

**APRUEBA ESPECIFICACIONES
TÉCNICAS FUNCIONALES DE
CONTROLADORES DE TRÁFICO.**

VISTOS:

Lo dispuesto en el DFL N°1-19.653 de 2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que fijó el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley N° 18.575, Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado; los Decretos con Fuerza de Ley N° 343 de 1953 y N° 279 de 1960, ambos del Ministerio de Hacienda, relativos a la organización, obligaciones y atribuciones de la Subsecretaría de Transportes; el Decreto Ley N° 557 de 1974, del Ministerio del Interior, que creó el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones; la Ley N° 18.059, que asigna al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones el carácter de Organismo Rector Nacional de Tránsito y le señala atribuciones; el Decreto N° 78, de 2012, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, que Aprueba Manual de Señalización de Tránsito; el Decreto Supremo N° 32, de 2008, que delegó facultades en el Subsecretario de Transportes, y el Decreto Supremo N° 24, de 10 de marzo de 2023, que nombró a don Jorge Daza Lobos en el cargo de Subsecretario de Transportes, ambos del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones; y la Resolución N° 36, de 2024, que fija normas sobre exención del trámite de toma de razón de la Contraloría General de la República; y la demás normativa aplicable.

CONSIDERANDO:

- 1) Que, la Ley N° 18.059 asigna al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones el carácter de organismo rector nacional de tránsito y le señala atribuciones, disponiendo que será el organismo normativo nacional encargado de proponer las políticas en materia de tránsito por calles y caminos y demás vías públicas o abiertas al uso público y de coordinar, evaluar y controlar su cumplimiento.
- 2) Que, el Decreto N° 78 de 2012, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, que aprueba el Manual de Señalización de Tránsito, establece en el Título IV, las normas de regulación del tránsito en vías públicas mediante semáforos, cuyo objetivo es obtener, a través del cumplimiento de esas normas, una completa uniformidad de la regulación de tránsito con semáforos en todo el territorio nacional.
- 3) Que, en el artículo 16 de la citada disposición se prescribe que el estudio de justificación de los semáforos debe ser presentado a la Unidad Operativa de Control de Tránsito del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, en adelante, UOCT, para su análisis y aprobación.
- 4) Que, la metodología para la realización de dicho estudio se señala en el Capítulo

4 del Apéndice del mencionado Decreto N° 78. En consecuencia, la instalación de un semáforo, previamente justificado, debe realizarse de acuerdo con un proyecto de semaforización aprobado por la UOCT y considerar los requisitos y características indicadas en el Apéndice y en las Especificaciones Técnicas para la Instalación de Semáforos, Especificaciones Técnicas de Controladores de Tráfico, Especificaciones Técnicas de Módulos de Señales Leds, Manual de Programación y Modelación de Semáforos, y Manual de Mantenimiento de Semáforos y Actualización de Programaciones, todos ellos publicados en el sitio web www.uoct.cl.

- 5) Que el controlador de semáforos es el dispositivo electrónico parte de un sistema de semáforos, cuya función principal es gestionar el flujo de tráfico en una intersección, determinando cuándo cada luz (roja, amarilla, verde) debe encenderse y por cuánto tiempo.
- 6) Que, las Especificaciones Técnicas Funcionales de Controladores de Tráfico determinan en forma unívoca la operación del semáforo, la cual es homogénea a nivel nacional, por lo que no pueden estar sujetas a modificaciones sin una exhaustiva revisión y aprobación de la UOCT y la Subsecretaría de Transporte.
- 7) Que, en virtud de lo anterior es necesaria la regulación y aprobación de las Especificaciones Técnicas Funcionales de Controladores de Tráfico, mediante su sanción a través del presente acto administrativo.

RESUELVO:

1.- APRUÉBASE, las “**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS FUNCIONALES DE CONTROLADORES DE TRÁFICO**”, cuyo tenor es el siguiente:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS FUNCIONALES DE CONTROLADORES DE TRÁFICO

1 INTRODUCCIÓN

- 1.1 Antecedentes**
- 1.2 Descripción general**
- 1.3 Certificación de los controladores**
- 1.4 Alcance**
- 1.5 Certificación de los controladores**

2 CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DE LOS CONTROLADORES

- 2.1 Fases**
- 2.2 Etapas**
- 2.3 Modos de operación del controlador**
- 2.4 Modo operación actuada por vehículos**

- 2.5 Modo operación de tiempos fijos**
- 2.6 Modo operación sincronización sin cable**
- 2.7 Modo Operación Control Manual**
- 2.8 Modo Operación de Llamada de Emergencia**
- 2.9 Modo Operación Bajo un Sistema de Control de Área**
- 2.10 Modo de operación Intermitente**

3 PARÁMETROS DE CALIBRACIÓN

- 3.1 Rangos e Incrementos**
- 3.2 Tolerancias**
- 3.3 Parámetros Fijos y Alterables**
- 3.4 Mediciones de Velocidad**

ANEXO N° 1 TERMINOLOGÍA BÁSICA

ANEXO N° 2 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Para abordar eficazmente los problemas de movilidad que se presentan en una ciudad, es fundamental considerar una serie de medidas que complementen las soluciones tradicionales. En este sentido, la innovación y el uso de tecnologías avanzadas deben jugar un papel crucial en el diseño de estrategias adecuadas. Es aquí donde los Sistemas Inteligentes en el Transporte (ITS, sigla en inglés) se vuelven indispensables, ya que permiten gestionar las redes de transporte de manera más segura, coordinada e inteligente. Estos sistemas utilizan una variedad de herramientas tecnológicas que mejoran la eficiencia y seguridad del transporte.

En el contexto actual, y con el propósito específico de enfrentar los problemas de movilidad que se experimentan en Chile, la Unidad Operativa de Control de Tránsito (UOCT), que es un programa bajo la Secretaría de Transportes, ha iniciado un proceso significativo de reestructuración. Esta reestructuración se centra en actualizar y mejorar las especificaciones técnicas de los controladores de tráfico. La UOCT busca no solo modernizar estos dispositivos, sino también optimizar su funcionamiento para responder mejor a las demandas de una red de transporte en constante evolución.

Este proceso de reestructuración implica una revisión exhaustiva de las tecnologías actuales utilizadas en los controladores de tráfico, así como la incorporación de nuevas tecnologías que puedan ofrecer soluciones más eficientes.

En resumen, la combinación de innovación, tecnología avanzada y la reestructuración de sistemas existentes es esencial para abordar los complejos problemas de movilidad urbana. La implementación de Sistemas Inteligentes en el Transporte y la actualización de los controladores de tráfico por parte de la UOCT son pasos importantes hacia la creación de una red de transporte más eficiente y segura en Chile.

A continuación, vamos a encontrar las normas funcionales que tendrán que basarse todos los controladores de tráfico que estén o vayan a estar instalados en Chile.

1.2 Descripción general

El controlador de tráfico es el equipo encargado de gobernar los semáforos de un cruce.

El funcionamiento de un semáforo está determinado por las capacidades del equipo controlador correspondiente. Los controladores pueden agruparse en dos categorías: aquellos que funcionan con planes predeterminados y los que operan ajustándose a las condiciones de circulación, y que se denominan dinámicos.

El **controlador de tráfico con planes predeterminados**, efectúa el gobierno de los semáforos siguiendo exclusivamente los parámetros definidos en el plan de tráfico operativo.

El **controlador de tráfico dinámico**, sigue las indicaciones suministradas por detectores y pulsadores, pudiendo modificar la estructura, el ciclo y el reparto, según los distintos grados de accionamiento, incidiendo normalmente sobre las fases.

En los diagramas 1 y 2, se presentan dos arquitecturas de instalación de controladores que se pueden encontrar actualmente en Chile. El diagrama 1, se muestra un controlador trabajando en modo aislado sin comunicación con el centro de control, y en el diagrama 2, se muestra un controlador trabajando en modo coordinado con comunicación con el centro de control. Estas dos variantes pueden ir con o sin SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida).

Diagrama 1

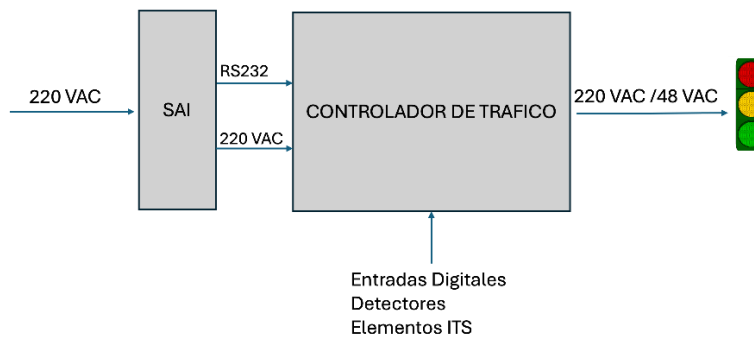
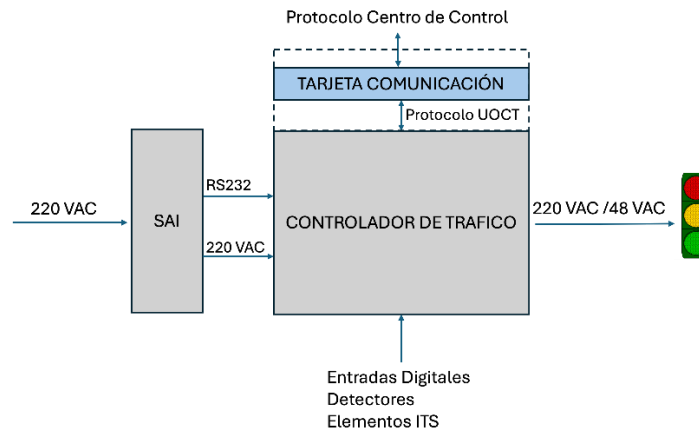


Diagrama 2



1.3 Certificación de los controladores

Las presentes especificaciones corresponden a las "Especificaciones Técnicas de Controladores de Tráfico - Funcionales " desarrollada por la Unidad Operativa de Control de Tránsito (UOCT). Ellas contienen todos los requerimientos funcionales que deberán cumplirse con el fin de certificar un controlador de tráfico urbano.

1.4 Alcance

Este documento describe al controlador desde el punto de vista de sus funciones, las facilidades necesarias y los diferentes métodos de control que influyen su operación. Todas las facilidades descritas en este punto deben poder agregarse al controlador, a menos que se especifiquen como alternativas.

El controlador debe activar sólo las indicaciones de señales definidas en el Manual de Señalización de Tránsito del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Capítulo 4 .¹

Las solicitudes de derecho de paso pueden ser recibidas por el controlador de las siguientes formas:

- Desde equipos de detección de vehículos y botoneras o dispositivos para peatones.
- Desde el computador central de control de tráfico.
- Desde el equipo de coordinación por reloj
- Por operación manual.
- Por demandas por tráfico de vehículos de emergencia.

1.5 Certificación de los controladores

Las presentes especificaciones corresponden a las "Especificaciones Técnicas de Controladores de Tráfico - Funcionales " desarrollada por la Unidad Operativa de Control de Tránsito (UOCT). Ellas contienen todos los requerimientos funcionales que deberán cumplirse con el fin de certificar un controlador de tráfico urbano.

¹ <https://www.conaset.cl/manualsenalizacion/>

2 CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DE LOS CONTROLADORES

2.1 Fases

El controlador debe permitir definir un mínimo de 2 fases, con un máximo de 32 fases, más una de rojo simultánea. Estas fases deben ser ejecutables en cualquier orden sujeto al método de operación del controlador, descrito en el punto 2.3, a los requerimientos de tráfico y a las consideraciones de seguridad.

2.2 Etapas

2.2.1 Capacidad de las etapas:

El controlador debe permitir controlar un mínimo de 4 etapas con un máximo de 32, debiendo cualquiera de ellas ser controlada de acuerdo a:

- Demandas o extensiones desde detectores de vehículos.
- Dependencia de la demanda (vehículos o peatones)
- Duración fija.

Los parámetros serán ajustados dependiendo de la aplicación, pero cada grupo de semáforos controlará lo siguiente:

- Movimientos vehiculares
- Movimientos de peatones
- Movimientos vehiculares controlados por flechas verdes
- Etapas vacías (es decir, sin aspectos asociados a ella)

2.2.2 Aspectos Vehiculares:

El equipo debe proveer la capacidad de controlar aspectos del semáforo que incluyan rojo, amarillo y verde. Este último puede ser una flecha que indique giro a la izquierda, derecha o continuar recto, según se requiera, de acuerdo al método de control.

2.2.3 Aspectos Peatonales:

El equipo debe proveer la capacidad de controlar los aspectos peatonales (siluetas rojas y verdes), más los indicadores de espera localizados en las botoneras o dispositivos para peatones.

2.2.4 Aspectos de giro a la izquierda:

El equipo debe proveer la capacidad de controlar aspectos del semáforo que incluyan una o más señales en paralelo indicando giro a la izquierda.

2.2.5 Aspectos de giro a la derecha:

El equipo debe proveer la capacidad de controlar aspectos del semáforo que incluyan una o más señales en paralelo indicando giro a la derecha.

2.2.6 Aspectos de "SIGA DERECHO":

El equipo debe proveer la capacidad de controlar aspectos del semáforo que incluyan una o más señales en paralelo indicando SIGA DERECHO.

NOTA: Solamente se requerirán las etapas 2.2.4 a 2.2.6 cuando se opere separadas de las etapas rojo, amarillo o verde.

2.2.7 Etapa vacía:

En las situaciones en que la duración de los aspectos o las demandas de los detectores necesiten ser asociadas a un movimiento de tráfico que no posee aspectos únicos, se requiere de una etapa vacía para proveer el tiempo o las condiciones de cambios de fases, a pesar de no haber aspectos luminosos asociados exclusivamente con dicha etapa.

2.2.8 Control de señales de tránsito:

El equipo de conmutación de aspectos del semáforo puede, si el diseñador lo estima conveniente, ser enviado para conmutar señales de tránsito activadas por el controlador.

2.2.9 Tiempos:

Debe asignarse una duración específica a cada aspecto verde a ser presentado, el cual incluirá:

- Tiempo de verde
- Extensión
- Tiempos máximos de verde

2.2.10 Detectores:

Los detectores de vehículos están asociados con movimientos y permiten:

- Demandar una fase
- Extender una fase
- Generar una demanda por emergencia
- Generar una condición de "TODO ROJO".

2.3 Modos de operación del controlador

2.3.1 El Controlador debe poder operar en los siguientes modos:

1. Modo operación actuada por vehículos
2. Modo de operación de tiempos fijos
3. Modo operación sincronización sin cable
4. Modo operación control manual
5. Modo operación de llamada de emergencia.
6. Modo operación bajo un sistema de control de área
7. Modo de operación intermitente

El proveedor debe demostrar que puede proveer el equipo necesario para implementar cada uno de los modos de control previamente señalados y siempre se deberá contar con las facilidades necesarias para hacer control manual.

2.3.2 Prioridades:

Los modos de operación deben actuar basados en prioridades, atendiéndose primero obviamente las de mayor prioridad, según el siguiente orden:

- Prioridades de emergencia
- Operación manual
- Sistema de control de tráfico
- Coordinación sin cable
- Otros modos seleccionados manualmente (actuado por vehículos, tiempos fijos)

Debe ser posible también intercalar las prioridades de los modos de emergencia y manual.

2.3.3 Cambios de modos:

1. El cambio entre modos de operación será determinado por las peticiones de acuerdo a la prioridad previamente definida. Las fases serán implementadas en relación con los requerimientos de los nuevos modos de operación. En ningún caso debe permitirse que un cambio de modo impida completar alguna facilidad de seguridad, por ejemplo, verdes mínimos, entreverdes, etc.
2. El controlador deberá procesar las demandas por derecho de paso, de acuerdo con el nuevo modo de control implementado. El controlador implementará el nuevo modo de control solicitado dentro de los dos segundos siguientes a la solicitud o remoción de una demanda por un modo de prioridad mayor, con excepción de que sea autorizado expresamente otro límite de tiempo.

2.4 Modo operación actuada por vehículos

2.4.1 Estrategia:

La estrategia a implementar será la denominada intervalo crítico, la cual definirá la asignación de verde y su prolongación, dentro de los límites definidos por el verde mínimo y máximo posible. Los rangos de valores para la duración de estas indicaciones se señalan en la sección 3.

1. Sistemáticamente el controlador debe proveer verde (derecho de paso) según las demandas de vehículos y peatones. Una vez que se le ha asignado derecho de paso a un movimiento, éste debe continuar al menos por su período mínimo. Las demandas provenientes de los detectores extenderán las etapas vehiculares según el incremento predefinido. De existir demandas por etapas en conflicto con las actuales en servicio, éstas podrán continuar hasta la duración máxima definida, instante en el cual el controlador intentará asignar derecho de paso a una o más de las demandas por movimientos registrados, a través de implementar una nueva fase.
2. En un cambio de una fase a la siguiente, las etapas inactivas en la nueva fase dejarán de mostrar verde y cambiarán al aspecto amarillo seguido de rojo (en las señales para peatones de dos aspectos, el aspecto verde estará seguido por una condición intermitente o de una señal y entonces rojo, o estará seguido por rojo) De cualquier forma, el aspecto amarillo tendrá una duración fija de tres segundos.
3. Los movimientos en los cuales se requiere que las señales presenten aspectos verdes en fases consecutivas seguirán mostrando aspecto verde durante el período de entreverde, generándose, de esta forma, los denominados movimientos traslapados.
4. Debe ser posible asignar un tiempo de verde constante a una fase, por ejemplo, para considerar tiempos de despeje de la intersección o de cruce de peatones.

5. Los movimientos peatonales que estén permitidos en forma paralela con algunos destinados a vehículos, pueden ser introducidos automáticamente o estar sujetos a la operación de botones para demandas peatonales. Los aspectos para peatones tienen, usualmente, una duración fija controlada por el verde mínimo asignado a ese movimiento, pero pueden ser extendidos por la fase para vehículos que está activa en forma paralela a ella.

2.4.2 Duración de las etapas:

1. Duración mínima para cada etapa:

- a. Esta facilidad debe proveerse para cada etapa.
- b. Esta facilidad es provista para inhibir que una etapa pierda derecho de paso durante un período de seguridad mínimo. Este período permitirá la detección de los vehículos en movimiento y, por consiguiente, generar la correspondiente extensión. No debe ser posible terminar la etapa si no ha transcurrido el período mínimo.
- c. Este período se contabilizará desde el comienzo del aspecto verde respectivo.

2. Duración mínima de aspectos verdes:

- a. La duración mínima de los aspectos verdes asociados a una fase será la determinada por la finalización de las duraciones mínimas de las etapas que pierden derecho de paso, como condición previa al cambio a la próxima fase.
- b. Un cambio de fase puede ocurrir después de expirar los tiempos mínimos de las etapas que pierden derecho de paso, siempre que no existan demandas por períodos de extensión para las etapas que están finalizando. En todo caso, puede haber un cambio de fase sin que la duración mínima de alguna etapa se haya cumplido, sujeto a que esta etapa continúe en la próxima fase.

3. Extensión por demandas vehiculares:

El paso de un vehículo sobre un detector que usualmente demande una etapa puede, durante el período verde de esa etapa, generar una extensión para la misma.

- a. Una demanda continua de un detector o detectores asociados a una etapa, debe mantener el aspecto verde de esa etapa (de acuerdo al numeral 1 del punto 2.4.1). La finalización de las demandas permitirá terminar esa etapa, sujeto a la complementación de un período de extensión que se inicia al cesar la demanda.
- b. Debe ser posible evitar que uno o varios detectores extiendan una etapa durante una fase única determinada, con el fin de probar los tiempos mínimos de esta etapa.

4. Cambio de fase por disminución del flujo:

Este cambio de fase ocurrirá cuando se satisfagan las siguientes condiciones:

- a. Cuando exista una demanda por derecho de paso para una etapa conflictiva.
- b. Cuando hayan finalizado los períodos de tiempo mínimo de las etapas activas.
- c. Cuando hayan finalizado los períodos de extensión de aspectos verdes de todas las etapas que perderán derecho de paso al cambiar a la próxima fase.

5. Duración máxima de aspectos verdes:

- a. Esta facilidad debe ser provista para cada etapa actuada por vehículos.
- b. El tiempo de verde máximo se comenzará a contar desde que la etapa adquiera derecho de paso, esto si existe una demanda registrada por una etapa conflictiva. En caso de no haber demandas conflictivas registradas, se comenzará a contar desde la recepción de la primera demanda por etapa conflictiva.
- c. El efecto de esta facilidad es acortar la duración máxima de las etapas, permitiendo al controlador implementar, a continuación, una etapa conflictiva a través del correspondiente cambio de fase.
- d. La duración máxima del aspecto verde de una fase en particular estará controlada por la complementación de la última fase asociada, si más de una etapa debe terminar para el cambio de fase, y si los tiempos máximos son diferentes.

6. Cambio del aspecto verde por finalización del tiempo máximo:

El cambio del aspecto verde por finalización del tiempo máximo se producirá después de completarse la duración máxima de las etapas no incluidas en la próxima fase, a fin de servir a las etapas conflictivas demandadas (según numeral 1 del punto 2.4.5 del presente documento.) Este cambio ocurrirá sin importar si los períodos máximos o mínimos de las etapas a ser servidas por la nueva fase hayan finalizado.

7. Aspectos amarillos:

A continuación de la pérdida de los derechos de paso de un movimiento, se presentará a éste un aspecto amarillo de tres segundos de duración (para los aspectos peatonales ver punto 2.4.8).

2.4.3 Períodos entrefases y entreverdes:

1. Entreverdes (Etapas): El período de entreverde es el que transcurre entre la pérdida del derecho de paso de un movimiento y el comienzo del derecho de paso a otro. Debe ser posible asignar períodos individuales de entreverdes a todas las transiciones entre etapas conflictivas.
2. Prolongaciones de derechos de paso: El controlador debe permitir tanto anticipar como retardar (con respecto a un cambio de fase) las indicaciones de derecho de paso para cualquier movimiento.
3. Entreverdes mínimos: En caso de no existir correlación entre la duración de los entreverdes y la duración de las etapas que intervienen en éstos, se deberá atrasar el comienzo de las etapas que proveerán de derechos de paso, de tal forma que ningún período de seguridad sea reducido bajo los valores mínimos.
4. Rojo simultáneo: A continuación del período de amarillo, se presentará, a los movimientos que pierden derecho de paso, los correspondientes aspectos rojos. El controlador debe incluir las facilidades necesarias a fin de generar rojo simultáneo en cualquier período de entreverde.
5. Extensión del período rojo: Debe ser posible extender el período rojo según las demandas de detectores localizados para este efecto, lo cual se logrará a través de las facilidades descritas en el numeral 2 del punto 2.4.10.

2.4.4 Detectores:

El equipo de detección es una unidad lógica independiente, la cual puede ser integrada en el controlador o ser instalada como una unidad independiente del mismo. Este equipo tiene por finalidad detectar e indicar al controlador la presencia y paso de vehículos. Tanto las características técnicas de este equipo como su instalación serán motivo de una especificación independiente de ésta, sin perjuicio de los detalles cubiertos en esta especificación.

1. **Función de los detectores:** Las salidas de los detectores están destinadas a influenciar la operación del controlador y generará demandas y extensiones del derecho de paso, según se especifica en los numerales 2 al 8 del punto 2.4.4 del presente documento.
2. **Uso de los detectores:** Debe ser posible conectar los detectores de forma tal que establezcan una demanda por etapa y/o la extiendan, según se solicite.
3. **Demanda peatonal:** Las demandas peatonales serán registradas en base de dispositivos localizados convenientemente, cuya actuación establece una demanda por la fase adecuada.
4. **Prueba de detectores:** El diseño del panel del detector debe permitir tanto inhibir el efecto de un detector como crear una demanda o extensión artificial en forma permanente. Este diseño se especificará con más detalle en el documento "Especificaciones Técnicas de Controladores de Tráfico - Tecnológicos".
5. **Aspecto rojo simultáneo:** Debe ser posible asociar algunos detectores con una etapa de rojo simultáneo (punto 2.4.10)
6. **Llamadas prioritarias desde detectores:** Los detectores pueden establecer una demanda prioritaria por una fase, la que se implementará en cuanto cumplan las duraciones mínimas de las etapas activas y de las que se activarán para generar el entreverde, si corresponde.
7. **Demandas por derechos de paso:**
 - a. Las demandas son del tipo diferido, es decir, permanecen activas hasta que el controlador introduce la etapa adecuada para servirla; o de tipo momentáneo, en el cual la demanda se anula al desactivarse el detector que la generaba.
 - b. Las demandas por derecho de paso para un movimiento al que se le está presentando aspectos rojos normalmente provendrán del (o los) detector(es) más alejado(s) de la intersección. Una vez que se satisfaga la petición de derecho de paso se cancelará la demanda.
 - c. Debe ser posible solicitar que la petición de demanda sea obtenida desde los detectores más cercanos a la intersección.
 - d. Debe ser posible obtener una demanda momentánea por las etapas adecuadas desde los detectores localizados para identificar movimiento de giro. En este caso, la demanda sólo debe persistir mientras el detector esté activado. Además, deber posible exigir un tiempo mínimo desde la activación del detector antes que la demanda sea considerada, y prolongar su efecto por un período posterior a la desactivación del detector.
8. **Demanda transferida:** Si una etapa finaliza por haberse cumplido su duración máxima, se deberá generar una demanda para activarla posteriormente, o bien esta demanda puede ser establecida para otra etapa que dé derecho de paso al mismo movimiento.
9. **Etapas básicas:** En el caso de no recibirse demandas, el controlador debe implementar una fase definida expresamente con este propósito (fase básica).

2.4.5 Selección de fases:

1. Requisitos básicos:

El controlador examinará las demandas por etapas e identificará las fases que satisfacen esas demandas. Los cambios de fases se efectuarán en forma cíclica, debiendo ser posible introducir las restricciones adecuadas para asegurar que el controlador presente una secuencia de indicaciones que no comprometa la seguridad tanto de vehículos como de peatones. En especial, debe ser posible:

- a. Exigir que una fase en particular siga siempre a otra.
 - b. Exigir que una fase en particular siempre preceda a otra.
 - c. Prohibir determinadas secuencias de fases e indicar la secuencia alternativa para implementar una fase. La implementación de estas restricciones es a través de las facilidades descritas en el numeral 2 del punto 2.4.5 y en el punto 2.4.6 del presente documento.
 - d. Que cuando una etapa demandada pueda ser servida por más de una fase, ésta sea satisfecha por la fase que implemente las etapas más demandadas.
2. Restricciones a las secuencias de fases según otras formas de operar.
- a. Dependiendo del modo de operación, el efecto de los detectores de vehículos en el controlador puede ser anulado, aplicándose restricciones adicionales a los cambios de indicaciones que el controlador puede implementar.
 - b. Los detalles de las restricciones posibles están tratados en las secciones pertinentes, como sigue:
 - Numeral 2.6: Modo Operación CLF Sincronización sin Cable,
 - Numeral 2.7: Modo Operación Control Manual,
 - Numeral 2.8: Modo Operación de Llamada de Emergencia ,
 - Numeral 2.9: Modo Operación Bajo un Sistema de Control de Área.

2.4.6 Restricciones en las secuencias de fase:

1. Cambios de fases prohibidos:

El controlador debe tener la capacidad de impedir la implementación de algunas secuencias de fases. Las demandas por estos cambios serán ignoradas y el controlador permanecerá en la fase en servicio.

2. Alternativa de implementación de fases:

- a. Cuando una demanda por un cambio de fase viole algún requerimiento de ingeniería de tránsito en la intersección, el controlador no permitirá que el cambio ocurra directamente y reinterpretará la demanda, en términos de introducir una fase intermedia, para posteriormente aplicar la fase solicitada. Esto permitirá servir la fase solicitada a través de una secuencia aceptable.
- b. Cuando el controlador implemente la fase intermedia se permitirá que la operación continúe como si la demanda por esta fase hubiera sido activada por los detectores
- c. Además, el controlador podrá servir demandas provenientes de los accesos laterales como parte de la secuencia que permitirá implementar la fase deseada.

3. Cambios de fases prohibidas y alternativas, según el modo de operación:

Debe ser posible implementar un conjunto único de secuencias de fases prohibidas o alternativas para cada modo de operación como sigue:

- a. Modo operación bajo un sistema control de área - prohibir cambios
- b. Modo operación CLF sincronización sin cables - prohibir cambios
- c. Modo operación control manual - prohibir cambios
- d. Modo operación llamada de emergencia - secuencia alternativa
- e. Modo de operación actuado por vehículos - secuencias alternativas.

2.4.7 Giros:

La operación de las flechas verdes señaladas en los puntos 2.2.4; 2.2.5 y 2.2.6 precedentes y utilizadas para el control de los movimientos de giro se efectúa como se indica:

1. Flecha de giro a la izquierda:

- a. La señal de giro a la izquierda debe estar siempre iluminada durante la fase que la activa y debe ser seguida por un aspecto amarillo presentado a los movimientos asociados.
- b. Cuando la señal de giro a la izquierda permanezca iluminada en fases consecutivas también deberá permanecer iluminada en el entreverde entre las fases respectivas.
- c. En aquellos lugares en los cuales se implemente una pérdida anticipada de derecho de paso para algunos de los movimientos a fin de favorecer un movimiento de giro, el controlador debe permitir que la señal de flecha verde sea activada sólo después de un período pre-determinado de entreverde con respecto a los movimientos que pierden derecho de paso, y hasta el final de la fase activa.
- d. Las demandas por una fase especial de giro a la izquierda sólo serán consideradas si existe una demanda proveniente de los detectores que identifican los movimientos conflictivos para dicho movimiento.
- e. Debe ser posible atrasar la introducción de una señal de giro, según se define en 2.4.3 punto 2.
- f. Las señales de giro a la derecha no deberán ser anuladas cuando el controlador se encuentre en modo manual.
- g. En la modalidad de operación denominada coordinación sin cables, el control de las señales de giro se llevará a cabo en la misma forma que cuando se está operando como Controlador Actuado por Vehículos.
- h. Bajo operación de tiempo fijo, las señales de giro aparecerán en todas las etapas en que se haya considerado su activación, independiente del estado de los detectores.
- i. Si las señales de giro se encuentran activas al solicitarse un cambio de modo de operación, éstas continuarán operando según el nuevo modo de operación.

2. Aspectos de filtro para giro a la derecha:

Cuando estos aspectos no estén reemplazando el aspecto verde del semáforo se operarán como se detalla a continuación.

- a. Deberán estar siempre iluminados durante la etapa pertinente o sólo aparecerán si además existe una demanda desde un detector de vehículos que identifica un movimiento conflictivo.
- b. Normalmente, la flecha verde está iluminada sin que lo esté el aspecto verde que enfrenta el mismo movimiento. Debe ser posible arreglar que una demanda por esta condición active simultáneamente una demanda por la etapa que presentará aspectos verdes a todo el acceso.
- c. La indicación de flecha verde debe ser terminada cuando los aspectos que controlan el acceso cambien a verde o amarillo.
- d. Debe ser posible demorar la aparición de las indicaciones de flecha de giro (ver numeral 2 del punto 2.4.3).

2.4.8 Facilidades a los peatones:

1. Deber ser posible implementar las siguientes facilidades para los peatones:

- a. Etapas de duración fija, de uso exclusivo para los peatones.
- b. Etapas de duración fija, otorgando derecho de paso tanto a vehículos como a peatones.
- c. Etapas con derecho de paso tanto para vehículos como para peatones, cuya duración puede extenderse según las demandas de los detectores de vehículos, pero no según las demandas peatonales.

2. La activación de la señal verde para peatones debe estar precedida por un período de entreverde fijo. La señal roja para peatones debe estar activada durante todo el período en que no esté la señal verde, con la excepción de lo señalado en el literal b, del numeral 3 del punto 2.4.8 del presente documento.

3. El término del aspecto verde para peatones dará lugar a alguna de las siguientes situaciones:

- a. El aspecto verde para peatones será seguido por el rojo, el que comenzará en forma simultánea con el período de entreverde.
- b. Alternativamente, el aspecto verde para peatones será seguido de un período sin indicaciones de 3 segundos, después del cual se activará el aspecto rojo. El período sin indicaciones comenzará en forma simultánea con el período de entreverde.
- c. En el caso del literal c), del numeral 1 del punto 2.4.8, en que la señal que autoriza el paso de peatones es extendida por las demandas por la etapa vehicular asociada, se tendrá que al terminar ésta por haberse alcanzado la duración máxima prefijada, o por haber disminuido las demandas, se ignorarán los detectores y el aspecto vehicular continuará en verde mientras el aspecto peatonal deja de presentar indicaciones, durante un período fijo, al cabo del cual comenzará el entreverde.
- d. El período durante el cual los aspectos peatonales no presentan indicaciones debe considerarse como parte del entreverde de las etapas peatonales.

4. Las demandas de los peatones deben iluminar una indicación en las cajas donde están localizados los botones destinados a registrar estas demandas. Estas permanecerán iluminadas hasta que sea servida la demanda en cuyo instante esta indicación se desactivará. Las demandas peatonales que se produzcan mientras permanece activada la etapa destinada a servirla serán ignoradas.

2.4.9 Energizado del Controlador

1. Cuando el controlador sea energizado, o cuando sean reconectados los aspectos por el interruptor del panel manual o interruptor del controlador, se introducirá una demora de hasta 120 segundos en la activación de las indicaciones correspondientes. A continuación de este período, el controlador comenzará a operar según el siguiente procedimiento:
 - a. Las etapas vehiculares, que en la fase 1 presentarán aspectos rojos, comenzarán mostrando un aspecto amarillo con una duración de 3 segundos, seguido por los aspectos rojos.
 - b. Durante el período amarillo definido en literal a, del numeral 1 del punto 2.4.9, los aspectos que deberían presentar verde deberán permanecer apagados y ellos sólo se activarán después de un período de entreverde inicial, el cual comenzará simultáneamente con el aspecto rojo definido en literal a, del numeral 1 del punto 2.4.9.
 - c. El período de entreverde inicial debe ser programable.
 - d. Todos los aspectos peatonales deben indicar rojo al comenzar el período amarillo definido en literal a, anterior.
 - e. Al re-energizarse el controlador, deberá insertar demandas para todas las etapas (en todos los modos de operación), asegurándose de esta forma que ningún vehículo queda permanentemente enfrentado a un aspecto rojo.

2.4.10 Indicaciones rojo simultáneo:

1. Etapas de rojo simultáneo:
 - a. Las etapas de rojo simultáneo son aquellas en las que se presentan aspectos rojos a todos los movimientos. Son usados para proveer un tiempo adicional de despeje entre movimientos conflictivos, por ejemplo, en puentes cuya única calzada sea utilizada para dos sentidos de tránsito, o en intersecciones cuyas dimensiones obliguen a emplear un entreverde importante.
 - b. La etapa de rojo simultáneo tendrá una duración mínima, y podrá ser extendida por los detectores relevantes hasta una duración máxima.
 - c. La etapa de rojo simultáneo puede ser activada automáticamente, y comenzará después de completarse el aspecto amarillo presentado al último movimiento que pierde derecho de paso.
 - d. Cualquiera de las etapas definidas en punto 2.2.1. puede ser definida como una etapa de rojo simultáneo.
 - e. La facilidad de Todo Rojo definida en numeral 4 del punto 2.7.1 debe ser considerada como una etapa de rojo simultáneo, pero bajo control manual todos los detectores asociados serán ignorados.

2. Extensión del rojo simultáneo como parte del entreverde:

Las facilidades descritas en los siguientes acápite pueden ser empleadas para extender la etapa de rojo simultáneo entre movimientos que pierden el derecho de paso y los que lo ganan. Esto incluye las indicaciones presentadas a los movimientos que tienen derecho de paso tanto en la fase antigua como en la nueva.

- a. Después que el período de rojo simultáneo determinado por las necesidades del entreverde (numeral 4 del 2.4.3) ha finalizado, debe ser posible extenderlo según la demanda de los detectores pertinentes, con la sola limitación de una duración máxima para esta indicación. La finalización de la demanda causará que la condición de rojo simultáneo sea mantenida por un período fijo, denominado período de extensión de rojo.
- b. Durante el período de extensión del rojo simultáneo, las demoras para introducir las indicaciones de derecho de paso o algún movimiento (numeral 2 del punto 2.4.3) no son contabilizadas (es decir, no debe haber cambios en las demoras definidas para asignar derechos de paso o algún movimiento con respecto a la finalización del rojo simultáneo).
- c. Se programará un valor único del período de extensión de rojo simultáneo.
- d. Se programará un valor único para la duración máxima de la etapa de rojo simultáneo.
- e. Bajo control manual, tanto el período de extensión del rojo simultáneo como la duración máxima de éste no serán operativos.
- f. Bajo operación de tiempo fijo, coordinación sin cables y control de área de tráfico, el controlador deberá extender el período de rojo simultáneo hasta su duración máxima.

2.5 Modo operación de tiempos fijos

1. En este modo de operación las fases aparecerán en un orden cíclico, y la duración de las indicaciones estará dada por las duraciones máximas permitidas para cada etapa.
2. Este modo de operación será introducido activando un interruptor o botón en el panel del controlador.
3. Debe ser posible definir la secuencia de fases a ser implementadas bajo este modo de operación.
4. Si se usa rojo simultáneo, debe ser extendido hasta su duración máxima, cuando se reinicie la operación como Actuada por Vehículos, se deberá insertar demandas para todas las fases, asegurándose de esta forma que ningún vehículo quede permanentemente enfrentando un aspecto rojo.
5. Todas las etapas que se introducían condicionalmente en las fases bajo operación actuada por vehículos, deberán ser utilizadas si la fase correspondiente es empleada bajo operación de tiempo fijo.

2.6 Modo operación sincronización sin cable

Este sistema provee las facilidades necesarias para que el controlador sea integrado en un sistema de coordinación sin cables o para permitir que el controlador siga coordinado, en caso de falla del enlace de comunicaciones, en un sistema de control de área. Adicionalmente, este sistema será usado para controlar funciones que dependan del horario, como conjuntos alternativos de parámetros, cambios en la estructura de fases, activación de señales luminosas, etc.

El corazón del sistema lo constituye un reloj de precisión y de tiempo real del cual se obtiene la cronometría.

2.6.1 Sistema de registro del tiempo:

El sistema de registro del tiempo se compone de dos elementos:

- Reloj de siete días
- Selector de eventos

En operación normal ambos elementos están sincronizados a la frecuencia de la red de energía.

1. **Reloj de siete días:** Genera la cronometría del sistema con una base de 24 horas y siete días y una resolución de 1 segundo.
 - a. El reloj debe ser ajustable a través de una facilidad manual.
 - b. Para ayudar en esta operación debe ser posible introducir un valor del tiempo, el cual, bajo la acción de un interruptor o botón, será cargado en el reloj.
 - c. Los fabricantes podrán proveer un método automático de iniciación y sincronización, por ejemplo, a través de una unidad portátil.
 - d. Debe existir la posibilidad de observar los registros del reloj en cualquier momento, estando los siguientes parámetros disponibles para su observación.
 - Día de la semana
 - Horas
 - Minutos
 - Segundos
 - e. Fallas de la fuente de energía: De ocurrir una falla total o transitoria de la fuente de energía que impida obtener la cronometría básica de la frecuencia de la red de energía, esta información será obtenida de un oscilador controlado por un cristal de cuarzo. El oscilador o cristal deberá mantener, cuando sea empleado, funcionando el reloj de siete días, con un error menor que un segundo en 8 horas a una temperatura nominal de 30°C.
 - f. Baterías de respaldo: Durante las fallas de energía, el sistema de reloj será energizado por una batería de respaldo.
 - g. Cambios de horarios: Debe ser posible que el operador, en la semana precedente, registre un avance o retardo de una hora en el reloj de siete días. Cuando éste se active, avanzará o atrasará el reloj en una hora el día Domingo a las 02:00 horas. El uso de esta facilidad no debe introducir ningún error.
2. **Selector de eventos:** El selector de eventos está interconectado en tiempo real al reloj de siete días y es usado para activar diversos conjuntos de parámetros a ser utilizados por el controlador.

Debe proveerse los medios que permitan que el selector de eventos sea inicializado al comienzo del primer grupo del plan activo. Esto puede lograrse a través del panel de control y/o desde el centro de control de área, si es que facilidad aquí descrita es empleada como respaldo del sistema de control de área.

2.6.2 Tabla de Eventos:

1. Las funciones cuya activación depende del horario serán listadas en la Tabla de Eventos. Esta Tabla es un listado de programación que contiene la información pertinente a los eventos para los cuales se introducen cambios.
2. Información almacenada en la Tabla de Eventos:
 - a. Tipo de día:
 - Día individual de la semana: Lunes - Domingo, según se requiera.
 - Días de Trabajo: Lunes - Viernes, inclusive.

- Todos los días, excepto Domingo.
 - Todos los días de la semana.
- b. Tiempo:
- Horas: 0 - 23 horas
 - Minutos: 0 - 59 minutos
 - Segundos: 0 - 59 segundos

2.6.3 Influencia de las anotaciones en la Tabla de Eventos:

1. Las Anotaciones individuales en la Tabla de Eventos son usadas para determinar el momento en particular en el cual se debe implementar un cambio en la operación del controlador.
2. La tabla de eventos definirá los siguientes aspectos:
 - a. Horario de introducción de coordinación sin cables.
 - b. Horario de operación actuada por vehículos.
 - c. Horario de activación de una fase o etapa en particular.
 - d. Horario de introducción o cancelación de parámetros alternativos de duraciones máximas de fases.
 - e. Horario de activación de señales de tránsito actuadas por el controlador.
 - f. Tiempo de introducción de cada plan en modo de coordinación sin cables.
 - g. Horario de activación y desactivación de detectores específicos.
3. Toda nueva activación cancelará las que se hayan efectuado previamente y sean incompatibles con la nueva modalidad de operación.

2.6.4 Coordinación sin cables:

1. Introducción: El sistema de coordinación sin cables permite coordinar señales de tráfico a lo largo de una ruta o en un área, utilizando para ello la cronometría obtenida del sistema de reloj maestro.
2. Todos los controladores de tráfico de un sistema coordinado son operados con un ciclo común (o un sub-múltiplo de éste) para cada plan de tráfico en particular. Básicamente, el reloj maestro induce que el controlador cambie de un plan al siguiente, además de modificaciones al plan siguiente. De esta forma, se obtiene una amplia variedad de formas de coordinación, desde la simple coordinación de dos intersecciones hasta un sistema de control de área de varios planes, o permite tener un respaldo al sistema de control de área.
3. El controlador debe tener incorporado un módulo de sincronización horaria satelital con la capacidad de sincronizar la fecha y hora de este dispositivo. Las características del módulo, se especificarán en el documento "Especificaciones Técnicas de Controladores de Tráfico - Tecnológicos".
4. La sincronización debe ser realizada de acuerdo al uso horario del lugar de la instalación y tener los mecanismos de corregir automáticamente los cambios estacionales de hora, (horario de invierno y verano), para la cual debe tener programada en su configuración, un valor por defecto del mecanismo de cambio de hora del país y la posibilidad de alterar esta programación a través de una interfaz manual (Ej. terminal de ingeniero, interfaz web del controlador), para que se pueda corregir temporalmente las posibles variaciones de dichas temporadas, según lo determine la autoridad.
5. En controladores existentes, se debe adoptar un módulo de hardware y software externos a la lógica del controlador, que permita las mismas facilidades indicadas en los numerales 2, 3 y 4 del punto 2.6.4, haciendo uso de los comandos de fecha y hora, que permita los cambios de dichos parámetros en el controlador

2.6.5 Planes:

1. Cronometría: Las señales para la ejecución de un plan específico son obtenidas del selector de eventos, el que opera durante los siguientes períodos (numerales 2, 4 y 5 del punto 2.6.5) definidos para un plan en particular.
2. Desfases: Este parámetro relaciona el comienzo de un ciclo a un tiempo de referencia. Alternativamente, los desfases pueden ser obtenidos variando la hora de introducción de los planes.
3. Ciclos: La duración del ciclo es la suma de las duraciones de cada grupo.
4. Grupos: La duración de cada grupo es el tiempo durante el cual uno de ellos en particular influencia la operación del controlador.
5. Influencia de los grupos: La función de cada grupo y el número de grupos en un ciclo será programado para cada plan y cada uno sólo podrá tener alguna de las siguientes influencias en la operación del controlador:
 - a. Un cambio inmediato a una fase determinada. Esto sólo ocurrirá cuando se satisfagan las restricciones de seguridad en cuanto a las duraciones mínimas de los aspectos pertinentes.
 - b. Un cambio, condicionado a una demanda, hacia otra fase.
 - c. Operación aislada, es decir, permitir operación actuada por vehículos.
 - d. Mantener, es decir, no permitir ningún cambio en los aspectos presentados.

2.6.6 Cambios de modo de operación y planes:

1. Sincronización de planes bajo coordinación sin cables: Cuando ocurre un cambio en la modalidad de operación a coordinación sin cables, debe atrasarse la operación de la nueva fase hasta la que corresponde según el nuevo plan. Lo mismo sucederá si hay un cambio de plan bajo coordinación sin cables.
2. Introducción de planes: Cuando se active un nuevo plan, éste comenzará por la primera fase.

2.6.7 Capacidad de programación del reloj maestro:

Este sistema debe proveer, al menos, las siguientes posibilidades:

1. Capacidad de la Tabla de Eventos: 64
2. Planes: 16
3. Grupos en un ciclo: 32
4. Un conjunto alternativo de duración máxima de aspectos verdes.

2.6.8 Control de señales de tránsito:

Las señales de tránsito pueden ser activadas en horario específico y, si es solicitada, esta acción puede ser atrasada hasta la aparición de un aspecto verde en particular o hasta la activación de una fase determinada.

2.6.9 Verificación del programa:

Las siguientes facilidades serán provistas para asistir al operador en la programación del sistema de reloj maestro.

1. Debe ser posible analizar lo programado en la Tabla de Eventos a través de la interfaz del operador. Además, debe ser posible analizar cada registro antes de ingresarlo a la Tabla de Eventos o anularlo.
2. Debe ser posible probar cada plan, de tal forma que al reintroducir el plan original no se pierda la coordinación del controlador con el resto del sistema.
3. Debe ser posible observar, a través de la interfaz al operador, el estado del grupo activo, es decir, qué influencia tiene y qué fase está activa.

2.7 Modo Operación Control Manual

El controlador debe incluir las facilidades para permitir una operación manual de la secuencia de señales. Esto se provee para el tratamiento de situaciones anormales, tales como accidentes u otras ocasiones especiales. Debe ser posible activar una fase e indicar cuál está actualmente en servicio.

Cuando se emplee control manual se inhibirá el funcionamiento de los detectores y todas las demandas existentes serán ignoradas. Las fases serán activadas según lo indique el operador.

Cuando se reinicie la operación normal, se establecerán demandas para todas las fases, eliminándose el riesgo de que los vehículos y peatones sean excesivamente demorados debido a que los detectores fueron ignorados durante la operación manual.

2.7.1 Facilidades de operación:

Los siguientes modos de operación serán seleccionables desde el panel de control manual.

1. Seleccionar entre:
 - a. Sincronización sin cables.
 - b. Actuada por vehículos.
 - c. De tiempos fijos.
 - d. Control manual de fases.

Los detalles relevantes al cambio de modo están tratados en el punto 2.3.3.

2. Debe proveerse un interruptor que des energice los aspectos del semáforo sin interferir con la provisión de energía a los circuitos de operación del controlador.
3. Un medio de cambiar de fase en cualquier secuencia, pero considerando las restricciones indicadas en punto 2.4.6.
4. Un medio de activar la etapa de TODO Rojo, la que cuando sea demandada será implementada previa verificación de que los verdes mínimos y entreverdes sean respetados. Debe ser posible mantener este estado indefinidamente.
5. Notas:
 - Las facilidades descritas en los numerales 1, 3 y 4 del punto 2.7.1 serán inoperativas cuando está implementada una modalidad de control de mayor jerarquía de conformidad al punto 2.3.2 del presente documento.
 - Los medios para implementar estas facilidades son descritos en el documento “Especificaciones Técnicas de Controladores de Tráfico - Tecnológicos”, emitido por la Unidad Operativa de Control de Tránsito².

² Disponible en el sitio web <https://www.transporteinforma.cl/acerca-de-transporte->

2.7.2 Consideraciones de seguridad

Cuando se opera bajo la modalidad de control manual, las fases serán finalizadas con la sola consideración de que se haya satisfecho los períodos mínimos de las etapas involucradas, cautelándose que no se sobrepasen las restricciones de secuencia de fases definidas para este modo de operación.

Si una secuencia de fases prohibidas es demandada, la nueva fase no será implementada, indicándose esta situación en el panel. El operador deberá implementar esta secuencia a través de una ruta aceptable, la que podrá incluir una etapa de rojo simultáneo.

2.7.3 Indicaciones

Las indicaciones especificadas en el documento “Especificaciones Técnicas de Controladores de Tráfico - Tecnológicos”, bajo el capítulo “interfaces del Operador”, deben ser visibles bajo operación manual.

2.8 Modo Operación de Llamada de Emergencia

El controlador tendrá la capacidad de manejar 4 llamadas de emergencia. El propósito de las facilidades de emergencia es ingresar una demanda prioritaria para una fase en particular, asegurándose de esta forma que el derecho de paso sea asignado a determinados movimientos. Esta facilidad será empleada en intersecciones cercanas a estaciones de bomberos o depósitos de ambulancias, priorizándose de esta forma la circulación de estos vehículos, o se empleará en conjunto con detectores de congestión para evitar el bloqueo de intersecciones.

2.8.1 Operación:

Estas demandas serán usualmente generadas desde detectores localizados especialmente para este efecto o desde botoneras remotas. Cuando esta demanda sea recibida, el controlador implementará -después de una demora prefijada- la operación de emergencia, sólo si el controlador no está operando en un modo de mayor prioridad y con la salvedad de lo señalado en el numeral 3 del presente punto 2.8.1.

Una vez transcurrido el período de demora inicial, el controlador implementará la fase pertinente, con la sola consideración de que se hayan cumplido las restricciones programadas con respecto a las duraciones mínimas de las indicaciones y entreverdes, por lo que se ignorarán las demandas por extensiones de las etapas activas. Cuando la secuencia de fases que resulte no sea permitida, el controlador implementará la fase solicitada a través de una indicación de rojo simultáneo, u otra secuencia permitida. Cuando la demanda se implementa a través de activar previamente otra fase, ésta terminará cuando sus respectivos períodos mínimos hayan expirado.

1. Una vez que la fase demandada se ha implementado, se deberá mantener por un período pre-definido, a continuación del cual el controlador operará según el modo de control que corresponda.
2. Debe proveerse un medio de anular el efecto de la operación de emergencia, y volver el controlador al modo de control pertinente.
3. Toda nueva llamada por operación de emergencia será inhibida durante un período programable, en el que se ignorarán todas las peticiones por activar la operación de emergencia ya implementada. Este período será contabilizado desde el comienzo de la fase activada por esta modalidad de operación. Las anulaciones definidas en el numeral 2 del punto 2.8.1 cancelarán este período.
4. Cuando se active la modalidad de operación de emergencia, se introducirá la demanda transferida definida en el numeral 8 del punto 2.4.4.

2.8.2 Prioridad:

La prioridad de la operación de emergencia está definida en punto 2.3.2.

2.8.3 Capacidad:

Debe ser posible programar cuatro opciones de operación de emergencia, las que pueden demandar cualquier fase.

Estas opciones estarán priorizadas entre sí, de tal forma que una demanda por la de menor prioridad será ignorada si la otra está activa.

2.8.4 Parámetros: Los siguientes parámetros de operación de emergencia serán programables de conformidad al punto 3 del presente documento).

1. Demora inicial en implementar este modo de operación.
2. Período de mantenimiento de la fase solicitada.
3. Período durante el cual se ignoran nuevas demandas.

2.9 Modo Operación Bajo un Sistema de Control de Área

1. Bajo esta modalidad de operación el controlador será comandado por un computador remoto vía una red de transmisión de datos.
2. En este modo de control el controlador opera según un esquema de fases.

2.9.1 Interfaz controlador - unidad de comunicaciones:

1. El controlador es conectado a la red de transmisión de datos por la unidad de comunicaciones.
2. La formación de la central será transferida al controlador a través de la correspondiente interfaz. La función de las señales de control posibles en esta interfaz, se encuentran especificadas en el documento "Especificaciones Técnicas de Controladores de Tráfico - Tecnológicos".
3. Las respuestas a las señales de control presentadas por la unidad de comunicaciones serán recibidas por esta vía la correspondiente interfaz. La función de las señales de respuesta se encuentra especificadas en el documento "Especificaciones Técnicas de Controladores de Tráfico - Tecnológicos".

4. Unidad de comunicaciones integrada: Es posible construir la unidad de comunicaciones en forma integrada con el resto de la lógica del controlador. En este caso, la unidad de comunicaciones será energizada de la misma fuente que la lógica del controlador y existirá una interfaz de estado sólido al microprocesador, en contraposición a la interfaz de tipo aislada que se emplea en el caso de la unidad de comunicación separada.
5. La interfaz a las líneas de comunicaciones será motivo de otra especificación.
6. Equipo adicional interconectado a la unidad de comunicaciones: Cuando la unidad de comunicaciones sea integrada con la lógica del controlador se proveerán las facilidades necesarias para controlar señales de tráfico y semáforos peatonales., las cuales se encuentran en el documento “Especificaciones Técnicas de Controladores de Tráfico - Tecnológicos”. Que estarán interconectadas al sistema de transmisión de datos. Si se provee la unidad de comunicaciones en forma separada a la lógica del controlador, las señales antes referidas serán provistas directamente por la unidad. En documento “Especificaciones Técnicas de Controladores de Tráfico - Tecnológicos” se encuentra la especificación del protocolo para controlar las señales de tráfico, semáforos peatonales y la interfaz de comunicación.

2.10 Modo de operación Intermitente

El modo intermitente permite dejar al cruce con todas sus etapas vehiculares con un aspecto predefinido, rojo intermitente y/o amarillo intermitente. Cada etapa del controlador al ser definida en la configuración debe ir acompañada de la configuración del aspecto que tendrá, cuando entre en este modo. Al salir de este modo intermitente, el controlador operará de acuerdo lo indicado en el punto 2.4.9.

Si al momento de solicitar modo intermitente, un cambio de fase está en curso, el controlador esperará el término de dicho cambio e implementará los verdes mínimos que correspondan. La forma de implementar este modo se encuentra en el documento “Especificaciones Técnicas de Controladores de Tráfico - Tecnológicos”.

3 PARÁMETROS DE CALIBRACIÓN

Esta sección detalla todos los parámetros que pueden incidir en la calibración y operación del semáforo.

3.1 Rangos e Incrementos

Los rangos e incrementos señalados en las tablas 1 a 4 representan los valores límites aceptables, pudiendo el fabricante proveer otros que permitan mejorar la resolución con que se puede definir los parámetros.

3.2 Tolerancias

3.2.1 Las tolerancias dependen de la categoría del parámetro, según se indica en las tablas, y los valores respectivos son:

CATEGORIA	TOLERANCIA
A	± 250 m seg
B	± 1 seg.
C	± 10 min.
D	Sincronizado a la red de energía o con el reloj a cristal de cuarzo (2.6.2.)

3.2.2 Todos los valores serán derivados de la frecuencia de la red de energía y, por consiguiente, sujetos a sus variaciones.

3.3 Parámetros Fijos y Alterables

3.3.1 Los parámetros señalados como fijos en las tablas 1, 2, 3 y 4 serán mantenidos en memoria no volátil y no serán alterables utilizando la interfaz del operador.

3.3.2 Los parámetros marcados como "ALT" serán modificables por medio de la interfaz del operador.

3.4 Mediciones de Velocidad

3.4.1 El error del equipo de discriminación de velocidad debe ser menor que 3,5% del valor nominal. Este valor se verificó a la frecuencia nominal de la red de energía.

3.4.2 El error del equipo de medición de velocidad deberá ser menor que 4% de la velocidad a determinar.

TABLA 1 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS

PARÁMETROS	APLICACIÓN	RANGO	RESOLUCIÓN	TOLERANCIA	NIVEL DE ACCESO	FIJO / ALTERABLE	NOTAS
Amarillo		3 segundos	0,25	A	5	Fijo	Algunos de estos valores están sujetos a mínimos de seguridad
Verde mínimo		0-30 segundos	0,25	A	3	Fijo	
Extensión		0-25 segundos	0,25	A	3	Alt.	
Verde máximo		0-99 segundos	0,25	A	2	Alt.	
Entreverdes		0-30 segundos	0,25	A	3	Alt.	
Retardo del derecho de paso		0-60 segundos	0,25	A	3	Alt.	
Prolongación del derecho de paso		0-60 segundos	0,25	A	3	Alt.	
Duración máxima de rojo simultáneo		0-30 segundos	1 segundo	A	3	Alt.	
Etapas peatonales		0-99 segundos	1 segundo	A	2	Alt.	

NOTAS:

1. El período de entreverde incluye un período de amarillo fijo de tres segundos.
2. Dado que, en general, la duración de los entreverdes no coincidirá, se hace necesario poder definir separadamente todos los entreverdes posibles.

TABLA 2 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS

PARÁMETROS	APLICACIÓN	RANGO	RESOLUCIÓN	TOLERANCIA	NIVEL DE ACCESO	FIJO/ALTERABLE	NOTAS
Demora de activación	Detector	0-60 seg.	0,25	A	3	Alt.	
Demora de desactivación	Detector	0-60 seg.	0,25	A	3	Alt.	
Período de observación	Falla detector	9 ó 24 horas	-	-	-	-	
Desactivación inicial de aspectos	Energizado del controlador	7 a 10 segundos	-	No Aplicable	5	Fijo	
Entreverde inicial	Energizado del controlador	0-30 seg.	0,25	A	2	Alt.	
Desactivación del modo manual	Permite volver automáticamente al modo anterior de operación	0-30 seg.	0,25	B	2	Alt.	

Tabla 3 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS

PARÁMETROS	APLICACIÓN	RANGO	RESOLUCIÓN	TOLERANCIA	NIVEL DE ACCESO	FIJO/ALTERABLE	NOTAS
Reloj de precisión	Días	1 – 7	1 seg	D	2	Alt.	
	Horas	0 – 23					
	Minutos	0 – 59					
	Segundos	0 – 59					
Planes	Ciclo	0 - 200	1 seg	D	2	Alt.	
	Desfase	0 – 200					
	Grupo	0 - 100					
Tabla de Eventos	Tipo de día	4 tipos		D	2	Alt.	
	Horas	0 – 23	-1 hora				
	Minutos	0 – 59	-1 min				
	Segundos	0 - 59	-1 seg				

Tabla 4 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS

PARAMETROS	APLICACION	RANGO	RESOLUCION	TOLERANCIA	NIVEL DE ACCESO	FIJO/ ALTERABLE	NOTAS
Demora inicial en implementar operación de emergencia	Operación de emergencia	0-199 segundos	1 segundo	B	3	Alt.	(2.9) 2,2 Km recorridos a 40 km/hr.
Período de mantenimiento de la fase solicitada	Operación de emergencia	0-99 segundos	1 segundo	B	3	Alt.	(2.9)
Período en el cual se ignoran nuevas demandas	Operación de emergencia	0-199 segundos	1 segundo	B	3	Alt.	(2.9)

ANEXO N° 1 TERMINOLOGÍA BÁSICA

1. Fases y Etapas

El concepto de etapas va asociado directamente con el equipo de conmutación de aspectos. En efecto, dado que los grupos de aspectos varían según la modalidad de control de la intersección, se hace necesario que el equipo de conmutación de aspectos sea modular, es decir, se permita agregar o retirar módulos según las necesidades de cada localidad.

Por consiguiente, cada grupo de aspectos controlado en paralelo es referido en esta especificación como una etapa, de la cual se dirá que ésta activa cuando presente aspectos verdes.

Una fase se define como un agrupamiento único de aspectos activos.

2. Demandas

En este documento el concepto de demanda se emplea asociado a etapas, es decir, los detectores vehiculares definen una demanda por una etapa específica, y la lógica del controlador implementará la fase que active el mayor número de etapas demandadas.

3. Entreverdes

El valor del período de entreverde debe permitir a los vehículos despejar la intersección. Por ello, el entreverde debe depender tanto del ancho de la intersección como de la velocidad de los vehículos que la usan. En consecuencia, será necesario definir un valor de entreverde distinto para cada secuencia de etapas posible.

El controlador implementará el período de entreverde comenzando con tres segundos de amarillo, seguido de rojo simultáneo hasta la finalización del período de entreverde.

ANEXO N° 2 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

- Estándar UTM (Urban Traffic Management Control) - (<https://utmc.uk/>)
- Informe ejecutivo IDOM-ITS-UOCT-E5-002-01
- Especificaciones Técnicas y Funcionales Norma Barcelona de mayo 2008
- Normativa Reguladores PNE401

2.- En caso de divergencias, discrepancias, interpretación o controversias que se deriven de la aplicación del presente instructivo, ello será resuelto administrativamente, elevando la consulta respectiva al Secretario Ejecutivo Coordinación SIT-UOCT, quien, de conformidad al mérito de los antecedentes, emitirá un pronunciamiento técnico, lo anterior sin perjuicio de las atribuciones del Jefe Superior del Servicio.

3. DIFÚNDASE a todo el personal de la UOCT a nivel nacional la nueva versión de "Especificaciones Técnicas funcionales de controladores de Tráfico" que por este acto se aprueba.

4. PUBLÍQUESE la presente resolución en forma íntegra en la página web www.mtt.gob.cl

ANÓTESE, PUBLÍQUESE EN EXTRACTO EN EL DIARIO OFICIAL Y ARCHÍVESE

Distribución:

GABINETE SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTES
DIVISION DE ADMINISTRACION Y FINANZAS
UNIDAD OPERATIVA DE CONTROL DE TRANSITO / COORDINACION DE SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE
SUBTRANS – OFICINA DE PARTES
HÉCTOR GIOVANNI TERAN - ENCARGADO(A) AREA INSPECCION TECNICA DE OBRAS - INSPECCION TECNICA DE OBRAS



Para verificar la validez de este documento debe escanear el código QR y descargar una copia del documento desde el Sistema de Gestión Documental.