

Tema XXXVII. El entorno del Conductor: señales e iluminación. La visión (umbrales, proceso). La señalización (situación función, factores que influyen en la visión de señales). Iluminación (viaria, del vehículo, efectos asociados).

### **27.1. Introducción**

El proceso de conducir un vehículo, es una interrelación entre tres factores: el humano (conductor, pasajeros, viandantes etc.); la maquina (coche, moto, camion, etc.) y el entorno (calzada, tiempo atmosférico, ciudad, autovia, etc).

Entre los aspectos citados, son de especial interés, los que influyen en el proceso de percepción visual, mediante el cual la persona recibe mas del 80% de la información, y entre otros destacan la señalización y la iluminación.

### **27.2. Características visuales**

Para lograr una buena imagen es necesario conseguir una iluminación correcta, para el óptimo funcionamiento de la retina.

La retina contiene cuatro capas, siendo la más próxima al epitelio pigmentario la formada por los dos tipos de fotorreceptores: los conos y los bastones. Los conos están implicados en la visión del color y el brillo de la luz, mientras que los bastones son estimulados con luz débil en un rango de longitud de onda más alto.

Los conos son insensibles a bajos niveles de iluminación y la actividad de los bastones es inhibida a altos niveles de luz. La actividad de los bastones es inversamente proporcional a la luz ambiental, capaces de adaptarse a una variación de más de 100.000 veces el nivel de luz, de modo que más que la cantidad de luz absorbida, las diferencias en los niveles de luz son las responsables de las imágenes visuales.

Los dos mecanismos básicos que intervienen en la formación de una buena imagen son:

- 1) La adaptación, o capacidad de ajuste a diferentes condiciones o niveles de iluminación equivalentes a luz en pleno día (visión diurna) en la que se perciben claramente el color de los objetos, y la correspondientes a niveles bajos de iluminación, con disminución apreciable de la visión de los colores (visión crepuscular o nocturna)

2) La acomodación, que es la capacidad que tiene el sistema ocular, de ajustarse para formar una imagen clara de los objetos situados a diferentes distancias (variando la curvatura del cristalino).

### **27.2.1. Umbrales**

La respuesta del sistema visual se produce a partir de unos valores mínimos o umbrales que caracterizan su rendimiento:

- a) Sensibilidad o umbral diferencial de luminosidad, que permite percibir diferencias de luminosidad o contraste de objetos sobre un fondo. Aumenta con el tamaño y con el nivel de iluminación, asimismo es importante el contraste existente entre el objeto y el fondo respecto al que es visto.
- b) Agudeza visual, permite percibir detalles en los objetos. Para su medida se utilizan diferentes test y entre ellos el de Snellen
- c) Velocidad de percepción, la más importante en relación al tráfico y corresponde a la capacidad de percibir imágenes que cambian con rapidez; aumenta al aumentar el tamaño y contraste de los objetos y la iluminación.

### **27.2.2. Visión en el proceso de conducción**

La percepción visual de los objetos, comprende no solo verlos, sino también el proceso de identificación que se realiza al compararlos con imágenes existentes en la memoria, debidas a la experiencia o al aprendizaje.

Los objetos son percibidos cuando se encuentran en el campo visual, que abarca, en general, un ángulo de 140° en horizontal y 110° en vertical. Además, deben considerarse cuando se conduce, los siguientes factores que influyen sobre la percepción visual:

- a) Alteraciones visuales, producidas por la ingestión de sustancias químicas o productos farmacéuticos como el alcohol, tabaco, etc.
- b) Velocidad. El aumento de la esta reduce el tamaño del campo visual, pudiendo presentarse fenómenos como el efecto túnel, ya que la conducción a altas velocidades, limita el campo visual de forma similar a lo que sucede en el interior de un túnel.
- c) Límites físicos. Que reducen el campo visual, como las características de la carrocería de los vehículos, o el casco en los motoristas.

De manera natural nuestro mecanismo de visión es estéreo, es decir, somos capaces de apreciar, a través de la visión binocular, las diferentes distancias y volúmenes en el entorno que nos rodea. Nuestros ojos, debido a su separación, obtienen dos imágenes con pequeñas diferencias entre ellas, a lo que denominamos disparidad.

La percepción de la profundidad, para situar objetos cuando la distancia es mayor de dos metros, además, de con la visión binocular o estereoscópica, se realiza mediante los cinco puntos siguientes:

- 1) Tamaño: para dos objetos similares el mas pequeño se considera que esta mas lejos.
- 2) Densidad de objetos: para una misma zona del espacio los objetos más cercanos aparecen en menor numero.
- 3) Variaciones en el color y la luminosidad: los objetos mas alejados aparecen siempre con menos luminosidad, con colores más oscuros, incluso apareciendo tonalidades de color azul.
- 4) Convergencia de las líneas rectas: La zona mas estrecha es la que parece mas alejada.
- 5) Ocultación: cuando un objeto tapa parcialmente a otro lo consideramos que esta situado delante de este.

Las características señaladas son primordiales cuando se realiza el diseño y la posterior instalación de la señalización, siendo también de suma importancia en el tipo de alumbrado que se elija.

### **27.3 Señalización**

La señalización vertical de las carreteras comprende un conjunto de elementos destinados a informar y ordenar la circulación por las mismas. Por señal se designa a uno de estos elementos, compuesto por: unos símbolos o leyendas, la superficie en que están inscritos, generalmente una placa y en su caso, unos dispositivos específicos de sustentación. (En general, postes, aunque también se pueden emplear otros cuya función específica es otra: obras de paso, muros).

La señalización persigue tres objetivos: aumentar la seguridad de la circulación, aumentar la eficacia de la circulación, aumentar la comodidad de la circulación.

Para ello, siempre que sea factible advierte de los posibles peligros, ordena la circulación, recuerda o acota algunas prescripciones del Reglamento General de Circulación y proporciona al usuario la información que precisa. Los principios básicos de la buena señalización son:

claridad, sencillez y uniformidad. La claridad impone transmitir mensajes fácilmente comprensibles por los usuarios, no recargar la atención del conductor reiterando mensajes evidentes, y, en todo caso, imponer las menores restricciones posibles a la circulación, eliminando las señales requeridas para definir determinadas circunstancias de la carretera o determinadas restricciones en su uso en cuanto cesen de existir esas condiciones o restricciones.

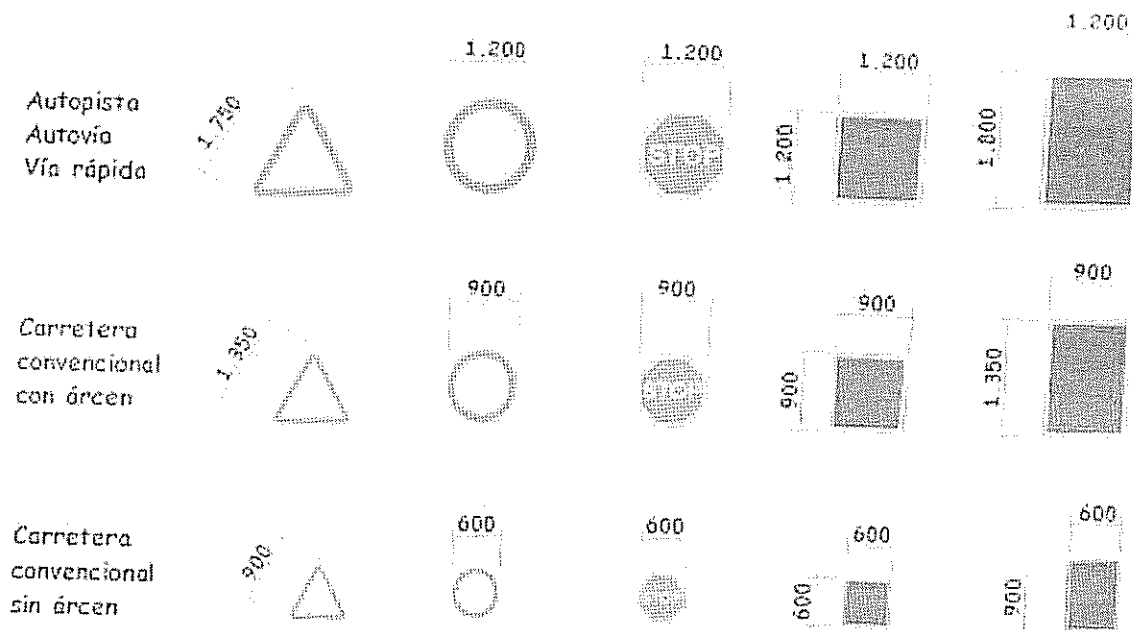
La sencillez exige que se emplee el mínimo número posible de elementos. La uniformidad se refiere no sólo a los elementos en sí, sino también a su implantación y a los criterios que la guíen. Es importante también que la señalización sea perfectamente visualizada por el conductor.

### 27.3.1. Situación

Podemos distinguir según la posición y ubicación de las señales: la señalización horizontal y la señalización vertical, en esta última, las señales que hayan de ser vistas desde un vehículo en movimiento tendrán el tamaño indicado en la Fig. 1, según la clase de carretera de que se trate. Previa justificación, se podrán utilizar de otro tamaño, según las características de la circulación y, en especial, la velocidad.

Las señales que no requieran ser vistas desde un vehículo en movimiento por (ejemplo, las estacionamiento prohibido) podrán tener las menores dimensiones que aparecen en la fig. 1.

Figura 1



señalización horizontal esta constituida en su mayor parte por las marcas viales. Las marcas viales son líneas o figuras reflectantes , aplicadas sobre el pavimento, que tienen por misión satisfacer una o varias de las siguientes funciones:

Delimitar carriles de circulación, Separar sentidos de circulación, indicar el borde de la calzada, delimitar zonas excluidas a la circulación regular de vehículos, reglamentar la circulación, especialmente el adelantamiento, la parada y el estacionamiento. Completar o precisar el significado de señales verticales y semáforos. Repetir o recordar una señal vertical, permitir los movimientos indicados y anunciar, guiar y orientar a los usuarios

El fin inmediato de las marcas viales es aumentar la seguridad, eficacia y comodidad de la circulación, por lo que es necesario que se tengan en cuenta en cualquier actuación vial como parte integrante del diseño.

#### 27.3.2. Iluminación de la señalización

La señalización puede tener iluminación propia (semáforos), o estar pintadas o recubiertas de materiales retrorreflectantes. En el caso de las marcas viales y especialmente de las longitudinales sobre la calzada, hay que considerar la retrorreflexión que mide la cantidad de luz que refleja la marca y la relación de contraste de noche y día en relación a la percepción que tienen los conductores de ellas.

En relación a la señalización vertical hay que tener en cuenta los valores del coeficiente de retrorreflexion (artículo 701 del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes del Ministerio de Fomento).

#### 27.3.3. Factores que influyen en la visibilidad de las señales

La situación del tráfico, se caracteriza por una cantidad de estímulos poco estructurados, que proporcionan información al conductor generalmente implícita. Para desplazarse el conductor por una vía, debe ajustar sus acciones al flujo constante de estimulación que accede a sus sentidos, especialmente la vista. El problema de la visibilidad de las señales, (íntimamente relacionada con la percepción) implica dos importantes estadios.

- 1) La percepción o identificación de la señal per se, que depende esencialmente de las características del símbolo y principalmente de la luminancia, que es la intensidad luminosa

(cantidad de luz que emite una fuente de luz) dividida por la superficie vista por el ojo del conductor.

2) La comprensión del significado de la señal por parte del sujeto.

Además, de los dos puntos anteriores, hay que considerar otros factores que inciden en la visibilidad de la señalización como ocurre con la determinación del color de la señal, tiempo mínimo de permanencia en el campo visual y adaptación ocular a la luminancia disponible en el campo visual.

El color es importante como característica óptica, por la influencia que ejerce a nivel perceptivo y atencional y por su repercusión en la sensación de seguridad. El color posee energía capaz de producir efectos psicológicos y fisiológicos, por ejemplo el rojo, provoca sensación de incomodidad y predispone a la acción.

El amarillo, es el primer color que distingue un conductor cuando observa algo, el azul provoca efectos relajantes y tranquilizantes.

En relación del tiempo mínimo de permanencia en el campo visual, aquel varía entre 0,66 a 1,38 segundos, para una señal que contenga de 4 a 9 nombres, en vías de alta capacidad.

La adaptación ocular a la luminancia disponible en el campo visual es la capacidad del ojo a ajustarse a las diferentes claridades.

También se debe considerar el contraste existente en la señal entre el texto o figura y el fondo, un contraste bajo dificulta la lectura de la información.

Por último, además de la tipografía de las letras presentes en la señalización, las características de la vía, la situación del tráfico, las condiciones atmosféricas y la experiencia como conductor, hay que tener muy en cuenta la densidad de información, en especial los denominados coloquialmente bosques de señales que implican que el conductor decodifique en un breve espacio de tiempo la información, lo que repercute en la pérdida de atención al tráfico y al trazado de la vía.

#### **27.3.4. Iluminación viaria o alumbrado público**

##### Criterios que determinan la instalación de alumbrado en vías de tráfico

En España existe un tráfico nocturno de un 24.3 % del total, ascendiendo el número de muertos por accidente durante la noche a un 43 %.

La causa principal de tasas tan elevadas de accidentes se deben a que en la oscuridad de la noche la agudeza visual de los conductores, su campo de visión, la apreciación de distancias, la visión de contraste, la percepción cromática y la tolerancia al deslumbramiento quedan alteradas por los bajos niveles luminosos existentes.

Los factores a considerar para la implantación de alumbrado en las carreteras son los siguientes:

- 1º) La naturaleza de la vía que puede ser autopista o carretera convencional, su situación, trazado y proporción de accidentes nocturnos.
- 2º) Los puntos peligrosos tales como intersecciones o cruces de carreteras al mismo nivel, trazado sinuosa y travesías de poblaciones.
- 3º) Intensidad y composición del tráfico.

La luz de cruce de un vehículo de tipo medio permite una visibilidad de la carretera de alrededor de 50 metros, lo que implica como máximo una velocidad de 60 km / hora.

Si consideramos que la circulación nocturna representa el 25 % de la total, los vehículos nocturnos corresponden a una I.M.D. de 16.000.

Por tanto en todos aquellos tramos de carreteras en que la I.M.D. sea superior a 16.000 vehículos/día se tendrá que circular con luz de cruce, lo que implica su clasificación como tramo peligroso dada la pequeña distancia de visibilidad que proporciona dicha luz, debiendo si el presupuesto lo permite a proceder a la instalación de alumbrado en carreteras convencionales.

Cuando la I.M.D. del tronco central de la vía sea superior a 5.000 veh/día, y cuando existan nudos próximos, al objeto de evitar problemas de adaptación, se instalara alumbrado cuando la distancia entre nudos sea igual o inferior a 2 kilómetros.

Cuando la relación entre el numero de accidentes nocturnos y diurnos sea superior a 2 en tramos, y 1,5 en nudos, se debe implantar alumbrado (recomendaciones para el planeamiento y proyecto de carreteras urbanas Mº de Fomento).

El alumbrado publico debe adecuarse según dos características fundamentales: intensidad y situación.

### **Intensidad.**

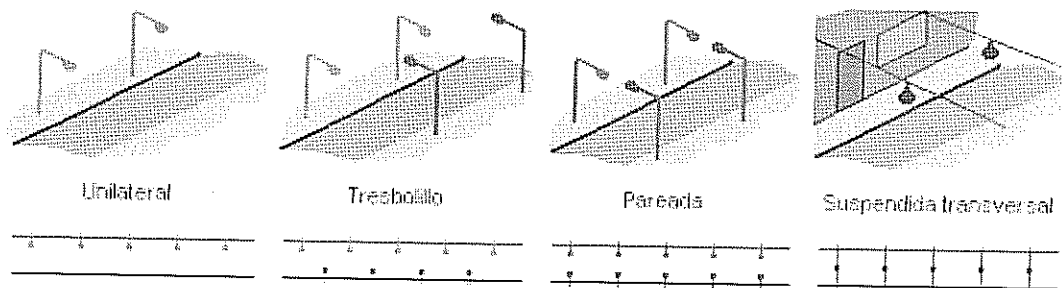
Debe conseguir el efecto de mejorar la visibilidad, pero sin superar unos valores tales que molesten al conductor, procurando el confort visual en la conducción, a partir de la utilización de alumbrado por lámparas de sodio de aspecto amarillo-anaranjado.

### Situación

La colocación del alumbrado, puede influir a determinadas velocidades, sobre la percepción general del conductor. Por ejemplo, si los postes o farolas de alumbrado están separados por una distancia menor de un valor crítico, que depende de la coloración e intensidad de la luz emitida.

Para conseguir una buena iluminación, no basta con realizar los cálculos, debe proporcionarse información extra que oriente y advierta al conductor con suficiente antelación de las características y trazado de la vía. Así en curvas es recomendable situar las farolas en la exterior de la misma, en autopistas de varias calzadas ponerlas en la mediana o cambiar el color de las lámparas en las salidas.

En los tramos rectos de vías con una única calzada existen tres disposiciones básicas: unilateral, bilateral tresbolillo, y bilateral pareada. También es posible suspender la luminaria de un cable transversal pero sólo se usa en calles muy estrechas.

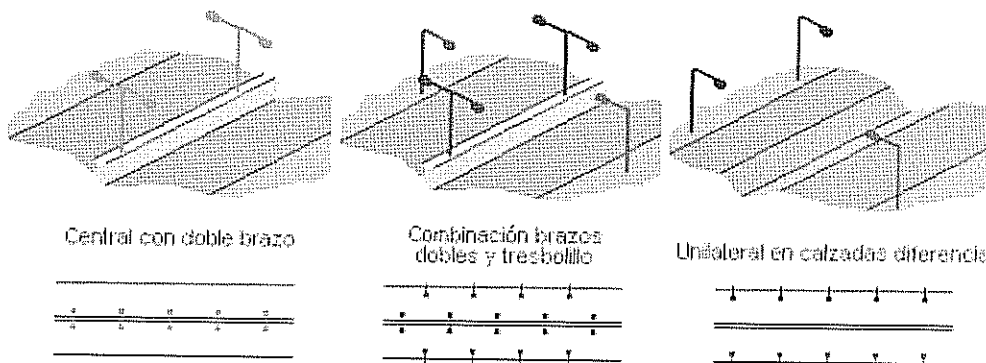




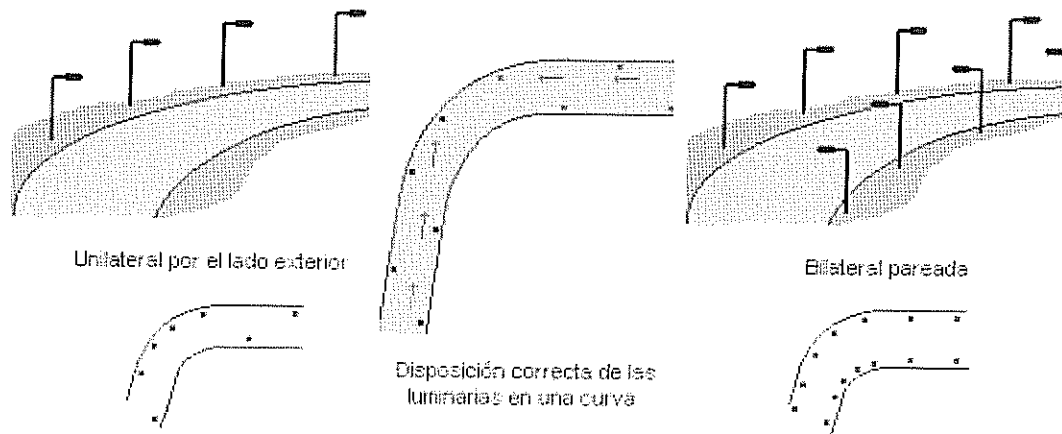
La distribución unilateral se recomienda si la anchura de la vía es menor que la altura de montaje de las luminarias. La bilateral tresbolillo si está comprendida entre 1 y 1.5 veces la altura de montaje y la bilateral pareada si es mayor de 1.5.

En el caso de tramos rectos de vías con dos o más calzadas separadas por una mediana se pueden colocar las luminarias sobre la mediana o considerar las dos calzadas de forma independiente. Si la mediana es estrecha se pueden colocar farolas de doble brazo que dan una buena orientación visual y tienen muchas ventajas constructivas y de instalación por su simplicidad.

Si la mediana es muy ancha es preferible tratar las calzadas de forma separada. Pueden combinarse los brazos dobles con la disposición al tresbolillo o aplicar iluminación unilateral en cada una de ellas. En este último caso es recomendable poner las luminarias en el lado contrario a la mediana porque de esta forma incitamos al usuario a circular por el carril de la derecha.



En tramos curvos las reglas a seguir son proporcionar una buena orientación visual y hacer menor la separación entre las luminarias cuanto menor sea el radio de la curva. Si la curvatura es grande ( $R > 300$  m) se considerará como un tramo recto. Si es pequeña y la anchura de la vía es menor de 1.5 veces la altura de las luminarias se adoptará una disposición unilateral por el lado exterior de la curva. En el caso contrario se recurrirá a una disposición bilateral pareada, nunca tresbolillo pues no informa sobre el trazado de la carretera.



#### 27.4. Alumbrado propio del vehículo

Elemento de visibilidad y señalización esencial para la seguridad. El alumbrado está compuesto de: luces de posición, de cruce, de antiniebla (delanteras y traseras), de marcha atrás, de dirección, de frenado y de iluminación de la placa de matrícula.

Una buena luminosidad es un aumento de la seguridad para el conductor, permitiéndole una mejor reacción en situaciones peligrosas y sobre todo ayuda a contrarrestar los efectos de una visibilidad reducida.

En relación al alumbrado hay que considerar los siguientes factores:

- a) Tipo de vehículo. Esta legislado que los vehículos de dos ruedas con tracción motorizada, lleven siempre encendidas sus luces de alumbrado para que sean mas visibles en cualquier condición.
- b) Características de la vía. El tipo de alumbrado del vehículo debe tener en cuenta el entorno y el trazado de la vía por la que circula.
- c) Condiciones atmosféricas. En condiciones de perdida de visibilidad, motivada por características meteorológicas adversas, se exige el encendido del alumbrado del vehículo, especialmente las luces de corto alcance o de cruce, con niebla, ya que esta actúa como elemento difusor de la luz y por tanto el haz de iluminación incidente debe ser lo mas ancho posible.

##### 27.4.1. Efectos asociados a la iluminación

Hay que tener en cuenta el reglaje en altura de los faros, para evitar el deslumbramiento a otros conductores y evitar que se produzcan accidentes. Esta pérdida de visión se debe a la saturación de las células fotorreceptoras de la retina, que no proporcionan nuevamente señal hasta que ha transcurrido el tiempo de desactivación.

El tiempo en que persiste el efecto del deslumbramiento sobre el conductor, depende entre otras causas, de la intensidad, frecuencia y duración de la luz, así como de las características de la vía.

En relación a la iluminación propia de los vehículos, se produce una revolución técnica que se remonta al año 1991, en el que fueron introducidas las luces xenón con su mejorada capacidad de iluminación y un mayor alcance (faros bixenón para luces de cruce y de carretera en 2001), seguidas por las luces dinámicas en 2003, con unos faros direccionales en sentido horizontal para alcanzar una mejor iluminación del trayecto recorrido.

Desde hace mucho tiempo se conocen instrumentos de visión nocturna para el uso militar y civil. Actualmente, dos tecnologías compiten en el mercado: Near Infrared (infrarrojos de corto alcance; NIR) y Far Infrared (infrarrojos de largo alcance; FIR).

Las tecnologías NIR y FIR se diferencian en primer lugar por el proceso técnico de registro del espacio delante del vehículo, para transformarlo en informaciones gráficas para el conductor.

NIR, ilumina el espacio delante del vehículo con una fuente de rayos infrarrojos. La luz reflejada por objetos, la calzada o personas, es captada por una cámara de infrarrojos y transformada en imagen por medio de un procesador y visualizada de forma gráfica en una pantalla.

En el caso del FIR, una cámara de visión térmica registra directamente la radiación térmica de objetos y personas, con lo cual esta tecnología puede prescindir de una fuente de luz adicional en el vehículo. Esta información es transformada igualmente en una imagen por medio de un procesador

y visualizada de forma gráfica en una pantalla.

FIR es la más apropiada para el uso en vehículos.

Ambas tecnologías se diferencian sobre todo por el modo de visualización en pantalla de las informaciones captadas en el entorno del vehículo. y comparación de sistemas y de comparativas directas, los ingenieros eligieron FIR para sus fines, ya que FIR resultó ser la tecnología más apropiada para el reconocimiento inmediato de personas y objetos en la

oscuridad y la visualización de esta información en pantalla. Para la visualización FIR se limita a transformar nada más que las informaciones más importantes, renunciando a detalles que puedan distraer al conductor.

La