

Capítulo 5

Criterios de Evaluación

5.1 GENERALIDADES

En la medida de lo posible y viable, los valores límite recomendados para los respectivos criterios de evaluación se basan en la tecnología actual y, cuando es necesario, en el juicio colectivo de expertos en diseño de seguridad en carretera. El establecimiento del criterio de desempeño está basado en una filosofía con el nombre de “estado de lo práctico” desde los años 60. Esa filosofía, básicamente, afirma eso y; mientras las condiciones tecnológicas y económicas lo permitan, se deben esperar niveles de desempeño ante el impacto alto de algunos sistemas de seguridad más que de otros. Así, los requerimientos de desempeño ante el impacto de una señal de quiebre, soporte luminario o dispositivo de control de tránsito en zona de obra son más demandantes que un amortiguador de choques. Los valores recomendados también fueron hechos en consideración de las limitaciones de los procedimientos de ensayo recomendados y metodologías utilizadas para estimar el riesgo del ocupante. Como consecuencia y en vista de la muy compleja naturaleza de las colisiones vehiculares y las respuestas dinámicas de un ocupante frente a la colisión, al igual que las tolerancias humanas al impacto, los criterios recomendados deben tratarse como pautas generales y no como criterio absoluto. La adecuación de estos u otros criterios tendrá que ser establecido finalmente por la agencia responsable de la implementación del dispositivo de seguridad que está siendo evaluado.

Téngase en cuenta que el criterio de evaluación se relaciona sólo al desempeño ante el impacto del sistema de seguridad. Los costos, estética, mantenimiento, durabilidad y otros requerimientos de servicios no se evalúan. Se reconoce que las agencias viales raramente implementan decisiones sobre el hardware de seguridad basados solamente en la evaluación del desempeño ante el impacto y que estos otros factores también son considerados.

5.2 CRITERIOS Y FACTORES DE EVALUACIÓN

En las Tablas 5-1A hasta la 5-1C se presentan criterios de evaluación de desempeño ante el impacto recomendado para los sistemas de seguridad. Tres factores de evaluación de desempeño dinámico son determinados junto con el criterio de evaluación recomendado y ensayos viables. Los factores son: (1) Adecuación estructural, (2) riesgo del ocupante y (3) respuesta vehicular post impacto.

TABLA 5-1A. Pautas de Evaluación de Seguridad para la Adecuación Estructural

Factores de Evaluación	Criterio de Evaluación	Ensayos Aplicables
Adecuación Estructural (ver Sección 5.2.1)	A. El artículo de ensayo debe contener y redirigir al vehículo a una detención controlada; el vehículo no debe penetrar, pasar por debajo o pasar por encima de la instalación, aunque la desviación lateral controlada del artículo de ensayo es aceptable.	10, 11, 12, 20, 21, 22, 30 ^a , 31 ^a , 32 ^a , 33 ^a , 34 ^a , 35, 36, 37 ^a , 38 ^a
	B. El artículo de ensayo se activará inmediatamente de manera predecible produciendo un quiebre, fracturando o cediendo el paso.	60, 61, 62, 70, 71, 72, 80, 81, 82
	C. El desempeño de artículo de ensayo aceptable puede darse mediante la redirección, penetración controlada o deteniendo el vehículo de manera controlada.	30 ^b , 31 ^b , 32 ^b , 33 ^b , 34 ^b , 37 ^b , 38 ^b , 40, 41, 42, 43, 44, 50, 51, 52, 53, 90, 91

a Terminales y amortiguadores de choque no traspasables

b Terminales y amortiguadores de choque traspasables

TABLA 5-1B. Pautas de Evaluación de Seguridad para el Riesgo del Ocupante

Factores de Evaluación	Criterio de Evaluación	Ensayos Aplicables
Riesgo del Ocupante (ver Sección 5.2.2)	D. Los elementos separados, fragmentos u otros restos del artículo de ensayo no deben penetrar o mostrar el potencial de penetrar el habitáculo o presentar amenazas excesivas al tránsito opuesto, peatones o personal en zona de obra. Deformaciones o intrusiones en el habitáculo no deben exceder los límites descritos en la Sección 5.2.2 y en el Apéndice E.	Todas
	E. Los elementos separados, fragmentos u otros restos del artículo de ensayo o daño vehicular no debe bloquear la visión del conductor o, de otra forma, causará que el conductor pierda el control del vehículo.	70, 71, 72
	F. El vehículo debe permanecer en forma vertical durante y después de la colisión. Los ángulos de vuelco y cabeceo máximos no deben exceder los 75 grados.	Todas excepto aquellas listadas en el Criterio G
	G. Es preferible, aunque no esencial que el vehículo permanezca en forma vertical durante y después de la colisión.	12, 22
	H. Las Velocidades de Impacto del Ocupante (OIV) (ver Apéndice A, Sección A5.2.2 para los procedimientos de cálculo) deben satisfacer los siguientes límites:	

		Límites de Velocidad de Impacto del Ocupante, pie/s (m/s)			10, 11, 20, 21, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 50, 51, 52, 53, 80, 81, 82, 90, 91
		Componente	Preferible	Máximo	
		Longitudinal y Lateral	30 pie/s (9,1 m/s)	40 pie/s (12,2 m/s)	
		Longitudinal	10 pie/s (3 m/s)	16 pie/s (4,9 m/s)	
					60, 61, 62, 70, 71, 72
	I. La velocidad de impacto del ocupante (ver Apéndice A, Sección A5.2.2 para los procedimientos de cálculo) debe satisfacer los siguientes límites:				
	Límites de Velocidad de Impacto y desaceleración del Ocupante (G)				10, 11, 20, 21, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 45, 50, 51, 52, 53, 54, 60, 61, 62, 70, 71, 72, 80, 81, 90, 91
	Componente	Preferible	Máximo		
	Longitudinal y Lateral	15.0 G	20.49 G		

TABLA 5-1C. Pautas de Evaluación de Seguridad para la Respuesta Vehicular Post-Impacto

Factores de Evaluación	Criterio de Evaluación	Ensayos Viables
Respuesta Vehicular Post-Impacto (ver Sección 5.2.3)	J hasta M. Reservado.	
	N. Es aceptable la trayectoria del vehículo detrás del artículo de ensayo	30 ^b , 31 ^b , 32 ^b , 33 ^b , 34 ^b , 37 ^b , 38 ^b , 40, 41, 42, 43, 44, 45, 60, 61, 70, 71, 72, 80, 81, 82, 90, 91

a Terminales y amortiguadores de choque no traspasables

b Terminales y amortiguadores de choque traspasables

5.2.1 ADECUACIÓN ESTRUCTURAL

La adecuación estructural generalmente es el primer factor en ser evaluado y el sistema de seguridad debe tener un desempeño exitoso acorde a los requerimientos presentados en la Tabla 5-1A. Dependiendo de su diseño, el sistema puede satisfacer la adecuación estructural redirigiendo el vehículo, deteniéndolo de una manera controlada o permitiendo al vehículo atravesar el sistema.

Téngase en consideración que el criterio de adecuación estructural se refiere a los requerimientos estructurales asociados con el impacto mismo y no a otros aspectos estructurales del dispositivo. Por ejemplo, el criterio no implica que un sistema de soporte de señal que cumpla los requerimientos de adecuación estructural de un

ensayo, cumplirá los requerimientos de adecuación estructural de las cargas de viento y hielo u otras consideraciones ambientales cuando sea aplicable.

Se les está dando un uso amplio a las barreras longitudinales transitorias en zonas de obras. Comúnmente se utilizan barreras de concreto prefabricadas sin anclar e independientes. Se vio un uso incrementado de barreras de concreto en zonas de obras o para separar el tránsito en carriles de alta ocupación. Cuando se utiliza para esto último, la barrera es movida generalmente en forma lateral de un carril a otro, una o más veces por día. Una preocupación primaria en las barreras de este tipo es la desviación a la cual se someten durante un impacto vehicular. Dado que la desviación que una instalación puede experimentar sin consecuencias adversas depende de las condiciones del sitio, no es factible establecer valores límites de desviación para las pruebas de choque de estas barreras. Por lo tanto, es importante medir de manera exacta y reportar los desplazamientos que ocurren durante el ensayo para que la agencia vial pueda hacer una evaluación objetiva de las conveniencias de las barreras para la aplicación deseada.

De manera similar, la distancia en la cual un vehículo impactante se contacta con una barrera o penetra en el sistema puede afectar su desempeño ante el impacto y este efecto es altamente dependiente de la colocación de otras amenazas en los alrededores de la barrera. El ancho de trabajo de una barrera es, de esta forma, medido y reportado como una manera de permitir a los diseñadores de rutas no colocar una barrera cerca de un peligro.

5.2.2 RIESGO DEL OCUPANTE

El riesgo de heridas para el ocupante durante el impacto con un sistema de seguridad en la ruta depende, en gran medida, de la resistencia al impacto del vehículo impactante. A su vez, la resistencia al impacto depende del diseño del habitáculo, incluyendo factores como la integridad estructural, el relleno, el sistema de retención y demás. Sin embargo, en mayor medida posible, la variabilidad de la resistencia al impacto vehicular ha sido eliminada de la evaluación del sistema de seguridad. El riesgo del ocupante es valorado acorde a la aceleración bruta del vehículo dado que ésta es función primaria del diseño del sistema de seguridad y el diseño de la estructura interna del vehículo de ensayo. Así como el ingeniero de rutas está preocupado básicamente por la seguridad de los ocupantes del vehículo, el criterio de riesgo del ocupante en la Tabla 5-1B debe ser considerado como una pauta para el desempeño dinámico generalmente aceptable. Téngase en cuenta que el Criterio J opcional que incluía en el Reporte NCHRP 350 (129) el uso de un dummy instrumentado Hybrid III ha sido borrado del criterio de evaluación.

Los elementos sueltos, fragmentos u otros restos del artículo de prueba no deben penetrar o mostrar la posibilidad de penetración del habitáculo, o presentar la probabilidad de impactar con otros vehículos, peatones o trabajadores en zona de obra siempre y cuando sea aplicable. El grado en el cual los elementos sueltos, fragmentos u otros restos, y el desplazamiento de una barrera transitoria ponen en peligro al tránsito opuesto, peatones o trabajadores en zona de obra dependen de la ubicación del sistema y de las condiciones de impacto. Una señal que tiene una tendencia de que los elementos sueltos se dispersen sobre un área amplia tras el impacto quizá no sea el diseño apropiado para su uso en la mediana de las rutas divididas ya que estos elementos pueden potencialmente traspasar a los carriles de tránsito opuestos. Por otro lado, la misma señal cuando es chocada en el costado de la carretera puede ser de poca preocupación, excepto para los ocupantes del vehículo. Los fragmentos y restos de un impacto con un dispositivo de control de tránsito en una zona de obra pueden ser, o no, una consideración para dichos trabajadores, dependiendo de su ubicación relativa al dispositivo y las condiciones de impacto. Consecuentemente, no es práctico establecer límites absolutos en la

trayectoria del artículo de prueba, los restos esparcidos o el desplazamiento de la barrera. Más bien, es importante registrar con exactitud y reportar la trayectoria del artículo de ensayo y los restos esparcidos para que una agencia vial pueda hacer una evaluación objetiva de las propiedades del sistema de seguridad para la aplicación deseada.

Se debe hacer una clara distinción entre: (a) penetración, en la cual un componente del artículo de prueba penetra de manera real en el habitáculo; y (b) intrusión o deformación, en la cual el habitáculo se deforma y reduce en tamaño, pero no se observa penetración real. No se permite ninguna penetración de cualquier elemento del artículo de ensayo en el habitáculo. En cuanto a la deformación o intrusión, la extensión de la deformación varía por cada área del vehículo dañado y debe ser limitada de la siguiente manera:

- Techo: ≤ 4 pulgadas (102 mm)
- Parabrisas: no desgarrar la lámina de plástico y máxima deformación de 3 pulgadas (76 mm)
- Ventana: no debe quebrarse una ventanilla del costado como resultado del contacto directo con un elemento estructural del artículo de prueba, excepto por consideraciones especiales relativas a elementos de barrera altos y continuos discutidos a continuación (Tener en cuenta: la evaluación de este criterio requiere que las ventanillas del costado estén cerradas para el ensayo). En casos donde las ventanillas están laminadas, se aplican las pautas para los parabrisas.
- Pilares B: no se debe cortar por completo el elemento de soporte y la máxima deformación resultante limitada a 5 pulgadas (127 mm).
La deformación lateral debe ser limitada a 3 pulgadas (76 mm)
- Las áreas de la Rueda y apoyo del pie ≤ 9 pulgadas (229 mm)
- Panel lateral delantero (adelante del Pilar-A) ≤ 12 pulgadas (305 mm)
- Área de la puerta lateral delantera (sobre el asiento) ≤ 9 pulgadas (229 mm)
- Área de la puerta lateral delantera (debajo del asiento) ≤ 12 pulgadas (305 mm)
- Panel del suelo y canales de transmisión ≤ 12 pulgadas (305 mm)

Téngase en consideración que una rasgadura en la lámina plástica del parabrisas no es relevante si no hay potencial de que algún componente del artículo de ensayo penetre en el vehículo. Por ejemplo, una rasgadura producida por un poste luminoso de quiebre cayendo en el techo del vehículo no sería considerado una causa de fallo de la prueba. Como un segundo ejemplo, un elemento de cable flexible continuo puede contactar y deformar el pilar-A de un vehículo impactando dentro de los límites aceptables y causar una rasgadura menor de la lámina plástica del parabrisas.

Durante los impactos vehiculares oblicuos contra las barreras de mediana de cables flexibles altas, las ventanillas del costado se pueden fracturar debido al contacto con los elementos de cable continuos. El contacto con los elementos de cable longitudinal puede resultar en deformaciones localizadas a los elementos de soporte estructural del techo (es decir, los pilares-A y/o -B). En estas circunstancias, el riesgo de intrusión significativa en el habitáculo y el contacto entre los elementos de cable y la cabeza de un ocupante del vehículo es bajo. Las desaceleraciones de vehículo relativamente bajas experimentados durante un impacto vehicular con una barrera de cables flexibles resultará típicamente en un movimiento lateral menor por parte del ocupante y la cabeza del ocupante no es de esperar que sea parcialmente eyectada afuera de la ventanilla del costado. Por lo tanto, en estas instancias, puede ser razonable relajar el criterio de fractura de la ventanilla del costado mientras

se cumplan varias condiciones. Primero, no debe haber ningún riesgo demostrado de que los elementos del final del sistema atraviesen el habitáculo. Segundo, los elementos de cables continuos no deben sobresalir lateralmente más de 3 pulgadas (76 mm) en la región de la ventanilla del costado basado en la observación de la deformación plástica de los pilares-A y/o -B. Finalmente, los pilares-A y -B no deben separarse completamente.

Téngase en consideración que algunos vehículos incorporan ahora costuras en el tablero del piso, así como en otras áreas. En presencia de una deformación significativa, estas costuras se pueden separar y crear una abertura en el habitáculo. No hay datos disponibles para relacionar la severidad de heridas del ocupante a la abertura de las costuras del suelo del automóvil. Sin embargo, generalmente se cree que una abertura en el habitáculo por sí misma no necesariamente resulta en heridas para el ocupante, a menos que esté acompañado por un objeto moviéndose hacia el ocupante. Por lo tanto, una separación de las costuras no se considera un fallo de prueba, a menos que (1) un componente del dispositivo de seguridad se proyecte por la abertura o (2) se excedan los límites de deformación de 12 pulgadas (305 mm).

Es esencial que la documentación adecuada sea elaborada y reportada en forma de fotografías y dimensiones del daño del habitáculo. Deben tomarse medidas detalladas antes de los ensayos, que contengan al menos dos puntos de referencia en el vehículo. Los puntos de referencia deben ser ampliamente espaciados y seleccionados entre posiciones donde la deformación durante la prueba de choque sea improbable. Deben tomarse fotografías internas y externas, como se describen en las Secciones 4.2.1.4 y 4.2.1.6 previo al ensayo para permitir comparaciones directas de las condiciones antes y después de los ensayos.

Aunque no es un factor específico en la evaluación de los resultados del ensayo, la integridad del tanque de combustible del vehículo de ensayo es una preocupación potencial. Es preferible que el tanque de combustible permanezca intacto y no se pinche. El daño o la ruptura del tanque de combustible, cárter de aceite u otros componentes que puedan servir como un suplente del tanque de combustible deben ser fotografiados y reportados.

Para la mayoría de las pruebas, un requerimiento clave para la evaluación del riesgo del ocupante es que el vehículo impactante permanezca en posición vertical durante y después de la colisión. Como una indicación de la estabilidad del vehículo, el ángulo de inclinación o cabeceo máximo del vehículo durante y después de la secuencia de impacto no debe exceder los 75 grados. Aunque es preferible que todos los vehículos permanezcan en posición vertical, este requerimiento no es aplicable a los ensayos que involucran los vehículos 10000S, 36000V y 36000T. Ver Apéndice A, Sección A2.2.1 para una discusión de estas excepciones.

El riesgo del ocupante también se evalúa por la respuesta de un hipotético asiento frontal no restringido cuyo movimiento relativo al habitáculo depende de las aceleraciones vehiculares. El “punto de masa” del ocupante es asumido que se mueve por el espacio hasta que choca con un panel instrumental hipotético, parabrisas o estructura del costado y, subsecuentemente, se asume que experimenta aceleraciones vehiculares perpendiculares a la superficie de contacto, permaneciendo en contacto con la superficie interna. Los dos factores de desempeño son: (1) el componente longitudinal y lateral de la velocidad del ocupante al momento del impacto con la superficie interna asociada y (2) el componente lateral y longitudinal más alto de la aceleración vehicular resultante promediado sobre cualquier intervalo de 10 milisegundos para el pulso de colisión subsecuente al impacto del ocupante contra la superficie interna asociada. Estos dos factores de desempeño son referidos comúnmente como la velocidad de impacto del ocupante (OIV) y la desaceleración del impacto (RA), respectivamente. Los métodos para calcular los componentes de la velocidad de impacto

del ocupante y la desaceleración de impacto están en el Apéndice A, Sección A5.2.2. Generalmente, los valores bajos para estos factores indican que los sistemas de seguridad son más indulgentes para los ocupantes de los vehículos impactantes. Mientras que se recomienda un ocupante suplente en las pruebas con todos los vehículos 1100C y algunos 2270P, sus respuestas dinámicas y cinemáticas no son requeridas o utilizadas en la evaluación de riesgo del ocupante. Las velocidades de impacto hipotéticas del habitáculo y las desaceleraciones de impacto se calculan de las aceleraciones vehiculares.

También es necesario evaluar el riesgo de heridas del conductor de un camión de soporte en un sistema TMA. Dado que los tipos de impacto en este caso son principalmente unidireccionales y el camión de soporte es acelerado hacia adelante, el conductor no se moverá hacia adelante, al menos inicialmente; y está restringido de moverse hacia atrás por el asiento y el apoyacabeza, lo cual debería ser estándar en estos vehículos. Como tales, el riesgo primario de herida tendría su raíz en las desaceleraciones de impacto mientras el vehículo es acelerado hacia adelante. Por lo tanto, es recomendable que el criterio de desaceleración de impacto se utilice como método de evaluación primaria del riesgo de herida para el conductor de un camión de soporte en un sistema TMA.

En la tabla 5-1B se determinan los límites recomendados para la velocidad de impacto del ocupante y la desaceleración de impacto. Téngase en consideración que se dan dos valores para cada parámetro, un límite “preferible” y un límite “máximo”. Como se implica, es deseable que los índices de riesgo del ocupante no excedan los valores preferibles y se recomienda que no superen los valores máximos. Se debe referir al Apéndice A, Sección A5.2.2 para un uso racional al seleccionar estos valores. Sin embargo, estos límites son solo recomendaciones y una agencia vial puede seleccionar diferentes límites de riesgo del ocupante si lo desea.

Téngase en cuenta que las medidas están asociadas con ciertas dudas y tolerancias, las cuales pueden variar entre las agencias de ensayo. Se les requiere a estas agencias reportar estas medidas dudosas y tolerancias para consideración de la agencia vial. Además, hay un grado de precisión o errores de redondeo asociados con las medidas. Se recomienda que los límites permisibles máximos sean de 40 pies/seg (12,2 m/seg) para la velocidad de impacto del ocupante y 20, 49 G para la desaceleración de impacto.

Aunque no es requerido, se les alienta a las agencias de ensayos a calcular y reportar la Velocidad de Impacto Teórica de la Cabeza (THIV), Desaceleración de la Cabeza después del Impacto (PHD) e Índice de Gravedad de la Aceleración (ASI), como se describe en el Apéndice F. Estos índices han sido adoptados por el Comité Europeo de Estandarización (CEN) (140-142) como medidas de riesgo del ocupante. En algún momento en el futuro, los EE.UU y el CEN quizá desarrollen estándares comunes de desempeño ante el impacto para los sistemas de seguridad en las rutas. Calculando y reportando el THIV, PHD y ASI, se desarrollará una base de datos de la cual se podrán hacer comparaciones relativas al modelo de “espacio de látigo” y de la cual se podrán tomar decisiones sobre las medidas de riesgo del ocupante apropiadas.

5.2.3 RESPUESTA VEHICULAR POST-IMPACTO

La respuesta vehicular post impacto es una medida de la posibilidad de que un vehículo participe de una colisión secundaria con otros vehículos y/o objetos fijos, incrementando de esta manera el riesgo de herida a los ocupantes del vehículo impactante y/o de otros vehículos. Téngase en cuenta que el Reporte NCHRP 350 (129) tiene cuatro criterios de evaluación. Sin embargo, se descubrieron que los criterios K, L y M son no-discriminativos y no tenían propósito. Por lo tanto, estos criterios de evaluación han sido borrados, dejando

solamente el Criterio N. Para evitar confusión y mantener continuidad de los conjuntos de pautas de ambas normas, los criterios de evaluación no fueron renombrados.

La penetración del vehículo detrás del artículo de prueba es inaceptable, excepto para ciertas clases de dispositivos de seguridad, como se lista en el Criterio “N”, para el cual la trayectoria vehicular detrás del artículo de prueba es aceptable. Téngase en cuenta que el comportamiento post-impacto aceptable puede también lograrse si el vehículo es desacelerado hacia una parada mientras se mantiene el contacto vehículo-barrera, siempre y cuando todos los otros criterios relevantes de la Tabla 5-1C se cumplan. Sin embargo, debe considerarse que, si la barrera está dentro de un carril ancho con tránsito adyacente, el vehículo lento o detenido puede ser un peligro para los conductores que se aproximan.

Los embolsamientos excesivos o el enganche de la rueda del vehículo, y la trayectoria post-impacto resultante, como un ángulo de salida vehicular alto o un giro del vehículo, no son deseables y deben ser documentados. Es preferible que el vehículo sea redirigido suavemente (para los dispositivos redirectivos) y esto se indica típicamente cuando el vehículo deja la barrera dentro de la “caja de salida”. El concepto de la caja de salida, adaptado directamente de los estándares del CEN es definido por la cara inicial de la barrera hacia el tránsito y un línea paralela a la misma, a una distancia A más el ancho del vehículo, más el 16 por ciento de la longitud del vehículo, comenzando en la intersección final (quiebre) de la huella de las ruedas con la cara inicial de tránsito de la barrera para una distancia B. Todas las huellas de las ruedas no deben cruzar el carril paralelo dentro de la distancia B. La figura 5-1 provee una definición gráfica de la caja de salida y define las distancias A y B para los automóviles y otros vehículos.

En algunos amortiguadores de impacto reutilizables se ha notado el rebote del vehículo. Dado que estos amortiguadores se utilizan en general en áreas angostas con volumen de tránsito pesado, el rebote de vehículo excesivo podría incrementar el potencial de colisiones secundarias. Para poder proporcionar a las agencias viales la información necesaria relacionada al uso y colocación de dichos amortiguadores de impacto, se requiere que agencias de ensayo documenten y reporten la velocidad de rebote y punto final de detención. La velocidad de rebote es la velocidad del centro de gravedad del vehículo en el instante en que cualquier rueda traspasa la línea de rebote, la cual es definida como una línea perpendicular a la línea central del amortiguador de choque y 20 pies (6 m) delante de la nariz del amortiguador de impacto. El frenado del vehículo debe ser, al menos, 2 segundos después del impacto inicial y más allá de la línea de rebote. La posición de detención final del vehículo debe ser documentada siendo relativa a la nariz y línea central del amortiguador de impacto y la cobertura de video debe continuar hasta que el vehículo impactante se detenga por completo.

Durante las pruebas de choque en sistemas de barreras flexibles (ej. Barreras de cables), los vehículos pueden desplazarse en forma significativa por detrás y aguas debajo de los postes de soporte y; o pasar por encima o por debajo de uno o más cables longitudinales. En caso que haya un escenario de estas características, hay una oportunidad incrementada de que un elemento de cable y/o poste de soporte haga contacto y/o se enrede con los componentes del sistema de guía de vehículo y resulte en inestabilidad vehicular o vuelco. Por ejemplo, cuando se utiliza un sistema de guía de cables, usualmente se engancha un cubo de acero en la rueda delantera opuesta al impacto para ayudar al sistema de guía previo al impacto con la barrera. En una situación donde un componente del sistema de guía externamente adherido (ej. Un cubo de guía de acero saliente de la rueda delantera) interactúa claramente con el sistema de barrera y causa que ocurra un evento indeseable (ej. Vuelco) mientras el vehículo sale de la barrera después de, lo que podría haber sido, una contención y redireccionamiento exitoso, se debe dar consideración para relajar el criterio que fue violado. Como parte de

la evaluación de dicho evento, el laboratorio de ensayos debe proveer evidencia clara e indisputable de que el contacto de la barrera con el componente de guía externa del vehículo llevó al resultado indeseable.

Dimensiones de la “Caja de Salida”

Tipo de vehículo	A pies (m)	B pies (m)
Automóvil/Camioneta	$7.2 + \text{Ancho V} + 0,16 \text{ Long V}$ (2,2 + Ancho V + 0,16 Long V)	32,8 (10,0)
Otros vehículos	$14,4 + \text{Ancho V} + 0,16 \text{ Long V}$ (4,4 + Ancho V + 0,16 Long V)	65,6 (20)

Ancho V = Ancho del vehículo
Long v = Longitud del vehículo

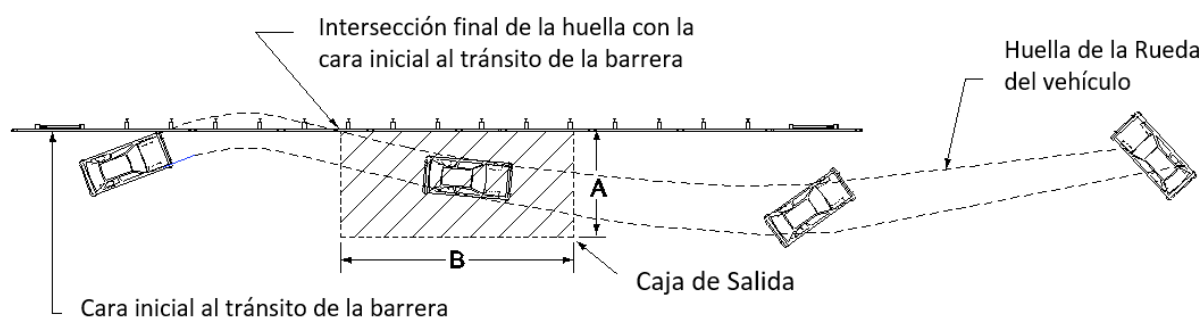


Figura 5-1. Caja de salida para las Barreras Longitudinales

5.3 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Los ensayos de una característica geométrica del camino como una cuneta, acceso, terraplén o cordón, típicamente involucra movimientos vehiculares tridimensionales. También, la duración del ensayo es más larga (hasta 5 s o más) comparado con un ensayo de barrera u otro sistema de seguridad en la ruta (típicamente 0, 30 s o menos). Como consecuencia, un ocupante no asegurado puede esperarse que sea sacudido dentro del habitáculo en tres dimensiones en un tiempo prolongado, contactando posiblemente con una superficie dada más de una vez. Por estas razones, los valores de OIV y RA generalmente no son aplicables. Afortunadamente, en los ensayos de la mayoría de las características geométricas, no hay elementos de diseño que causen grandes cambios repentinos en la velocidad vehicular. El problema principal es el vuelco del vehículo mientras se desplaza por estos elementos geométricos.

En ausencia de un criterio más objetivo, los siguientes procedimientos y criterios de evaluación pueden ser usados para una característica geométrica:

- El Criterio F de la Tabla 5-1B debe cumplirse.
- Computar las aceleraciones promedio en las direcciones longitudinales y laterales para cada periodo consecutivo de 50 milisegundos durante el evento.
- Si la aceleración promedio longitudinal o lateral computada en el paso b excede los 2 G durante cualquier periodo de 50 milisegundos, calcular los valores de OIV y RA al comienzo del periodo sobre el cual la aceleración promedio fue computada, y evaluar los resultados de acuerdo a los Criterios H e I de la Tabla 5-1B.