

VOLADURA ESPECIAL DEMOLICION DE DIQUE EN EL RIO HATIBONICO. CAMAGÜEY

Mercedes Coll Rodríguez

*Empresa de Materiales de Construcción Camagüey. Geicon MICON, General Gómez No 208 Camagüey.
cmg.director@geicon.gov.cu*

RESUMEN

El derribo de una estructura con explosivo es uno de los sistemas más rápido, seguro y eficiente que puede emplearse en la actualidad. Ellas constituyen las voladuras especiales, ya que todos sus parámetros técnicos deben ser especialmente controlados, debido a que generalmente estas suelen realizarse en lugares poblados o zonas donde es necesario proteger algunos objetivos, por lo que se debe tener bien en cuenta los inconvenientes que tiene este método; el vuelo de los pedazos de roca, la acción de la onda aérea y el efecto sísmico.

La utilización de esta técnica de voladura especial en la demolición del dique de río Hatibonico en Camagüey fue una solución rápida y segura ante diferentes obstáculos en el avance del programa de saneamiento del río con vista a la llegada de la temporada de mayor precipitación en la provincia.

Para la ejecución de la voladura fue necesario perforar barrenos de pequeño diámetro con el empleo de un martillo barrenador manual PR-30, debido a las condiciones de la obra y la potencia de agua retenida que impedían el uso de un equipo mecánico. Los materiales explosivos utilizados pese a su peligrosidad garantizan mucha seguridad por su resistencia al agua, maniobrabilidad y calidad proveniente de la firma ULAEX.

Como impacto social reduce el tiempo de ejecución de las obras y contribuyó a mitigar en cierto grado las inundaciones en la ciudad pese a la divergencia del título del trabajo.

ABSTRACT

The demolishes of a structure with explosive it is one of the quickest, sure and efficient systems that can be used at the present time. They constitute the special explosions, since all their technical parameters should be specially controlled, because generally these they are usually carried out in populated places or areas where it is necessary to protect some objectives, for what should be kept well in mind the inconvenience that has this method; the flight of the rock pieces, the action of the air wave and the seismic effect.

The use of this technique of special explosion in the demolition of the river dike Hatibonico in Camagüey was a quick and sure solution before different obstacles in the advance of the program of reparation of the river with view to the arrival of the season of more precipitation in the county.

For the execution of the explosion it was necessary to perforate bores of small diameter with the employment of a hammer manual barrenador PR-30, due to the conditions of the work and the power of retained water that they impeded the use of a mechanical team. The explosive materials used in spite of their danger guarantee a lot of security for their resistance to the water, maneuverability and quality coming from the signature ULAEX.

As social impact it reduces the time of execution of the works and it contributed to mitigate in certain degree the floods in the city in spite of the divergence of the I title of the work.

INTRODUCCIÓN

La empresa de Recursos Hidráulicos tiene un Proyecto de Sistema de Alerta Temprana para evitar las inundaciones en la ciudad de Camagüey, relacionado con el desarrolla un programa de Saneamiento del río Hatibonico (dragado ampliación de las márgenes, limpieza de obstáculos, etc),

ya que este es el receptor principal de la red fluvial en la ciudad de Camagüey al que fluyen diferentes cauces, esta es la ciudad de mayor concentración urbana en Cuba y es la ciudad más importante que sufre inundaciones periódicas.

En reiteradas ocasiones la ciudad de Camagüey ha sido amenazada por el peligro de inundaciones debido a intensas lluvias. Actualmente las condiciones que presenta el drenaje de la ciudad no son las mejores y cuenta de ellos dan las inundaciones ocurridas en el 2007 y más recientemente las de septiembre 2008.

El trabajo consiste en la destrucción por voladura controlada de un muro de hormigón que funciona como dique situado en el Río Hatibonico que represa las aguas del mismo, que eran utilizadas por la Empresa Eléctrica para un proceso de enfriamiento en un nivel de producción.

La utilización de explosivo en los trabajos de demolición de estructuras civiles, edificios, puentes, chimeneas, muros etc, constituye un sistema económico y a veces complementario en los trabajos convencionales llevados a cabo de forma manual o con medios mecánicos. Estos trabajos con explosivos consisten en la colocación de pequeñas cargas en puntos estratégicos de la estructura para provocar su desequilibrio o fragmentación.

En este tipo de demolición hay que tener en cuenta los siguientes principios:

- La división y reparto de las cargas para conseguir una rotura completa, manteniendo un control máximo sobre proyecciones vibraciones generadas.
- Elección y aplicación adecuada de las secuencias de encendidos para lograr los efectos deseados.

DESARROLLO

El trabajo por el método técnico de voladura controlada, fundamentada en su ubicación urbanística y la protección de diferentes objetivos; siendo necesario realizar un proyecto en el que se tenga en cuenta las diferentes medidas y parámetros que son necesarios considerar para lograr el objetivo sin ocasionar daños de grave evaluación o disminuir cualquier tipo de accidente.

Estos trabajos fueron coordinados con la Sección Provincial de Protección de Sustancias Especiales del MININT, quienes además supervisan el área de trabajo.

Condiciones circundante:

El muro a destruir se encuentra dentro del río Hatibonico en el área que bordea la Empresa Eléctrica ubicada en el Distrito Cándido González de Camagüey, la obra se encuentra en una zona céntrica, muy habitable, lo que la hace muy peligrosa para el desarrollo y ejecución de los trabajos, además de la existencia de diferentes instalaciones de organismos, avenidas, etc, que hay que proteger y cuyas distancias de ubicación se refieren en la Tabla I.

Tabla I.- Relación de los objetivos a proteger

Objetivo	Identificación	Distancia de la obra (m)	Cantidad	Clasificación
Viviendas	Habitables	20-100	20	A
Personas		300	400	A

Línea eléctrica y postes		30	1	B
Avenida 26 de julio	Viales	50	2	B
Gobierno Provincial	Instalaciones	150	1	C
Edificio planta 18	Instalaciones	100	1	C
Empresa Eléctrica	Instalaciones	50	1	B
Caminos de accesos y callejones	viales	50-100	5-7	A

La clasificación fue evaluada en el lugar en función de la peligrosidad y distancia del objetivo



Figura 1.- Dique que represa el agua para un proceso de enfriamiento en la Planta Eléctrica



Figura 2.- Viviendas cercanas a la zona donde se realizarán los trabajos



Figura 3.- Al fondo ubicación del Gobierno Provincial, edificios de 18 plantas



Figura 4.- Inundaciones en el 2008



Figura 5.- Inundaciones en el 2007



Figura 6.- Inundaciones de viviendas



Figura 7 y 8: Inundaciones de diferentes repartos en 1988. Camagüey

Características técnicas del dique.

El dique o muro a destruir es de difícil acceso y está formada por una sección trapezoidal de hormigón de elevada resistencia, de una altura de 2 m, con una base menor o espesor del muro superficial de 0.50 m y una base mayor o ancho de 2 m, el largo del muro es de 50 m; su construcción es de más de 40 años con la función de represar un volumen de agua para un proceso de enfriamiento en la planta eléctrica.

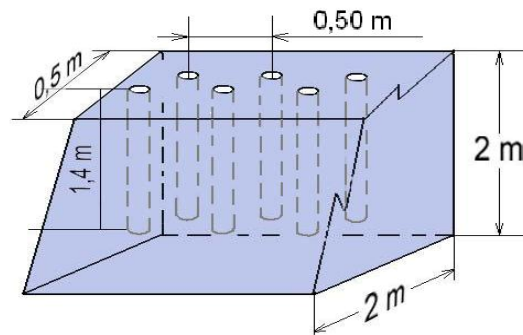


Figura 9.- Esquema del muro que forma el dique

Análisis de las proyecciones, ondas sísmicas y aéreas:

Para evitar las proyecciones se utilizó la técnica de protección con:

Mallas de carretas, con el auxilio de cable y un equipo mecánico, para facilitar el movimiento de la malla que fue ubicada encima del área de la voladura para así evitar las proyecciones de fragmentos gruesos o finos que puedan caer sobre los diferentes objetivos a proteger.

Sacos terreros: Son sacos de yutes o nylon llenos de tierra o material suelto para amortiguar el desplazamiento de la malla durante la voladura.

La acción de la onda sísmica para este caso no se consideró evaluarla, ya que su acción se pierde en la misma cavidad que forma el río, además que las perforaciones no sobrepasan el hormigón por lo que no se transmiten las ondas a las instalaciones cercanas, mitigándose en la propia excavación del río.

Para disminuir la acción de la onda aérea sobre las instalaciones cercanas, se calculó la carga mínima permisible para cada barreno, se utilizó detonadores no eléctrico de diferentes series, cordón detonante de bajo gramaje que se encuentra disponible y detonadores eléctricos para iniciar la voladura, además de que se planificaron varias pegas de voladuras para disminuir la concentración de carga y se le dio la orientación de la voladura hacia donde existía menos objetivos a proteger, además de reforzar las medidas de seguridad específicas con la población y con cada objetivo.

Las afectaciones negativas al medio ambiente son mínimas, ya que es una voladura controlada, es muy puntual, la barrenación es con diámetro pequeño, por lo que el explosivo que se consume es mínimo, por tal razón los desprendimientos de polvos, ruidos y gases con éste tipo de actividad no sobrepasan los límites permisibles. No obstante se tomaron medidas técnicas durante la ejecución y desarrollo de estos trabajos como:

- Longitud óptima de los barrenos.
- Cantidad de metros perforados necesarios.
- Pequeño diámetro de barrenación.
- Carga mínima de explosivo.
- Selección del tipo de explosivo.
- Cordón detonante de bajo gramaje
- Variada serie de detonadores.
- Uso de detonadores nonel.
- Diseño geométrico de las voladuras
- Voladuras por etapas o secciones
- Amortiguamiento o protección de la voladura con mallas de carretas.

Cálculo del pasaporte de perforación y voladura:

Los trabajos de barrenación fueron realizados con un martillo perforador manual, equipo de barrenación que nos permite el uso de cargas pequeñas y la mayor posibilidad de controlar la voladura.

Equipo: Martillo manual PR – 36

Diámetro del barreno: 36 mm

Esquema de barrenación: lineal - tres bolillos

Número de hileras: (1-2)

Número de barrenos totales: 94 ----- 54 en la 1era hilera
40 en la 2da hilera

Se planificó la realización de dos hileras por la forma trapezoidal del muro por la base y los inconvenientes de trabajarla con una sola hilada central a la profundidad requerida

Tabla II.- Parámetros de barrenación

Muro	No de Barren Totales	Distancia entre barrenos (m)	Distancia entre filas (m)	Profund del barr (m)	Metros de barrenac
------	----------------------	------------------------------	---------------------------	----------------------	--------------------

1	94	0.50	0.30	1.00-1.40	113
---	----	------	------	-----------	-----

Para la voladura los materiales explosivos utilizados garantizaban mucha resistencia al agua, procedente de la fabricación ULAEX - CUBA cuyas características técnicas son las siguientes:

- Tectrón 100 Emulsión encartuchada
Densidad: 1.15 g / cm³, Velocidad de detonación: 5200 m/s, resistencia al agua: excelente, energía: 740 kcal /kg, balance de oxígeno: 0, peso del cartucho: 2083 g y diámetro: 65 mm
- Detonadores eléctricos microretardados: Tubo de aluminio: Longitud 50 mm. diámetro 6.8 mm, longitud del cable 2m, corriente de ignición 0.45 amp, corriente de seguridad 0.18 amp, tiempo de retardo 25 miliseg
- Detonadores eléctricos nonel: Tubo de aluminio: Longitud 50 mm, diámetro 6.0 mm, longitud del tubo plástico trasmisor 2m y el tiempo de retardo 25 miliseg

La iniciación de la voladura se realizará empleando detonadores con microretardos de 25 milisegundos.

Se realizaron varias voladuras en función de la concentración de carga y el objetivo a proteger y la disposición de los medios de protección para evitar cualquier tipo de daño.

La carga de los barrenos no sobrepasará la carga máxima instantánea permisible de acuerdo a los objetivos a proteger

Tabla III.- Carga de barrenos.

Muro	Tipo de explosivo	Cantidad de barrenos	Explosivo por barreno(g)	Explosivo total de la base (kg)
1	Tectrón de 32 mm	94	75-150	14

Detonadores eléctricos microretardados:15

Número de pega: 7

Detonadores nonel microretardados.-----94 -----Series del 1-3

Volumen total a volar: área del trapecio por el largo del muro; 2.5 x50 = 125 m³

Consumo específico permisible para roca intemperizada --- (0.3 – 0.35) kg/m³

Medidas de seguridad tomadas

- 1.- El personal situado a no menos de 300 m de la voladura.
- 2.- No permitir la presencia de ninguna persona ajena dentro del área de peligrosidad de la obra.
- 3.- Garantizar los medios necesarios para efectuar la protección de la voladura, ya descritos anteriormente u otro necesario que se requiera al momento.
- 4.- Protección de todas las vías de acceso al área de la voladura.
- 5.- Orientación de la voladura.
- 6.- Coordinación con los Órganos Locales del Poder Popular
- 7.- No permitir la salida del personal dentro de los locales que se consideren protegidos.
- 8.- Evaluación de las viviendas antes y después de la voladura por los órganos locales designados.
- 9.- Coordinación con la Empresa Eléctrica para enfriamiento temporal de la línea eléctrica cercana a la obra

10- Realizar las coordinaciones pertinentes con los diferentes organismos que intervienen en la obra y alrededor de la misma, para una mayor seguridad de la voladura controlada o especial. (Personal del Ministerio del Interior)

CONCLUSIONES

- La utilización de esta técnica de voladura especial en la demolición del dique del río Hatibonico en Camagüey fue una solución rápida y seguro –para obstáculos presentados en el avance del “Programa de Saneamiento del Río”, antes de la llegada del período de mayor precipitación en Camagüey.
- La voladura fue positiva pues se logró fragmentar el muro en secciones que facilita el uso de la retro excavadora, sin ocasionar ningún daño de envergadura ocasionado por la actividad después de ser evaluado el cumplimiento y responsabilidades de las medidas de seguridad establecidas
- Como impacto social reduce el tiempo de ejecución de las obras
- Influyó en la mitigación en las inundaciones de algunas áreas en la ciudad

RECOMENDACIONES

Este método de voladura tiene múltiple usos siempre tomando las medidas de seguridad establecidas para cada caso en particular

BIBLIOGRAFÍA

Dr. Carlos López Jimeno. Manual de Perforación y Voladura. Instituto Geólogo Minero de España. MFAR 1988
Otaño Noguel, J.A: Fragmentación de rocas con explosivos. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. 1980
Obras de Protección contra inundaciones para la ciudad de Cgüey. EIPH. Empresa de Inversiones y Proyecto Hidráulico. Ing: Marisela Martínez García. Oct 2008.