

Alta velocidad ferroviaria en EE.UU. (USHSRs) Señalización y Control de trenes: Sistema ARTMS

High Speed Railway in U.S.A. (U.S.H.S.R.S.) Signalling and Train Control: ARTMS System

Luis Fort López-Tello*

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Dr. Ingeniero Agrónomo. Jubilado de los Cuerpos de Ingenieros de Caminos del Estado y de Profesores Titulares de Universidad. Madrid.

Carmen Fort Santa-María*

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. DEA en Ingeniería del Terreno. Eptisa, S.I. División de Infraestructura del Transporte. Madrid

Resumen

Para los Proyectos “Farwest” y “Canevar”, y en general para la U.S.H.S.R.S., se propone adoptar como sistema de señalización y control de trenes un sistema que podría llamarse ARTMS (American Railway Traffic Managing System), equivalente al europeo ERTMS, que permita la interoperabilidad de las líneas de alta velocidad ferroviaria de las redes de los diferentes estados de U.S.A. a velocidades superiores a 350 Km/h y gran frecuencia.

Palabras clave: Estados Unidos; Alta Velocidad; Señalización; Control de trenes; ERTMS.

Abstract

For the Projects “Farwest” and “Canevar”, and in general for the U.S.H.S.R.S., it proposes to adopt an signaling and train control system that could be named ARTMS (American Railway Traffic Managing System), equivalent to the european ERTMS, that allows the interoperability of the HSRLs of the railway systems of the different states of the U.S.A. at higher speed of 350 Km/h and high frequency.

keywords: U.S.A.; High Speed; Signalling; Train Control; ARTMS.

El desarrollo del Plan de Infraestructura ferroviaria de Alta Velocidad de Estados Unidos presentado por la U.S. High Speed Rail Association supone la ejecución de una red de 17.000 millas (más de 27.000 Km), con una estimación de inversión necesaria de 600.000 M\$.

Una propuesta para su desarrollo (Figura 1) es llevarlo a cabo desde diez grandes Polos de actuación, empezando por el Polo de San Francisco, desde el que se inicia la red nacional U.S.H.S.R. con el Proyecto “FARWEST” (Figura 2) de la red de alta velocidad ferroviaria del Estado de California (C.H.S.R.S.), seguido del Proyecto “CANEVAR” (Figura 3) de conexión de la red de California con las de los Estados de Nevada y Arizona.

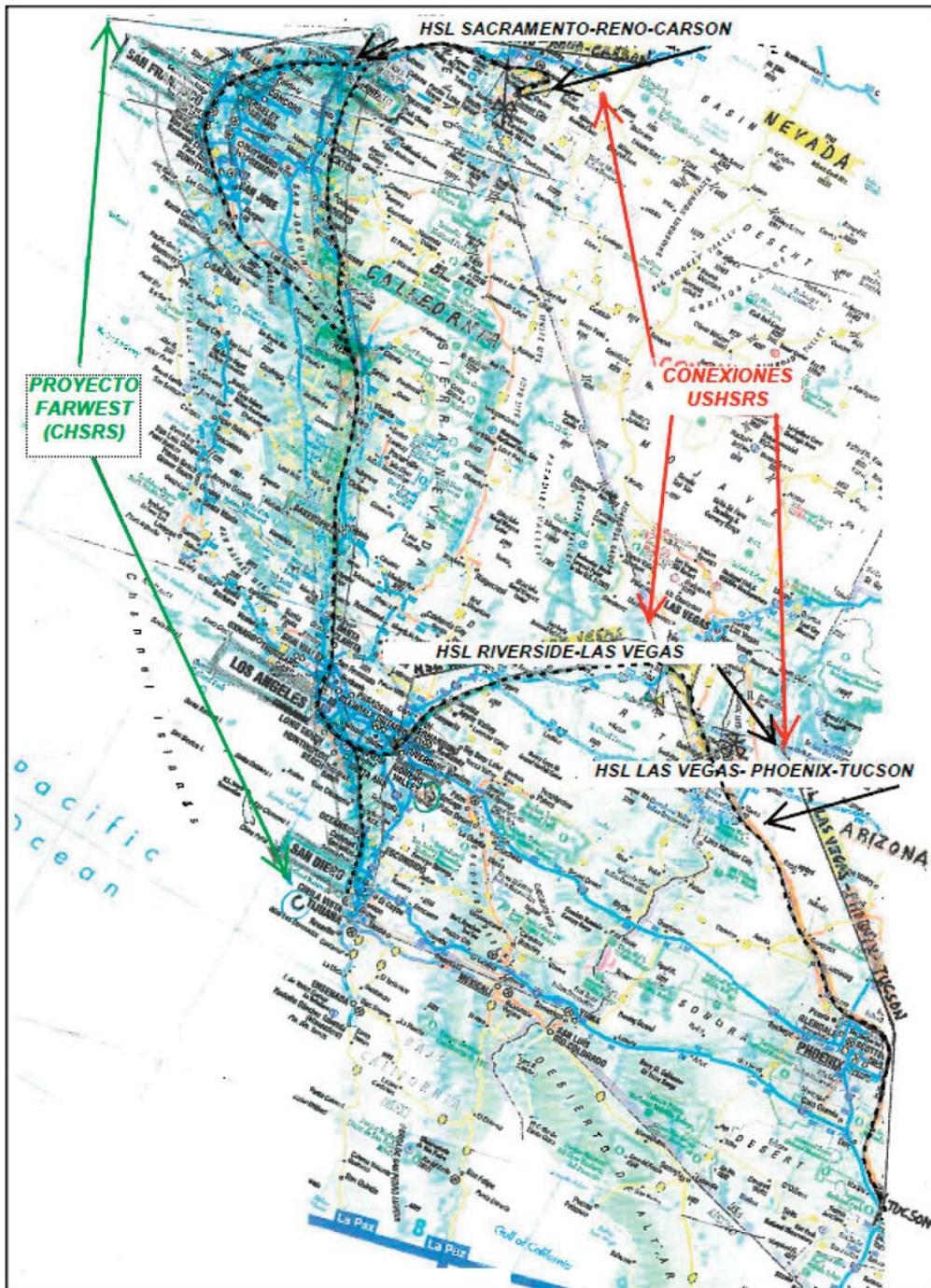


Figura 1. Connections CHSRs-Nevada/Arizona

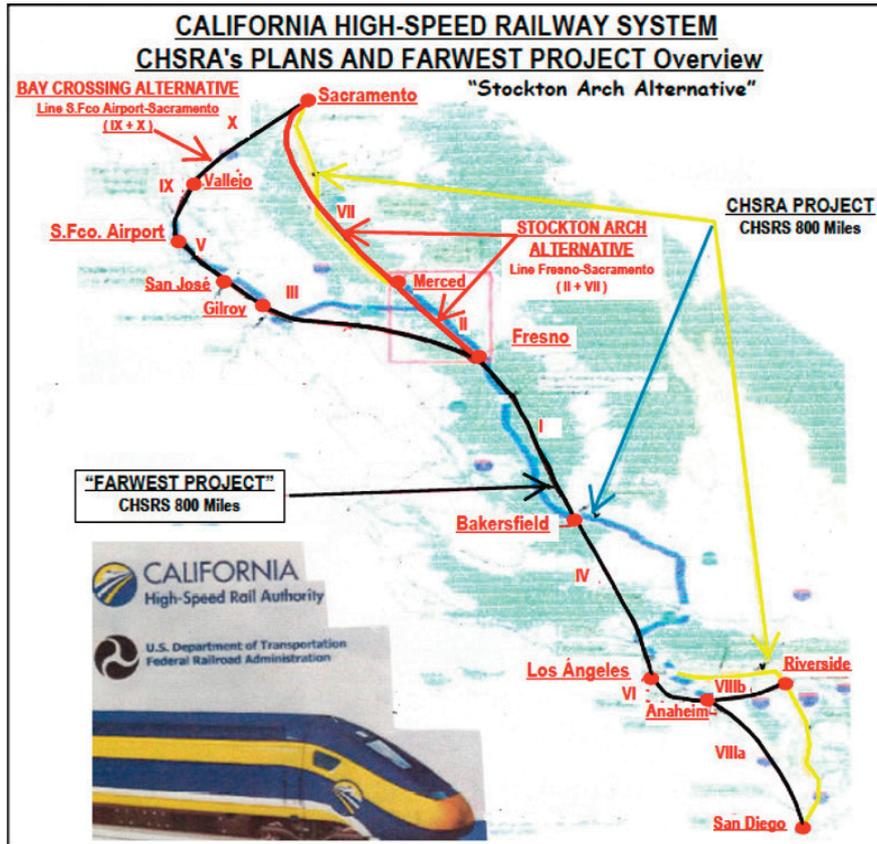


Figura 2. La CHSRS según la planificación de la Authority y el Proyecto Farwest

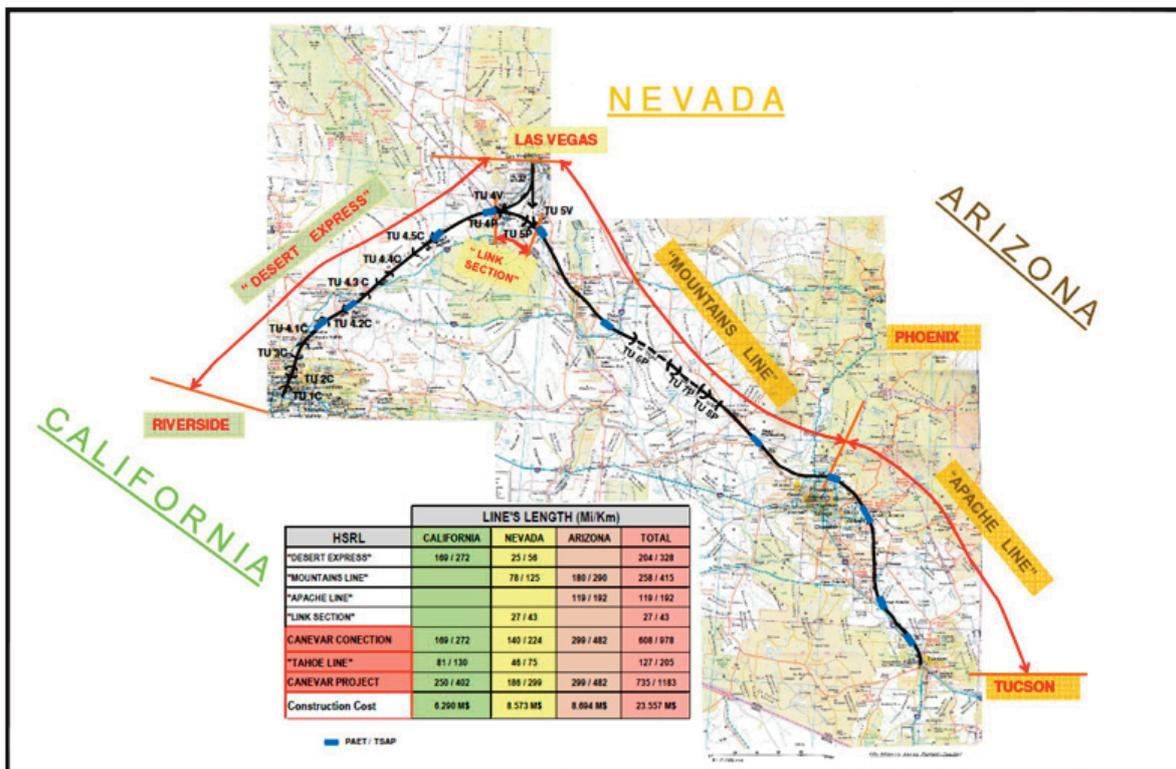


Figura 3. Proyecto Canevar

En la Alternativa “Missions Trail” de la LAV/HSL Fresno-Los Angeles-Riverside/San Diego del Proyecto Farwest, por su dificultad de trazado, con una gran parte del mismo en túnel, de gran longitud en muchos de ellos, se propuso con la idea de extenderlo al conjunto de la red californiana de alta velocidad, adoptar como sistema de señalización y control de trenes, un sistema que podría llamarse **ARTMS** (*American Railway Traffic Managing System*) equivalente al europeo ERTMS (del que España es el país con mayor nivel de implantación del mismo), que permita la interoperabilidad de las líneas ferroviarias de alta velocidad de las redes de los diferentes estados de U.S.A. (y de Canadá y México, si estos países decidieran también adoptarlo en su momento), según se fueran desarrollando, como ahora se plantea con el Proyecto “CANEVAR-South Connection” para los estados de California, Nevada y Arizona, de forma que permita la circulación de trenes a velocidades superiores a 350 Km/h y gran frecuencia, tanto de cada estado como interestatales.

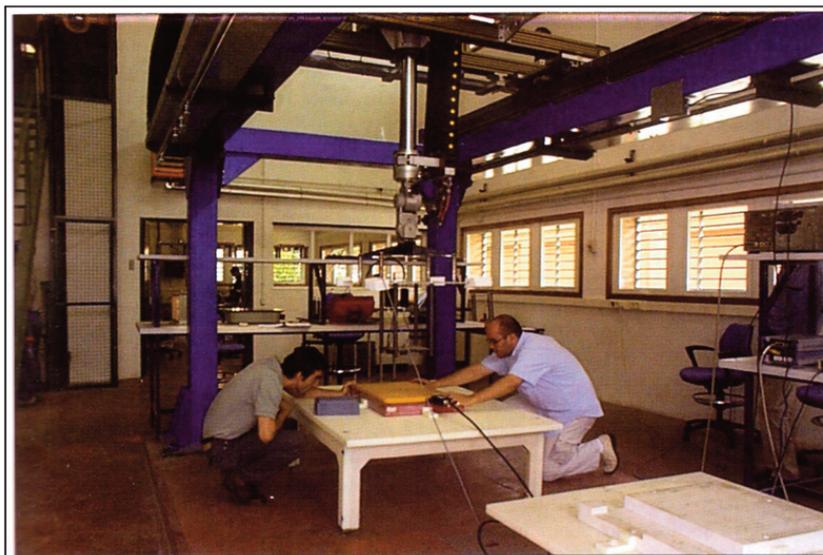
El sistema **ARTMS** comprende (de forma análoga al europeo ERTMS) dos elementos fundamentales:

ATCS (*American Train Control System*) que engloba los aspectos relativos a la señalización ferroviaria (tanto en vía como en trenes)

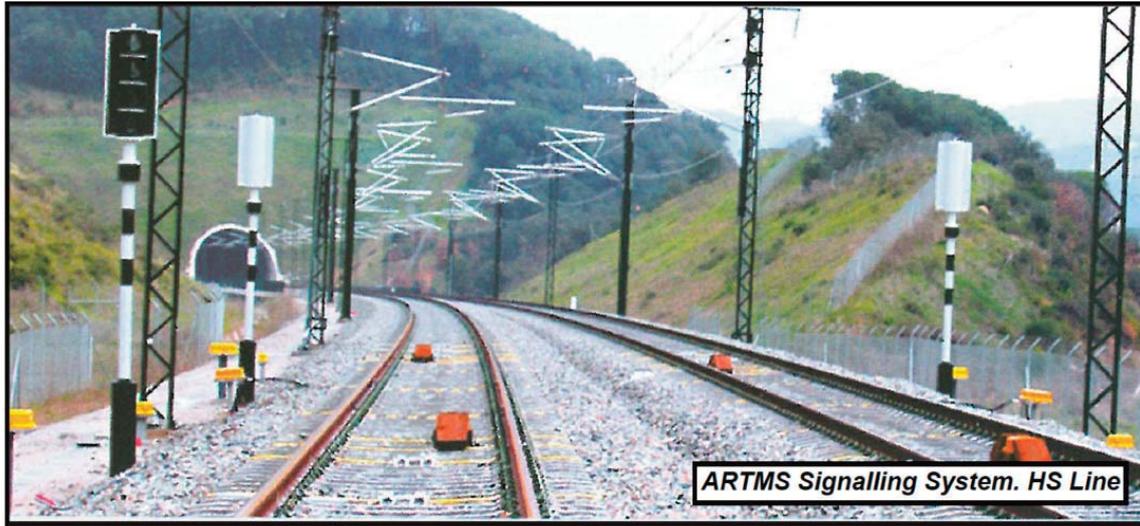
GSM-R (*Global System for Mobile Communications-Railway*), sistema de comunicaciones móviles empleado para las comunicaciones entre trenes y centros de control.

Se considera conveniente la adopción de un *ATCS Nivel 3*, teniendo en cuenta la experiencia europea en las especificaciones y la de ensayos de certificación de las mismas, llevadas a cabo por los laboratorios de referencia, como el español LIF (Laboratorio de Interoperabilidad Ferroviaria) del CEDEX (Fotografía 1, Fuente Tecnilrail).

En este nivel, la *comunicación radio* se utilizaría tanto para realizar el control de trenes como el posicionamiento de los mismos, con un sistema de auscultación de *balizas* instaladas en la vía (Fotografía 2, Fuente Ardanuy), para la transmisión de información fija a los trenes y para reposicionar los mismos, corrigiendo las posibles desviaciones generadas. El perfil dinámico de velocidades y autorizaciones de movimientos de un tren se establece con la posición del tren que le precede, como si se tratara de cantones móviles, fundamentalmente para la gestión del tráfico y estrategias de escape entre PAETs que limitan tramos con grandes túneles y viaductos, como pasa en estas líneas, tanto en las del Proyecto Farwest, como en las del Proyecto Canevar.



Fotografía 1 Ensayo de conformidad de balizas ERTMS en el laboratorio de eurobalizas del CEDEX



Fotografía 2

El sistema de señalización de estas redes se compone básicamente de los siguientes subsistemas: Enclavamientos (**ENCs**); Sistema de protección del tren (**ATP**) y Telemando centralizado (**CRC**). Todos estos subsistemas se relacionan entre ellos mediante una red de telecomunicaciones fijas y móviles y están soportados por una red de energía específicamente dedicada.

El Enclavamiento (**ENC**) es el corazón del sistema de señalización, encargado de establecer los itinerarios de los trenes, evitando conflictos en los mismos que pudieran poner en riesgo la seguridad. Para ello los enclavamientos accionan electrónicamente los aparatos de vía y las señales luminosas. Bien con circuitos de vía y sensores de rueda o auscultación de balizas, se detecta la presencia del tren en un determinado tramo de vía, comunicándose su estado al enclavamiento, que se encarga de procesarlo y sitúa el tren en la línea.

Los sistemas automáticos de protección de tren (**ATP**) supervisan la circulación de trenes a la velocidad adecuada, respetando las restricciones que imponen los enclavamientos y la vía. Estos sistemas disponen de equipamiento a lo largo de la vía y a bordo de los trenes. Se superponen a los ENCs, reciben de éstos la información, la procesan y envían al tren la información necesaria (autorizaciones de movimientos, estado de las señales, limitaciones en vía, detenciones en caso de accidente de otro tren, desvío en túneles, etc).

Para estos Proyectos (Farwest y Canevar) y en general para la U.S.H.S.R.S., se propone, como se ha expresado anteriormente, crear el sistema automático de protección de tren **ARTMS**, que permita la interoperabilidad de las *HSRS* y otras redes ferroviarias, entre estados federales de USA (California con Nevada, vía Riverside y Nevada con Arizona vía Las Vegas) y, en su caso, con los países fronterizos (México, vía San Diego, en California y vía Tucson en Arizona).

Los principales componentes del **equipamiento en vía** del sistema *ARTMS*, son:

AMB Ameribalizas. Dispositivos de transmisión puntual instalados en la vía, que al paso de los trenes son energizados por su antena captadora, enviando un mensaje al equipo de a bordo.

LEU Unidad electrónica de vía. Puede controlar varias balizas conmutables. A su vez, pueden centralizarse los LEUs en **CLCs** (*Control centralizado de LEUs*).

RBC. *Centro de Bloqueo por radio.*

GSM-R. *Sistema de comunicaciones vía radio.*

Los principales componentes del **equipamiento de a bordo** del sistema **ARTMS** son:

AVC. Sistema **ATCS** embarcado o americabina (*American Vital Computer*). Procesa los datos recibidos del equipamiento de vía y envía las órdenes a las distintas partes del tren, así como información al maquinista a través del **DMI** (*Driver Machine Interface*).

BTM. *Módulo de Transmisión de la Baliza.* Se encarga de la lectura de las balizas en vía.

OS. *Sistema de odometría.* Mide la distancia recorrida a través de un tacogenerador y un radar dopler.

JRU. *Unidad de registro jurídico.* Es la parte embarcada del sistema de radio GSM-R.

STM. *Módulos específicos de transmisión* para poder operar con los sistemas de señalización propios de cada estado o nación.

CRC (*Centro de Regulación y Control*)

Las instalaciones de señalización se gobiernan de manera centralizada desde un Puesto de Mando, que no solo dispone de telemando de las instalaciones de señalización, **ENCs** y **ARTMS**, sino también de energía, comunicaciones y detectores (caída de objetos, viento lateral, calentamiento de equipos, etc). Cuando el Puesto de Mando integra todos estos telemandos se denomina CRC.

En la LAV/HSL del Estado de California Fresno-Los Angeles-San Diego/Riverside “Missions Trail Alternative” del Proyecto Farwest, el **CRC principal** se sitúa en Los Angeles, disponiendo en las Terminales de Fresno y de San Diego de unos Puestos de Mando Auxiliares o **CRC de Apoyo**. El telemando de las instalaciones lo realizan los operadores de circulación. La LAV se divide en seis sectores, con 101 enclavamientos (**ENCs**), distribuidos en función de la longitud de vía y de la complejidad del trazado y de las estaciones que los separan (Figura 4).

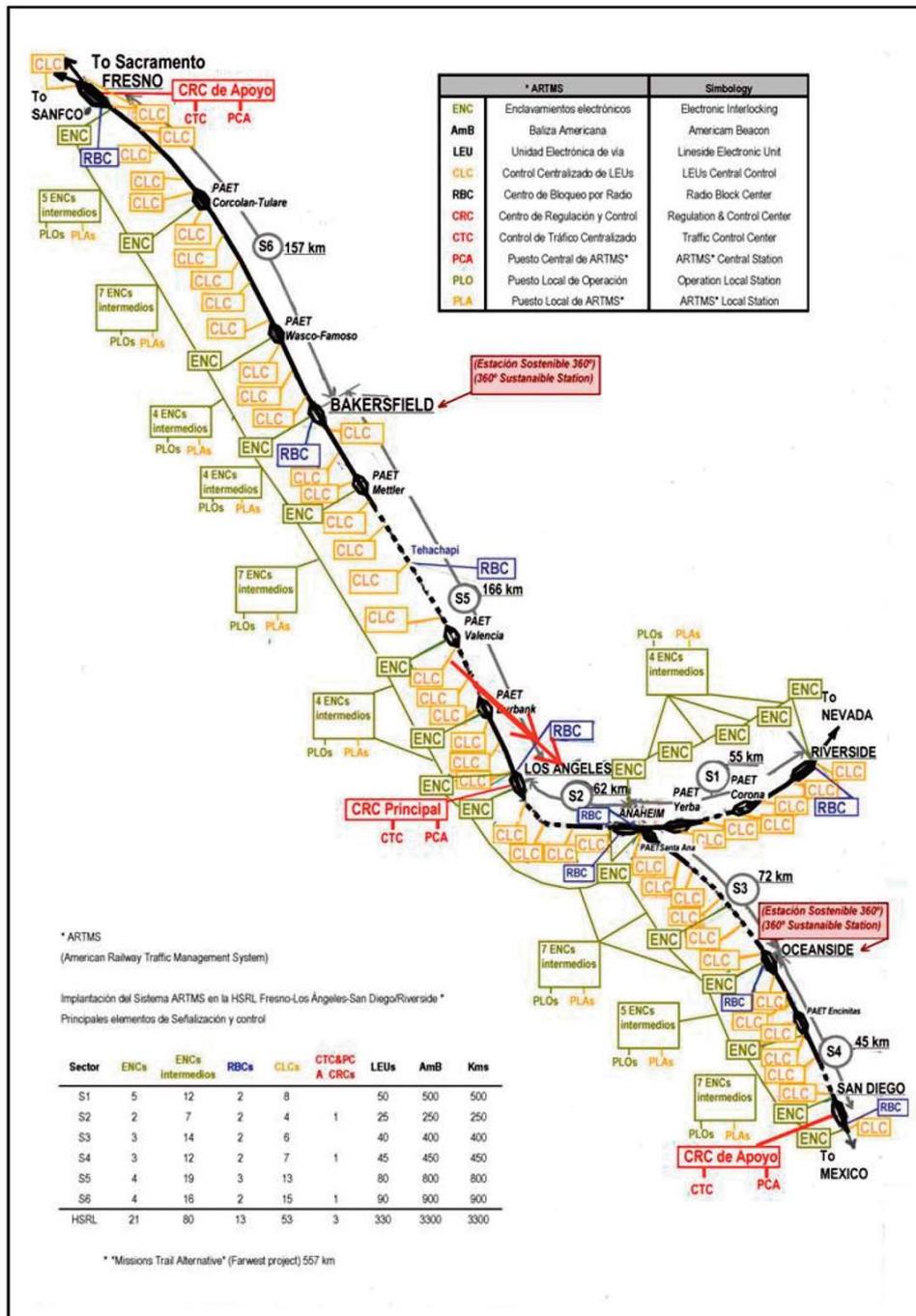


Figura 4. Esquema de Señalización de la LAV Fresno-Los Angeles-San Diego/Riverside

En las LAV/HSL interestatales (CA-NV) Riverside-Las Vegas “Desert Express” y Mesquite-Piute “Link Section”, interestatal (NV-AZ) Las Vegas-Phoenix “Mountains Line” y en la estatal de Arizona Phoenix-Tucson “Apache Line”, que constituyen el Proyecto “Canevar (South Connection)” (Ver Plano adjunto), el **CRC principal** se sitúa en la estación terminal de Las Vegas (NV) y tres **CRC de apoyo** en las estaciones terminales de Riverside (CA), Phoenix (AZ) y Tucson (AZ). Esta red conjunta de LAVs/HSLs estatales e interestatales se divide en diez sectores, con 157 enclavamientos (ENCs) distribuidos según el tipo y longitud de los trayectos entre PAETs y/o estaciones, existencia y longitud de túneles y posibilidad de control en puntos fronterizos (Mesquite, CA-NV y Fort Mojave, NV-AZ) (Figura 5)

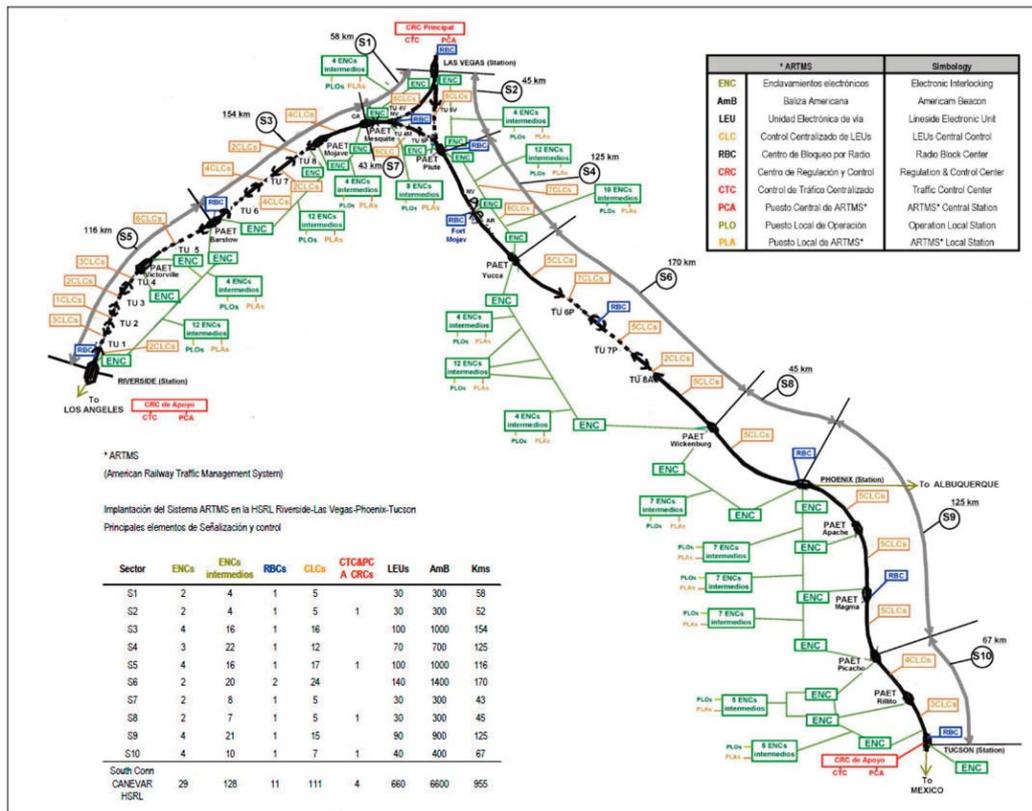


Figura 5. Esquema de Señalización del Proyecto HSR CANEVAR South Connection

Los telemandos propios de las instalaciones de señalización son el **CTC** (*Control de Tráfico Centralizado*) y el **PCA** (*Puesto Central de ARTMS*).

El **CTC** es el telemando encargado de centralizar los elementos del sistema de señalización en el Puesto de Mando. Desde el CTC se puede actuar remotamente sobre los enclavamientos de la línea y recibir información de todos ellos.

El **PCA** es el telemando encargado de centralizar los elementos del sistema ARTMS en el Puesto de Mando. En el caso de que no se pudieran telemandar centralizadamente las instalaciones de señalización, en cada edificio técnico donde se sitúa un **ENC**, se encuentra el **PLO** (*Puesto Local de Operación*) y el **PLA** (*Puesto Local de ARTMS*) que garantizan telemandar localmente las instalaciones.

Referencias

- [1] Fort, L & Fort, C (2015) "Propuesta para el desarrollo de la red de Alta Velocidad en EE.UU". Revista Vía Libre Fundación de los Ferrocarriles Españoles. Madrid
- [2] Díaz del Río, M; Fort, L & Fort, C (2013) "Alta Velocidad Ferroviaria en California (USA): Tercera Parte (III) LAV Fresno-Los Angeles-San Diego/Riverside". Revista Ingeniería Civil nº 169 CEDEX Ministerio de Fomento. Madrid
- [3] Fort, L & Fort, C (2015) "Alta Velocidad Ferroviaria en EE.UU. Conexión de las redes HSR de California, Nevada y Arizona". Revista del Ministerio de FOMENTO. Madrid