

**BOLETIN TECNICO N°MR-1-2013**

**REQUERIMIENTOS TÉCNICOS**

**TEMA: SISTEMA DE ALERTA PARA LA OPERACIÓN DE MATERIAL RODANTE FERROVIARIO.**

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. OBJETO**
- 3. ALCANCE**
- 4. DIAGRAMA DE INTERACCIÓN BÁSICO**
- 5. TERMINOLOGÍA**
- 6. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE REFERENCIA**
- 7. ASPECTOS GENERALES**
- 8. REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS**
- 9. ANEXOS**
  - 9.1 – MODO PASAJEROS**
  - 9.2 – MODO CARGAS**
  - 9.3 – TABLAS y GRÁFICOS**

**1. INTRODUCCIÓN:**

Es de interés mencionar que el sistema de protección instalado en el material rodante ferroviario denominado “Sistema de Hombre Muerto” (HM) es un sistema de seguridad básico y primario que actúa por la ausencia de una acción, siendo esta última, la aplicación continua de presión mecánica sobre un pedal existente en la cabina del conductor, o sobre un pulsador solidario al control de aceleración, de acuerdo al tipo de vehículo que se trate. La liberación de esta válvula de pedal o interruptor, sugiere el desvanecimiento del conductor o ausencia de control humano en la conducción, provocando la aplicación inmediata (o con cierto retardo) del sistema de freno de emergencia. Como es

fácil de entender, esta situación de *pedal o pulsador permanentemente apretado*, resulta ser de alta vulnerabilidad a la hora de anular la función de protección ya que cualquier peso muerto o traba de algún tipo colocada expresamente y de manera indebida, reemplazaría la acción que debe aplicar el personal de a bordo quedando inhibido el sistema de protección. Algunos vehículos, presentan también la peligrosa posibilidad de anulación con marcha en deriva de su propio sistema original de protección. Esto se logra a través de maniobras inapropiadas efectuadas en la consola de mando cuando el vehículo todavía se halla en movimiento, hecho que los sistemas más modernos hoy pueden evitar.

Los sistemas actuales en cambio, denominados también “de Hombre Vivo” (HV), actúan por la presencia de acciones que revela de manera sistemática y continua, el control humano dentro de la cabina de conducción. Conceptualmente se reemplaza una acción estática y fija por una acción dinámica de reseteo del sistema, en general de orden cíclico y repetitivo. Esto se logra a través del diseño de una adecuada interfase *Hombre - Máquina* donde se ponen de manifiesto las acciones de interacción (alertas y permisos) dando una condición de marcha segura a medida que se repite cada ciclo. La actuación final del sistema se alcanza cuando este detecta en distintas etapas y en oportunidades sucesivas, la ausencia de intervención humana en la cabina de conducción. A partir de ello se desencadenan una serie de eventos (alertas sucesivas) que culminan con la penalización de freno obteniéndose la detención completa de material rodante involucrado.

## **2. OBJETO:**

El propósito de los requisitos aquí planteados es garantizar que el operador del material rodante permanezca alerta y vigilante durante la prestación del servicio en el que interviene. Los conductores realizan muchas funciones para operar el material rodante y durante los períodos en los que no se realizan estas funciones, la señal de alerta sirve para advertir al maquinista, que debe cancelar la alarma logrando de esta manera restablecer la autorización de marcha y continuar viaje. Este boletín técnico sirve para establecer los requerimientos generales y específicos del dispositivo de vigilancia y para estandarizar muchos de los parámetros de operación del propio sistema.

Para ello es necesario establecer las características del sistema de seguridad y definir las acciones automáticas que se deben dar durante la marcha, en el caso de detectarse la ausencia del control humano sobre el material rodante en servicio.

Se puede resumir el objeto del presente documento a través de los puntos que a continuación se detallan:

- 2.1. Determinar las características generales, funciones, y requerimientos específicos del sistema de vigilancia.
- 2.2. Definir esquemas de aplicación y atributos particulares del sistema, en función del tipo de servicio que debe prestar (modos).
- 2.3. Definir estados de implementación para el sistema, en función de las distintas capacidades de medición, automatización, registro y acciones finales sobre el material rodante.
- 2.4. Definir requisitos básicos de aprobación por parte de la Gerencia de Seguridad en el Transporte.

### **3. ALCANCE:**

Quedará comprendido todo material rodante ferroviario con capacidad de tracción, propia y/o de arrastre, destinado al servicio de transporte de pasajeros y de cargas dentro de la red nacional de los ferrocarriles argentinos. Quedan incluidos también, aquellos equipos que circulen en vías con destino a tareas de inspección, mantenimiento y obras ferroviarias que clasifiquen como vehículos *no descarrilables*. La presente aplicación está orientada a:

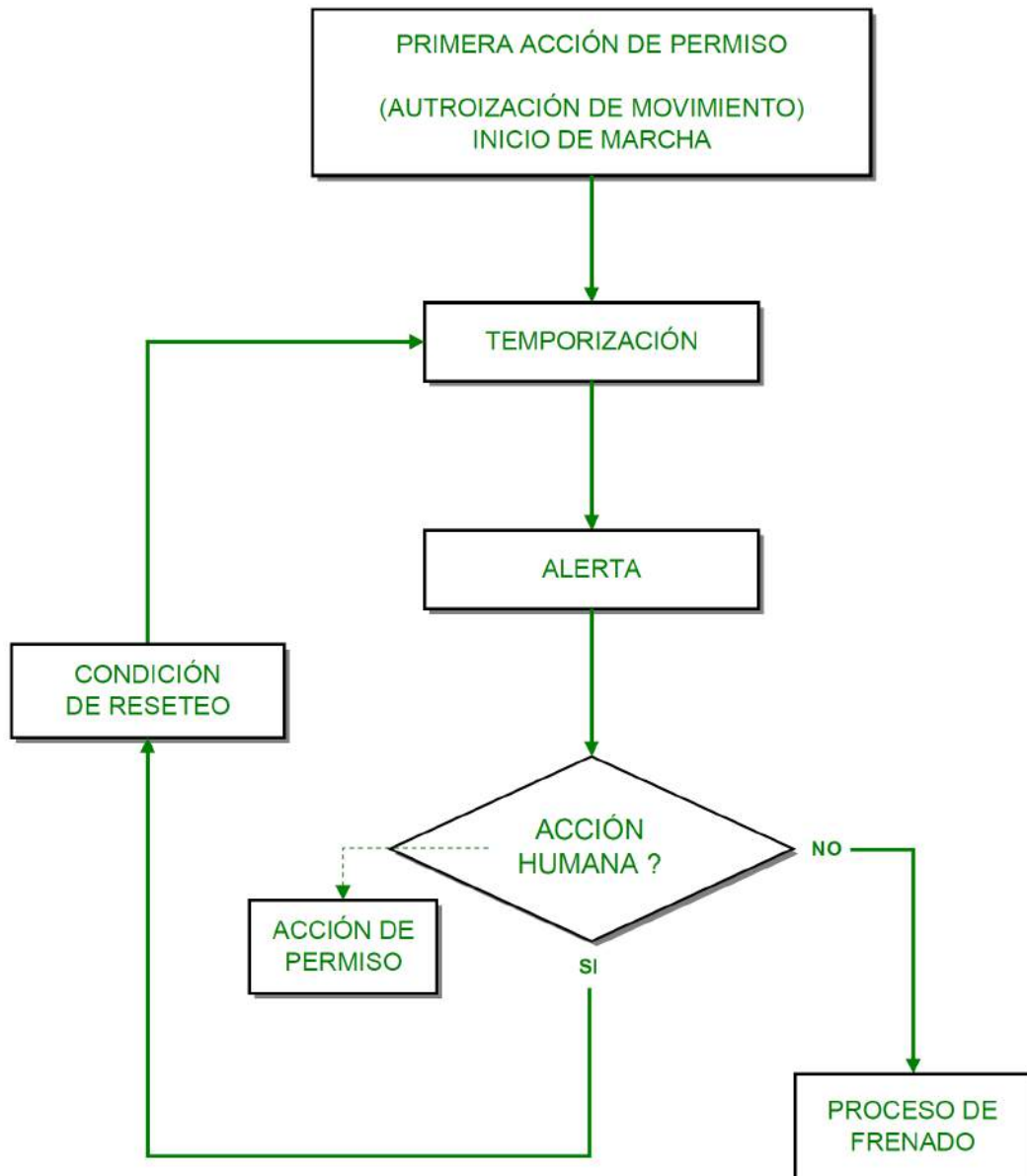
- 3.1. Locomotoras diesel – eléctricas.
- 3.2. Coches motores o automotores diesel.
- 3.3. Coches eléctricos (automotores, duplas, triplas o formaciones block).
- 3.4. Trenes ligeros (LRT – Light Rail Transit).
- 3.5. Equipos de trabajo auto propulsados.
- 3.6. Loco tractores y equipos de maniobra.

En el material rodante perteneciente a servicios de transporte que presenten instalados sistemas ATP (*Automatic Train Protection*) o similares y que se hallen activos, quedará a criterio de la Gerencia de Seguridad en el Transporte la utilización del sistema de Hombre Vivo.

NOTA: *Se considera vehículo no descarrilable a aquel que no puede ser retirado de la vía sino es a través de un desvío físico. Los vehículos automotores con adaptaciones portátiles para circulación en vía férrea (Hi-Rail), quedan excluidos de la presente aplicación.*

### **4. DIAGRAMA DE INTERACCIÓN BÁSICO:**

El sistema de seguridad (HV) deberá responder como mínimo a una arquitectura de interacción básica según los siguientes pasos elementales:



Luego existirán variantes para cada etapa que darán origen a distintos sistemas de acuerdo a la complejidad de la interfase *Hombre – Máquina* y los umbrales de seguridad requeridos (fases de alerta, sensores múltiples para ejecutar las acciones de permiso y reseteo, temporización dependiente de la velocidad, registrador de eventos, etc....).

## 5. TERMINOLOGÍA:

### 5.1. Operador:

Personal a cargo de la conducción del material rodante.

### 5.2. Controles del operador:

Son los controles situados en la zona de la cabina de conducción, utilizados por el personal a cargo para la operación del sistema. Los controles se distinguen de cualquier otro y pueden estar ubicados del lado de los comandos de aplicación de freno o en cualquier otro lugar de la cabina pero con la adecuada accesibilidad para el personal actuante. Los controles pueden estar montados de manera fija o móvil siempre dentro del ámbito de la cabina de conducción y exclusivamente de manera alámbrica. El material rodante que lleva conductor y acompañante puede presentar controles duplicados para la operación del sistema desde un puesto o desde el otro.

### 5.3. Sistema:

Conjunto de elementos discretos pertenecientes al equipo de a bordo que conforman la unidad del sistema de alerta. Básicamente se puede dividir en cuatro módulos principales:

- Interfase Hombre – Máquina:

Elementos que participan en la comunicación bidireccional entre el sistema y el operador (pedales, pulsadores u otros elementos generadores de señales de control y dispositivos sonoro-luminosos o indicadores analógicos o digitales del estado del sistema).

- Dispositivos activos:

Elementos que participan en la detección, medición de variables y en la ejecución de acciones finales del sistema (dispositivos de detección de movimiento, odometría, sensores, elementos que intervienen directamente en las acciones de frenado, etc..)

- Módulo lógico de control:

Lógica central de control, que tiene a cargo la gestión integral de las acciones del sistema (PLC, sistemas con microprocesadores, etc...)

- Registrador de Eventos:

Dispositivo para el registro de eventos y almacenamiento de datos con condición de inviolabilidad y protección de lectura (registrador jurídico).

### 5.4. Etapas de Sistema:

Etapas de proceso donde se ejecutan acciones por parte del operador (reseteo) y acciones por parte del sistema (alertas).

### 5.5. Acción de Permiso:

Acción provocada por el operador (señal de vida) que cancela la alerta y pone de manifiesto el control humano sobre la conducción del material rodante. Esta acción da

una señal de control al sistema, otorgando autorización para el inicio o continuidad de marcha segura.

5.6. **Alerta:**

Indicación efectuada por el sistema consistente en la modificación del campo sensorial sonoro y/o visual del operador (señal acústica y/o luminosa combinadas, susceptibles de ser percibidas eficazmente por el personal de a bordo).

NOTA: *En las fases de alerta, será recomendable que aquellos sistemas que interactúen y/o convivan con el sistema de HM original del vehículo, mantengan la señal acústica neumática (silbato) si ella estuviera disponible. Dicha señal obrará como señal adicional a la incorporada en la cabina del conductor; oficiando tanto de señal agregada, como de señal de respaldo en caso de falla del dispositivo sonoro de cabina.*

5.7. **Ciclo de Permiso:**

Ciclo de tiempo durante el cual el sistema se halla habilitado para la condición de marcha segura. Esta autorización de marcha se da a partir de la aplicación de una acción de permiso efectuada por el operador y tiene un vencimiento que se indica con una señal de alerta.

Efectuando una acción de permiso una vez recibida dicha señal, se resetea el sistema dando comienzo a un nuevo ciclo repitiéndose el mismo sucesivamente.

5.8. **Penalización de Freno:**

Proceso a partir del cual el sistema logra la detención automática del material rodante una vez detectada y confirmada la ausencia del control humano en la conducción. El proceso de frenado puede ser:

- Por frenado de emergencia Aplicación automática directa del freno de emergencia.
- Por frenado de servicio profundo Aplicación automática directa del freno de servicio en su máxima condición.
- Por frenado escalonado Aplicación automática de 2 o 3 etapas de frenado a través de un *módulo de frenado* de calibración fija o ajustable en función de la velocidad.
- Por curva de frenado Aplicación automática de una curva gradual de frenado a través de un dispositivo que opera en función de la velocidad.

NOTA 1: *El adecuado gobierno de este proceso, favorecerá un frenado por adherencia impidiendo el patinado y evitando daños en el rodado, pero fundamentalmente y como cuestión mas importante, acortando las distancias en las que el material rodante logra detenerse.*

NOTA 2: *La aplicación de penalización de freno conlleva el corte de tracción de la unidad o unidades tractivas. Se evaluarán particularmente las acciones del sistema sobre aquel material rodante que utilice la condición de freno dinámico como sistema de freno standard y vigente.*

5.9. **Condición de Reseteo:**

Particularidad del sistema para adelantar, retrasar o detener el ciclo de alarma de

advertencia y reiniciar el intervalo de tiempo hasta la siguiente alarma de advertencia.

## **6. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE REFERENCIA:**

Normas de referencia:

- U. I. C. 641 – 3ra. Edición 1-1-81
- AAR S - 5513
- EN 60529
- EN 61812-1
- EN 50274
- EN 61000 -3-2
- EN 61000 -3-3
- EN 61000 -4-2
- EN 61000 -4-3
- EN 61000 -4-4
- EN 61000 -4-5
- IEC 60947-5-1
- IEC 60664-1
- EN 61373
- EN 50121-2-3
- FRA 49 CFR Part. 229

## **7. ASPECTOS GENERALES:**

7.1. El sistema deberá quedar habilitado si se cumplen algunas de las siguientes condiciones:

- Dada la condición eléctrica de habilitación de tracción.
- Accionamiento del inversor de marcha hacia una de las posiciones “ADELANTE – ATRÁS”.
- Presión en cilindro de freno menor a 1,76 Kg/cm<sup>2</sup> o condición de freno menor del 35% del poder frenante.
- Detección automática de tren en movimiento (velocidades superiores a 6,4 Km/h 4 mph).

7.2. El sistema podrá quedar deshabilitado cuando se cumplan algunas de las siguientes

condiciones:

- Condición de tren detenido (0 Km./h).
  - Condición de tren en maniobra (por debajo de 6,4 Km/h – 4 mph).
  - Presión en cilindro de freno mayor a 1,76 Kg/cm<sup>2</sup> o condición de freno mayor al 35 % del poder frenante. Retirada esta condición de aplicación de freno el sistema deberá quedar nuevamente habilitado.
- 7.3. El sistema deberá anularse en caso de material rodante operado en las siguientes condiciones:
- Locomotora en modo tandem o locomotora remota.
  - Locomotora remolcada.
  - Material rodante en general, en cualquiera de sus composiciones que presente fallas del sistema de alerta.
- 7.4. El sistema deberá presentar la debida integridad para impedir que cualquier dispositivo o funcionalidad permita al operador cortar la alerta.
- 7.5. El sistema deberá presentar como mínimo indicación fono luminosa que ponga de manifiesto las distintas *Fases de Alerta*. Dicha indicación estará debidamente instalada en la cabina del conductor debiendo ser susceptible de ser vista y escuchada por el personal de a bordo de manera efectiva. Las indicaciones acústicas en cabina podrán tener la posibilidad de ser modificadas en frecuencia, intermitencia y/o nivel sonoro en la medida del progreso de las fases de alerta del sistema.
- 7.6. El sistema deberá presentar *Ciclo de Permiso* temporizado con valores de tiempo que dependerán del tipo de servicio que preste el material rodante. De esto surgen dos modos de sistema con temporizaciones de ciclo distintas (modo cargas - modo pasajeros). Como condición mínima el tiempo de temporización puede ser fijo pero es sumamente recomendable que éste, sea ajustado en función de la velocidad.
- 7.7. En el caso que el material rodante participe de un tipo de servicio y se lo asigne a otro, se adoptarán las medidas necesarias para modificar características al modo correspondiente; sobre todo cuando el material tractivo usualmente utilizado en servicios de cargas sea destinado a cumplir un servicio de transporte de pasajeros.
- 7.8. Las acciones de permiso serán dadas por pedal de accionamiento, pulsador manual y/o por la intervención de manera combinada de sensores especiales que detecten distintas acciones sobre elementos diversos (interruptores en pupitre, llave de bocina, llave de freno, acción sobre el controller de aceleración, etc...) Los sistemas que preserven el sistema de HM original e interactúen con él mantendrán la lógica mecánica de pedal u hongo de HM “normal / presionado” como condición de autorización de marcha; si este fuera el caso, se podrá instalar un pulsador adicional de señal de vida (HV) de lógica mecánica “normal / liberado” que se acciona con la aparición de la señal de alerta efectuándose así el reseteo del sistema.
- 7.9. El sistema deberá presentar la característica que siempre lleve el equipo a su condición segura en caso de fallas o deficiencias de cualquiera de sus componentes o procesos.



- 7.10. El sistema deberá contar con la posibilidad de registro o testigo no inhabilitable en caso de aplicación del mismo. Se hace muy recomendable que queden registrados todos los datos relacionados con el evento de aplicación o con eventos en general (registrador de eventos o registrador jurídico).
- 7.11. El sistema deberá presentar un conmutador de *By Pass* por falla (precintado) que permita inhabilitar el sistema de alerta sólo en caso de desperfectos y exclusivamente para llegar a destino bajo precaución autorizada, o para el traslado del material rodante al centro reparador designado. Estas acciones se efectúan previo desvío autorizado emitido por personal responsable del área correspondiente.
- 7.12. El sistema, deberá presentar la característica de *imposibilidad* de inhabilitación del mismo mientras el material rodante se halle en movimiento (por sobre los 6,4 Km/h – 4 mph) ya sea con tracción activa o estando ésta inactiva (marcha en deriva).
- 7.13. Los módulos mecánicos, electromecánicos y/o electrónicos que participan del sistema de protección, deberán presentar accesibilidad restringida y sólo podrán ser manipulados con el retiro de precintos registrados correspondientemente. De igual manera deberán quedar protegidos grifos o interruptores de condensación y/o de aislamiento del sistema como así también las borneras de conexión eléctrico.
- 7.14. Deberá existir de manera procedimentada la implementación de un Check List de precintos vigentes al momento de la toma de servicio.
- 7.15. Los sistemas que presenten lectura por odometría (recomendado) deberán presentar las siguientes características:
- Proveer señal adecuada para el cálculo, registro y presentación en cabina (analógica o digital) de la velocidad instantánea de circulación.
  - Proveer una señal lógica para la corrección del ciclo de alerta en función de la velocidad.
  - Proveer una señal lógica de Tren Detenido.
- NOTA: El sistema de odometría deberá proveer señales activas en todos sus estados indicando falla en caso de ausencia de señal. El módulo central de control deberá ser capaz de calibrar por variación de diámetro de rodado la señal entregada por el odómetro.*
- 7.16. El sistema, para llevar adelante el proceso de frenado podrá actuar directamente sobre elementos del circuito original de freno, o podrá incluir una válvula remota o módulo de frenado a tal fin. En cualquiera de los casos el sistema debe llevar el equipo a su condición segura en caso de falla (alarma permanente no inhabilitable y aplicación de freno).
- 7.17. En el caso de tratarse de formaciones block con cabinas principales y secundarias, el sistema podrá ser instalado en cada cabina de comando quedando activo sólo el equipo perteneciente a la cabina desde donde se opera.
- 7.18. Si el sistema posee registrador de eventos o registrador jurídico, éste deberá ser instalado estratégicamente en el material rodante con protección mecánica anticolidión y ubicado de manera adecuada para su debida conservación con el fin de preservar los eventos y datos en caso de accidente. El mismo deberá estar en

acuerdo con las normas EN 61373 (impacto, choques y vibraciones) y EN 50121-3-2 (compatibilidad electromagnética) o en su defecto con el documento FRA 49 CFR Part. 229.

- 7.19. Como aspecto general, toda condición de falla del sistema se deberá traducir en una alarma de falla permanente no inhibible y llevar el equipo a su condición segura.

## **8. REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS:**

En vista de las distintas características que presentan los servicios ferroviarios de transporte de pasajeros y de carga, se extienden en Anexos correspondientes aquellos aspectos y necesidades particulares en función de la condición de servicio que se trate. Fundamentalmente se tendrán en cuenta las diferencias de velocidades comerciales y las características de la red por la que circula cada servicio. De acuerdo a lo antedicho se definen dos modos de aplicación para el presente sistema:

- *Modo Pasajeros*

- *Modo Cargas*

La aplicación de cada modo en función del tipo de servicio, pretende ajustar las condiciones de reseteo para impedir el exceso de alertas en servicios de baja velocidad y dar la debida condición de alerta para los servicios de mayor velocidad que circulan por ejemplo, en el área metropolitana. Para ambos modos se definirá una condición de implementación *básica* donde el sistema podrá tener ciclo temporizado de valor fijo y una condición de implementación recomendada donde se incluyen aspectos importantes de mejora. Se entiende que los sistemas en cualquiera de sus modos deberán tender en un futuro a la aplicación recomendada.

## **9. ANEXOS:**

Se detallan a continuación anexos correspondientes

**ANEXO 1**

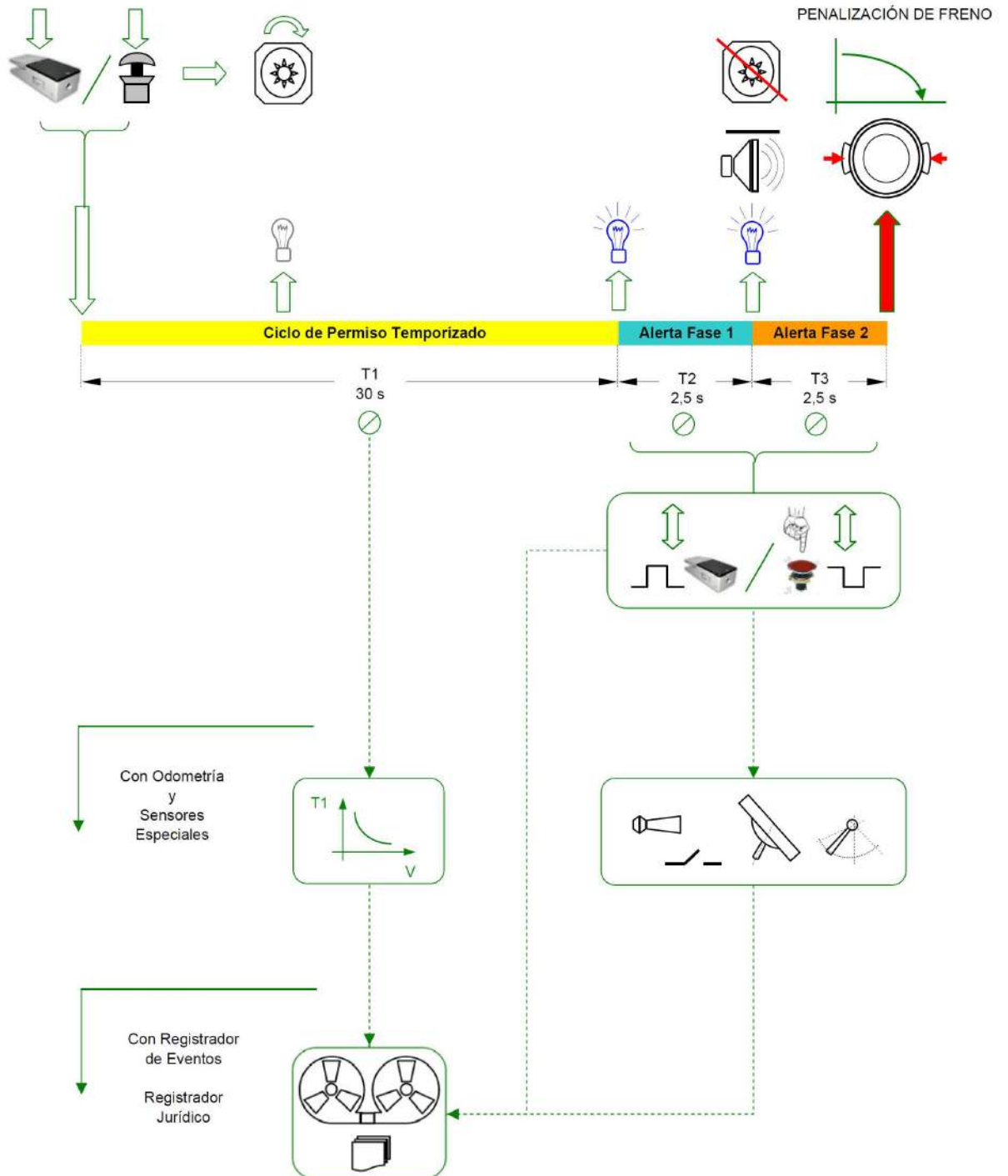
***Modo Pasajeros***

**IMPLEMENTACIÓN BÁSICA:**

|   |  |
|---|--|
| <u>Ciclo de Permiso Temporizado (fijo):</u>           | - 30 segundos (máximo).  |
| <u>Alerta de dos fases:</u>                           |  |
| 1ra. Fase:  | - Señal luminosa de alta intensidad color azul durante 2,5 segundos.                             |
| 2da. Fase:  | - Señal luminosa de alta intensidad color azul mas señal audible en cabina durante 2,5 segundos. |
| <u>Ciclo de Alerta completo</u>                       | - 5 segundos.  |
| <u>Ciclo completo antes de penalización de freno:</u> | - 35 segundos.   |
| <u>Distancia máxima recorrida entre alertas:</u>      | - Variable con la velocidad.   |
| <u>Registro de eventos:</u>                           | - Testigo de aplicación del sistema.   |

**IMPLEMENTACIÓN RECOMENDADA:**

|   |  |
|---|--|
| <u>Ciclo de Permiso Temporizado (mixto):</u>          | - 0 – 6,4 Km./h:       Deshabilitado   |
|   | - 6,4 – 53,6 Km./h: 6,4 – 53,6 Km./h:Fijo a 30 seg. (máximo)                                     |
|   | - Mayor a 53,6 Km./h: Función de la velocidad.   |
| <u>Ley de variación del ciclo:</u>                    | - $T(s) = 1000 / V(\text{mph})$ ó  |
|   | - $T(s) = 1609,34 / V(\text{Km./h})$   |
| <u>Alerta de dos fases:</u>                           |  |
| 1ra. Fase:  | - Señal luminosa de alta intensidad color azul durante 2,5 segundos.                             |
| 2da. Fase:  | - Señal luminosa de alta intensidad color azul mas señal audible en cabina durante 2,5 segundos. |
| <u>Ciclo de Alerta completo</u>                       | - 5 segundos.  |
| <u>Ciclo completo antes de penalización de freno:</u> | - Variable con la velocidad.   |
| <u>Distancia máxima recorrida entre alertas:</u>      | - 447 m.   |
| <u>Registro de eventos:</u>                           | - Registrador de eventos incorporado.  |



**ANEXO 2**

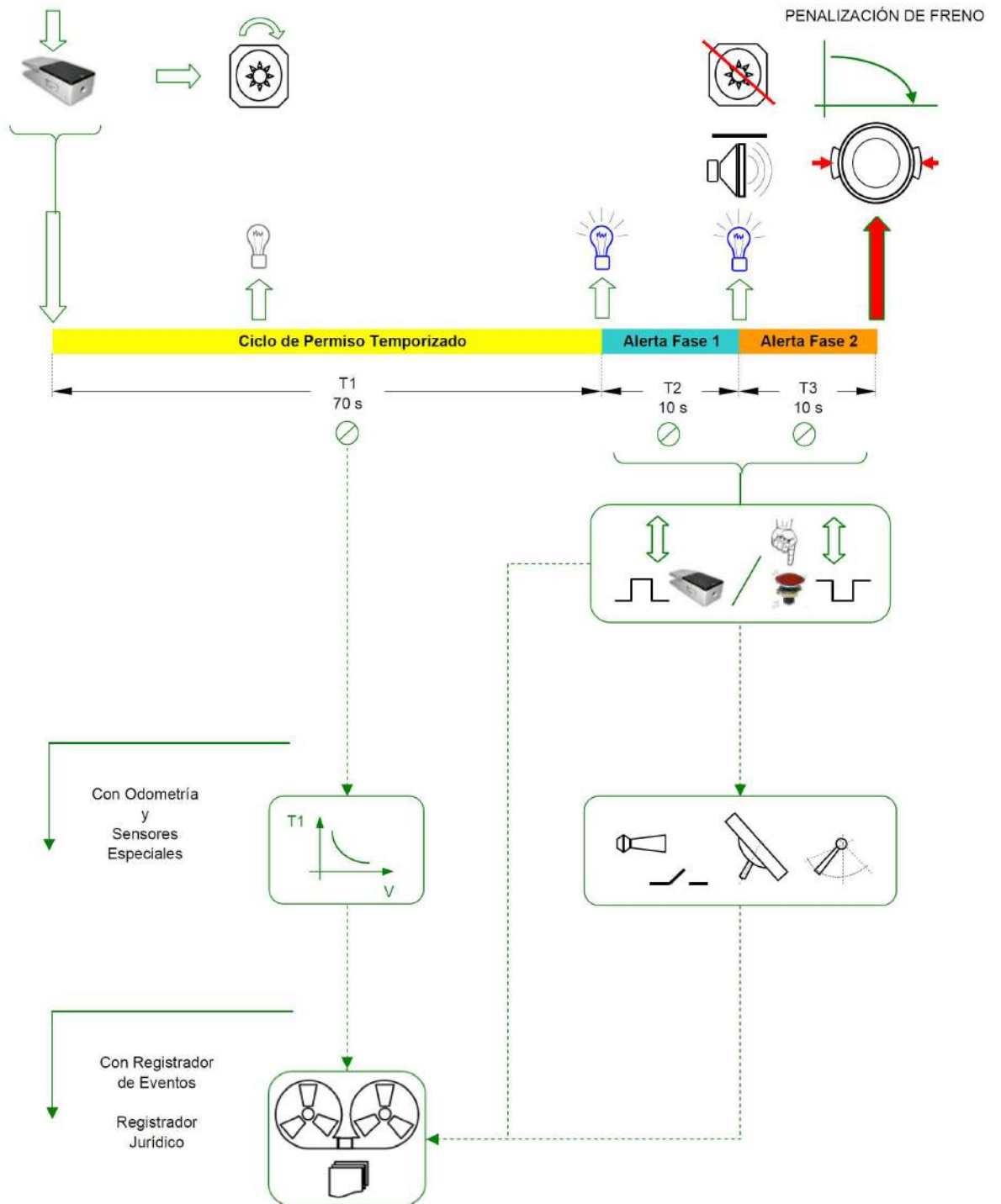
***Modo Cargas***

**IMPLEMENTACIÓN BÁSICA:**

|   |   |
|---|---|
| <u>Ciclo de Permiso Temporizado (fijo):</u>           | - 70 segundos (máximo).   |
| <u>Alerta de dos fases:</u>                           |   |
| 1ra. Fase:  | - Señal luminosa de alta intensidad color azul durante 10 segundos.                             |
| 2da. Fase:  | - Señal luminosa de alta intensidad color azul mas señal audible en cabina durante 10 segundos. |
| <u>Ciclo de Alerta completo</u>                       | - 20 segundos.  |
| <u>Ciclo completo antes de penalización de freno:</u> | - 90 segundos.  |
| <u>Distancia máxima recorrida entre alertas:</u>      | - Variable con la velocidad.  |
| <u>Registro de eventos:</u>                           | - Testigo de aplicación del sistema.  |

**IMPLEMENTACIÓN RECOMENDADA:**

|   |   |
|---|---|
| <u>Ciclo de Permiso Temporizado (mixto):</u>          | - 0 – 6,4 Km./h:       Deshabilitado  |
|   | - 6,4 – 41,3 Km./h:   Fijo a 70 seg. (máximo)   |
|   | - Mayor a 41,3 Km./h: Función de la velocidad.  |
| <u>Ley de variación del ciclo:</u>                    | - $T(s) = 1800 / V(\text{mph})$ ó   |
|   | - $T(s) = 2896.82 / V(\text{Km./h})$  |
| <u>Alerta de dos fases:</u>                           |   |
| 1ra. Fase:  | - Señal luminosa de alta intensidad color azul durante 10 segundos.                             |
| 2da. Fase:  | - Señal luminosa de alta intensidad color azul mas señal audible en cabina durante 10 segundos. |
| <u>Ciclo de Alerta completo</u>                       | - 20 segundos.  |
| <u>Ciclo completo antes de penalización de freno:</u> | - Variable con la velocidad.  |
| <u>Distancia máxima recorrida entre alertas:</u>      | - 805 m.  |
| <u>Registro de eventos:</u>                           | - Registrador de eventos incorporado.   |

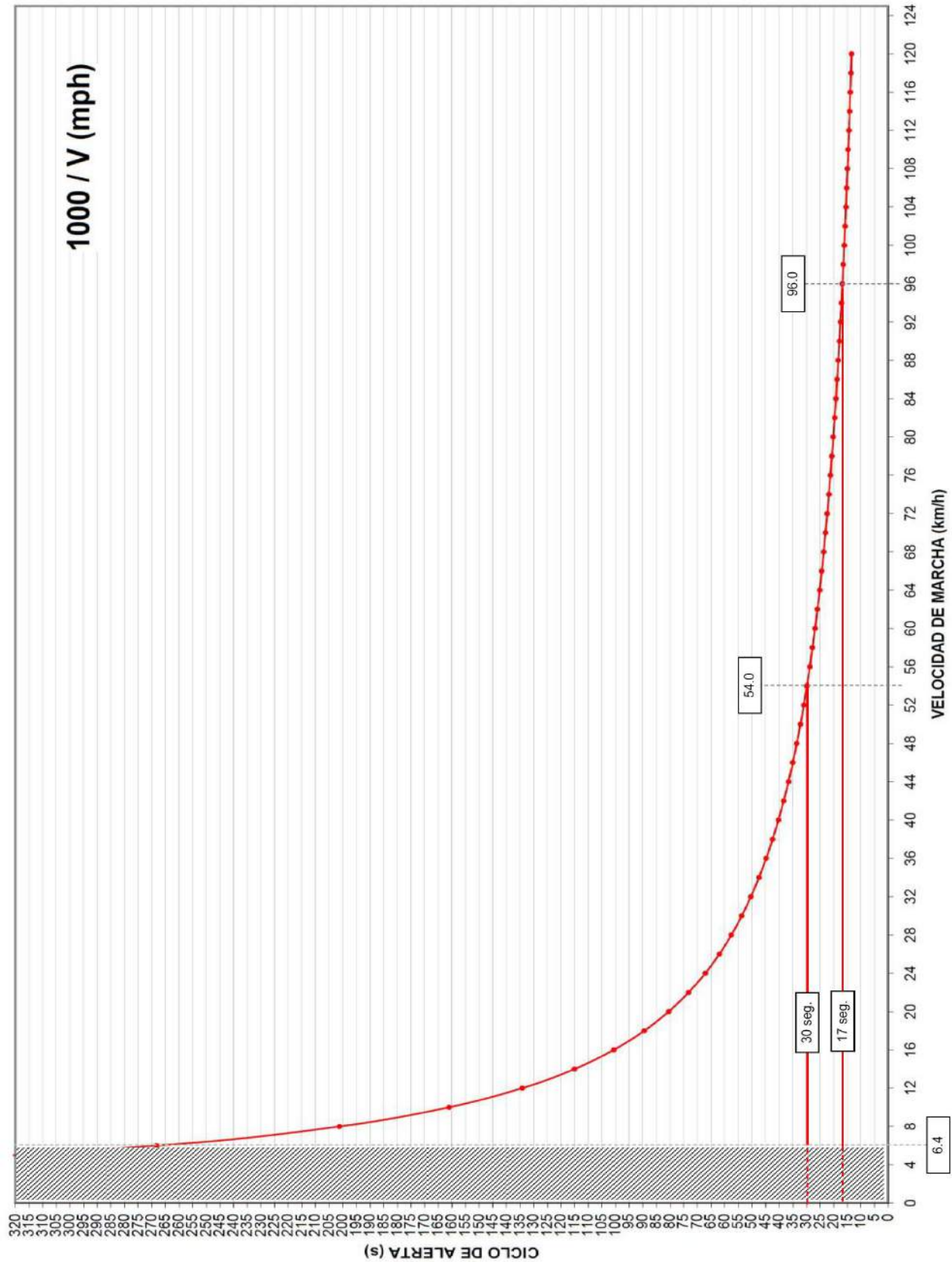




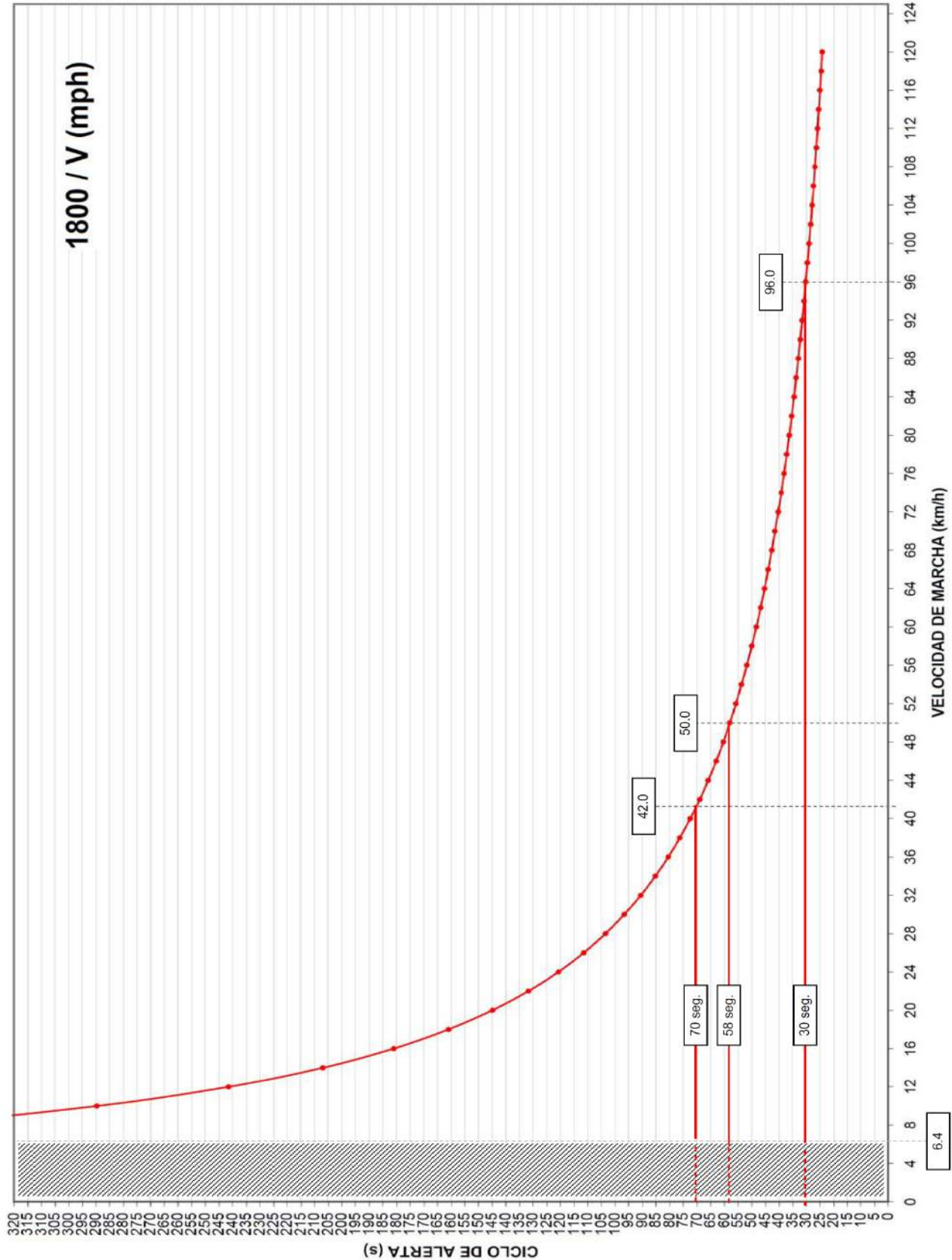
## **ANEXO 3**

### ***Tablas y Gráficos***

| <b>CICLO DE ALERTA MODO PASAJEROS</b> |                                 |               | <b>1000</b>    | <b>1609.34</b>   | <b>T (s)</b> |
|---------------------------------------|---------------------------------|---------------|----------------|------------------|--------------|
|                                       | <b>V</b>                        | <b>V</b>      | <b>V (mph)</b> | <b>V (Km./h)</b> |              |
|                                       | <b>(mph)</b>                    | <b>(km/h)</b> | <b>m/s</b>     | <b>dist.</b>     |              |
| Deshabilitado                         | 1.00                            | 1.61          | .....          | 0.45             | .....        |
|                                       | 2.00                            | 3.22          | .....          | 0.89             | .....        |
|                                       | 3.00                            | 4.83          | .....          | 1.34             | .....        |
|                                       | 4.00                            | 6.44          | .....          | 1.79             | .....        |
| Ciclo Fijo de 30 seg.                 | 5.00                            | 8.05          | 30.00          | 2.24             | 67.06        |
|                                       | 6.00                            | 9.66          | 30.00          | 2.68             | 80.47        |
|                                       | 7.00                            | 11.27         | 30.00          | 3.13             | 93.88        |
|                                       | 8.00                            | 12.87         | 30.00          | 3.58             | 107.29       |
|                                       | 9.00                            | 14.48         | 30.00          | 4.02             | 120.70       |
|                                       | 10.00                           | 16.09         | 30.00          | 4.47             | 134.11       |
|                                       | 11.00                           | 17.70         | 30.00          | 4.92             | 147.52       |
|                                       | 12.00                           | 19.31         | 30.00          | 5.36             | 160.93       |
|                                       | 13.00                           | 20.92         | 30.00          | 5.81             | 174.35       |
|                                       | 14.00                           | 22.53         | 30.00          | 6.26             | 187.76       |
|                                       | 15.00                           | 24.14         | 30.00          | 6.71             | 201.17       |
|                                       | 16.00                           | 25.75         | 30.00          | 7.15             | 214.58       |
|                                       | 17.00                           | 27.36         | 30.00          | 7.60             | 227.99       |
|                                       | 18.00                           | 28.97         | 30.00          | 8.05             | 241.40       |
|                                       | 19.00                           | 30.58         | 30.00          | 8.49             | 254.81       |
|                                       | 20.00                           | 32.19         | 30.00          | 8.94             | 268.22       |
|                                       | 21.00                           | 33.80         | 30.00          | 9.39             | 281.64       |
|                                       | 22.00                           | 35.41         | 30.00          | 9.83             | 295.05       |
|                                       | 23.00                           | 37.01         | 30.00          | 10.28            | 308.46       |
|                                       | 24.00                           | 38.62         | 30.00          | 10.73            | 321.87       |
|                                       | 25.00                           | 40.23         | 30.00          | 11.18            | 335.28       |
|                                       | 26.00                           | 41.84         | 30.00          | 11.62            | 348.69       |
|                                       | 27.00                           | 43.45         | 30.00          | 12.07            | 362.10       |
|                                       | 28.00                           | 45.06         | 30.00          | 12.52            | 375.51       |
|                                       | 29.00                           | 46.67         | 30.00          | 12.96            | 388.92       |
|                                       | 30.00                           | 48.28         | 30.00          | 13.41            | 402.34       |
|                                       | 31.00                           | 49.89         | 30.00          | 13.86            | 415.75       |
|                                       | 32.00                           | 51.50         | 30.00          | 14.31            | 429.16       |
|                                       | 33.00                           | 53.11         | 30.00          | 14.75            | 442.57       |
|                                       | Ciclo variable con la velocidad | 34.00         | 54.72          | 29.41            | 15.20        |
| 35.00                                 |                                 | 56.33         | 28.57          | 15.65            | 447.04       |
| 36.00                                 |                                 | 57.94         | 27.78          | 16.09            | 447.04       |
| 37.00                                 |                                 | 59.55         | 27.03          | 16.54            | 447.04       |
| 38.00                                 |                                 | 61.16         | 26.32          | 16.99            | 447.04       |
| 39.00                                 |                                 | 62.76         | 25.64          | 17.43            | 447.04       |
| 40.00                                 |                                 | 64.37         | 25.00          | 17.88            | 447.04       |
| 41.00                                 |                                 | 65.98         | 24.39          | 18.33            | 447.04       |
| 42.00                                 |                                 | 67.59         | 23.81          | 18.78            | 447.04       |
| 43.00                                 |                                 | 69.20         | 23.26          | 19.22            | 447.04       |
| 44.00                                 |                                 | 70.81         | 22.73          | 19.67            | 447.04       |
| 45.00                                 |                                 | 72.42         | 22.22          | 20.12            | 447.04       |
| 46.00                                 |                                 | 74.03         | 21.74          | 20.56            | 447.04       |
| 47.00                                 |                                 | 75.64         | 21.28          | 21.01            | 447.04       |
| 48.00                                 |                                 | 77.25         | 20.83          | 21.46            | 447.04       |
| 49.00                                 |                                 | 78.86         | 20.41          | 21.90            | 447.04       |
| 50.00                                 |                                 | 80.47         | 20.00          | 22.35            | 447.04       |
| 51.00                                 |                                 | 82.08         | 19.61          | 22.80            | 447.04       |
| 52.00                                 |                                 | 83.69         | 19.23          | 23.25            | 447.04       |
| 53.00                                 |                                 | 85.30         | 18.87          | 23.69            | 447.04       |
| 54.00                                 |                                 | 86.90         | 18.52          | 24.14            | 447.04       |
| 55.00                                 |                                 | 88.51         | 18.18          | 24.59            | 447.04       |
| 56.00                                 |                                 | 90.12         | 17.86          | 25.03            | 447.04       |
| 57.00                                 |                                 | 91.73         | 17.54          | 25.48            | 447.04       |
| 58.00                                 |                                 | 93.34         | 17.24          | 25.93            | 447.04       |
| 59.00                                 |                                 | 94.95         | 16.95          | 26.38            | 447.04       |
| 60.00                                 |                                 | 96.56         | 16.67          | 26.82            | 447.04       |



| <b>CICLO DE ALERTA MODO CARGAS</b> |              |               | <b>1800</b>    | <b>2896.82</b>   | <b>T (s)</b> |
|------------------------------------|--------------|---------------|----------------|------------------|--------------|
|                                    | <b>V</b>     | <b>V</b>      | <b>V (mph)</b> | <b>V (Km./h)</b> |              |
|                                    | <b>(mph)</b> | <b>(km/h)</b> | <b>m/s</b>     | <b>dist.</b>     |              |
| Deshabilitado                      | 1.00         | 1.61          | 0.45           | .....            |              |
|                                    | 2.00         | 3.22          | 0.89           | .....            |              |
|                                    | 3.00         | 4.83          | 1.34           | .....            |              |
|                                    | 4.00         | 6.44          | 1.79           | .....            |              |
| Ciclo Fijo de 70 seg.              | 5.00         | 8.05          | 2.24           | 156.46           |              |
|                                    | 6.00         | 9.66          | 2.68           | 187.76           |              |
|                                    | 7.00         | 11.27         | 3.13           | 219.05           |              |
|                                    | 8.00         | 12.87         | 3.58           | 250.34           |              |
|                                    | 9.00         | 14.48         | 4.02           | 281.64           |              |
|                                    | 10.00        | 16.09         | 4.47           | 312.93           |              |
|                                    | 11.00        | 17.70         | 4.92           | 344.22           |              |
|                                    | 12.00        | 19.31         | 5.36           | 375.51           |              |
|                                    | 13.00        | 20.92         | 5.81           | 406.81           |              |
|                                    | 14.00        | 22.53         | 6.26           | 438.10           |              |
|                                    | 15.00        | 24.14         | 6.71           | 469.39           |              |
|                                    | 16.00        | 25.75         | 7.15           | 500.68           |              |
|                                    | 17.00        | 27.36         | 7.60           | 531.98           |              |
|                                    | 18.00        | 28.97         | 8.05           | 563.27           |              |
|                                    | 19.00        | 30.58         | 8.49           | 594.56           |              |
|                                    | 20.00        | 32.19         | 8.94           | 625.86           |              |
|                                    | 21.00        | 33.80         | 9.39           | 657.15           |              |
|                                    | 22.00        | 35.41         | 9.83           | 688.44           |              |
|                                    | 23.00        | 37.01         | 10.28          | 719.73           |              |
|                                    | 24.00        | 38.62         | 10.73          | 751.03           |              |
|                                    | 25.00        | 40.23         | 11.18          | 782.32           |              |
| Ciclo variable con la velocidad    | 26.00        | 41.84         | 11.62          | 804.67           |              |
|                                    | 27.00        | 43.45         | 12.07          | 804.67           |              |
|                                    | 28.00        | 45.06         | 12.52          | 804.67           |              |
|                                    | 29.00        | 46.67         | 12.96          | 804.67           |              |
|                                    | 30.00        | 48.28         | 13.41          | 804.67           |              |
|                                    | 31.00        | 49.89         | 13.86          | 804.67           |              |
|                                    | 32.00        | 51.50         | 14.31          | 804.67           |              |
|                                    | 33.00        | 53.11         | 14.75          | 804.67           |              |
|                                    | 34.00        | 54.72         | 15.20          | 804.67           |              |
|                                    | 35.00        | 56.33         | 15.65          | 804.67           |              |
|                                    | 36.00        | 57.94         | 16.09          | 804.67           |              |
|                                    | 37.00        | 59.55         | 16.54          | 804.67           |              |
|                                    | 38.00        | 61.16         | 16.99          | 804.67           |              |
|                                    | 39.00        | 62.76         | 17.43          | 804.67           |              |
|                                    | 40.00        | 64.37         | 17.88          | 804.67           |              |
|                                    | 41.00        | 65.98         | 18.33          | 804.67           |              |
|                                    | 42.00        | 67.59         | 18.78          | 804.67           |              |
|                                    | 43.00        | 69.20         | 19.22          | 804.67           |              |
|                                    | 44.00        | 70.81         | 19.67          | 804.67           |              |
|                                    | 45.00        | 72.42         | 20.12          | 804.67           |              |
|                                    | 46.00        | 74.03         | 20.56          | 804.67           |              |
|                                    | 47.00        | 75.64         | 21.01          | 804.67           |              |
|                                    | 48.00        | 77.25         | 21.46          | 804.67           |              |
|                                    | 49.00        | 78.86         | 21.90          | 804.67           |              |
|                                    | 50.00        | 80.47         | 22.35          | 804.67           |              |
| 51.00                              | 82.08        | 22.80         | 804.67         |                  |              |
| 52.00                              | 83.69        | 23.25         | 804.67         |                  |              |
| 53.00                              | 85.30        | 23.69         | 804.67         |                  |              |
| 54.00                              | 86.90        | 24.14         | 804.67         |                  |              |
| 55.00                              | 88.51        | 24.59         | 804.67         |                  |              |
| 56.00                              | 90.12        | 25.03         | 804.67         |                  |              |
| 57.00                              | 91.73        | 25.48         | 804.67         |                  |              |
| 58.00                              | 93.34        | 25.93         | 804.67         |                  |              |
| 59.00                              | 94.95        | 26.38         | 804.67         |                  |              |
| 60.00                              | 96.56        | 26.82         | 804.67         |                  |              |



**Elaborado por: Ing. Alejandro Leonetti**

| <b>APROBO</b> | <b>FECHA</b> | <b>EMISION</b> | <b>ALTERACION</b> |
|---------------|--------------|----------------|-------------------|
|               |              | 4              |                   |
|               |              | 3              |                   |
|               |              | 2              |                   |
|               |              | 1              |                   |