

## **RECOMENDACIONES PARA LA EJECUCIÓN Y CONTROL DE LOS MUROS DE ESCOLLERA COLOCADA EN OBRAS VIALES**

### **RECOMMENDATIONS FOR THE EXECUTION AND CONTROL OF SCHOOL WALLS PLACED IN ROAD WORKS**

**Autores:** Pablo Antonio Junco Davis

Nestor Mendez Jurjo

Gustavo Humberto Arencibia Zuñiga

**Institución:** Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Cuba

**Correo electrónico:** [pablojd@unica.cu](mailto:pablojd@unica.cu)

#### **RESUMEN**

El trabajo se realizó en el tramo comprendido entre el peaje y la silla en la cayería norte de la provincia de Ciego de Ávila con la premisa de colocar los muros de escolleras correctamente y todos los elementos básicos para aplicarlas en todas las obras viales de todos los territorios teniendo como proposición las características físico -química de las rocas que servirán como refuerzo protector en los muros de escolleras, además se destacan las características de las cimentaciones donde se va a realizar el trabajo que necesariamente servirán de protección adecuada a cualquier tipo de obra vial incluyendo obras marítimas en cuestión, además se realizaron controles característicos para los diferentes muros de escolleras que se pueden ejecutar en cualquier tipo de obra vial, además se tuvo en cuenta la sección transversal de muros que debe estar constituida por bloques del mismo uso granulométrico.

Finalmente planteamos necesidades y aspectos a controlar en cada muro de escollera que estibarán factores específicos relativos a su ubicación, etapas constructivas, importancia y geometría de la obra, etc. Las recomendaciones definen los principales aspectos y objetos de control durante la construcción del muro, así como durante su vida útil.

**Palabras clave:** Control, Construcción Escolleras, Geometría, Muros.

#### **ABSTRACT**

The work was carried out in the section between the toll and the chair in the north cayería of the province of Ciego de Ávila with the premise of placing the walls of

breakwaters correctly and all the basic elements to apply them in all road works of all territories having as a proposal the physical-chemical characteristics of the rocks that will serve as a protective reinforcement in the walls of breakwaters, in addition the characteristics of the foundations where the work is going to be performed that will necessarily serve as adequate protection to any type of road work are highlighted including maritime works in question, characteristic controls were also carried out for the different breakwater walls that can be executed in any type of road work, in addition the cross-section of walls that must be constituted by blocks of the same granulometric spindle were taken into account.

Finally, we propose needs and aspects to be controlled in each breakwater wall that will be based on specific factors related to its location, construction stages, importance and geometry of the work, etc. The recommendations define the main aspects and control objects during the construction of the wall, as well as during its useful life.

**Keywords:** Breakwaters, Control, Construction, Geometry, Walls.

## INTRODUCCIÓN

La superficie de apoyo de la primera hilada de escollera sobre la cara superior del cimiento de escollera hormigonada, debe tener una inclinación media hacia el trasdós en torno al 3H:1V y presentar una superficie final dentada e irregular, que garantice la trabazón entre el cuerpo del muro y la cimentación. (Cea Azañedo, J. C. et al., 1991).

Las hiladas del cuerpo del muro mantendrán la inclinación media de 3H:1V hacia el trasdós del muro. El paramento visto (intradós) no deberá ser más vertical que 1H:3V.

La anchura del muro, que se determinará en el cálculo, podrá ser variable con la altura y deberá:

- Permitir que en cada hilada se puedan colocar al menos 2 bloques de escollera.
- Presentar un valor mínimo de unos 2.0 m, que el proyecto podría rebajar justificadamente hasta 1.50 m en el caso de muros de menos de 5.0 m de altura.

Las características del trasdós del muro tienen una influencia decisiva en el comportamiento del mismo y de ellas depende, en buena medida, su estabilidad.

En general, se deberá disponer un relleno de material granular en el trasdós del muro, con un espesor mínimo de un metro ( $e \geq 1$  m), si bien en casos excepcionales de muros de contención, el proyecto puede justificar un espesor menor, o incluso prescindir del mismo.

### **Particularidades de los muros de sostenimiento**

En los muros de sostenimiento de escollera colocada, ésta puede considerarse como una parte de un relleno que se diseña como obra nueva en su totalidad.

Además, las recomendaciones deben incluir tanto la definición del muro de escollera como la del relleno, hay un abanico muy amplio de soluciones para el diseño de la sección tipo conjunta, debiendo analizarse la configuración geométrica y zonificación del relleno que mejor se adapte a cada caso concreto, teniendo en cuenta las siguientes pautas Comité Español de Grandes Presas Materiales de roca para presas de escollera. Síntesis y recomendaciones. (1998):

- Para estudiar y establecer las condiciones de apoyo del relleno, debe partirse de un adecuado reconocimiento, acondicionamiento y captación de las aguas del terreno natural.

Se seguirá lo establecido en los artículos 330 a 333 del PG-3, en los apartados relativos a la preparación de la superficie de asiento, así como los criterios generales establecidos al respecto en la Guía de cimentaciones en obras de carretera.

En el caso de que hubiera presencia de agua en las laderas naturales sobre las que se cimenta el relleno, se deberán seguir las indicaciones de la OC 17/2003 en lo tocante a la interceptación de flujos de agua, si bien este aspecto corresponde al proyecto del relleno, propiamente dicho.

- Deben establecerse transiciones granulométricas entre el muro de escollera y las distintas zonas que componen el relleno, que cumplan con las características enunciadas a este respecto en los artículos 330 a 333 del PG-3, según el tipo que corresponda. No será admisible la eliminación del relleno de material granular de los trasdós especificados en esta investigación, ni su reducción de espesor respecto del mínimo allí establecido.

- Se estudiarán los detalles constructivos de la coronación del muro junto con el drenaje superficial de la carretera y se dispondrán medidas que impidan, en todo caso, el vertido o desagüe de la escorrentía superficial al relleno granular del trasdós o al propio muro de escollera.

En particular cuando la coronación del muro se encuentre a la misma cota que el pavimento, puede resultar conveniente:

- Proceder al hormigonado de la coronación.
- Eliminar zonas sin revestir en las márgenes de la calzada.
- Proceder al revestimiento de las cunetas.
- Contemplar la posibilidad de disponer una lámina impermeabilizante bajo la coronación hormigonada, bajo el contacto de ésta con el pavimento, o incluso bajo la cuneta revestida.
- El proyecto de posibles bajantes estará a lo especificado en el apartado 1.1.4.

### **Propiedades de los bloques de escollera**

El elemento principal que interviene en la ejecución de la tipología de muro contemplada en este documento es el bloque de escollera, unidad básica a partir de la cual, por agregación, se construye el muro. Las propiedades de los bloques tienen una especial incidencia en el comportamiento de la obra.

Los bloques de escollera deben provenir de macizos rocosos sanos, de canteras, de préstamos, o de las excavaciones de la propia obra y se obtendrán mediante voladuras. (Dirección General de Carreteras: Guía de cimentaciones en obras de carretera, 2003).

En este artículo se establecen las propiedades más relevantes que deberán reunir los bloques para su empleo en muros de escollera colocada, que se han clasificado atendiendo a los siguientes tipos de características: Geométricas, Físicas, Químicas y de durabilidad.

### **Forma**

La forma más adecuada de los bloques para su aplicación como escollera colocada en muros para obras de carretera, es la aproximadamente prismática. No resulta conveniente en general, el empleo de bloques planos o aciculares, ni piramidales. Para valorar la adecuación de la forma de los bloques se usa el criterio de

determinación del porcentaje de piezas de escollera cuya relación entre longitud y espesor sea superior a tres, siguiendo el método definido (Dirección general de Carreteras Quito, Ecuador, 1996). Norma Internacional UNE EN 13383-2.

Salvo especificación en contra del proyecto, el número de bloques que superen dicha relación deberá ser inferior o igual al quince por ciento:

$$L/E > 3 \leq 15\%$$

donde:

L: Longitud: Dimensión máxima de un bloque de escollera según se define por la mayor distancia de separación de dos planos paralelos tangentes a la superficie de la piedra.

E: Espesor: Dimensión mínima de un elemento de escollera según se define por la menor distancia de separación de dos planos paralelos tangentes a la superficie de la piedra.

### **Proporción de superficies trituradas o rotas**

Los bloques de escollera deben presentar superficies rugosas y el mayor número posible de caras de fractura y aristas vivas, debe evitarse los bloques redondeados. A los efectos de la investigación, se consideran como bloques redondeados aquellos que presenten menos del cincuenta por ciento (50%) de caras trituradas o rotas. La proporción de piezas de escollera redondeadas, se determinará según, (Geometría de los cantos en escolleras, 1999). UNE EN 13383-1. Salvo especificación en contra del proyecto (que deberá basarse en un estudio especial que garantice un comportamiento adecuado), la proporción de bloques redondeados, deberá ser inferior o igual al cinco por ciento, Proporción de superficies trituradas o rotas  $RO \leq 5\%$ . (Olalla Marañón, C. et, al, 1991).

### **Integridad de los bloques**

A los efectos de este documento se entiende por integridad del bloque, la propiedad de cada pieza de escollera que indica su capacidad para continuar siendo un único bloque, después de someterlo a las operaciones de manipulación, transporte y puesta en obra, así como a las correspondientes solicitudes durante su vida útil. La integridad de los bloques es una propiedad de difícil evaluación práctica, que está ligada, bien a la presencia de juntas, fisuras, discontinuidades, etc., en el macizo

rocoso de procedencia, o a la inducción de fisuras debida al método de extracción de los bloques, principalmente mediante voladuras.

Los métodos prácticos de evaluación de la integridad de los bloques se encuentran aún a nivel incipiente, se han desarrollado principalmente para escolleras en obras marítimas, donde citamos:

- Inspección visual, procedimiento subjetivo, que además no permite la detección de fisuras internas.
- Ensayos destructivos, entre los que destaca el de rotura por caída en que se somete un número determinado de bloques a un impacto normalizado, al dejarlos caer desde una altura fija sobre un suelo suficientemente rígido y uniforme.
- Ensayos no destructivos, basados fundamentalmente en la medición de la velocidad de propagación de las ondas, por lo general acústicas, a través de un número determinado de bloques. La comparación entre la velocidad realmente medida y la teórica para cada tipo de roca, proporciona una estimación de la existencia de microgrietas, planos de discontinuidad.

En muros de escollera colocada los problemas debidos a falta de integridad de los bloques se pueden manifestar por rotura de los mismos en cantera, durante su transporte y manipulación o una vez colocados. Cuando se aprecien signos que pudieran indicar la existencia de este problema deberá incidirse en el mismo, estableciendo un criterio de rechazo adecuado a cada caso concreto.

### **Resistencia a la fragmentación**

La resistencia a la fragmentación se valorará mediante Dicho coeficiente deberá ser menor o igual que treinta y cinco ( $LA \leq 35$ ) obtenido según UNE EN 1097-2. Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), Barcelona España, 2003.

Las muestras se prepararán machacando al menos seis (6) piezas separadas de escollera, cuyas masas no difieran entre sí más del veinticinco por ciento (25%). El machaqueo debe realizarse preferiblemente con una machacadora de mandíbulas, de laboratorio.

### **Características químicas y de durabilidad**

#### **Estabilidad química**

Las rocas a emplear tendrán una composición mineralógica estable químicamente y no darán lugar con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras, obras de fábrica, etc., o contaminar el suelo o corrientes de agua.

Si se considera conveniente, para caracterizar los componentes que puedan ser lixiviados y causar dichos daños.

### **Estabilidad frente a la inmersión en agua**

Se deberán emplear rocas estables frente a la inmersión en agua, entendiendo por tales aquéllas que sumergidas en agua durante veinticuatro horas (24 h) no manifiesten fisuración alguna y la pérdida de masa que sufran sea menor o igual al dos por ciento ( $\Delta m/m \leq 0,02$ ), según UNE 146510.

### **Estabilidad frente a los ciclos humedad-sequedad**

Para tener en cuenta el posible efecto frente a los cambios de humedad, pueden utilizarse ensayos de ciclos de humedad-sequedad, para calificar la estabilidad de la roca, exigiéndose una pérdida de masa menor o igual al dos por ciento ( $\Delta m/m \leq 0,02$ ). Estos ensayos deberán realizarse al menos, cuando la escollera se encuentre en unas zonas inundables, las Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), Barcelona España, 2003. UNE 146511.

### **Absorción de agua**

A los efectos de este documento y en relación con los bloques para la construcción de muros de escollera, se recomienda que la absorción de agua determinada sobre diez (10) de dichos bloques, conforme a lo especificado en UNE EN 13383-2, sea menor o igual al dos por ciento ( $W_{as} \leq 2\%$ ).

Si la absorción fuera menor o igual al cero coma cinco por ciento ( $W_{as} \leq 0,5\%$ ), la muestra puede considerarse, directamente, como resistente a la congelación y deshielo, y a la cristalización de sales.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

De los parámetros geomecánicos de los muros de escollera, el peso específico seco de los bloques, suele ser el mejor conocido. La tabla 1 incluye valores orientativos de los pesos específicos secos de algunas de las rocas de más frecuente uso en la ejecución de muros.

Siguiendo los parámetros establecidos para la colocación de los muros de escolleras inspeccionamos el lugar para la aplicación y sujeción de los mismos donde se

midieron los cantos con las características geométricas de las mismas para su posterior colocación y trituración, además de ser colocadas a pequeñas distancias donde no existan fugas de agua que socaven estas rocas.

La geometría y colocación de las mismas tienen que ubicarse a 3H:1V, o sea tres veces la Horizontal y una vez la vertical para que exista una mejor distribución de las fuerzas que pudieran actuar sobre la misma.

Tabla.1: Peso específico seco aproximado de algunas rocas

CLASIFICACIÓN	ROCA	$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )
PLUTÓNICAS	Granitos sanos	26-27,5
	Sienitas y monzonitas	25-27
	Dioritas	25-27
	Gabros y peridotitas	29-30,5
FILONIANAS	Pórfidos	27-29
	Diabasas y ofitas	29-31
VOLCÁNICAS	Riolitas y traquitas	24,5-26
	Andesitas, traquiandesitas y dacitas	23-27,5
	Basaltos	27,5-30
METAMÓRFICAS	Cuarcitas	26-26,5
	Gneises	23-28
	Esquistos y pizarras muy sanas	22-26
	Piroxenitas y anfibolitas	28-30
	Mármoles	26,5-27,5
DETRÍTICAS	Conglomerados, pudingas y brechas muy cementadas	20-27
	Areniscas muy cementadas	19-29
	Grauwacas	22-29
CARBONATADAS	Calizas	21-28,5
	Dolomías	22-28,5

De acuerdo con lo especificado en la estabilidad frente a los ciclos de estabilidad-sequedad, se recomienda que la densidad seca de los bloques sea superior o igual a dos mil quinientos kilogramos por metro cúbico ( $\rho_d \geq 2500 \text{ kg/m}^3$ ), lo que da lugar a un peso específico seco mínimo de los bloques, de veinticuatro comas cincuenta y dos kilonewton por metro cúbico, que puede aproximarse en la práctica a veinticinco ( $\gamma_d = 24,52 \approx 25 \text{ kN/m}^3$ ).

A los efectos de este documento se define el peso específico aparente del muro de escollera como:

$$\gamma_{ap} = \gamma_d \cdot (1 - n)$$

donde:  $\gamma_{ap}$ : Peso específico aparente del muro de escollera.

$\gamma_d$ : Peso específico seco de los bloques.

n: Porosidad del muro de escollera.

### Rugosidad de los bloques.

En la literatura técnica existen diferentes ábacos y tabulaciones de valores usuales de la porosidad, generalmente para aplicaciones en escolleras vertidas o compactadas, así como algunos estudios teóricos sobre este parámetro. Existen muchos menos datos publicados respecto a la porosidad de las escolleras

colocadas. En diques rompeolas en talud se han medido porosidades del orden de veintisiete centésimas ( $n = 0,27$ ) para mantos de escollera colocada, con dos bloques de canto.

En los ensayos referidos en estas recomendaciones, se obtuvieron porosidades comprendidas entre veinticuatro y treinta y seis centésimas ( $0,24 \leq n \leq 0,36$ ). A los efectos de este documento, se recomienda la obtención de porosidades en los muros de escollera colocada, comprendidas aproximadamente entre veinticinco y treinta y cinco centésimas ( $0,25 \leq n \leq 0,35$ ), con preferencia en la mitad inferior de dicho rango.

### Escolleras compactadas

La mayor parte de la información disponible sobre escolleras compactadas proviene de la realización de presas de materiales sueltos. En la tabla.2 se ofrece una síntesis de los resultados obtenidos en más de cien (100) presas de escollera, en función del tipo de roca.

Las colocaciones y fragmentaciones de los muros de escolleras son estructuradas y posteriormente colocarles la proporción de cemento para lograr rigidizar el movimiento de las mismas provocadas por fenómenos naturales o mecánicos que actúan sobre las mismas direccionalmente.

Tabla .2.: Ángulo de rozamiento interno en presas de escollera compactada

TIPO DE ROCA (COMPACTADA)	$\varphi_{int}(\text{°})$	$\varphi_{int}(\text{°})$	$\varphi_{int}(\text{°})$
Granito	37	41	45
Gneis	40	43	45
Cuarcita	36	39	42
Basalto	37	41	45
Andesita y riolita	39	42	46
Sienita, diorita y granodiorita	38	42	46
Caliza	38	40	43
Arenisca	33	37	42

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Debe tenerse en cuenta que buena parte de las características del muro de escollera se alcanzan, además de por las de los materiales empleados, por una cuidada ejecución del mismo que debe comprender una adecuada selección y colocación de

cada uno de los bloques, de modo que constituyan un conjunto lo más compacto, estable y duradero posible

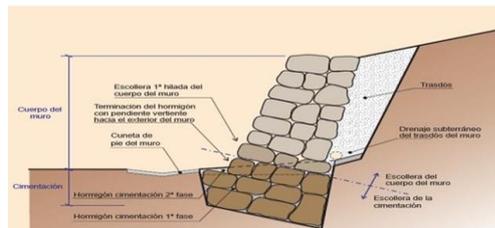


Figura.1: Partes de un muro de escollera.

El hormigonado del cimiento normalmente se efectúa en dos fases:

- En la primera fase, que comprende el relleno de la práctica totalidad del cimiento, la superficie que resulte debe estar conformada por caras rugosas de bloques pétreos en la mayor proporción posible, recomendándose que sobresalgan al menos quince o veinte centímetros (15-20 cm) de la superficie de hormigonado, para garantizar un mejor contacto con la primera hilada de bloques del cuerpo del muro, que debe presentar una contra inclinación aproximada en torno al 3H:1V, como se indicó previamente.
- La segunda fase se ejecutará normalmente una vez colocada la primera hilada del cuerpo del muro. En ella el hormigón deberá enrasar con la cota del terreno natural en el intradós y habrá de comprobarse además que la superficie final resultante no tenga puntos bajos ni constituya un lugar de acumulación de agua o producción de encharcamientos, para lo que se debe dotar al plano superior del cimiento de una ligera pendiente.

Así mismo debe tenerse en cuenta que durante la ejecución del cimiento puede ser necesaria la realización de algunos de los elementos y sistemas de drenaje subterráneo del muro, conforme a lo especificado en el proyecto. En la Figura.2 mostramos las fases de ejecución de la cimentación

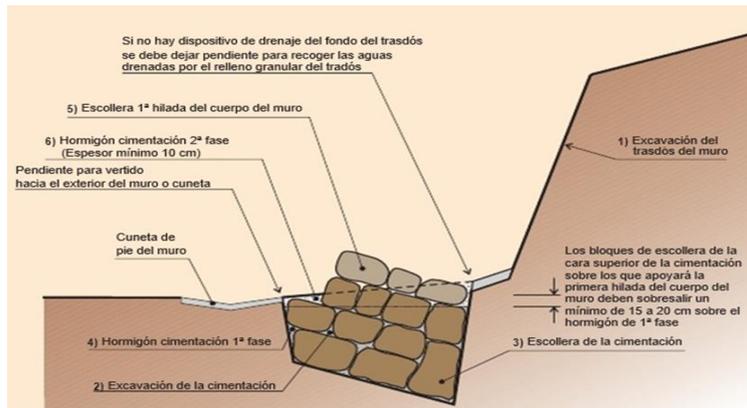


Figura.2: Formación del cuerpo del muro

Las piedras de escollera que conforman el cuerpo del muro se colocarán en éste procurando tanto su propia estabilidad como la materialización de una contra inclinación de las hiladas de bloques en torno al 3H:1V respecto a la horizontal. Dicha contra inclinación tiene una repercusión directa en la estabilidad del muro y dificulta una eventual caída de piedras tanto durante la construcción como durante su vida útil. Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), Barcelona, España, 2003.

La sección transversal del muro debe estar constituida por bloques del mismo huso granulométrico evitando que quede constituido transversalmente por un bloque en la cara vista, de los tamaños y demás características recomendados en este documento y otros de menor tamaño o características diferentes hacia el interior del mismo.

Con el fin de asegurar una adecuada trabazón y estabilidad, se debe procurar que los huecos entre piedras de escollera contiguas se reduzcan cuanto sea posible, para lo que se seleccionará específicamente cada bloque. Cada piedra de escollera deberá de apoyar su cara inferior en al menos dos bloques de la hilada inferior y estar en contacto con los bloques laterales adyacentes.

Se tratará de evitar que los contactos entre bloques de una hilada coincidan, según secciones por planos verticales, con los de la hilada inferior, impidiendo de este modo la formación de columnas de bloques de escollera. Análogamente debe tratar de evitarse en lo posible, la formación de filas horizontales de bloques, es decir, las sucesivas hiladas deberán buscar la máxima imbricación que sea posible con las

inmediatamente superior e inferior. Además, debe obtenerse la contrainclinación de los bloques sobre planos normales al del paramento visto.

Figura 3 Entramado de bloques que evita la formación de filas y columnas.



Figura.3: Criterios básicos sobre control

Las necesidades y aspectos a controlar en cada muro de escollera dependerán de factores específicos relativos a su ubicación, etapas constructivas, importancia y geometría de la obra. A continuación, se incluyen algunas recomendaciones básicas de aplicación en la gran mayoría de los casos.

### **Control de los bloques de escollera**

Antes de iniciar la producción, se reconocerá cada acopio, préstamo o procedencia, determinando su aptitud para la ejecución de las obras. Se comprobará que los bloques de escollera cumplen los requisitos establecidos en el proyecto respecto de las propiedades que se describen en el capítulo 1. Para ello se tomarán muestras y se realizarán los correspondientes ensayos, según las especificaciones de dicho capítulo.

Estos ensayos deberán repetirse siempre que se vaya a utilizar una nueva procedencia para la escollera, o si existe un cambio importante en la naturaleza de la roca o en las condiciones de extracción, que puedan afectar a sus propiedades. Deberá comprobarse además la retirada de la montera en la extracción de la escollera y la exclusión de vetas no utilizables, en su caso.

Adicionalmente, por cada veinte mil metros cúbicos (20.000 m<sup>3</sup>) de material producido, se efectuarán los siguientes ensayos:

- Determinación de la distribución de masas.

- Determinación del porcentaje de componentes de escollera con una relación, longitud dividido por espesor, mayor que tres ( $L/E > 3$ ).
- Determinación de proporción de superficies trituradas o rotas.

Se examinará la descarga al acopio o en el tajo, desechando los materiales que, a simple vista no sean aceptables. Se debe tratar de evitar en todas las fases de manipulación de la piedra (voladura en cantera, carga, transporte y puesta en obra) la rotura de sus aristas, que puede originaron redondeo de las mismas.

Durante la ejecución del muro, puesto que los bloques de escollera se seleccionan y colocan uno a uno, el operario auxiliar que asista al maquinista comprobará visualmente que los bloques cumplen los requisitos geométricos de tamaño, forma y proporción de superficies trituradas o rotas.

### **Control de ejecución.**

El control de ejecución deberá llevarse a cabo en los términos previstos en la investigación, si bien comprenderá cuando menos:

- Control de procedimiento: Debe verificarse la correcta colocación de cada uno de los bloques, tratando de obtener la máxima trabazón entre ellos y el mínimo volumen de huecos que sea posible.

Al concluir cada una de las hiladas y al finalizar los trabajos del muro, se harán controles visuales. Mediante este tipo de controles puede decidirse el recebo de ciertos bloques, el vertido de hormigón entre alguno de ellos.

- Control geométrico: Deberán materializarse bases topográficas en terrenos próximos no afectados por la ejecución de las obras, que permitan llevar a cabo el control del muro durante las diferentes etapas de su construcción. Particularmente importante resulta el control topográfico de su alineación e inclinación.

Después del replanteo del muro, en los diferentes trabajos de ejecución del mismo, el operario auxiliar comprobará al menos por medio de cinta métrica y escuadra con nivel, la inclinación del intradós, el espesor, la contra inclinación de las hiladas de bloques y su correcto apoyo en los adyacentes, conforme se proceda a su construcción.

### **Recomendaciones para la ejecución y control**

1. Profundizar en el tema relacionado con la ejecución y control de las escolleras en carreteras y viaductos de la Provincia de Ciego de Ávila.
2. Utilizar técnicas en obras viales que respondan a las necesidades en la ejecución y control de escolleras de la provincia de Ciego de Ávila que así lo requieran.
3. Definir las instrucciones técnicas que más se adapten a los viales de la provincia de Ciego de Ávila.

## **CONCLUSIONES**

### **A partir del estudio realizado se puede plantear que se:**

- Garantiza la mejor utilización y definición en las operaciones para la construcción obras viales.
- Favorece la preservación ambiental, los recursos naturales y aporta beneficios sociales para la protección del tránsito vehicular.
- Benefician las formas, colocación, ejecución y sostenimientos de los tramos de ejecución de los muros de escolleras.
- Contribuye a una mejor identificación y mitigación de los desperfectos en los muros de escolleras en obras viales.

## **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (AENOR): Normas UNE referidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), 2003.

COMITÉ ESPAÑOL DE GRANDES PRESAS: Materiales de roca para presas de escollera. Síntesis y recomendaciones, España, 1998.

CEA AZAÑEDO, J. C. DE Y OLALLA MARAÑÓN, C.: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), Monografía M 18, Resistencia al corte de escolleras Madrid, España, 1991.

DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS: Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS: Orden Circular 17/2003. Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera, 2003.

DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS: Guía de cimentaciones en obras de carretera, 2003.

DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS: Terraplenes y pedraplenes, 1989.

DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS: Desmontes, 1981.

DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS: Norma Internacional UNE EN 13383-2, Quito, Ecuador, 1996.

OLALLA MARAÑÓN, C. ...ET AL.: Proporción de superficies trituradas o rotas, Madrid, España, 1991.