario de Salida, Fusión de Señal de Avanzada en Paso Directo (Aspecto Amarillo), Señalización Paso Directo.	En rutas de salida hacia el bloqueo la señal de salida muestra aspecto verde pero con la variable OS = 11 y debería de ser OS = 12 ya que estas señales no tienen aspecto amarillo. AVDRA tiene que ser 4 pero este valor obliga a tener aspecto amarillo IREPA<>0.
0086_0001_0005 0086_0002_0005	FALLIDO	Rebase de Señal	El rebase de señal se activa haciendo una secuencia de ocupación correcta sobre una señal en amarillo. También se activa pasando una señal en verde.
0088_0001_0004 0089_0001_0003	FALLIDO	Establecimiento de una ruta con Movimiento de Aguja, Aguja Bloqueada con Movimiento de Motor y movimiento de aguja.	El pretest del mando de mover aguja no es rechazado con aguja enclavada ni con aguja bloqueada.
0092_0000_0004 0092_0000_0005	FALLIDO	Deslizamiento en el bloqueo.	Al ocupar el circuito de vía del itinerario de salida que pertenece al trayecto, la señal de salida no ha cerrado en stick.
0105_0001_0004	FALLIDO	Deslizamientos Orientados.	En deslizamientos orientados solo se enclava una aguja en lugar de todas las que se piden (generalmente dos). Además: en determinados escenarios el pretest no es capaz de calcular correctamente sus alternativas.

NUMERO DE TEST	ESTADO	NOMBRE DEL TEST GENERAL	ANÁLISIS
0055_0000_0005, 0055_0000_0010 0062_0000_0004, 0062_0000_0006, 0062_0000_0010, 0062_0000_0012, 0083_0000_0004, 0083_0000_0007	FALLIDO	Establecimiento del Bloqueo con Detección de Escape de Material (I), Anulación del Establecimiento del Bloqueo y Escape de Material en ambas estaciones (I)	Al ocupar el segundo circuito de vía del escape de material, no se detecta escape de material (EM=1 en lugar de EM=4) y el bloqueo puede ser establecido o anulado tras realizar las ocupaciones. Esto es contrario al requisito 5207 en el que además no se define la secuencia a realizar como Req sino como Inf. Se ha comprobado que liberando el circuito de vía de aguja (primer circuito de vía de la secuencia) cuando ambos circuitos están ocupados, sí se detecta el escape de material y el bloqueo NO se establece y NO se desbloquea por lo que aparentemente, existe un error en los requisitos.
0061_0000_0009, 0065_0000_0017, 0096_0005	FALLIDO	Anulación de Establecimiento del Bloqueo con Ruta de Salida Establecida.	Ruta de Itinerario de Salida hacia el Bloqueo por aguja a invertido, la Señal de Salida no abre en verde (ASPRR = 11). Esto es debido a que para conseguir un ASPRR = 11 necesitamos cumplir que AVDRA = 4 y esto nunca va a ocurrir si la señal de salida no tiene amarillo (IREPA = 0) como es nuestro caso.
0106_0000_0003	FALLIDO	Cierre de la señal de bloque con ocupación en los CVIA más lejanos del cantón de la señal de bloqueo.	Estando el circuito más lejano del cantón de la señal de bloqueo ocupado, ésta abre en verde.
8	EXCLUIDO	Mover Aguja por Emergencia	Al ejecutar el mando de Movimiento de Aguja por Emergencia el enclavamiento entra en un bucle. Los casos han sido excluidos porque la aparición del bucle provoca que el resto de casos de prueba no sean ejecutados.
13,16,21,25,28,33.5	EXCLUIDO	Ruta de Rebase, DAI sobre Ruta de Rebase, Cierre de Señal en Ruta de Rebase, Fusión de señales en ruta de Rebase, DEI sobre Ruta de Rebase, Incompatibilidades.	Al establecer una ruta de rebase autorizado, ésta no se establece ya que el enclavamiento entra en un bucle. Los casos han sido excluidos porque la aparición del bucle provoca que el resto de casos de prueba no sean ejecutados.

NUMERO DE TEST	ESTADO	NOMBRE DEL TEST GENERAL	ANÁLISIS
51	EXCLUIDO	Establecimiento del Bloqueo con bloqueo de CVIA de Trayecto.	<p>Al establecer un itinerario de salida estando presente una condición que evite que el bloqueo sea establecido, el bloqueo no se establece, pero al retirar esta condición, el bloqueo se establece de manera automática. Al establecer el itinerario de salida, no se establece el bloqueo automáticamente. El enclavamiento entra en un bucle que debe ser analizado a través del diferímetro DIFSBLOQ que transiciona desde DSBLOQ0 a, REST y posteriormente a 0, posiblemente porque este temporizado es usado para supervisar el tiempo en que el bloqueo debe establecerse (en interfaces ITI) y éste nunca es establecido debido a un error previo (R0(0)=15-error).</p> <p>Los casos han sido excluidos porque la aparición del bucle provoca que el resto de casos de prueba no sean ejecutados.</p>

1.1 Desviaciones

Desviación 1

No ha sido posible programar ningún caso de pruebas para la funcionalidad de Cese de Sonería de Proximidad en el objeto BLOQUEO porque la maniobra no ha sido definida en la aplicación genérica del enclavamiento. Una vez que la lógica correspondiente sea creada, se deberán programar los correspondientes casos de prueba.

Desviación 2

No ha sido posible programar ningún caso de pruebas para la fusión de señales de avanzada (objeto SEÑAL) cuando muestran aspecto verde porque no está definido en la aplicación genérica del enclavamiento. Una vez que la lógica correspondiente sea creada, se deberán programar los correspondientes casos de prueba.