

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	08-07-2021	B
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		i(313)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Camilo Amaya Barbosa René Mauricio Jácome		
FACULTAD	De Ingenierías		
PLAN DE ESTUDIOS	Especialización en Interventoría de Obras Civiles		
DIRECTOR	Leandro Ovallos Manosalva		
TÍTULO DE LA TESIS	Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo		
TITULO EN INGLES	Guide for technical intervention in the design and construction stages of gravity and cantilevered walls		
RESUMEN			
<p>El presente trabajo de grado contiene el desarrollo de una guía de interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de los muros de gravedad (concreto ciclópeo y gaviones) y de los muros en voladizo (concreto reforzado) en donde se presentan los procedimientos y consideraciones desde el ámbito de la interventoría para abordar los diferentes muros planteados</p> <p>se logró desarrollar una guía técnica de interventoría que presenta los diferentes mecanismos para ejercer el papel de la interventoría en los muros especificados</p>			
RESUMEN EN INGLES			
<p>The present work of degree contains the development of a guide of technical intervention in the stages of design and construction of the walls of gravity (concrete cyclopean and gabions) and of the walls in cantilever (reinforced concrete) where the procedures and considerations from the field of the interventoría are presented to address the different walls raised.</p> <p>It was possible to develop a technical guide of auditing that presents the different mechanisms to exercise the role of the interventoría in the specified walls.</p>			
PALABRAS CLAVES	Palabras clave de la tesis (mínimo 4). En minúscula con mayúscula inicial. Muros de contención, gaviones, diseño de muros, construcción de muros, formatos de inteventoria		
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Retaining walls, gabions, wall design, wall construction, inteventoria formats		
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 313	PLANOS: 0	ILUSTRACIONES: 80	CD-ROM: 1



**GUÍA PARA LA INTERVENTORÍA TÉCNICA EN LAS ETAPAS DE DISEÑO Y
CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE GRAVEDAD Y EN VOLADIZO**

**CAMILO AMAYA BARBOSA
RENÉ MAURICIO JÁCOME**

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar por el título de Especialista en
Interventoría de Obras Civiles**

Director

I.C. Esp. Leandro Ovallos Manosalva

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES

Ocaña, Colombia

Julio de 2021

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado a Dios, por haberme dado la vida y darme la fortaleza para poder alcanzar, este logro tan importante en mi formación profesional, a mi madre Nelly Barbosa por ser ese gran apoyo incondicional su amor y sacrificio para lograr llegar hasta aquí, A todas las personas que me acompañaron durante todo este proceso les dedico este triunfo.

CAMILO AMAYA BARBOSA

DEDICATORIA

Este logro profesional, se los dedico a mis padres que han sabido siempre acompañarme y ayudarme.

A mis hijos por ser mi fortaleza e inspiración para alcanzar mis logros.

A Claudia por su constante e incondicional apoyo.

A toda mi familia por su sincera compañía y ánimo.

En fin, a la vida por darme más de lo que merezco.

RENÉ MAURICIO JÁCOME

Índice

Capítulo 1: Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo.	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Formulación del problema	3
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Justificación	4
1.5 Delimitaciones	5
1.5.1 Delimitación Operativa.....	5
1.5.2 Delimitación Conceptual	5
1.5.3 Geográfica.....	6
1.5.4 Temporal	6
Capítulo 2: Marco Referencial.....	7
2.1 Marco Histórico	7
2.2 Marco conceptual.....	8
2.2.1 Acta de inicio	8
2.2.2 Acta de Comité	9
2.2.3 Acta de Costos	9
2.2.4 Acta de Liquidación del Contrato	9
2.2.5 Derecho de Vía	9
2.2.6 Interventor.....	9
2.2.7 Muros de Contención.....	10
2.2.8 Muros en voladizo.....	10
2.2.9 Muros de Gravedad.....	10
2.2.10 Presión Activa (PA).....	10
2.2.11 Presión Pasiva (PP).....	10
2.2.12 Estabilidad de muros.....	10
2.2.13 Estabilidad general.....	11
2.2.14 Estabilidad Local.	11
2.2.15 Estabilidad al deslizamiento	11

2.2.16 Estabilidad al volcamiento	11
2.3 Marco teórico.....	12
2.3.1 Interventoría de Obra	12
2.3.2 Funciones del interventoría técnica.	15
2.3.3 Presiones laterales	18
2.3.4 Mohr-Coulomb	18
2.3.5 Generalidades sobre muros de contención.....	20
2.3.6 Tipos de muros de contención.	22
2.4 Marco legal.	26
2.4.1 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10.....	26
2.4.2 Normas Técnicas Colombianas NTC, Promulgadas por el ICONTEC.	26
2.4.3 Ley 80 de 1993.....	26
Capítulo 3: Diseño metodológico	27
3.1 Tipo de investigación.....	27
3.2 Población.....	27
3.3 Muestra	27
3.3 Recolección de la información.....	28
3.4 Análisis y procedimientos de datos.....	28
Capítulo 4: Desarrollo del proyecto.....	30
4.1 Recopilar los procedimientos normativos, para la interventoría técnica en el diseño y la construcción de muros de gravedad y en voladizo.	34
4.1.1 Aspectos de diseño.....	36
4.1.2 Aspectos de construcción.....	64
4.1.3 Aspectos constructivos de muros en concreto ciclópeo (muros de gravedad).....	102
4.1.4 Aspectos constructivos de gaviones (muros gravedad)	105
4.1.5 Aspectos constructivos de muros en concreto reforzado.....	110
4.2 Identificar los controles técnicos de la interventoría, para los procesos de diseño y construcción en muros de gravedad y en voladizo.	115
4.2.1 Controles técnicos de diseño de muros.....	115
4.2.2 Controles técnicos en la construcción de muros.....	119
4.3 Desarrollar formatos para el apoyo a la interventoría técnica, durante las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y voladizo.	124
4.4 Generar una guía para los procesos de interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo.	126

Capítulo 5. Conclusiones	127
Capítulo 6. Recomendaciones.....	129
Referencias.....	130
Apéndices.....	134
Apéndice A. formatos para el apoyo a la interventoría técnica, durante las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y voladizo.	135
Apéndice B. Guía para el apoyo a la interventoría técnica, durante las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y voladizo.	136

Lista de figuras

Figura 1. Factores de seguridad indirectos mínimos.....	11
Figura 2. Diagrama de parámetros para el cálculo de presiones por el método Mohr-Coulomb.....	18
Figura 3. Principales términos usados en los muros de contención.....	21
Figura 4. Muro de gravedad.....	23
Figura 5. Muro cantiléver	23
Figura 6. Muro en gaviones	24
Figura 7. Muro pantalla.....	25
Figura 8. Componentes de un muro de gravedad.....	37
Figura 9. Componentes de un muro en voladizo.....	37
Figura 10. Tabla 3.4.1.1 Combinaciones y factores de carga	42
Figura 11. Tabla 3.4.1.2 Factores para carga permanentes γ_p	43
Figura 12. Aplicación típica de los factores de carga para determinar la capacidad de carga.	44
Figura 13. Aplicación típica de los factores para la resistencia al deslizamiento y la excentricidad.....	45
Figura 14. Aplicación típica de la sobrecarga por carga viva	45
Figura 15. Factores de carga en el estado límite de evento extremo I.	46
Figura 16. Factores de resistencia para muros de contención permanentes.....	47
Figura 17. Muros típicos rígidos de gravedad y semigravedad	48
Figura 18. Criterios para determinar la presión de contacto en muros cimentados en el suelo	54
Figura 19. Criterios para determinar la presión de contacto en muros cimentados en roca.....	55
Figura 20. Procedimiento de estimación de la resistencia al deslizamiento para paredes en arcilla.....	59
Figura 21. Dimensiones del gavión tipo caja.....	90
Figura 22. Dimensiones del gavión tipo colchón.....	90
Figura 23. Abertura de la malla	92
Figura 24. Formato de chequeo de colocación del concreto F-EIOC-FOR09	125

Lista de tablas

Tabla 1. Normas técnicas a considerar para el uso adecuado del concreto.....	66
Tabla 2. Normas técnicas para el uso adecuado del acero de refuerzo	81
Tabla 3. Revestimiento del alambre para gaviones.....	91
Tabla 4. Diámetro de los alambres para gaviones tipo caja.....	93
Tabla 5. Diámetro de los alambres para gaviones tipo colchones	93
Tabla 6. Dimensiones del gavión electrosoldado.....	94
Tabla 7. Consideraciones a controlar en el diseño de muros de gravedad.....	115
Tabla 8. Consideraciones a controlar en el diseño de muros en voladizo.....	117
Tabla 9. Proceso de seguimiento y control de muros de concreto ciclópeo.....	119
Tabla 10. Proceso de seguimiento y control de muros de gaviones.....	120
Tabla 11. Proceso de seguimiento y control de muros de concreto reforzado (voladizo)	121
Tabla 12. Formatos de apoyo para la interventoría técnica de muros.....	124

Capítulo 1: Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo.

1.1 Planteamiento del problema

Colombia se caracteriza por tener tres cordilleras, lo que lo convierte en un país con una topografía muy accidentada, por lo que es habitual localizar taludes propensos a deslaves o deslizamientos.

El carácter fundamental de los muros es el de servir de elemento de contención de un terreno, que en unas ocasiones es un terreno natural y en otras un relleno artificial, frecuentemente en la construcción de edificios o puentes es necesario contener la tierra en una posición muy próxima a la vertical; siempre que se requieran rellenos y terraplenes hay necesidad de proyectar muros de contención, así como en los edificios con sótanos la construcción de muros de contención se hace indispensable (Gallegos, 2006, p.1).

El Departamento Norte de Santander, presenta en cada uno de los corredores viales secundarios, subregiones compuestas por municipios que están reportando producciones agropecuarias, mineras y energéticas de alto potencial; pero en muchas ocasiones el estado regular de estos corredores ha impedido el incremento de las áreas productivas y ha desmotivado la inversión privada debido a los sobrecostos de producción, altos fletes, castigando así el

desarrollo socio-económico de las poblaciones asentadas en las zonas de influencia. Plan de desarrollo departamental (2016-2019)

En el Catatumbo se están desarrollando una serie de proyectos relacionados con la construcción de nuevas vías, cuyo propósito es mejorar sustancialmente las infraestructuras viales con las que actualmente cuenta el país y, con ello, alcanzar los estándares de servicio de estas vías que presentan otros países (Jara, 2008).

En esta línea, se está desarrollando la construcción del anillo Vial para la paz del Catatumbo y su conectividad a la ruta del sol, pero al estar Norte de Santander localizado en la cordillera oriental, hace que todas las vías intermunicipales e interdepartamentales posean una gran cantidad de estructuras de contención, las cuales requieren de una interventoría técnica exigente en cada uno de los procesos de diseño y construcción. Sin embargo, la información es muy distorsionada y para realizar interventoría de estas estructuras, no se encuentran criterios técnicos o normativos, lo que genera una falta de argumentos y ponga en peligro la estabilidad de la estructura.

Por lo tanto hace falta una guía bien definida para realizar la interventoría técnica de estas estructuras de contención que le ayuden al interventor y/o supervisor a tomar decisiones en las revisiones previas y en la etapa de diseño y construcción de los muros de contención de gravedad y en voladizo.

1.2 Formulación del problema

¿Con la elaboración de una guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo, se generará una herramienta completa y fácil de aplicar para el seguimiento y control técnico de este tipo de estructuras?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General. Elaborar una guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo.

1.3.2 Objetivos Específicos. Recopilar los procedimientos normativos, para la interventoría técnica en el diseño y la construcción de muros de gravedad y en voladizo.

Identificar los controles técnicos de la interventoría, para los procesos de diseño y construcción en muros de gravedad y en voladizo.

Desarrollar formatos para el apoyo a la interventoría técnica, durante las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y voladizo.

Generar una guía para los procesos de interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo.

1.4 Justificación

Según el Plan de desarrollo departamental (2016) del Departamento de Norte de Santander, a fin de cumplir con los compromisos adquiridos en el acuerdo de Confianza, suscrito entre el Gobierno Nacional y ASCAMCAT, está realizando las gestiones pertinentes para la consecución de la Construcción del anillo Vial para la paz del Catatumbo y su conectividad a la ruta del sol. (p.36)

Por lo tanto, se proyecta la necesidad de generar herramientas enmarcadas, hacia la interventoría técnica de la infraestructura, como los muros de contención para llevar a cabo la renovación, construcción y mantenimiento de las vías del departamento Norte de Santander y del País.

La presente propuesta de investigación, se encuentra enfocada a la interventoría técnica en la etapa de diseño y construcción de muros de gravedad y muros en voladizo de tal manera que permita disponer de conceptos técnicos y prácticos, por medio del seguimiento de los procedimientos, equipos y materiales utilizados, para el diseño y la construcción de este tipo de infraestructura.

La guía creada será la herramienta ideal para garantizar la estabilidad y los buenos procedimientos en los muros de contención englobados en su alcance, la guía propuesta permitirá pretender subsanar un vacío en el ejercicio de la interventoría técnica que se hace a la construcción de los muros de gravedad y en voladizo, siguiendo los criterios mínimos exigidos

por la normatividad colombiana. Por otro lado, también pretende dar claridad en cuanto a los procesos documentales y al seguimiento de las etapas constructivas de las estructuras de contención mencionadas, mediante la guía se podrá realizar una interventoría técnica ordenada y concreta, para la supervisión del diseño y la construcción de los muros de gravedad y muros en voladizo.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Delimitación Operativa: Para el desarrollo del presente trabajo de grado se recopilará información de la normatividad Colombiana existente, NSR-10 (norma sismo resistente del 2010), CCDSP-14 (código colombiano de diseño sísmico de puentes 2014) las NTC (normas técnicas colombianas), normativa Invias, normativa EPM y referencias bibliográficas pertinentes.

1.5.2 Delimitación Conceptual. Para el presente trabajo de grado es necesario manejar conceptos como interventoría, control, supervisión técnica, ensayos técnicos, diseño de muros de contención, construcción de muros de contención, muros de gravedad, muros en voladizo, empujes, corona, relleno, talón, base, teoría de Rankine, taludes, factor de seguridad, volcamiento, deslizamiento entre otros.

1.5.3 Geográfica. Se propone crear una guía para interventoría técnica que logre recolectar de manera eficaz los datos y resultados de la construcción de muros de contención de acuerdo con las normatividad colombiana establecidas actualmente, por lo tanto la delimitación se establece al territorio donde aplique la normatividad colombiana.

1.5.4 Temporal. Para el desarrollo del presente trabajo de grado se estipula un periodo de 4 meses para la recopilación del estado del arte, normatividad y especificaciones que permita el desarrollo de la guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo.

Capítulo 2: Marco Referencial

2.1 Marco Histórico

La figura de la interventoría se menciona por vez primera en el (Decreto 1050, 1955, art.273). Este concepto se desarrolla en el (Decreto 150, 1976): La entidad contratante verificará la ejecución y cumplimiento de los trabajos y actividades de los contratistas por medio de un interventor, que podrá ser funcionario suyo. También se podrá contratar la interventoría con personas naturales o jurídicas especializadas que posean experiencia en la materia y que estén registradas, clasificadas y calificadas como tales. El funcionario que ejerza la interventoría deberá ser ingeniero o arquitecto matriculado, con experiencia profesional en construcción o en interventoría no menor de tres años en obras de naturaleza y especificaciones comparables. (López, 2016, p.5)

Según Gorbaneff, González y Barón, (2011) En este decreto es evidente la preocupación por precisar las funciones de los interventores: “En todo contrato se detallarán las funciones que corresponden al interventor. Dentro de sus facultades está la de revisar los libros de contabilidad, si así se hubiere convenido en el contrato, y la de exigir al constructor la información que considere necesaria” (art. 97). El decreto impone restricciones para la selección de interventores: “La interventoría no podrá contratarse con el autor del proyecto o diseño correspondientes, a menos que así lo exigiere la complejidad técnica de la obra, según calificación escrita hecha por la entidad contratante. Tampoco podrá contratarse la interventoría con las personas cuyo

proyecto o diseño no se hubieren aceptado” (art. 98). En el decreto se advierte la preocupación por controlar a los interventores e imponerles sanciones penales y civiles por el mal desempeño de sus funciones (López, 2016, p.5).

En el (Decreto 222, 1983, art. 115) se establece que la interventoría es una forma de consultoría, de modo que los interventores son contratistas. La (Ley 80, 1993, art. 32) amplía y precisa las normas anteriores y prescribe que “en los contratos de obra que hayan sido celebrados como resultado de un proceso de licitación o concurso públicos, la interventoría deberá ser contratada con una persona independiente de la entidad contratante y del contratista, quien responderá por los hechos y omisiones que le fueren imputables en los términos previstos en el artículo 53 del presente estatuto”. El artículo 53 ratifica que la interventoría es un tipo de consultoría, pero es más incisivo en cuanto a la responsabilidad contractual. (López, 2016)

2.2 Marco conceptual.

A continuación, se definen los conceptos necesarios para el desarrollo del presente trabajo de grado y que son indispensables en la investigación.

2.2.1 Acta de inicio: Documento en el cual se estipula la fecha de iniciación del contrato.

A partir de dicha fecha comienza a contabilizar el plazo de ejecución del contrato y se establece la fecha de terminación de lo pactado en el objeto del contrato.

2.2.2 Acta de Comité: Documento mediante el cual se deja constancia del avance físico, financiero, administrativo y legal del contrato y compromisos que deben realizarse de acuerdo a las necesidades del mismo.

2.2.3 Acta de Costos: Documento contractual mediante el cual se reconocen cuantificados los servicios realizados por la interventoría durante la ejecución de un contrato. Esta acta es el soporte para el pago gradual a la interventoría.

2.2.4 Acta de Liquidación del Contrato: Documento contractual donde se hace un balance contable entre las inversiones ejecutadas por el contratista contra las pagadas por la entidad.

2.2.5 Derecho de Vía: Se define como la faja de terreno que se requiere para la construcción, conservación, rehabilitación, reconstrucción, ampliación y en general, para el uso adecuado de una vía y de sus servicios auxiliares. También se puede definir como la anchura mínima utilizable que incluye todo: zona de retiro o aislamiento y el corredor de vía o ancho de zona de carretera.

2.2.6 Interventor: Es la persona natural o jurídica contratada por el ente de control, encargada de vigilar la ejecución del contrato principal y hacer cumplir las obligaciones que de éste se deriven.

2.2.7 Muros de Contención: Segura (1996) define los muros de contención como “Elementos estructurales diseñados para contener materiales. De uso múltiple en Ingeniería, e utilizan en carreteras a media ladera, en sótanos de edificios, en estribos en puentes, en tanques de agua, etc.” (p. 368). De igual forma pueden contener materiales sueltos naturales o artificiales.

2.2.8 Muros en voladizo: son muros cuyo funcionamiento es el de losas en voladizo construidas en concreto reforzado con perfil que puede ser “T” o “L”. Están constituidos por dos o tres voladizos, dependiendo de su perfil y su altura por razones prácticas no debe exceder de 6 metros.

2.2.9 Muros de Gravedad: Los muros de gravedad son utilizados en deslizamiento de tierra y de acuerdo al Ingeniero Suarez (2009) “Eficientes para estabilizar deslizamientos pequeños, pero es difícil y en ocasiones no es viable, estabilizar movimientos de gran magnitud, especialmente los deslizamientos rotacionales” (p.109).

2.2.10 Presión Activa (PA): Es el empuje o presión ejercida por el suelo contra el muro de contención.

2.2.11 Presión Pasiva (PP): Es el empuje o presión ejercida por el muro de contención contra el suelo.

2.2.12 Estabilidad de muros. Se debe proporcionar un adecuado factor de seguridad para disponer de la estabilidad adecuada, considerando varios chequeos de comportamiento

establecido, como lo indica la *Figura 1*. (NSR-10, 2010. Cap. H.6)

Condición	Construcción	Estático	Sismo	Seudo estático
Deslizamiento	1.60	1.60	Diseño	1.05
Volcamiento: el que resulte más crítico de Momento Resistente/ Momento Actuante Excentricidad en el sentido del momento (e/B)	≥ 3.00	≥ 3.00	Diseño	≥ 2.00
	$\leq 1/6$	$\leq 1/6$	Diseño	$\leq 1/4$
Capacidad portante	Iguales a los de la Tabla H.4.1			
Estabilidad Intrínseca materiales térreos (reforzados o no)	Iguales a los de la Tabla H.2.1			
Estabilidad Intrínseca materiales manufacturados	Según material (Concreto-Título C; Madera-Título G; etc.)			
Estabilidad general del sistema:				
Permanente o de Larga duración (> 6 meses)	1.20	1.50	Diseño	1.05
Temporal o de Corta duración (< 6 meses)	1.20	1.30	50% de Diseño	1.00
Laderas adyacentes (Zona de influencia > 2.5H)	1.20	1.50	Diseño	1.05

Figura 1. Factores de seguridad indirectos mínimos. Asociación Colombiana De Ingeniería Sísmica (AIS) (NSR-10. Cap. H.6) (2010). Obtenido de <http://www.minambvivydesa.gov.co/>

2.2.13 Estabilidad general. Corresponde a la estabilidad en conjunto del terreno-estructura de contención

2.2.14 Estabilidad Local. Corresponde a la estabilidad propia intrínseca de la estructura de contención.

2.2.15 Estabilidad al deslizamiento. Se define como la capacidad de una estructura de resistir las fuerzas que podrían generar movimientos horizontales de la misma. (Invias, 2006)

2.2.16 Estabilidad al volcamiento. Es la capacidad de un muro para soportar las fuerzas que podrían originar una rotación de esta con respecto a un punto de giro, localizado en la parte inferior de la estructura de contención (Invias, 2006).

2.3 Marco teórico.

2.3.1 Interventoría de Obra. Dentro de la constitución Colombiana por medio de sus disposiciones de contratación de la administración pública establece cada una de las características de la interventoría, así como sus funciones y sus principios, en ese orden de ideas la interventoría está definida como el oficio llevado a cabo por una persona natural o jurídica en base a los principios de la contratación estatal, que desempeña el seguimiento y control a los contratos públicos, con el único fin de garantizar su ejecución y el cabal cumplimiento de los términos pactados en sus cláusulas.

Objetivos de la Interventoría. De acuerdo a (Martínez, 2009) dentro de los objetivos de la interventoría en la contratación estatal, se destacan:

Hacer cumplir las obligaciones contractuales para dar cumplimiento a los objetos de los contratos de acuerdo a los presupuestos y al tiempo establecido inicialmente.

Comprobar el cumplimiento de cada uno de los requisitos y legalización antes de iniciar la ejecución del contrato.

Suscribir el acta de iniciación de los contratos, para formalizar el inicio de las labores.

Velar por el cumplimiento de los plazos y garantías contractuales, así como la vigencia del contrato y de los amparos de la garantía única.

Revisar el cumplimiento de las obligaciones adquiridas por parte del contratista, para suscribir el acta de cumplimiento de las obligaciones.

Enlazar al contratista con la Entidad contratante

Reportar de manera oportuna los retrasos y/o incumplimientos parciales o totales de las obligaciones adquiridas durante el desarrollo del contrato, para adoptar las medidas oportunas.

Desarrollar la documentación necesaria para generar la liquidación definitiva a la terminación del contrato dentro de los plazos establecidos.

Responsabilidad y facultades de la interventoría. La constitución política de Colombia a través de sus estatutos establece que las entidades públicas, están obligadas a ejercer un control permanente a la ejecución de cada uno de sus contratos, por ende, las responsabilidades y las facultades de la interventoría se establecen en el estatuto anticorrupción (ley 1474 de 2011), la cual determina lo siguiente.

Responsabilidad de los interventores. Los consultores y asesores externos responderán civil, fiscal, penal y disciplinariamente tanto por el cumplimiento de las obligaciones derivadas del contrato de consultoría o asesoría, como por los hechos u omisiones que les fueren imputables y que causen daño o perjuicio a las

entidades, derivados de la celebración y ejecución de los contratos respecto de los cuales hayan ejercido o ejerzan las actividades de consultoría o asesoría.

Por su parte, los interventores responderán civil, fiscal, penal y disciplinariamente, tanto por el cumplimiento de las obligaciones derivadas del contrato de interventoría, como por los hechos u omisiones que les sean imputables y causen daño o perjuicio a las entidades, derivados de la celebración y ejecución de los contratos respecto de los cuales hayan ejercido o ejerzan las funciones de interventoría (Ley 1474, 2011, art. 82).

Supervisión e interventoría contractual. La interventoría consistirá en el seguimiento técnico que sobre el cumplimiento del contrato realice una persona natural o jurídica contratada para tal fin por la Entidad Estatal, cuando el seguimiento del contrato suponga conocimiento especializado en la materia, o cuando la complejidad o la extensión del mismo lo justifiquen. No obstante, lo anterior cuando la entidad lo encuentre justificado y acorde a la naturaleza del contrato principal, podrá contratar el seguimiento administrativo, técnico, financiero, contable, jurídico del objeto o contrato dentro de la interventoría. El contrato de Interventoría será supervisado directamente por la entidad estatal (Ley 1474, 2011, art. 83).

Facultades y deberes de los supervisores y los interventores. Los interventores y supervisores están facultados para solicitar informes, aclaraciones y explicaciones sobre el desarrollo de la ejecución contractual, y serán responsables por mantener informada a la entidad contratante de los hechos o circunstancias que puedan constituir actos de corrupción tipificados como conductas punibles, o que puedan poner o pongan en riesgo el cumplimiento del contrato, o cuando tal incumplimiento se presente (Ley 1474, 2011, art. 84).

Continuidad de la interventoría. Los contratos de interventoría podrán prorrogarse por el mismo plazo que se haya prorrogado el contrato objeto de vigilancia. En tal caso el valor podrá ajustarse en atención a las obligaciones del objeto de interventoría, sin que resulte aplicable lo dispuesto en el párrafo del artículo 40 de la Ley 80 de 1993 (Ley 1474, 2011, art. 85).

2.3.2 Funciones del interventoría técnica. De acuerdo (Bonilla, 2018) en su libro “El Papel de la Interventoría en la Contratación Estatal” dentro de las funciones técnicas del interventor se destacan:

- Conocer los pliegos de condiciones, bases del concurso o términos de referencia, y el contrato motivo de la interventoría, así como las normas internas y externas de la entidad sobre contratación e interventoría de contratos.

- Informarse, previamente a la iniciación de los trabajos, sobre los estudios, informes y circunstancias relativas al contrato motivo de la interventoría, o que dieron origen al mismo.
- Solicitar al contratista, la presentación de un informe de iniciación en donde se presente en forma detallada, el programa de trabajo para la realización del contrato.
- Comprobar que el contratista cuenta con los recursos humanos, técnicos y financieros requeridos, de acuerdo con los términos del contrato, antes de la iniciación del mismo, y la correcta utilización de tales recursos, durante la fase de ejecución del contrato.
- Verificar que los informes, estudios, conceptos y resultados del contrato, se adapten a las normas, estándares y especificaciones que forman parte del contrato, así como a los parámetros de calidad establecidos para la profesión o especialidad a la que pertenezca el proyecto.
- Evaluar el avance y resultados del contrato, en comparación con el cronograma y plan previstos, y exigir que se tomen las medidas correctivas necesarias en caso de que se prevean atrasos en el programa.

- Someter a consideración del Comité Técnico, a través del director o Jefe el área respectiva los siguientes temas, adjuntando los documentos soporte requeridos, así como su evaluación, concepto y recomendaciones por escrito:

Modificaciones al alcance del contrato. Solicitudes de adición en plazo y/o valor al contrato. Reclamaciones presentadas por el contratista
- Tomar las medidas necesarias en caso de que se presenten incumplimientos del contratista
- Consignar en el acta de terminación del contrato, el estado del estudio o proyecto a la fecha de tal acta, y requerir al contratista para que realice las correcciones necesarias en caso de precisarse.
- Evaluar los informes administrativos y técnicos presentados por el contratista como soporte de sus respectivas cuentas de cobro, y aprobar o rechazar tales informes.
- Programar y realizar las reuniones de interventoría previstas con el contratista, y redactar las actas de dichas reuniones.
- Atender los requerimientos de las entidades de fiscalización y control disciplinario, y de la rama jurisdiccional (Bonilla, 2018)

2.3.3 Presiones laterales. Los muros de contención comúnmente conocidos en la ingeniería (gravedad, cantiléver, gaviones, pantalla, etc.) son diseñados para resistir las masas del suelo. Estos diseños y su posterior construcción están basados en el conocimiento de las presiones generadas por la interacción suelo-estructura. Estas presiones son denominadas presión activa (P_a) y presión pasiva (P_p) hay diferentes metodologías para el cálculo de sus magnitudes, siendo el mas común, el método de Mohr-Coulomb (Das, 2007).

2.3.4 Mohr-Coulomb. De acuerdo a Báez y Echeverri 2015: “El cálculo de las magnitudes de las presiones laterales por el método de Mohr-Coulomb se desarrolla a partir del buzamiento (β), el ángulo formado por el plano AB y la horizontal (α), el ángulo de fricción del muro (δ) y las condiciones iniciales del suelo como su peso específico (γ) y el ángulo de fricción del suelo (ϕ)” (p.14).

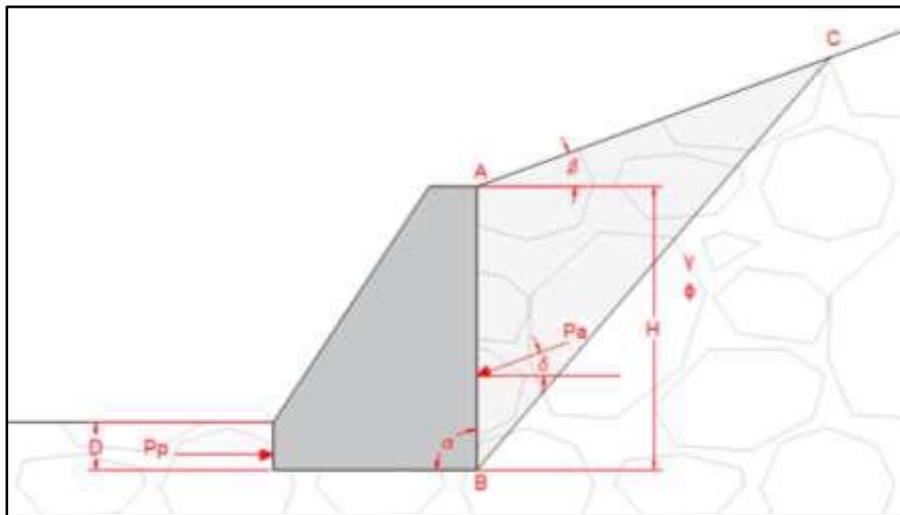


Figura 2. Diagrama de parámetros para el cálculo de presiones por el método Mohr-Coulomb. (Báez & Echeverri, 2015). Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/21408/BaezLozadaLuisCarlos2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

2.3.4.1 Presión Activa (P_a) La presión activa es la presión que actúa sobre el espaldar del muro (*Figura 2*) y las ecuaciones que la definen, por el Método de Mohr-Coulomb, incluyen la fricción del suelo (δ) a diferencia del Método de Rankine.

2.3.4.1.1 Coeficiente de presión activa, K_a .

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\alpha + \emptyset)}{\text{sen}^2\alpha \text{sen}(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\emptyset + \delta)\text{sen}(\emptyset - \beta)}{\text{sen}(\alpha - \delta)\text{sen}(\alpha + \beta)}}\right]^2} \quad (1)$$

Ecuación 1. Coeficiente de presión activa K_a . (Báez y Echeverry, 2015)

La fuerza total de la presión activa (P_a) está determinada por

(2)

Ecuación 2

(2)

Ecuación 2. Fuerza total de presión activa (P_a). (Báez y Echeverry, 2015)

Donde H es la altura del muro (*Figura 2*) y él γ_{suelo} está determinado por el peso específico del suelo.

2.3.4.2 Presión Pasiva (P_p) La presión pasiva es la presión que resiste los desplazamientos generados por la presión activa y se encuentra ubicada en la parte frontal de la estructura (*Figura 2*).

2.3.4.2.1 Coeficiente de presión pasiva, K_p .

$$K_p = \frac{\text{sen}^2(\alpha - \emptyset)}{\text{sen}^2\alpha \text{sen}(\alpha + \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\text{sen}(\emptyset + \delta)\text{sen}(\emptyset + \beta)}{\text{sen}(\alpha + \delta)\text{sen}(\alpha + \beta)}}\right]^2} \quad (3)$$

Ecuación 3. Coeficiente de presión pasiva K_p . (Báez y Echeverry, 2015)

La fuerza total de la presión pasiva (P_p) está determinada por la **Ecuación 4.**

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma_{\text{suelo}} D^2 K_p \quad (4)$$

Ecuación 4. Fuerza total de la presión pasiva (P_p)

Donde H es la altura del muro tomada (*Figura 2*) y el γ_{suelo} está determinado por el peso específico del suelo. (Báez y Echeverry, 2015)

2.3.5 Generalidades sobre muros de contención

2.3.5.1 Definición de muros de contención. Según Thornburn (1983) Los muros de contención son estructuras que funcionan para brindar el soporte lateral a una masa de suelo, su estabilidad está basada principalmente por su propio peso y por el peso del suelo que esté situado sobre su base.

La principal función de los muros es el de contener las tierras, que pueden ser un terreno natural o un relleno artificial, siempre que se requieran rellenos y terraplenes hay necesidad de proyectar muros de contención.

Los muros de contención son estructuras continuas, permanentes y relativamente rígidas, que de forma activa o pasiva produce un efecto estabilizador sobre una masa de terreno.

2.3.5.2 Principales términos usados en los muros de contención. Tomando el caso más común de un muro de contención, emplearemos las designaciones que se indican en la *Figura 3*.

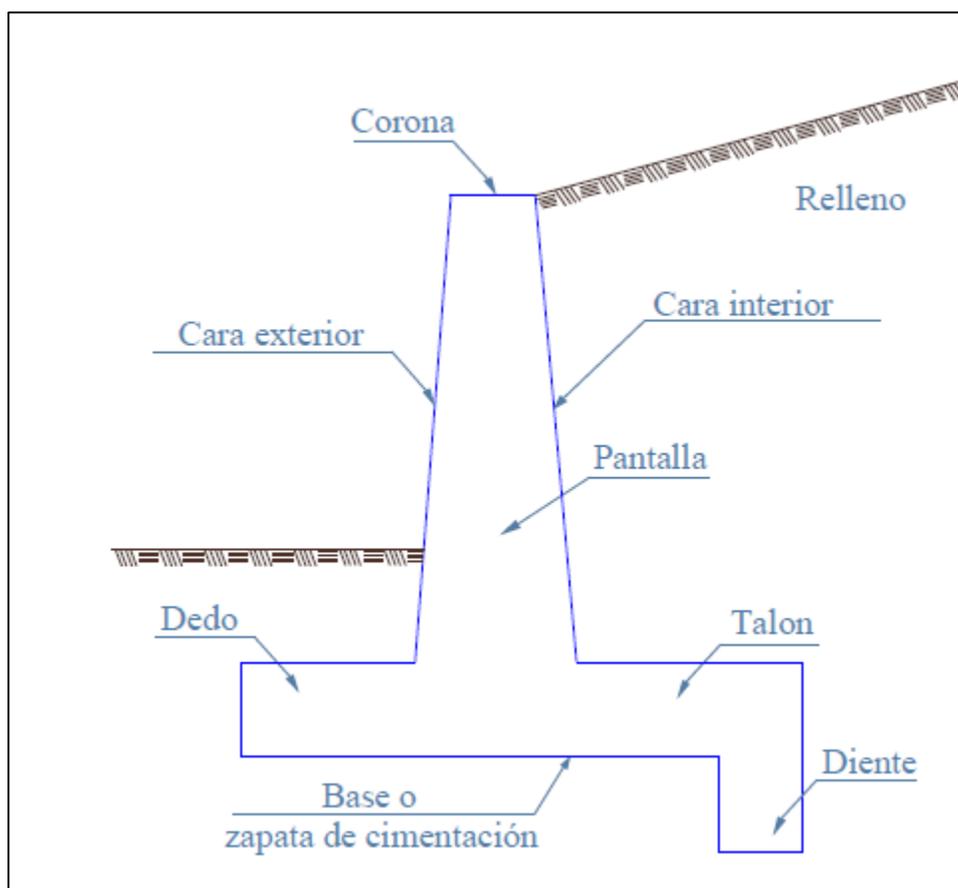


Figura 3. Principales términos usados en los muros de contención. Gallegos, (2006). Obtenido de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25824/1/Tesis%201138%20%20Zavala%20C%C3%B3rdova%20Luis%20Eduardo.pdf>

2.3.6 Tipos de muros de contención. Los muros de contención se pueden catalogar en tres diferentes tipos: convencionales, prefabricados y estabilizados mecánicamente con tierra. Mediante esta caracterización se puede establecer diferencias, entre muros convencionales que son los muros completamente construidos en el sitio, y muros no convencionales que son aquellos creados a partir de un proceso industrializado (muros prefabricados y muros de tierra mecánicamente estabilizada). Los muros convencionales, también son denominados muros rígidos.

El desarrollo de muros prefabricados está respaldado por diferentes beneficios como costos, medioambiente, tiempo y técnicas para conseguir mayor esbeltez y cumplir con las especificaciones de los proyectos (Flores, 2008, p. 20).

2.3.5.1 Muros de gravedad. Los muros de gravedad, fueron los primeros implementados por la humanidad, generalmente están conformados por concreto en masa, mampostería y rocas. Son característicos por llevar una ligera pendiente en el cuerpo del muro, con el objetivo de mejorar la estabilidad de la estructura. La estabilidad del muro es producto de su peso propio y por su resistencia a la compresión, sin necesidad de acero de refuerzo. Por otro lado su geometría permite varias configuraciones y otro factor importante a mencionar es que este tipo de muros son los más resistentes a los agentes destructivos, en cuanto a consideración de costos según (Das, 2001) los muros de gravedad son económicos hasta una altura aproximada 8 metros. Ver *Figura 4*.

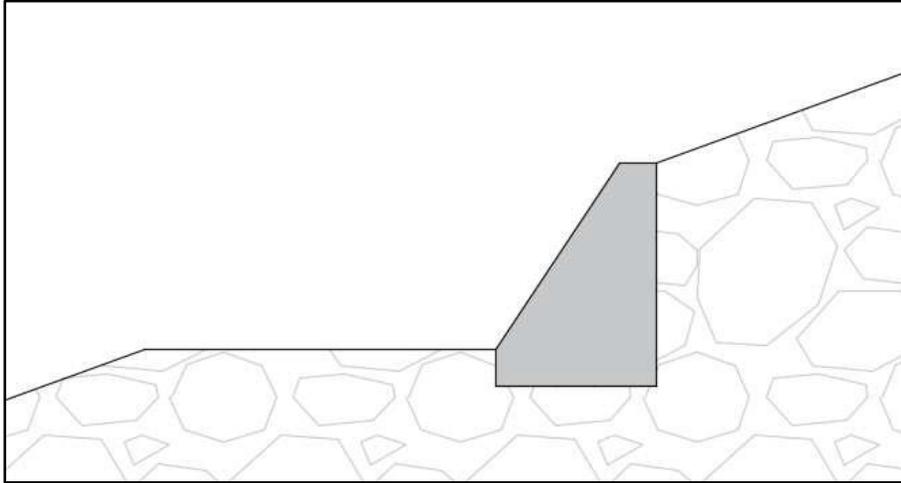


Figura 4. Muro de gravedad. (Báez & Echeverri, 2015). Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/21408/BaezLozadaLuisCarlos2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Además de los muros de concreto, otros tipos de muros de gravedad que podemos encontrar son: los gaviones, los muros criba y los de escollera, quienes también se diseñan como muros de gravedad.

2.3.5.2 Muro en voladizo.

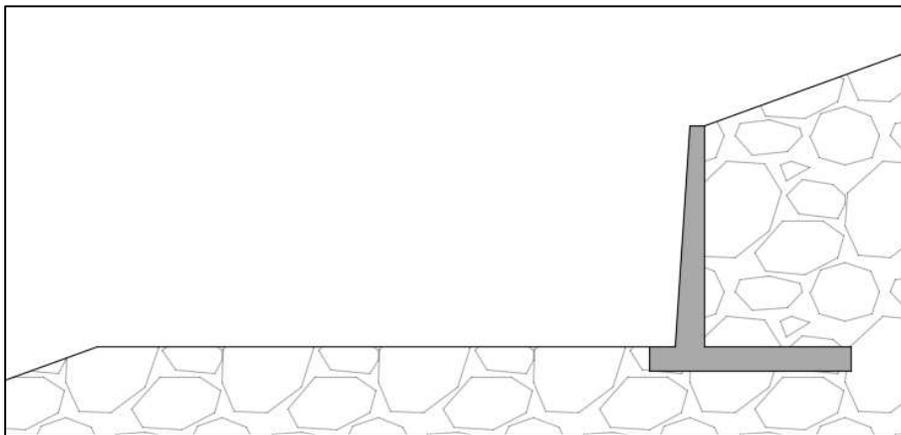


Figura 5. Muro cantiléver. (Báez & Echeverri, 2015). Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/21408/BaezLozadaLuisCarlos2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Los muros en voladizo en general son muros de concreto reforzados que conformado por una pantalla delgada y una losa de cimentación para sostener el volumen de suelo detrás de la pared, su geometría es tipo L o tipo T invertida. Este tipo de muros es estable gracias al peso del suelo sobre la losa de cimentación. Cuando el diseño exige mayor resistencia al deslizamiento agrega un diente alargando la base del muro. (Flores, 2008, p. 21)

2.3.5.3 Muro en gaviones

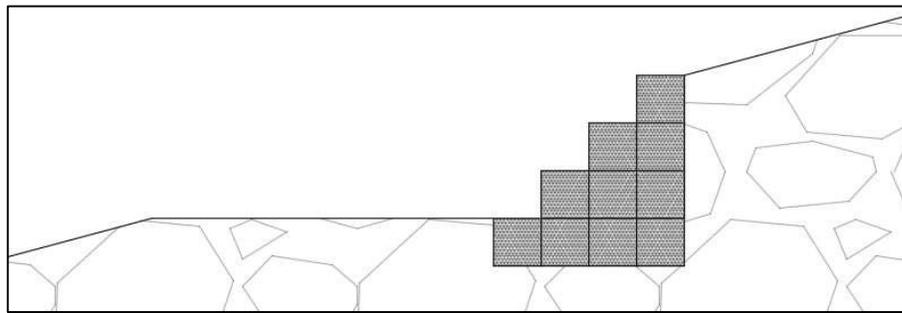


Figura 6. Muro en gaviones. (Báez & Echeverri, 2015). Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/21408/BaezLozadaLuisCarlos2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Los muros de gaviones son desarrollados a través de cajones metálicos entrelazados con redes de malla hexagonal de doble torsión, y luego se rellena con gravas. Generalmente este tipo de muros no sobrepasa una altura de 5 m. Cada cajón está firmemente entrelazado entre sí con redondos que los conectan, fijados a través de costuras con alambres de iguales características a los que forman las mallas, de tal manera que resulta una estructura homogénea (Flores, 2008, p. 21).

Los gaviones son idealizados con dimensiones de 1m x 1m x 1m y la geometría para la el desarrollo de modelos se muestra en la *Figura 6*.

2.3.5.4 Muro Pantalla

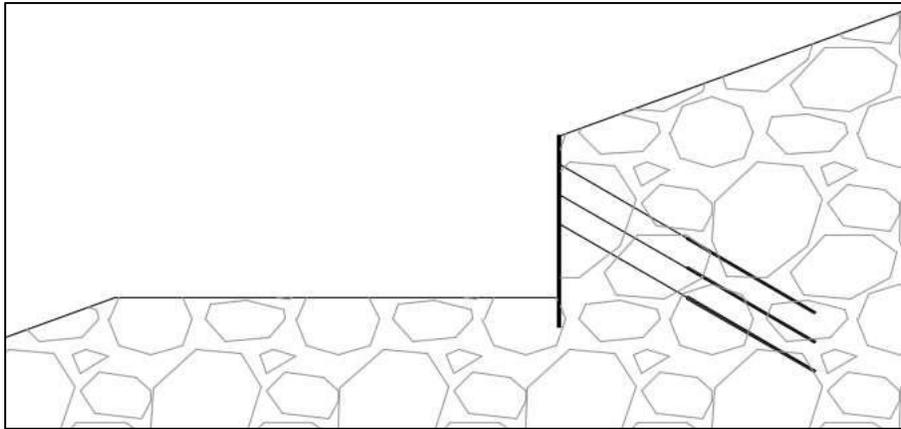


Figura 7. Muro pantalla. (Báez & Echeverri, 2015). Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/21408/BaezLozadaLuisCarlos2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Los muros pantalla están compuestos por una pantalla de concreto reforzado, que se construye en el sitio para soportar las cargas del terreno y por anclajes que sostienen la pantalla, su proceso constructivos se hace a través de una excavación descendente y a medida que se avanza en la excavación se inyectan los anclajes.

2.4 Marco legal.

Las normas legales que se relacionan a continuación son las que regirán el desarrollo de este proyecto de investigación.

2.4.1 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10: En el cual se estipulan los requisitos mínimos para el diseño y construcción de una edificación sismo resistente.

2.4.2 Normas Técnicas Colombianas NTC, Promulgadas por el ICONTEC.

2.4.3 Ley 80 de 1993 (Octubre 28). Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública (Congreso de la Republica Colombiana, 1993)

2.4.4 Ley 1474 de 2011 (Julio 2012). Estatuto Anticorrupción.

Capítulo 3: Diseño metodológico

Para desarrollar una guía de interventoría técnica para la supervisión y control en las etapas de diseño y construcción de muros de contención es necesario cumplir una metodología estructurada acorde a cada uno de los objetivos estipulados en el presente proyecto.

3.1 Tipo de investigación

El presente trabajo de grado se realizará por medio de una investigación tipo descriptiva, debido a que se generará una guía en donde se denotará cada uno de los procedimientos de control para la revisión de la interventoría al diseño y construcción de muros de gravedad y muros en voladizo.

3.2 Población

La población considerada en el desarrollo del presente trabajo de grado, son las diferentes tipologías de muros de contención que se pueden usar en proyectos de infraestructura vial, para el caso del presente proyecto se consideraran lo muros de gravedad y los muros en voladizo.

3.3 Muestra

Tomando en cuenta que la población, son las diferentes tipologías de muros de contención, La muestra se seleccionara como los muros de gravedad y los muros en voladizo, si considerar otras tipologías.

3.3 Recolección de la información.

Para el desarrollo de la investigación se utilizarán diferentes técnicas e instrumentos de recolección de información, de manera general se usaran fuentes primarias, mediante búsquedas en internet, libros, artículos, manuales, entre otros, como se establecen a continuación:

Revisión documental de diferentes normatividades; el título H de la NSR-10, la sección 11 del CCP-14, así como la normatividad EPM (Concretos, aceros, muros de contención entre otras). Con ánimo de determinar los criterios normativos y técnicos relacionados a la ejecución de muros de contención. (Muros de gravedad y muros en voladizo)

Revisión de diferentes bibliografías y manuales de interventoría técnica a través de internet, que permitan complementar la estructura de los formatos de revisión y verificación de procedimientos a la ejecución de muros de contención. (Muros de gravedad y muros en voladizo)

Estructurar mediante la información recolectada en libros, revistas, artículos, tesis y working papers, una guía de Interventoría técnica a procesos constructivos del sistema de muros de contención. (Muros de gravedad y muros en voladizo)

3.4 Análisis y procedimientos de datos

Para realizar la guía de Interventoría técnica a procesos constructivos del sistema de muros de contención. (Muros de gravedad y muros en voladizo). Se desarrollaran las siguientes etapas.

Etapa 1: Revisión del estado del arte. En la primera etapa se realizará un riguroso estado del arte, por medio de fuentes primarias, como libros, artículos, revistas, guías, decretos, códigos y uso de internet para establecer los diferentes conceptos de interventoría técnica y procedimientos normativos en el diseño y construcción de muros de gravedad y muros en voladizo.

Etapa 2: Identificación de controles técnicos. De acuerdo a la normatividad y al tipo de estructura a tratar, que para el caso particular son muros de gravedad y muros en voladizo, Se identificarán y estructuraran cada uno de los controles técnicos que se deben realizar por parte de la interventoría en el diseño y construcción de muros, a través de la normativa vigente, como el reglamento de construcción Colombiano NSR-10, el código de Diseño sísmico colombiano CDSC-14, la normatividad de Invias y el manual de las empresas publica de Medellín.

Etapa 3: Desarrollo de formatos técnicos. Una vez desarrollada la identificación y estructura de los controles técnicos a desarrollar por parte de la interventoría, se procederá a realizar cada uno de los formatos técnicos de acompañamiento en cada una de las etapas del diseño y construcción de muros de gravedad y muros en voladizo.

Etapa 4: Creación de la guía para los procesos de interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo. Por último, luego de haber definido el estado del arte, recopilando los diferentes procedimientos normativos, identificando los controles técnicos y realizando los formatos técnicos en el diseño y construcción de muros, se procederá a realizar la guía de los procesos técnicos en muros de gravedad y en voladizo.

Capítulo 4: Desarrollo del proyecto

En el presente trabajo de grado se plasmó un documento, en donde se compacta una guía para la interventoría técnica en los procesos de diseño y construcción de los muros de contención de tipo gravedad y tipo voladizo en donde se plasman las responsabilidades y funciones generales y técnicas que debe asumir la interventoría, designada por la entidad contratante para el control y vigilancia de los contratos de este tipo de infraestructura.

La guía contiene las pautas para la supervisión e interventoría, que facilitan la labor a realizar por el interventor, en el desarrollo de contratos relacionados con el diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo, en donde por medio de formatos de seguimientos se establecen las especificaciones mínimas de cumplimiento y se estandarizan las actividades desarrolladas por el interventor, lo cual optimiza la calidad final de la obra.

En la guía de interventoría sobre muros de contención se proponen metodologías, formatos e instrucciones dirigidos a orientar las actividades de seguimiento en las diferentes etapas en los contratos que tengan relación con el desarrollo de estructuras de contención de tipo muros de gravedad y muros en voladizo.

Objetivo de la guía de interventoría. La presente guía establece los lineamientos para las diferentes actividades que se deben realizar en la interventoría técnica como el desarrollar actividades de vigilancia y seguimiento en el diseño y construcción de los muros de contención de tipo (gravedad y en voladizo)

Alcance: La presente guía tiene aplicabilidad para el desarrollo de la interventoría técnica de estructuras de contención, específicamente en los muros de gravedad y los muros en voladizo, abarcando las etapas de diseño y construcción, para un seguimiento y control definido en aras de llevar a cabalidad cada una de las especificaciones técnicas que dé a lugar el diseño y construcción de este tipo de infraestructura.

Objeto de la interventoría: El objeto de la interventoría consiste en supervisar, controlar y vigilar las acciones del contratista que conlleven al cumplimiento de las especificaciones técnicas, las funciones administrativas, legales y de presupuesto determinado en los contratos o convenios celebrados.

La supervisión e interventoría se originan con la celebración de un contrato, siendo el supervisor o interventor, el responsable del contrato en su ejecución, desarrollo y liquidación. Responde además a la necesidad que tiene la administración de controlar que el proceso de celebración (precontractual: diseño-planeación-gestión financiera, elaboración de pliegos o instructivos, y del contrato), se correspondan mutuamente en forma equilibrada y eficiente en aras de cumplir con la finalidad u objetivos trazados originalmente. (Universidad Industrial de Santander, 2014, p.15).

Obligaciones de la interventoría de obra: además de las obligaciones definidas en los términos de referencia o pliego de condiciones de los contratos celebrados, dentro de las obligaciones de la interventoría se encuentra:

- Comprobar que los estudios, planos y diseños, se mantengan de acuerdo a las condiciones iniciales del proyecto.
- Examinar y certificar los documentos pertinentes, definidos el pliego de condiciones: hojas de vida, relación de equipos, análisis de precios, programación de obra, en medios físicos y medios magnéticos
- Requerir al constructor el inicio de labores, inmediatamente después de obtener el acta de inicio; para dar cumplimiento de la programación contractual vigente. En actividades que necesiten otro tipo de permisos como los ambientales, es indispensable haberlo obtenido con anterioridad a la ejecución.
- Tener al día, una bitácora de la obra junto al constructor, para consignar toda la información relacionada con la obra.
- Deberá llevar una relación diaria del personal profesional y técnico que ejecuta la obra.
- Controlar la calidad de los materiales, por medio de la ejecución de ensayos de laboratorio para verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas.
- Llevar el avance físico – financiero del contrato de obra con base en la programación de obra.

- Calcular el avance de obra ejecutado, para el reconocimiento al contratista de las actividades ejecutadas mensualmente, pautadas por medio de actas.
- Brindar asesorarías y proporcionar toda la información relacionada con la obra, cuando la entidad contratante lo requiera.
- El interventor deberá cumplir con el Código de Ética Profesional en el ejercicio de todas las actuaciones inherentes al desarrollo del contrato.
- Realizar el acta de liquidación de obra y reunir todos los documentos, actas, certificados y reportes necesarios para liquidar la obra.

4.1 Recopilar los procedimientos normativos, para la interventoría técnica en el diseño y la construcción de muros de gravedad y en voladizo.

A continuación se presentan los procedimientos normativos que aplican para el diseño y la construcción de muros de contención de gravedad y en voladizo, de conformidad con las instrucciones especificadas en el literal H.6 (Estructuras de contención) del título H de la norma de construcción sismo resistente NSR-10, así como la sección 11 (Muros, pilas y estribos) de la norma colombiana de diseño de puentes – LRFD – CCP 14 y a la normatividad de EPM (NC-MN-OC07-08) para la construcción de muros además de las normatividades de EPM intrínsecas en ella como (Concretos, Aceros y cimentaciones). También de las normas técnicas colombianas, relacionadas con ensayos y calidad técnica de los elementos y materiales, que conforman el desarrollo de estructuras de contención (Muros de gravedad y muros en voladizo).

De igual forma, se presenta las diferentes especificaciones que se requieren para los materiales de construcción que conforman las estructuras de contención como: cemento, agregados pétreos, agua y acero de refuerzo, también se muestra los procesos constructivos empleados para la el desarrollo de muros de contención y de gravedad en el territorio nacional de Colombia, en donde cada una de las tipologías, son objeto de análisis para determinar los parámetros técnicos acorde a la reglamentación vigente colombiana, Todo esto, con el objetivo de determinar los procedimientos normativos, para la interventoría técnica en el diseño y la construcción de muros de gravedad y en voladizo, para garantizar la calidad de los diferentes elementos de los muros de contención, durante el diseño y la construcción de los mismos.

La finalidad de la interventoría técnica es realizar la revisión de los diseños, de acuerdo a la reglamentación colombiana, además del control y la verificación de la ejecución de la obra contratada, se realice de acuerdo con las especificaciones técnicas, básicas y complementarias establecidas en el pliego de condiciones del proyecto y en la propuesta del constructor seleccionado, teniendo en cuenta las normas técnicas nacionales (e internacionales) aplicables.

La interventoría de diseños consiste en la revisión acompañamiento y aprobación de todos los estudios que se generen en la duración del contrato o en el plazo estipulado por las partes.

Explícitamente en el caso de muros de contención de gravedad y en voladizo, el alcance en la interventoría es el siguiente: Revisar todos los estudios y diseños que se generen durante la etapa contractual de diseños, cumpliendo la normativa y relacionando todas las aprobaciones en formatos y actas que serán también suscritas entre la supervisión o el dueño del proyecto.

En la ejecución de la interventoría, como productos o documentos de parte entregable y aprobada de la interventoría tenemos: (planos; levantamiento topográficos, arquitectónicos, detalles en estudios principales suelos, estructura, hidráulicos, ambientales, costos y presupuestos, programación, especificaciones técnicas de construcción y las demás condiciones especiales que se requiera), estos productos son parte fundamental para radicar las licencias y permisos que se requieren para que los diseños sean aceptados por las entidades públicas que dan viabilidad de los proyectos.

4.1.1 Aspectos de diseño.

De acuerdo a la ley 400 de 1997 donde se establece que: El diseñador debe ser un ingeniero civil en infraestructura que conlleve elementos estructurales como los muros de contención de tipo gravedad y tipo voladizo.

- El diseñador estructural como requisito debe tener un título de posgrado, o una experiencia acreditada en estructuras no menor a 5 años.
- El diseñador geotécnico como requisito debe tener un título de posgrado, o una experiencia acreditada en diseños geotécnicos no menor a 5 años.

4.1.1.1 Elementos de diseño de muro de contención. Los elementos esenciales de los muros se presentan en la *Figura 8* y la *Figura 9*. La base o cimentación del muro se establece en un plano horizontal con un ancho acorde al diseño, el cual está basado en la calidad de los materiales, fuerzas resistentes y cargas a soportar. (Flórez K., 2017, p.27).

Así mismo, en la *Figura 8* y la *Figura 9* se evidencia la analogía en los parámetros de diseño de los muros de contención de gravedad y los muros de contención en voladizo.

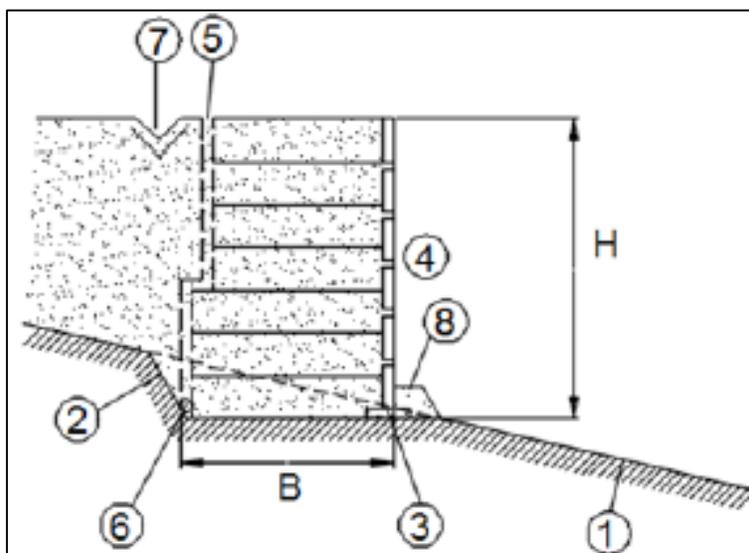


Figura 8. Componentes de un muro de gravedad. Flórez K. (2017). Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4860/Flores_Tapia_Ketty_Faride.pdf?sequence=1&isAllowed=y

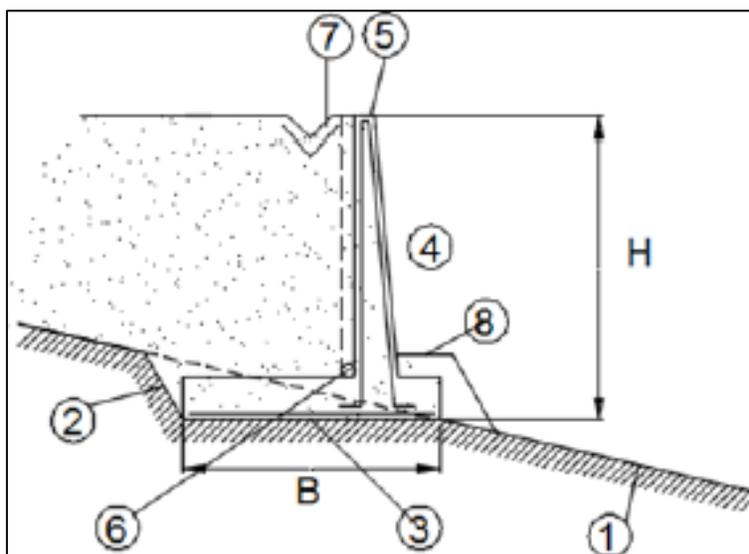


Figura 9. Componentes de un muro en voladizo. Flórez K. (2017). Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4860/Flores_Tapia_Ketty_Faride.pdf?sequence=1&isAllowed=y

La numeración de la *Figura 8* y la *Figura 9* corresponde a los elementos que componen los muros de contención de tipología gravedad y voladizo respectivamente:

1. Área natural del terreno.
 2. Línea de excavación.
 3. Cimentación del muro
 4. Cuerpo del muro.
 5. Drenaje del muro.
 6. Recolector del drenaje del muro
 7. Flujo de escorrentía.
 8. Defensa del pie del muro
- H. Altura
- B. Ancho de base.

Conociendo los elementos que componen los muros de contención en gravedad y en voladizo, se procedió a considerar los procedimientos de diseño indicados en la normatividad colombiana, que corresponden a la sección H.6 (estructuras de contención) en la norma sismo resistente colombiana NSR-10. Y más enfáticamente en la sección 11 de la norma colombiana diseño de puentes.

4.1.1.1 Consideraciones de la NSR-10: Según la NSR-10 se deben considerar los siguientes aspectos en cuanto a estados límites y consideraciones de diseño:

❖ **Estados límite de falla:** Los estados límite de falla que se deben considerar para un muro serán la rotura estructural, las deformaciones de la estructura, el volteo, la falla por capacidad de carga, la pérdida de apoyo por

erosión del terreno, el deslizamiento horizontal de la base del mismo bajo el efecto del empuje del suelo y, en su caso, la inestabilidad general del talud en el que se encuentre desplantado el muro. (NSR-10, Título H, p.27).

❖ **Estados límite de servicio:** Cuando las deformaciones del sistema de contención afecten el funcionamiento de estructuras vecinas o generen procesos de falla en otras estructuras, se denomina estado límite de servicio. (NSR-10, Título H, p.27).

❖ **Consideraciones de diseño:** En el diseño de estructuras de contención se deben tener en cuenta las condiciones externas a que puede estar sometida, tales como las sobrecargas por otras estructuras, los procesos de construcción, las presiones hidrostáticas, las cargas de anclaje, las cargas de tráfico, las características del relleno, el sistema de drenaje, procesos de socavación o de oleaje (en vecindad de cuerpos de agua), efectos sísmicos y efectos de temperatura. También debe tenerse en cuenta el tiempo de servicio esperado de la estructura. (NSR-10, Título H, p.28).

El título H de la NSR-10 agrega: “Estas estructuras deberán diseñarse de tal forma que no se rebasen los siguientes estados límite de falla: volteo, desplazamiento del muro, falla de la cimentación del mismo o del talud que lo soporta, o bien rotura estructural.”

Además, se revisarán los estados límite de servicio, como asentamiento, giro o deformación excesiva del muro. Los empujes se estimarán tomando en cuenta la flexibilidad del muro, el tipo de material por contener y el método de colocación del mismo.

De acuerdo a lo anterior, en el reglamento NSR-10, se considera las estructuras de contención de manera general, y cabe resaltar que el alcance del desarrollo de la presente guía se delimita a los muros de gravedad y muros en voladizo, por lo tanto la interventoría técnica deberá verificar que los diseños de este tipo de infraestructura cumplan además lo estipulado en la norma colombiana de diseño de puentes LRFD – CCP 14.

4.1.1.1.2 Consideraciones de la norma colombiana de diseño de puentes LRFD – CCP 14:

Que específica en su sección 11 (muros, estribos y pilas) el procedimiento de diseño específico para los muros de gravedad y muros en voladizo, especifica lo siguiente.

❖ **Estado límite de servicio:** en los muros en gravedad y en voladizo se deben verificar los excesos en sus desplazamientos verticales y horizontales, también se debe verificar la estabilidad global, en el estado límite de servicio. Para evaluar la estabilidad global se pueden utilizar los modelos de análisis basados en el equilibrio límite. (LRFD-CCP 14, Sección 11, Literal 11.5.2)

❖ **Estado límite de resistencia:** los muros de contención de gravedad y en voladizo se evalúan en los estados límites resistencia para:

- Deslizamiento.
- Falla por capacidad de carga.
- Perdida de contacto en la base debido a la excentricidad de la carga.
- Falla por arrancamiento del suelo.
- Falla estructural. (LRFD-CCP 14, Sección 11, Literal 11.5.3)

La opción de no realizar análisis sísmico debe limitarse al diseño por estabilidad interna y externa del muro sometido a fuerza sísmica. Si el muro es parte de un talud más grande debe evaluarse la estabilidad sísmica total de la combinación del muro y el talud.

Los niveles de aceleración pico del terreno en la superficie del terreno en algunas áreas son suficientemente bajos como para que no se requiera una verificación de carga sísmica pues otros estados límites controlan el diseño. (LRFD-CCP 14, Sección 11, Literal 11.5.4)

❖ **Resistencia requerida:** los muros de contención de gravedad y en voladizo, deben dimensionarse, de acuerdo a los métodos apropiados especificados a continuación, de manera que su resistencia cumpla con las combinaciones de carga y factores de carga. Calculando resistencias de acuerdo a lo especificado en la *Figura 16*. (LRFD-CCP 14, Sección 11, Literal 11.5.5)

❖ **Combinaciones de carga y factores de carga.** los muros de gravedad y en voladizo, deben dimensionarse para todas las combinaciones de carga que se puedan aplicar, de acuerdo a la (sección 3.4): la carga mayorada resulta de:

$$Q = \sum n_i \gamma_i Q_i$$

Donde:

n_i = modificador de carga

Q_i = solicitaciones de las cargas especificadas

γ_i = factores de carga solicitados en la *Figura 10* y *Figura 11*.

Estado Límite de la Combinación de carga	DC DD DW EH EV ES EL PS CR SH	LL IM CE BR PL LS	WA	WS	WL	FR	TU	TG	SE	Use uno de estos a la vez				
										EQ	BL	IC	CT	CV
Resistencia I (a menos que se indique)	γ_p	1.75	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia II	γ_p	1.35	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia III	γ_p	-	1.00	1.40 0	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia IV	γ_p	-	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	-	-	-	-	-	-	-
Resistencia V	γ_p	1.35	1.00	0.40 0	1.0	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Evento Extremo I	γ_p	γ_{EQ}	1.00	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-
Evento Extremo II	γ_p	0.50	1.00	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00
Servicio I	1.00	1.00	1.00	0.30 0	1.0	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Servicio II	1.00	1.30	1.00	-	-	1.00	1.00/1.20	-	-	-	-	-	-	-
Servicio III	1.00	0.80	1.00	-	-	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Servicio IV	1.00	-	1.00	0.70 0	-	1.00	1.00/1.20	-	1.0	-	-	-	-	-
Fatiga I - Sólo LL, IM & CE	-	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fatiga II - Sólo LL, IM & CE	-	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figura 10. Tabla 3.4.1.1 Combinaciones y factores de carga. Norma colombiana de diseño de puentes (2014) obtenido de: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3709-norma-colombiana-de-diseno-de-puentes-ccp14>

Tipo de Carga, tipo de Cimentación, y Método para Calcular la fricción negativa		Factor de Carga	
		Máximo	Mínimo
<i>DC</i> : Componentes y Accesorios		1.25	0.90
<i>DC</i> : Sólo Resistencia IV		1.50	0.90
<i>DD</i> : Fricción negativa	Pilas, Método α Tomlinson	1.4	0.25
	Pilas, Método λ	1.05	0.30
	Pozos perforados, Método O'Neill and Reese (1999)	1.25	0.35
<i>DIF</i> : Superficie de rodadura e instalaciones		1.50	0.65
<i>EH</i> : Presión horizontal de suelo			
• Activa		1.50	0.90
• En reposo		1.35	0.90
• <i>AEP</i> para muros anclados		1.35	N/A
<i>EL</i> : Tensiones residuales de Construcción		1.00	1.00
<i>EV</i> : Presión vertical de suelo			
• Estabilidad general		1.00	N/A
• Muros de Contención y Estribos		1.35	1.00
• Estructuras Rígidas Enterradas		1.30	0.90
• Marcos Rígidos		1.35	0.90
• Estructuras Flexibles Enterradas			
o Alcantarillas Metálicas y Alcantarillas Armadas Estructurales Corrugadas Profundas		1.5	0.9
o Alcantarillas Termoplásticas		1.3	0.9
o Todas las demás		1.95	0.9
<i>ES</i> : Sobrecarga de suelo		1.50	0.75

Figura 11. Tabla 3.4.1.2 Factores para carga permanentes γ_p . Norma colombiana de diseño de puentes (2014) obtenido de: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3709-norma-colombiana-de-diseno-de-puentes-ccp14>

Una vez determinados los factores y combinaciones de carga, dentro de la sección 11.5.6 del LRFD - CCP 14, se establecen una serie de comentarios, en donde se especifica, la aplicación de los factores de carga en los muros convencionales.

➤ En la Figura 12 y la Figura 13 se presenta cómo debe ser aplicado los factores de carga para generar los efectos de las fuerzas mayoradas totales, y proceder a evaluar la estabilidad externa de los muros, en el estado límite de resistencia. Por otro lado si la carga viva es aplicable, la fuerza mayorada por la carga, se incluye sobre la superficie del muro, este proceso se realiza únicamente para evaluar la capacidad de carga de la base y para el diseño estructural, tal como se muestra en la Figura 14, la sobrecarga viva no se incluye encima del muro para evaluar la excentricidad, el deslizamiento u otros mecanismos de falla para los cuales esta sobrecarga

representaría una contribución para la resistencia. El factor de carga correspondiente a la carga viva es el mismo para los efectos de las cargas verticales y fuerzas horizontales. La *Figura 14*. También se aplica la fuerza sísmica (Evento extremo I) pero se debe aclarar que el factor de la carga viva es (γEQ) que reemplaza a (LL).

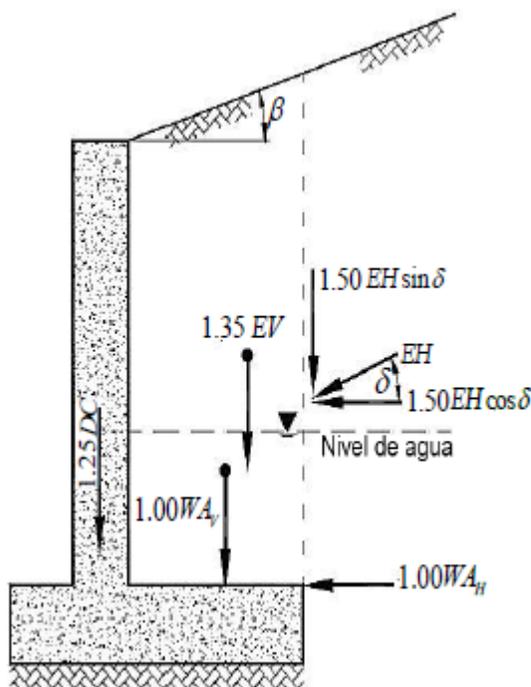


Figura 12. Aplicación típica de los factores de carga para determinar la capacidad de carga. Norma colombiana de diseño de puentes (2014) obtenido de: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3709-norma-colombiana-de-diseno-de-puentes-ccp14>

Donde:

Cargas permanentes:

DC = Peso propio de los acabados y de los elementos de los servicios públicos.

EH = Presión horizontal del suelo.

EV = Presión vertical debido al peso propio del suelo.

Cargas transitorias:

WA = Carga hidráulica y presión del flujo de agua

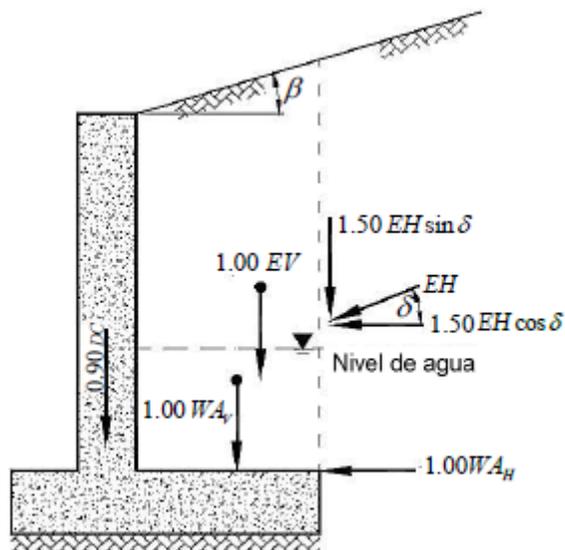


Figura 13. Aplicación típica de los factores de carga para determinar la resistencia al deslizamiento y la excentricidad. Norma colombiana de diseño de puentes (2014) obtenido de: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3709-norma-colombiana-de-diseno-de-puentes-ccp14>

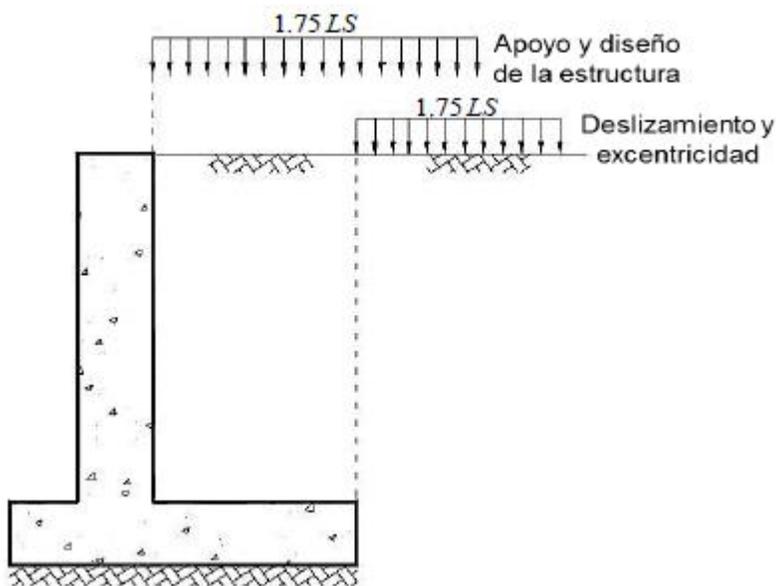


Figura 14. Aplicación típica de la sobrecarga por carga viva. Norma colombiana de diseño de puentes (2014) obtenido de: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3709-norma-colombiana-de-diseno-de-puentes-ccp14>

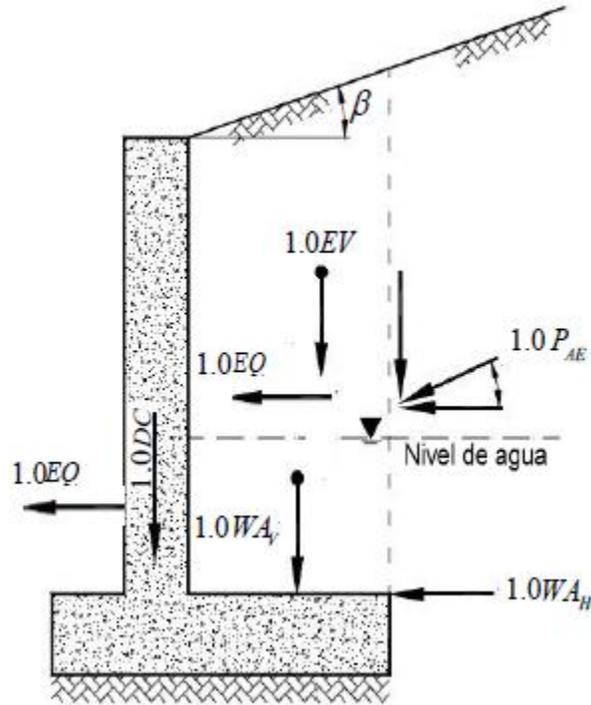


Figura 15. Aplicación típica de los factores de carga para la capacidad de carga y la resistencia al deslizamiento y para la excentricidad en el estado límite de evento extremo I. Norma colombiana de diseño de puentes (2014) obtenido de: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3709-norma-colombiana-de-diseno-de-puentes-ccp14>

Otros tipos de cargas presentados en las figuras son:

Cargas permanentes:

DW = Peso propio de las superficies y edificios de servicios públicos.

ES = Sobrecarga del suelo.

Cargas transitorias:

LS = Sobrecarga viva

Los componentes V y H denotan las fuerzas vertical y horizontal respectivamente, se pueden observar en la Figura 15.

❖ **Factores de resistencia Estados límite de servicio y resistencia.** El factor para los límites de servicio, se deben tomar como 1.0, a excepción de las disposiciones para la estabilidad global. Por otro lado, para el estado límite de resistencia se debe seguir lo dispuesto en la *Figura 16* para el diseño del muro. (LRFD-CCP 14, Sección 11. Literal C.11.5.6.7)

TIPO DE MURO Y CONDICIÓN		FACTOR DE RESISTENCIA
Muros en voladizo y muros anclados		
Resistencia axial a compresión de los elementos verticales		Aplica el Artículo 10.5
Resistencia de los elementos verticales a la compresión axial		0.75
Resistencia al arrancamiento de los anclajes (1)	• Suelos no cohesivos (granulares)	0.65 ⁽¹⁾
	• Suelos cohesivos	0.70 ⁽¹⁾
	• Roca	0.50 ⁽¹⁾
Resistencia al arrancamiento de los anclajes (2)	• Cuando se realizan pruebas de verificación	1.0 ⁽²⁾
Resistencia a la tensión de los tendones de anclaje	• Acero dulce (por ejemplo barras ASTM A615)	0.90 ⁽³⁾
	• Acero de alta resistencia (por ejemplo barras ASTM A722)	0.80 ⁽³⁾
Capacidad a flexión de los elementos verticales		0.90
Muros de suelo estabilizado mecánicamente, Muros de gravedad, y Muros de Semigravedad		
Capacidad de carga	• Muros de gravedad y semigravedad	0.55
	• Muros de suelo estabilizado mecánicamente	0.65
Deslizamiento		1.0
Resistencia a la tensión de los refuerzos metálicos y sus conectores	Refuerzos en franja ⁽⁴⁾	0.75
	• Fuerza estática	
Resistencia a la tensión de los refuerzos geosintéticos y sus conectores	Refuerzos en malla ^{(4) (5)}	0.65
	• Fuerza estática	
Resistencia a la tensión de los refuerzos geosintéticos y sus conectores	• Carga estática	0.90
Resistencia al arrancamiento de los refuerzos a tensión.	• Carga estática	0.90
Muros prefabricados		
Capacidad		Se aplica el artículo 10.5
Deslizamiento		Se aplica el artículo 10.5
Resistencia pasiva		Se aplica el artículo 10.5

⁽¹⁾ Se aplica a los esfuerzos últimos de adherencia unitaria asumidos para el diseño preliminar únicamente en el Artículo C11.9.4.2.

⁽²⁾ Se aplica cuando se realiza(n) prueba(s) de verificación en cada anclaje de producción hasta una fuerza igual a 1.0 o más veces la fuerza de diseño mayorada en el anclaje.

⁽³⁾ Se aplica a la máxima fuerza de prueba de verificación del anclaje. Para el acero dulce aplicar el factor de resistencia para F_y . Para el acero de alta resistencia aplicar el factor de resistencia a la resistencia última a la tensión garantizada.

⁽⁴⁾ Se aplica a la sección transversal bruta menos el área sacrificable. En el caso de las secciones con orificios reducir el área bruta de acuerdo con el Artículo 6.8.3 y aplicar a la sección neta menos el área sacrificable.

⁽⁵⁾ Se aplica a los refuerzos en malla conectados a un elemento de revestimiento rígido, por ejemplo, un panel o bloque de concreto. Para los refuerzos en malla conectados a un revestimiento flexible o que son continuos con el revestimiento, utilizar el factor de resistencia correspondiente a refuerzos en franja.

Figura 16. Factores de resistencia para muros de contención permanentes. Norma colombiana de diseño de puentes (2014) obtenido de: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3709-norma-colombiana-de-diseno-de-puentes-ccp14>

❖ Muros de contención convencionales

➤ Condiciones generales

➤ **Generalidades:** los muros de contención de gravedad generalmente son usados para aplicaciones de carga permanente, su mayor efectividad es en aplicaciones como rellenos y cortes, además de separación de taludes y como subestructura en puentes

Cuando en el área de intervención el suelo de cimentación tiene tendencias de asentamientos excesivos, es indispensable utilizar cimentaciones profundas para el apoyo del muro. (LRFD-CCP 14. Sección 11, Literal 11.6.1.1)

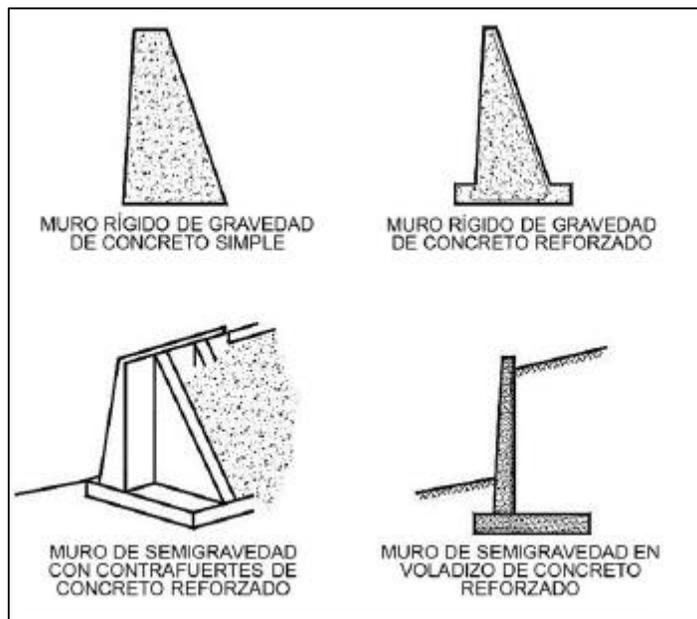


Figura 17. Muros típicos rígidos de gravedad y semigravedad. Norma colombiana de diseño de puentes (2014) obtenido de: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3709-norma-colombiana-de-diseno-de-puentes-ccp14>

➤ **Cargas/fuerzas:** En los muros de contención se debe analizar:

- Las cargas vivas y permanentes
- Cargas por efecto del agua y por presiones laterales
- Peso de la estructura
- Los efectos de las deformación por temperatura y por retención
- Las producidas por sismos

Deben aplicarse las disposiciones de los artículos de combinaciones de carga y factores de carga los muros de contención de gravedad y en voladizo. En el análisis de estabilidad, se deben usar los factores de carga, para establecer un diseño que considere la condición de carga más desfavorable. (LRFD-CCP 14. Sección 11, Literal 11.6.1.2)

➤ **Refuerzo**

➤ **Estribos y muros convencionales.** De acuerdo a la norma colombiana de diseño de Puentes, (2014). El acero de refuerzo debe ser colocado en las zonas expuestas a variaciones de temperatura para soportar los esfuerzos ocasionados por la retracción y temperatura, este tipo de refuerzo puede ser malla electrosoldada, o barras de acero.

A continuación se presenta la ecuación para determinar el área de refuerzo por metro, en cada dirección.

$$A_s \geq \frac{0.75bh}{2(b+h)f_y}$$

$$0.233 \leq A_s \leq 1.27$$

Donde:

A_s = área de refuerzo en cada dirección y en cada cara (mm^2/m)

b = ancho menor de la sección del elemento estructural (mm)

h = menor espesor de la sección del elemento estructural (mm)

f_y = resistencia especificada a la fluencia de las barras de refuerzo ≤ 515 Mpa

Cuando la dimensión menor varía a lo largo de la longitud del muro, se deberá evaluar las secciones mayores y menores y establecer un promedio, también se debe considerar que el espaciamiento no debe exceder de:

- 3.0 veces el espesor del elemento estructural o 450 mm.
- 300 mm para muros con más de 450 mm de espesor.
- 300 mm para otros elementos estructurales con más de 900 mm de espesor.

Por otro lado, no es necesario el uso de acero de retracción en:

- Cara final de muros de 450 mm o menos de espesor.
- Caras extremas de zapatas enterradas con alturas menores a 900 mm

- Caras de todos los demás elementos estructurales, cuya menor dimensión es menor o igual a 450 mm. (LRFD-CCP 14. Sección 5, Literal 5.10.8)

➤ **Juntas de expansión y retención:** en los muros de contención, las juntas de retención deberán ser instaladas entre espacios menores a 9 metros y las juntas de expansión se instalarán en espacios menores a 27 metros, el relleno de las juntas debe ser un material óptimo, que garantice su funcionalidad. (LRFD-CCP 14, Sección 11. Literal 11.6.1.6.)

❖ **Movimiento y estabilidad en el estado límite de servicio.**

➤ **Muros de contención convencionales:** deben aplicarse los requisitos de análisis de asentamientos general, asentamientos de zapatas en suelos no cohesivos, asentamientos de zapatas en suelos cohesivos, asentamientos de zapatas en rocas. También se debe evaluar la estabilidad global utilizando la combinación de carga “Servicio I” (LRFD-CCP 14, Sección 11. Literal 11.6.2.2)

➤ **Estabilidad global:** para analizar la estabilidad global de los muros de contención se deberán utilizar metodologías fundamentadas en el Equilibrio límite general. Se puede requerir estudios geotécnicos especiales en muros cimentados en suelos blandos.

La estabilidad global, está directamente relacionado con la estabilidad de taludes, por ende es considerado como una comprobación en el estado límite de servicio. Considerando lo

mencionado anteriormente, se pueden usar diferentes metodologías como el método de Spencer, el método de Janbu simplificado y el análisis de Bishop modificado, entre otros.

❖ **Capacidad Portante y estabilidad en el estado límite de resistencia.**

- **Requisitos generales:** en primera medida, es necesario que las dimensiones de los muros de contención garanticen su estabilidad contra la falla por capacidad de carga, volcamiento y deslizamiento. (LRFD-CCP 14. Sección 11, Literal 11.6.3.1)

- **Capacidad portante:** se debe analizar la capacidad portante en el estado límite de resistencia, utilizando cargas y resistencias mayoradas teniendo en cuenta las siguientes presiones del suelo:

- Si el muro es soportado por una cimentación sobre suelo: el esfuerzo vertical debe calcularse asumiendo una presión uniformemente distribuida sobre el área efectiva de la base como se ilustra en la Figura 18. (Literal 11.6.3.2 Sección 11, LRFD-CCP 14.)

El esfuerzo vertical debe calcularse de la siguiente manera

$$\sigma_v = \frac{\sum V}{B - 2e}$$

Donde:

ΣV = Sumatoria de las fuerzas verticales, las demás variables se definen en la Figura 18.

Si el muro es soportado por una cimentación sobre roca: el esfuerzo vertical debe calcularse asumiendo una presión distribuida linealmente sobre el área efectiva de la base como se ilustra en la *Figura 19*. Si la resultante está localizada dentro del tercio central de la base:

$$\sigma_{vmax} = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 + 6 \frac{e}{B} \right)$$

$$\sigma_{vmin} = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 - 6 \frac{e}{B} \right)$$

Cuyas variables están definidas en la *Figura 19*. Si la resultante está localizada fuera del tercio central de la base:

$$\sigma_{vmax} = \frac{2 \Sigma V}{3 \left[\left(\frac{B}{2} \right) - e \right]}$$

$$\sigma_{vmin} = 0$$

Donde las variables se definen en la *Figura 19*.

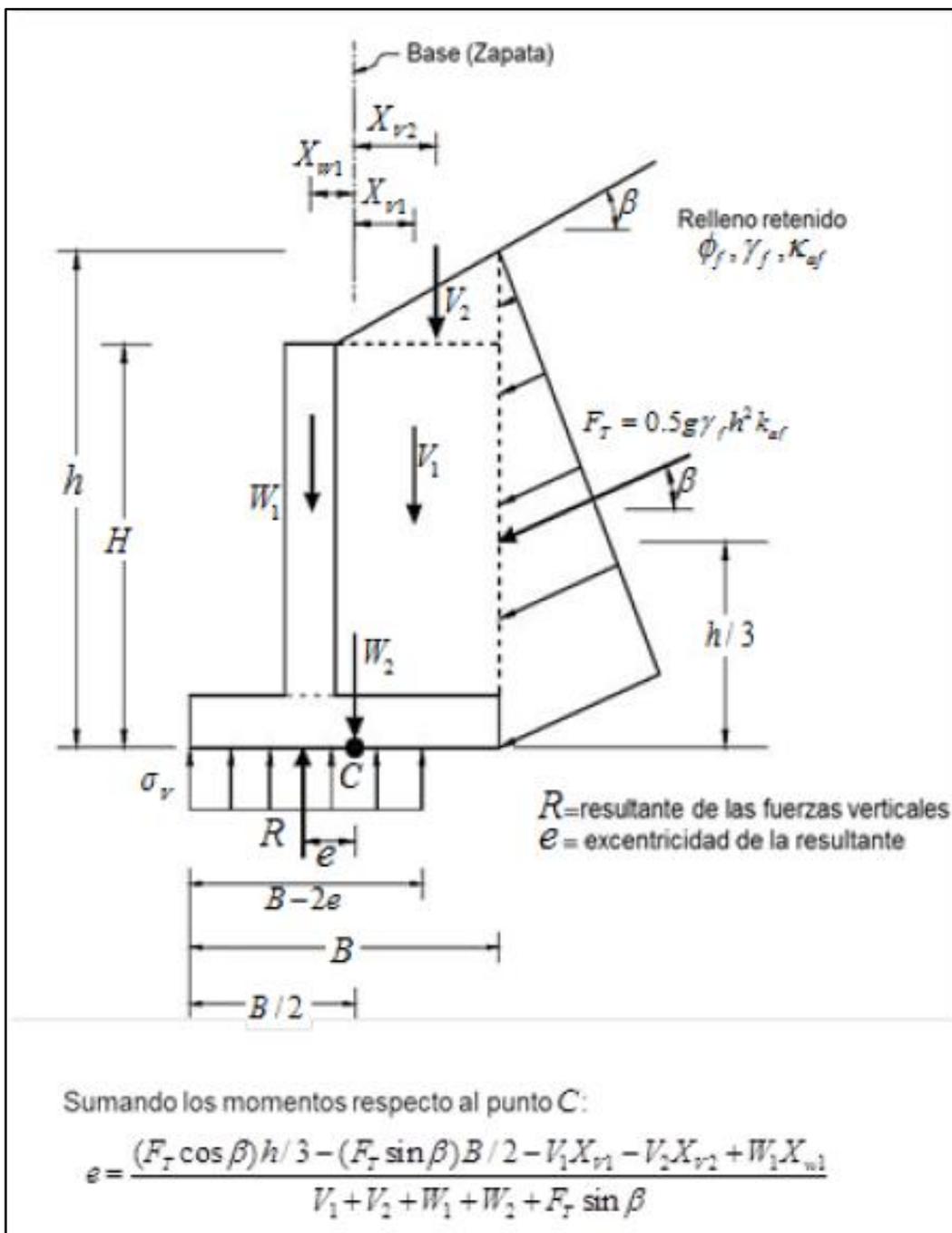


Figura 18. Criterios para determinar la presión de contacto en muros convencionales cimentado en el suelo. Norma colombiana de diseño de puentes (2014) obtenido de: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3709-norma-colombiana-de-diseno-de-puentes-ccp14>

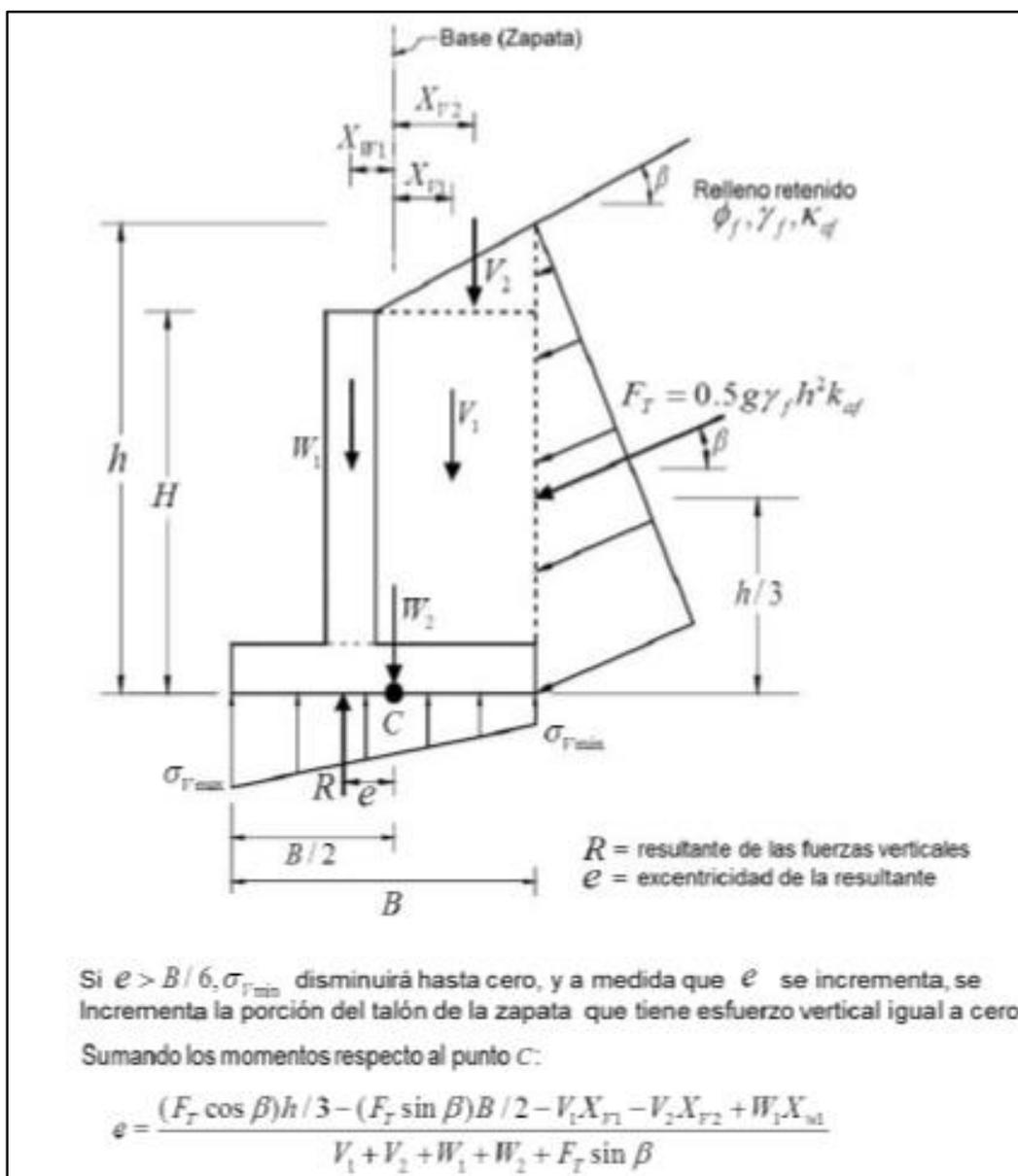


Figura 19. Criterios para determinar la presión de contacto en muros convencionales cimentados en roca. (LRFD-CCP 14. Sección 11, Literal 11.6.3.2.2) Obtenido de: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3709-norma-colombiana-de-diseno-de-puentes-ccp14>

❖ **Límites de excentricidad:** en las cimentaciones sobre suelo, la resultante de las fuerzas de reacción debe estar ubicada dentro de una distancia central igual a dos terceras partes del ancho de la base. (LRFD-CCP 14. Sección 11, Literal 11.6.3.3)

❖ **Erosión subsuperficial:** Cuando las condiciones geológicas de los muros de contención se desarrollen en las riveras de ríos y arroyos, se debe realizar un estudio hidrogeológico de la socavación de los materiales de la cimentación, de acuerdo a las características generales de diseño y ubicación. Si se prevén condiciones potencialmente problemáticas, el diseño debe incorporar medidas de protección adecuadas. (LRFD-CCP 14.Sección 11, Literal 11.6.3.4)

❖ **Resistencia Pasiva:** para los cálculos de estabilidad de resistencia pasiva debe despreciarse a menos que la base del muro se extienda por debajo de la profundidad máxima del suelo sometido a socavación, congelamiento/deshielo u otras perturbaciones. En el último caso, únicamente debe considerarse efectiva la longitud de empotramiento por debajo de la mayor de estas profundidades.

En caso de que el suelo que brinde la resistencia pasiva no tenga contacto firme, o tenga malas condiciones como “suelo blando”, la resistencia pasiva deberá omitirse. (LRFD-CCP 14.Sección 11, Literal 11.6.3.5)

❖ **Deslizamiento.** Las condiciones para analizar este tipo de falla es que la base del muro este cimentada en pendientes o que las zapatas resistan la carga horizontal o inclinada. (LRFD-CCP 14.Sección 11, Literal 11.6.3.6)

La resistencia mayorada contra la falla por deslizamiento, en kips, se debe tomar como:

$$R_R = \varphi R_n = \varphi_{\tau} R_{\tau} + \varphi_{ep} R_{ep}$$

Donde:

R_n = resistencia nominal de deslizamiento contra la falla por deslizamiento (N)

φ_{τ} = factor de resistencia para la resistencia al cortante entre el suelo y la cimentación

R_{τ} = la resistencia nominal al deslizamiento entre el suelo y la cimentación (N)

φ_{ep} = Factor de resistencia para la resistencia pasiva

R_{ep} = la resistencia nominal pasiva del suelo disponible durante la vida del diseño de la estructura (N)

Si el suelo debajo de la zapata es no cohesivo, la resistencia nominal al deslizamiento entre el suelo y la cimentación se tomará como:

$$R_{\tau} = V \tan \delta$$

Para el cual

$$\tan \delta = \tan \phi_f \text{ para concreto contra el suelo}$$

$$= 0.8 \tan \phi \text{ para zapata de concreto prefabricado}$$

Donde

ϕ_f = ángulo de fricción interna del suelo drenado (grados)

V = fuerza vertical total (N)

Para zapatas que descansan sobre arcilla, la resistencia al deslizamiento se pueden tomar como el menor de:

- La cohesión de la arcilla
- Cuando las zapatas se apoyan en al menos 6" de material granular compactado, la mitad de la tensión normal en la interfaz entre la zapata y el suelo, como se muestran en la Figura 20. para muros de contención.

La siguiente notación se aplica para la Figura 20.

q_s = unidad de resistencia al cortante igual a S_u o $0.5 \sigma'_v$, el que sea menor

R_T = resistencia nominal al deslizamiento entre el suelo y la cimentación (kips) expresada como el área sombreada bajo el diagrama q_s

S_u = resistencia al cortante sin drenado (MPa)

σ'_v = Tensión efectiva vertical (MPa) (Literal 10.6.3.4. Sección 10, LRFD-CCP 14.)

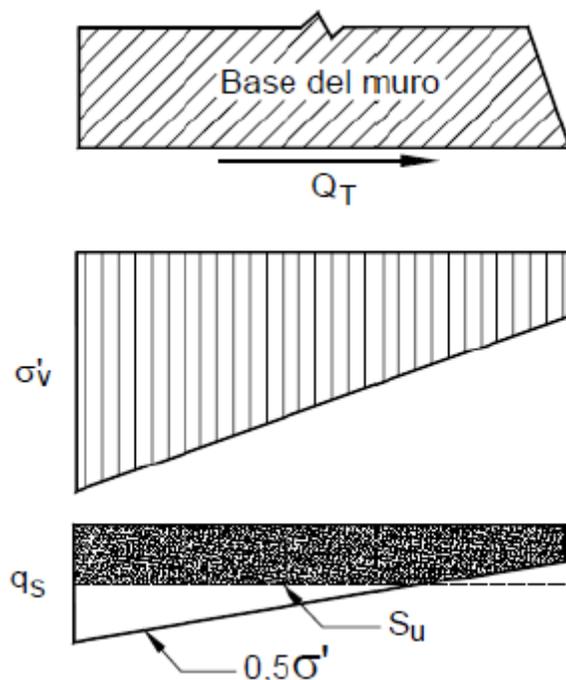


Figura 20. Procedimiento para la estimación de la resistencia nominal al deslizamiento para paredes en arcilla. (LRFD-CCP 14. Sección 10, Literal 10.6.3.4.1) Obtenido de: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3709-norma-colombiana-de-diseno-de-puentes-ccp14>

❖ **Detalles de los muros para mejorar su desempeño ante los sismos:** Entre los detalles que deben tratarse para muros de gravedad y semigravedad en zonas sísmicas activas, definidas como zonas sísmicas 2 o mayores, o una aceleración pico del terreno A_s mayor que 0.15g, se incluyen los siguientes:

- Las juntas verticales deben estar diseñadas para prevenir que el relleno se filtre por medio de ellas, sin embargo la junta debe tener la capacidad de deslizarse para permitir el movimiento diferencial vertical. Lo mencionado anteriormente también aplica para las juntas en las esquinas de los muros. Se recomienda el uso de rellenos compresibles

para juntas, almohadillas de soporte, y sellantes para disminuir el daño a las unidades de revestimiento producidos por la vibración.

- Estabilidad del relleno del muro: El relleno debe ser bien gradado y suficientemente angular como para entrelazarse y minimizar el riesgo de que el relleno se derrame a través de juntas de muros abiertas.
- Estructuras y cimentaciones dentro de la zona activa del muro: El efecto de estas estructuras y cimentaciones sobre la carga sísmica del muro debe evaluarse y el muro debe diseñarse para tomar la carga adicional.
- Salientes a través de la cara del muro: debe evaluarse la fuerza sísmica adicional transmitida al muro, especialmente la del recubrimiento, a través de la estructura saliente (por ejemplo, una alcantarilla o un tubo de drenaje). También debe considerarse el efecto de la deformación diferencial entre el saliente y la cara del muro. Las fuerzas transmitidas a la cara del muro por la estructura saliente debe reducirse mediante el uso de un relleno compresible de junta o por medio de almohadillas de soporte y sellante. (LRFD-CCP 14. Sección 11, Literal 11.6.5.6)

❖ **Drenaje:** en cada uno de los muros de gravedad y voladizo, se debe garantizar el drenaje para el relleno detrás del muro. Si no fuera posible proveer drenaje, el muro se debe diseñar para las cargas debidas al empuje del suelo más la presión hidrostática total debida al agua en el relleno. (LRFD-CCP 14. Sección 11, Literal 11.6.6)

❖ Muros en voladizo

❖ **Requisitos generales:** los muros en voladizo pueden ser considerados como soporte temporal y permanente de masas de suelo y roca estables e inestables. La factibilidad de utilizar un muro en voladizo en una ubicación determinada se debe basar en las condiciones del suelo y la roca dentro de la profundidad embebida del elemento vertical que debe soportar el muro.

(LRFD-CCP 14. Sección 11, Literal 11.8.1)

❖ **Cargas:** De acuerdo a la norma colombiana de diseño de puentes se deben aplicar los requisitos estipulados en el inciso de “cargas”, además para los muros en voladizo deberá aplicarse el factor de carga para presión de tierra lateral (EH) a la presión lateral de tierra.

(LRFD-CCP 14. Sección 11, Literal 11.8.2)

❖ Movimiento y estabilidad en el estado límite de servicio:

➤ **Movimiento.** Se deben considerar los efectos de los movimientos del muro sobre las instalaciones adyacentes en la selección de las presiones de diseño de tierras. (LRFD-CCP 14. Sección 11, Literal 11.8.3.1)

➤ **Estabilidad global.** Se evalúa de acuerdo las disposiciones del artículo 11.6.2.3
(LRFD-CCP 14. Sección 11, Literal 11.8.3.2)

❖ Seguridad contra las fallas del suelo en el estado límite de resistencia

➤ **Estabilidad global.** Para la estabilidad global en los muros de contención, los elementos verticales se deben diseñar de forma que tengan la capacidad de soportar los esfuerzos producidos por el suelo, la presión del agua y las sobrecargas. Por otro lado, para la profundidad embebida se deben considerar los planos de debilidad, los planos de estratificación y las fisuras que puedan ocasionar la disminución de la resistencia del suelo o la roca a través de ensayos de campo o pruebas en laboratorio. La profundidad embebida en roca intacta, se debe basar en la evaluación de la resistencia al corte de la masa rocosa. (LRFD-CCP 14. Sección 11, Literal 11.8.4.1)

❖ Seguridad contra las fallas estructurales

➤ **Elementos verticales del muro:** los elementos verticales del muro deben diseñarse para resistir todas las fuerzas debidas a la presión horizontal del suelo, las sobrecargas, la presión hidrostática y las fuerzas sísmica. (LRFD-CCP 14. Sección 11, Literal 11.8.5.1)

➤ **Revestimiento:** se debe considerar para establecer la máxima separación entre elementos de muros verticales, también es necesario considerar la rigidez relativa de los elementos, condición del suelo de relleno y condición del suelo de condición del condición del suelo en el cual están embebidos los elementos de muro verticales.

La madera de revestimiento, debe ser de grado estructural, tratada a presión. Si se utiliza madera y las condiciones ambientales son propicias para el crecimiento de organismos que podrían producir descomposición, la madera se debe tratar con un conservante a presión a menos que se utilice madera de una especie resistente a la descomposición que se considere adecuada desde el punto de vista del riesgo de descomposición y la vida de servicio anticipada para la estructura. (LRFD-CCP 14 Sección 11, Literal 11.8.5.2)

➤ **Protección contra la corrosión.** Se debe realizar una evaluación de las condiciones del entorno ambiental de la zona y de cómo podría influir en la falla del muros, para establecer los métodos de protección contra la corrosión y su nivel de importancia (LRFD-CCP 14. Sección 11, Literal 11.8.7)

❖ **Drenaje.** De acuerdo a la norma colombiana de diseño de puentes para controlar la filtración en los muros de contención, es necesario la instalación de un medio drenante detrás del revestimiento con orificios de salida en la base del muro o próximos a la base del muro. El drenaje debe mantener sus propiedades en toda su extensión que abarca desde la base del muro hasta 30 cm por debajo de la corona del muro. En zonas donde el suelo este expuesto a congelamiento, el diseño debe considerar las presiones que este genere. (LRFD-CCP 14. Sección, Literal 11.8.8 11)

4.1.2 Aspectos de construcción.

Para ejercer un control riguroso en la construcción de muros de contención de tipo gravedad y voladizo a través de la interventoría, es necesario tener claridad sobre cada uno de los procedimientos que se desarrollan en este tipo de infraestructura que funcionan para soportar masas de suelos y permiten obtener diferencia de niveles en terreno. La tipología y su forma debe ser la adecuada para equilibrar los empujes del suelo.

Los aspectos constructivos que se detallaran corresponden a los procedimientos habituales en el desarrollo de muros de gravedad (Concreto ciclópeo y gaviones) y muros en voladizo (Concreto reforzado).

4.1.2.1 Excavación. Las excavaciones en muros de contención deben obedecer a los criterios establecidos según la normatividad colombiana.

- **Secuencia de Excavación.** El procedimiento de excavación deberá asegurar que no se rebasen los estados límite de servicio (movimientos verticales y horizontales inmediatos y diferidos por descarga en el área de excavación y en la zona circundante). (NSR-10. Título H, Literal H.8.2.4)

- La excavación se puede realizar por etapas, dependiendo del programa que se incluirá en la memoria de diseño, señalando además las precauciones que deban tomarse para que no

resulten afectadas las construcciones de los predios vecinos o los servicios públicos; estas precauciones se consignarán debidamente en los planos. (NSR-10. Título H, Literal H.8.2.4)

➤ Plan de contingencia para excavaciones. Cuando en los muros de contención se considere excavaciones de más de 3 m de profundidad o en la base de laderas, se debe contar con un plan de contingencia, donde se determinen los elementos vulnerables, los riesgos potenciales, el área de influencia, las posibles personas involucradas, los mecanismos de aviso a las autoridades, las rutas de evacuación, los mecanismos de capacitación al personal, el diseño de sistemas de control de la contingencia, el listado de elementos que pueden requerirse para afrontar una contingencia y los sitios y procedimientos para adquirir dichos elementos de control. (NSR-10. Título H, Literal H.8.2.6)

➤ **Estructuras de contención.** En los procesos constructivos de estructuras de contención, independientemente del tipo de estructura del cual se trate (cantiliver, de gravedad, con contrafuertes, apuntalada, etc.), se deberá prever los cuidados necesarios para no inducir sobreesfuerzos que conlleven deformaciones sobre estas y que posteriormente puedan reducir la capacidad de soporte para la cual fueron diseñadas, bajo la condición de carga final de trabajo. Los diseños deben contener una sucesión de cada detalle de ejecución de actividades con el fin de garantizar que el suelo de cimentación y el relleno no sufran variaciones importantes en su rigidez y resistencia. Se debe hacer énfasis en la densidad del material de relleno, debido a que puede degradar la estructura de contención. “Los sistemas de drenaje preventivo deberán diseñarse e instalarse en la forma adecuada para buscar tanto la estabilidad de la estructura de

contención como del material contenido y la menor variación posible de las trayectorias de drenaje naturales”. (NSR-10. Título H, Literal H.8.3)

4.1.2.2 Concreto. En los muros de contención las propiedades mecánicas de los elementos que componen, deben ser de acuerdo a lo indicado en los planos estructurales. Las recomendaciones sobre la mezcla, el transporte, la colocación y el curado del concreto deben respetar lo estipulado en las normas técnicas colombianas.

Los elementos estructurales de los muros de contención que lleven concreto deben ser mezclados por medio del equipo adecuado, no es permitido el uso de concreto mezclado manualmente, a menos que las condiciones de la obra lo dispongan así.

Las normas que se deben seguir para el procedimiento de concretos se mencionan en la Tabla 1.

Tabla 1

Normas técnicas a considerar para el uso adecuado del concreto

Reglamento	Especificación
NSR-10	Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente
NTC 30	Cemento Portland. Clasificación y nomenclatura
NTC 31	Ingeniería civil y arquitectura. Cemento. Definiciones
NTC 33	Ingeniería civil y arquitectura. Método para determinar la finura del cemento hidráulico por medio del aparato Blaine de permeabilidad al aire
NTC 77	Concretos. Método de ensayo para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos
NTC 92	Ingeniería civil y arquitectura. Determinación de la masa unitaria y los vacíos entre partículas de agregados
NTC 93	Ingeniería civil y arquitectura. Determinación de la resistencia al desgaste de los agregados gruesos mayores de 19 mm, utilizando la Máquina de Los Ángeles
NTC 98	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste de agregados gruesos hasta de 37,5 mm, utilizando la Máquina de Los Ángeles
NTC 109	Ingeniería civil y arquitectura. Cementos. Método para determinar los tiempos de fraguado del cemento hidráulico por medio de las agujas de Gillmore

Reglamento	Especificación
NTC 110	Método para determinar la consistencia normal del cemento hidráulico
NTC 111	Especificaciones para la mesa de flujo usada en ensayos de cemento hidráulico
NTC 117	Ingeniería civil y arquitectura. Cementos. Método de ensayo para determinar el calor de hidratación del cemento hidráulico
NTC 118	Método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado del cemento hidráulico mediante el aparato de Vicat
NTC 121	Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Portland. Especificaciones físicas y mecánicas
NTC 127	Concretos. Método de ensayo para determinar las impurezas orgánicas en agregado fino para concreto
NTC 129	Ingeniería civil y arquitectura. Práctica para la toma de muestras de agregados.
NTC 174	Concretos. Especificaciones de los agregados para concreto
NTC 176	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la densidad y la absorción del agregado grueso
NTC 221	Ingeniería civil y arquitectura. Cementos. Método de ensayo para determinar la densidad del cemento hidráulico
NTC 225	Método de ensayo para determinar el fraguado rápido del cemento hidráulico (método del mortero)
NTC 226	Cementos. Método de ensayo para determinar la finura del cemento hidráulico por medio de los tamices de 75 μm - no. 200 - y 150 μm - no. 100
NTC 237	Ingeniería civil y arquitectura. Método para determinar la densidad y la absorción del agregado fino
NTC 294	Método de ensayo para determinar la finura del cemento hidráulico utilizando el tamiz de 45 μm (no.325)
NTC 297	Ingeniería civil y arquitectura. Cementos. Método de ensayo para determinar el fraguado rápido del cemento hidráulico (método de la pasta)
NTC 321	Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Portland. Especificaciones químicas
NTC 385	Ingeniería civil y arquitectura. Terminología relativa al concreto y sus agregados
NTC 396	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto
NTC 454	Ingeniería civil y arquitectura. Concretos. Concreto fresco. Toma de muestras
NTC 504	Ingeniería civil y arquitectura. Refrendado de especímenes cilíndricos de concreto
NTC 550	Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra
NTC 579	Ingeniería civil y arquitectura. Método para determinar el efecto de las impurezas orgánicas en los agregados finos sobre la resistencia del mortero
NTC 597	Determinación de la finura del cemento Portland por medio del turbidímetro
NTC 673	Concretos. Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto
NTC 722	Concretos. Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión indirecta de especímenes cilíndricos de concreto
NTC 890	Ingeniería civil y arquitectura. Determinación del tiempo de fraguado de mezclas de concreto por medio de su resistencia a la penetración
NTC 1028	Ingeniería civil y arquitectura. Determinación del contenido de aire en concreto fresco método volumétrico
NTC 1032	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión
NTC 1294	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la exudación del concreto
NTC 1299	Concretos. Aditivos químicos para concreto
NTC 1513	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para la elaboración, curado acelerado y ensayo a compresión de especímenes de concreto
NTC 1776	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar por secado el contenido total de humedad de los agregados
NTC 3318	Producción de concreto
NTC 3459	Concretos. Agua para la elaboración del concreto
NTC 4045	Ingeniería civil y arquitectura. Agregados livianos para concreto estructural

Fuente. Autores, 2021.

A continuación se describen los aspectos generales, que debe velar la interventoría en el desarrollo de concretos que conformen el cuerpo y la base de muros de gravedad y muros en voladizo, se debe considerar el almacenamiento, disposición de los materiales, la elaboración del concreto, colocación del concreto y su curado.

La interventoría debe ser el ente que verifique que no se implementen diseños empíricos para la mezcla, el diseño de la mezcla de concreto debe estar basada en la relación agua cemento, para generar una mezcla con plasticidad de fácil manejo y con asentamientos en los rangos permitidos. Todo esto en aras de obtener un concreto de durabilidad, impermeabilidad y resistencia que esté de acuerdo con lo estipulado en las especificaciones técnicas de los planos estructurales. (Empresas Públicas de Medellín. EPM, 2016)

4.1.2.2.1 Materiales. Para los materiales usados en el concreto de las estructuras de contención, la interventoría deberá analizar los materiales dispuestos en obra, verificar especificaciones y realizar acciones para mejorar la calidad como el relavado, la limpieza, o el cambio de proveedor.

La interventoría debe controlar que se realice el colado del concreto teniendo como fuente un solo tipo de cemento, debido a que puede haber variaciones en sus propiedades. Para realizar el almacenamiento del cemento es recomendable colocarlo sobre plataformas de maderas (estibas) con una diferencia del nivel del piso de 10 a 15 cm. Además debe estar alejado de la humedad, del contacto directo con el sol y de agentes de interperismo como lluvias y fuertes

vientos. La interventoría deberá garantizar la calidad del cemento, a través del análisis del empaque, fabricante y especificaciones técnicas.

El cemento no debe mantenerse más de 30 días almacenados, se debe garantizar que haya correcta ventilación entre las hileras y evitar la compactación de los sacos almacenados. Los sacos de cemento no deben tener contacto directo con los muros de delimitación.

Por otro lado, el agua para la mezcla del concreto, debe ser almacenada en tanques con capacidad acorde al alcance del tipo de muro que se vaya a construir, la interventoría debe garantizar que el agua sea limpia sin contaminantes que puedan afectar al concreto o al acero de refuerzo. Se debe cumplir la norma NTC 3459.

Las gravas y las arenas, deben tener una ubicación de almacenamiento estratégica en el lugar de la obra, debe estar libre de humedades, de materiales que puedan contaminar el agregado, también se debe cubrir con plásticos para evitar contaminaciones y segregación de material a causa de la lluvia. No se debe transitar sobre los agregados gruesos y finos. Se deben investigar las normas NTC 174 y NTC 4045. (Empresas Públicas de Medellín. EPM, 2016)

4.1.2.2.2 Diseño de mezcla. En los planos estructurales deben especificarse el diseño de la mezcla de concreto, o ser indicado por el ingeniero estructural, cuando no haya diseño de mezclas, la interventoría exigirá y evaluará el diseño presentado por el contratista. La mezcla diseñada debe respetar los asentamientos definidos por la NTC 396. (Empresas Públicas de Medellín. EPM, 2016)

De considerarlo necesario, para la verificación de los materiales del concreto del muro la interventoría puede requerir los ensayos de laboratorios de los materiales. Solamente se podrá realizar fundición de concreto, con mezclas aprobadas por la interventoría.

4.1.2.2.3 Mezclado del concreto. La mezcla del concreto debe realizarse de acuerdo a las consideraciones del reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 (capítulo C.5) y la norma NTC 3318.

La interventoría debe verificar que los concretos para muros de contención se desarrollen a través de mezclado mecánico, con equipos de calidad que permitan una combinación de los materiales para generar una mezcla homogénea sin segregación de material, en un tiempo y velocidad específica.

Para el desarrollo de concretos, en obra se debe disponer de una mezcladora de reserva en caso de que haya algún problema técnico con el equipo, se cuente una máquina de respaldo que garantice las fundidas del concreto de manera continuada. La interventoría deberá verificar y capacitar al personal que opere los equipos para que maneje las velocidades de acuerdo a lo estipulado por el fabricante. (Empresas Públicas de Medellín. EPM, 2016)

Para realizar nuevos batidos de mezcla, se debe verificar que se descargue todo el contenido de la mezcla anterior. El mezclado manual solo será permitido en lugares con condiciones topográficas de difícil acceso, donde no se pueda transportar el equipo.

La interventoría deberá supervisar el uso de concretos prefabricados en planta, se debe exigir una guía de especificaciones del concreto en donde se señalen las propiedades como resistencias, especificaciones de materiales, consistencias, impermeabilidad, manejabilidad, durabilidad, el concreto de planta debe cumplir las exigencias del diseño del muro de contención y se debe realizar un seguimiento especial al tiempo y transporte desde la preparación en la planta hasta la descarga en obra.

De acuerdo a (EPM, 2016) La interventoría debe evaluar cada una de los siguientes aspectos, cuando reciba el concreto de planta:

- Características del concreto de planta
- Antes de iniciar el colado del concreto se debe revisar la guía o la remisión que debe proveer como mínimo la siguiente información:
 - Fecha y hora.
 - Nombre de la empresa suministradora de mezclas.
 - Número consecutivo de la remisión.
 - Nombre de la empresa compradora y la obra.
 - Volumen de la mezcla enviada.
 - Resistencia y tipo de mezcla (tamaño nominal del agregado grueso).
- Una vez revisada la remisión, se debe hacer el ensayo de asentamiento de la mezcla siguiendo la (NTC 396) y por ultimo verificar la temperatura de la mezcla de acuerdo a la (NTC 3359).
- Realización de testigos tipo cilindros basado en la (NTC 550).

El tiempo de transporte, es un factor decisivo en el uso de concretos realizadas en plantas, la interventoría deberá verificar que el uso de este tipo de concretos en muros de contención, este sujeto al control del tiempo, de tal manera, que el lapso entre la fabricación de la mezcla hasta su descarga en obra no sea mayor de 30 minutos. Sin embargo en mezclas en donde en el diseño se le agregue un aditivo retardante o sea transportado en un mixer que mantenga en movimiento la mezcla de concreto, puede aumentar este lapso

En las arenas y gravas se debe inspeccionar constantemente la humedad, con ánimo de tenerla presente cuando se le agregue agua a la mezcla, para obtener constancia en la relación agua-cemento (A/C).

La interventoría deberá verificar que en concretos producidos no se adicione agua, después de que haya permanecido almacenado por más de 30 minutos y haya iniciado su fraguado. (Empresas Públicas de Medellín. EPM, 2016)

4.1.2.2.4 Transporte del concreto. Para llevar a cabo una buena supervisión desde la interventoría hacia el transporte del concreto es necesario verificar las indicaciones otorgadas por el reglamento colombiano de construcción NSR-10 en el título C.

Desde la interventoría se debe inspeccionar que el transporte del concreto se realice en la menor cantidad de tiempo posible, con la maquinaria necesaria y acorde a procedimientos que permitan mantener el concreto de manera homogénea, además es importante impedir pérdidas, contaminaciones y segregación de la mezcla.

La interventoría deberá verificar que haya acceso a todas las áreas de la estructura de contención, de tal manera que se realice un correcto colado del concreto. Generalmente Los muros de contención se desarrollan con concreto producido In Situ, debido a las condiciones topográficas y lugares en donde mayormente se requieren. Por otro lado desde la interventoría se recomienda que el lugar de mezclado del concreto este lo más próximo al lugar de vaciado, para evitar la segregación de agregados.

4.1.2.2.5 Vaciado del concreto. Para llevar a cabo una buena supervisión desde la interventoría en el vaciado del concreto se debe cumplir lo especificado por el reglamento colombiano de construcción NSR-10 en el título C.

En los muros de contención la interventoría debe llevar a cabo un seguimiento de las diferentes fundidas que se realicen, detallando resistencias y especificaciones, además del control del volumen de concreto vaciado por día. La interventoría puede solicitar al contratista la programación semanal de los vaciados de concreto y el aviso con anticipación del desarrollo de colado de concreto.

Para una correcta fundida de concreto, la interventoría deberá inspeccionar la alineación, plomado y estado de las formaletas, así como su lubricación, también debe verificar el estado y la calidad del acero y que este armado de acuerdo a los planos estructurales.

En los muros de contención la interventoría deberá verificar que las fundiciones se realicen en una sola sección continua, ya sea para la base o para el cuerpo del muro. Cuando se realice

vaciado de concreto en un área en donde ya hay concreto fundido, se debe garantizar un procedimiento en las juntas.

En la construcción de muros de contención, se debe evitar fundir concreto sobre tierra o aceite, en las cimentaciones se debe verificar que se encuentre compactado con una densidad optima, además se debe proteger el contacto directo del concreto de la cimentación con la superficie de tierra por medio de un concreto regular

La plasticidad y maleabilidad del concreto es una propiedad que se debe garantizar para que en el colado, el concreto alcance todos los bordes y esquinas, cubra todo el acero de refuerzo y de los elementos embebidos.

Cuando se realice descargas de concreto en elementos que tengan diferentes niveles, la interventoría debe verificar la altura de descarga y hacer seguimiento al método de vaciado cuando la elevación sea mayor a 1 metro de altura. Para las cimentaciones de muros de contención, se puede descargar con una elevación de máximo 3 metros, la interventoría será la encargada de aprobar elementos de descarga de concreto como canales con láminas o barriles en sucesión para evitar la segregación, lo cual está permitido solo para uso local hacia el encofrado de la base o el cuerpo del muro de contención.

Cuando se realice descarga de concreto por medio de canales, se debe garantizar una pendiente mayor al 50% además se debe colocar el concreto en el lugar que le corresponde, de tal manera que una vez depositado no deba desplazarse a distancias mayores de dos metros.

El colado del concreto debe realizarse de manera constante, vertido horizontalmente por secciones con un espesor menor a medio metro, hasta alcanzar el espesor deseado indicado en los planos estructurales.

Por otro lado, en relación con el tiempo de colado del concreto, se debe realizar el vaciado de tal manera que el concreto se encuentre sin dureza, para mitigar el desarrollo de grietas, además la interventoría debe verificar que el vaciado del concreto no perjudique la alineación y el plomado de formaletas, así como la configuración del acero de refuerzo.

Cuando se realice el colado en muros de concreto reforzado (voladizo), la interventoría debe estar al tanto de que en el acero de refuerzo de la base o del cuerpo del muro no se configure.

En las zonas del muro con poco espaciamiento, en donde sea necesario ayudar a ingresar el concreto para que cubra toda la superficie, se puede hacer uso de una barra de acero con finalización curva.

4.1.2.2.6 Concreto ciclópeo. Hay muros de gravedad que están realizados totalmente con Concreto ciclópeo, sin embargo, de manera general el concreto ciclópeo es usado en diferentes tipologías de muros, como mejoramiento de suelo o presente en alguna de obra complementaria.

El uso de concreto ciclópeo debe estar definido en los planos estructurales, donde se especifique su dosificación, la preparación del concreto ciclópeo es por volumen, dependiendo

de la resistencia del concreto de base se realiza un aporte del porcentaje en piedras con unas características definidas, de tal manera que para resistencias a la compresión de 21 MPa y de 17,5 MPa se agregue un volumen del 30% y 40% de piedra, respectivamente.

La interventoría debe verificar que para los muros de concreto ciclópeo, en el cuerpo se coloquen capas de piedras separadas por secciones de concreto de 30 centímetros, para que sea soporte de las capas superiores.

Con el fin de garantizar la optimización de materiales, la interventoría debe supervisar la distribución de las piedras, para mantener las buenas condiciones de la formaleta. Por ningún motivo debe haber contacto directo entre piedras y formaletas, la interventoría debe exigir como mínimo un espacio de recubrimiento de 7.5 centímetros.

Las piedras que se utilicen para los concretos ciclópeos, deben ser lavadas previamente y mantenerse alejada de la suciedad. Por otro lado la interventoría debe verificar que las piedras que conformen el concreto ciclópeo, sean previamente saturadas antes del colocado y vaciado, en aras de que no absorba la humedad de la mezcla de concreto.

Cuando se utilice concreto ciclópeo en muros con espesores menores de 80 centímetros, la separación entre piedras será de 10 centímetros como mínimo, nunca menos de esta distancia. Por otro lado, cuando su uso sea para estructuras de mayores espesores, la separación será como mínimo de 15 cm.

La interventoría debe verificar las características de las piedras para el concreto ciclópeo, en los muros de contención en donde se use concreto ciclópeo se debe garantizar una serie de condiciones especiales para obtener una estructura de características monolíticas como:

- Limpieza y homogeneidad
- Sin fallas
- Dimensiones de 15 a 30 centímetros

La interventoría debe garantizar que no se usen piedras con condiciones geométricas abstractas, deben ser de forma regular, no se debe permitir rocas alargadas con relaciones mayores a 1:2.

Las piedras en el concreto ciclópeo deben estar totalmente embebidas, esparcidas con un distanciamiento entre 10 a 15 centímetros dependiendo del espesor de la estructura, para la vibración del concreto, la interventoría debe verificar que se realice manualmente y paralelo a la colocación de piedra, con ánimo de generar una estructura monolítica. (Empresas Públicas de Medellín. EPM, 2016)

4.1.2.2.7 Pruebas y ensayos del concreto. La interventoría deberá exigir al contratista de obra el desarrollo de cada uno de los ensayos, de acuerdo al capítulo (C) de la NSR-10. Para todos los concretos que se usen en los muros de contención, se debe evaluar el asentamiento y sacar testigos en forma de cilindros para hallar la resistencia a la compresión

Asentamiento. En los muros de contención, la interventoría debe verificar que se realice una prueba de asentamiento por cada 5 metros cúbicos de concreto fundido, en base a la NTC 396, donde se especifica todo el procedimiento del método del cono de Abrams.

Las dimensiones de los asentamientos deben corresponder al indicado por tipología, en base a la geometría y el distanciamiento del acero.

Resistencia del concreto. La interventoría debe verificar la resistencia del concreto vaciado en los muros de contención por medio de ensayos de laboratorios, para toma de muestras de cilindros se debe seguir los lineamientos de la NTC 550 y la NTC 454 y la evaluación de la resistencia a la compresión del concreto de acuerdo a la NTC 504 y la NTC 673.

Es obligatorio el seguimiento de la calidad del concreto a través de la evaluación de la resistencia, por medio de ensayo de cilindros de concreto, la interventoría debe realizar control de todos los concretos vaciados en los muros de contención.

El desarrollo de los ensayos de laboratorio debe estar conformado por la falla de siete cilindros como mínimo, se fallaran dos cilindros en tres etapas, a los siete, a los catorce y a los veintiocho días de edad, esta última se considera como resistencia final. El cilindro sin fallar es para el respaldo de una comprobación posterior de ser necesaria.

La interventoría debe evaluar la aprobación de proyecciones de resistencia a la compresión a partir de la información de la evaluación de las dos primeras edades (7 y 14 días),

La interventoría debe supervisar el control de los registros de la calidad del concreto, por medio de la bitácora, en donde se caracterice los concretos evaluados y las zonas donde se llevó a cabo la toma de muestra, así como fecha y longitud de asentamiento.

Dependiendo del alcance y dimensiones del muro de contención a desarrollar, la interventoría deberá exigir la cantidad de ensayos a realizar, considerando que cada evaluación de resistencia consta de la selección de 7 testigos (cilindros de concreto) de tal manera que se realice un informe de evaluación a la compresión por cada 10 metros cúbicos de concreto vaciado. Cuando el volumen de concreto a vaciar del elemento del muro de contención como la base o el cuerpo sea menor a esta cantidad, se debe realizar un informe por cada elemento estructural. (Empresas Públicas de Medellín. EPM, 2016)

Para realizar un análisis de las resistencias obtenidas en laboratorio, la interventoría debe supervisar que los especímenes sean identificados de acuerdo al tipo de concreto y al tipo de mezcladora, de tal manera que los resultados se mantengan identificados también, para tener claridad en cada una de las resistencias por elemento separadas. Los resultados de la evaluación de la resistencia a la compresión deben mantenerse identificados y separados. La interventoría no debe permitir el promedio de resistencias de muestras que tengan identificación diferente, es decir no provengan de la misma mezcladora o que sean de diferente tipo de concreto.

La interventoría debe verificar que el resultado promedio de la evaluación de la resistencia de los especímenes sea igual o mayor a la resistencia de diseño, además el 90% de las evaluaciones de resistencia deben sean mayor a la resistencia de diseño

Cuando en los resultados de las evaluaciones de la resistencia del concreto no cumplan los requerimientos de diseño, la interventoría exigirá el concepto del ingeniero calculista, dependiendo de su análisis, la interventoría podrá exigir el reemplazo de todos los concretos que no cumplan con las especificaciones de calidad, los gastos extraordinarios por corrección deben ser asumidos por el contratista de obra.

La interventoría debe exigir la verificación de las resistencias del concreto, a través de tomas de núcleos en los elementos del muro, para el desarrollo de pruebas con esclerómetro de acuerdo a los lineamientos de la norma (ASTM C 805) en los elementos donde el resultado a los 28 días sea menor al especificado en el diseño de acuerdo a la identificación y caracterización de especímenes de concreto.

De la prueba realizada con el esclerómetro, depende la aprobación o no del concreto de la estructura evaluada, por parte de la interventoría, por otro lado cuando los datos obtenidos respalden los informes de laboratorio de la resistencia a la compresión obtenidos por ensayos de cilindros, o cuando por diferentes motivos no se pueda realizar el ensayo, la interventoría exigirá la demolición de la estructura comprometida. (Empresas Públicas de Medellín. EPM, 2016)

4.1.2.3 Acero de refuerzo. La interventoría debe verificar en los muros de contención de concreto reforzado, el recubrimiento, dimensión, diámetro, traslapes, longitudes de desarrollo y configuración de acuerdo a lo indicado en los planos estructurales.

Estos procedimientos y normatividades se debe complementar con lo estipulado en el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10. En el presente proyecto de investigación no se incluyen las especificaciones técnicas de las barras de acero ni de las mallas electrosoldadas. Estos materiales deben cumplir con los requisitos de las normas NTC 2289 para las barras de acero y las NTC 1925 y NTC 2310 para las mallas electrosoldada. En la Tabla 2, se muestran las normas técnicas a tener en cuenta en el acero

Tabla 2

Normas técnicas para el uso adecuado del acero de refuerzo

Reglamento	Especificación
NSR-10	Reglamento colombiano de construcción sismo resistente
NTC 1907	Alambre de acero al carbono grafilado para refuerzo de concreto
NTC 1920	Acero estructural al carbono
NTC 1925	Mallas electrosoldadas de acero, de alambre liso, para refuerzo de concreto.
NTC 1950	Metalurgia. Acero estructural de baja aleación y alta resistencia.
NTC 2289	Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación para refuerzo de concreto

El acero de refuerzo forma una armadura que queda embebida en el concreto para absorber y resistir los esfuerzos provocados por las diferentes cargas a las que se encuentra sometido, y adicionalmente controla las fisuras debidas a los cambios volumétricos por retracción y temperatura cuando se presenta el proceso del fraguado.

Las barras, mallas y el alambre de acero, deben cumplir con las normas técnicas citadas en los documentos de referencia, además, los amarres, ensayos, despieces, doblados, traslapos y uniones deben cumplir los requisitos estipulados en el título C de la Norma de construcción colombiana. NSR-10. (Empresas Públicas de Medellín. EPM, 2019)

4.1.2.3.1 Evaluación y aceptación del acero de refuerzo. La interventoría debe realizar una evaluación y aceptación del acero de refuerzo de acuerdo a las recomendaciones del literal C.3.5.10 de la norma de construcción colombiana. NSR-10.

Para todo el refuerzo usado en muros de contención, la interventoría debe inspeccionar que el acero posea todos los requerimientos de las normas correspondientes, así como los informes de laboratorio que certifiquen la garantía del acero.

El certificado de conformidad expedido por el laboratorio debe contener como mínimo lo siguiente:

- (a) nombre y dirección de la obra
- (b) fecha de recepción de las muestras y fecha de realización de los ensayos.
- (c) fabricante y norma NTC bajo la cual se fabricó el material y bajo la cual se realizaron los ensayos.
- (d) peso por unidad de longitud de la barra, alambre, malla o torón de refuerzo, y su conformidad con las variaciones permitidas, y su diámetro nominal.
- (e) características del corrugado, cuando se trate de acero corrugado.
- (f) resultados del ensayo de tracción, los cuales deben incluir: la resistencia a la fluencia y la resistencia última evaluadas utilizando el área nominal de la barra, alambre, malla o torón de refuerzo indicada en la norma NTC correspondiente, y el porcentaje de alargamiento obtenido del ensayo.
- (g) resultado del ensayo de doblamiento.

(h) composición química cuando ésta se solicita.

(i) conformidad con la norma de fabricación.

(j) nombre y firma de director del laboratorio.

De acuerdo a la (EPM, 2019) La interventoría debe supervisar todo el acero de refuerzo llegue a la obra, y revisar los siguientes aspectos.

- Verificar por medio del rotulado en las barras que la procedencia y grado del acero sea el requerido.
- Verificar que la cantidad de barras, las longitudes y los diámetros sean los solicitados al proveedor según los cuadros de despiece.
- Las barras de refuerzo deben estar libres de defectos, dobladuras y curvas.

4.1.2.3.2 Transporte del acero de refuerzo. Fuera de la obra: Si el acero se lleva a la obra ya figurado, la interventoría debe verificar que el refuerzo este en paquetes o atados debidamente rotulados. Si se transportan barras rectas, estas deben ir separadas por diámetros y longitudes.

Dentro de la obra: dependiendo de las condiciones geomorfológicas del terreno en donde se realice el muro de contención, la interventoría deberá supervisar que las barras de acero sean transportadas dentro de la obra por medio de torre grúas o malacates en caso de tener obras en donde se presenten desniveles considerables. Se debe tener especial cuidado con el personal que se encuentra trabajando para evitar accidentes. En el caso de que el acero se transporte manualmente, se deben tener rutas correctamente demarcadas para que el personal pueda

transportarlo de manera segura, además se debe tener ubicado siempre el sitio en el cual se descarga el acero. (Empresas públicas de Medellín, 2019)

4.1.2.3.3 Almacenamiento del acero de refuerzo en obra. El acero de refuerzo debe almacenarse en la obra encima de teleras, canes o elementos de madera que permitan mantenerlo separado del suelo o de cualquier otro elemento contaminante. En lo posible, el sitio de almacenamiento debe ser cubierto, y por razones de seguridad y control debe ser encerrado. Se debe organizar separando las barras por diámetro y longitud, o por paquetes debidamente rotulados si llega a la obra ya figurado de la planta. Las mallas electrosoldadas se deben colocar sobre teleras separándolas de acuerdo a los distintos tipos. El sitio de almacenamiento debe seleccionarse buscando la facilidad de descarga del camión y el futuro transporte interno en la obra de las barras. (Empresas públicas de Medellín, 2019)

4.1.2.3.4 Revisión de los planos estructurales y detalles del acero de refuerzo. La interventoría debe estudiar detalladamente los planos y las especificaciones propias del proyecto observando los tipos de acero a utilizar. Así mismo, se debe contar con el despiece de todos los tipos de barras requeridas, donde se indique su diámetro, longitud y la cantidad de barras de cada tipo. Se deben utilizar barras redondas corrugadas con esfuerzo de cedencia de 420 MPa (grado 60), o de acuerdo a lo que indiquen los planos estructurales. (Empresas públicas de Medellín, 2019)

4.1.2.3.5 Lista y diagramas de despiece. Cuando los planos no incluyan listas o diagramas de despiece, estos deben calcularse y aprobarse por la interventoría con una anticipación no menor de quince (15) días antes de ordenar la figuración del refuerzo. Se debe doblar y colocar el refuerzo en forma correcta de acuerdo con los planos de diseño.

La información básica para la realización de un pedido de barras con límite de fluencia de 420 MPa (grado 60) es la siguiente:

- Peso del producto (en kg)
- Nombre del material (barras corrugadas de acero de baja aleación y/o termotratadas para refuerzo de concreto)
- Diámetro (valor del diámetro nominal expresado en milímetros o en octavos de pulgada)
- Designación de la norma técnica (NTC 2289)
- Solicitud del certificado de calidad que especifique la composición química y las características mecánicas de los lotes que conforman el pedido. (Empresas públicas de Medellín, 2019)

4.1.2.3.6 Corte y figuración en obra del acero de refuerzo. En el caso que las barras no lleguen figuradas a la obra, se debe adecuar un sitio con fácil acceso de los vehículos que llevan los materiales, con instalaciones adecuadas para su almacenamiento, con los equipos de transporte y figuración concordantes con las cantidades de acero a manejarse. Adicionalmente, se debe contar con las herramientas y el banco de figuración que permitan realizar los dobleces y

cortes requeridos de acuerdo al despiece que se presenta en los planos estructurales. (Empresas públicas de Medellín, 2019)

4.1.2.3.7 Diámetros mínimos de doblaje de las barras. Los diámetros mínimos de doblamiento, medidos en el lado interior de la barra, deben ser los siguientes:

Para barras de refuerzo principal

- Barras No. 3 a No. 8, seis (6) diámetros de la barra
- Barras No. 9 a No. 11, ocho (8) diámetros de la barra

Para estribos:

- Barras No. 5 y menores, cuatro (4) diámetros de la barra
- Barras No. 5 a No. 8, seis (6) diámetros de la barra 4

Ganchos estándar

De acuerdo con la norma NSR 10, los ganchos estándar deben ser:

- Doble de 180° más una extensión de cuatro (4) diámetros de la barra, pero no menor de 65 mm en el extremo libre de la barra.
- Doble de 90° más una extensión de doce (12) diámetros de la barra, en el extremo libre de la barra.

Para estribos y ganchos de estribo se tienen los siguientes ganchos estándar:

- Barras No. 5 y menores, dobléz de 90° más seis (6) diámetros de la barra de extensión en el extremo libre de la barra.
- Barras No. 6 a No. 8, dobléz a 90° más extensión de doce (12) diámetros de la barra en el extremo libre de la barra.
- Barras No. 8 y menores, dobléz de 135° más extensión de seis (6) diámetros de la barra en el extremo libre de la barra.

4.1.2.3.8 Colocación del acero de refuerzo. En los muros de contención la interventoría debe verificar que todo el acero de refuerzo se coloque en la posición exacta mostrada en los planos, y debe asegurarse firmemente para impedir su desplazamiento durante la colocación y vibrado del concreto. El acero de refuerzo al ser colocado en su disposición final, debe estar libre de polvo, escamas de óxido, rebabas de concreto, pintura, grasa o cualquier otro tipo de material que pueda afectar la adherencia del acero al concreto.

La interventoría se encargara de inspeccionar que todos los aceros de refuerzo cumplan con los requisitos establecidos por el diseñador estructural que se encuentran en los planos. Las barras de acero se deben asegurar adecuadamente para evitar que se muevan al vaciar o vibrar el concreto. Además, este se debe asegurar en las intersecciones con alambre dúctil utilizando un amarrador o la herramienta adecuada. La distancia del acero a las formaletas se debe mantener por medio de bloques de mortero prefabricados con las mismas características del elemento a vaciar. (Empresas públicas de Medellín, 2019)

4.1.2.3.9 Recubrimiento mínimo. La interventoría debe verificar que el recubrimiento mínimo para el acero de refuerzo debe ser el indicado en los planos y especificaciones, cumpliendo lo establecido en la NSR-10.

De manera general la interventoría debe tener en cuenta los siguientes recubrimientos para el acero de refuerzo:

- Cuando el concreto se coloque directamente sobre el terreno, en contacto con el suelo:
75 mm
- En superficies que han de quedar expuestas a la intemperie o en contacto con suelos de rellenos: Barras No. 6 a No. 18: 50 mm Barras No. 5 y menores: 40 mm
- Concreto no expuesto a la intemperie, ni en contacto con el suelo: En losas, muros y viguetas para barras No. 11 y menores: 20 mm En vigas y columnas, refuerzo principal, estribos y espirales: 40 mm.

Para cualquier otro tipo de condición deben verificarse los recubrimientos mínimos especificados en la norma NSR-10.

4.1.2.3.10 Traslapos y uniones. Los traslapos para las barras de acero deben ser los indicados en los planos estructurales y especificaciones, cumpliendo lo establecido en la norma NSR-10 y se deben colocar en los sitios mostrados en los planos.

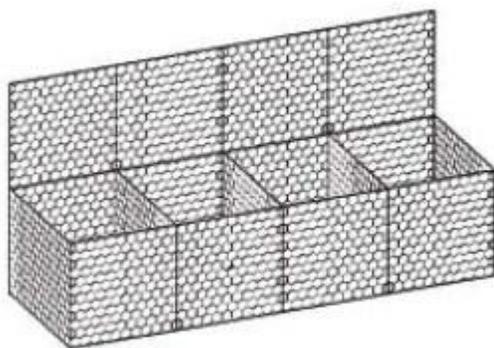
Las barras traslapadas deben quedar colocadas en contacto, se debe amarrar con alambre, de tal manera, que mantengan la alineación y su espaciamiento especificado. Los traslapos de refuerzo en muros, se deben alternar a lado y lado de la sección.

4.1.2.3.11 Gaviones. De acuerdo a su geometría existen dos tipologías de gaviones, (tipo caja y tipo colchón). Los gaviones son paralelepípedos rectangulares de diferentes dimensiones constituidos por una red de malla metálica tejida que forman la cara base, las caras verticales y una tapa, esta última puede ser formada por separado, luego de haber rellenado los contenedores, con piedras de características definidas y de peso específico mayor o igual a 2 ton/m^3 .

Las mallas de los gaviones pueden ser de abertura hexagonal (tejidos) o de abertura ortogonal (electrosoldados). Todas las caras del gavión deben ser reforzadas con alambres de las mismas características del gavión.

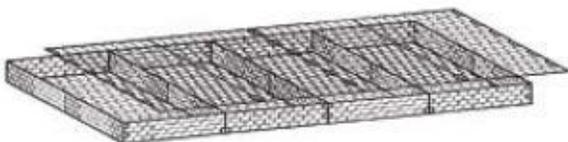
Los gaviones tipo caja son aquellos con una variación de altura de 0.50 m a 1.00 m y los gaviones tipo colchón aquellos con una variación de altura de 0.17 m a 0.30 m.

A continuación, se muestran las dimensiones típicas según el tipo de gavión:



Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Nº Diafragmas	Volumen (m³)
1.5	1.0	1.0	-	1.5
2.0	1.0	0.5	1	1.0
2.0	1.0	1.0	-	2.0
2.0	1.0	1.0	1	2.0
3.0	1.0	0.5	2	1.5
3.0	1.0	1.0	2	3.0
4.0	1.0	0.5	3	2.0
4.0	1.0	1.0	3	4.0
4.0	1.5	1.0	3	6.0
5.0	1.0	0.5	4	2.5
5.0	1.0	1.0	4	5.0
5.0	1.5	1.0	4	7.5
6.0	2.0	0.5	5	6.0

Figura 21. Dimensiones del gavión tipo caja. Prodac. (2004) obtenido de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bit_stream/handle/2238/6034/construcci%C3%B3n-muro-gaviones.pdf?sequence=1



Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Nº Diafragmas	Volumen (m³)
4.0	2.0	0.17	3	1.36
4.0	2.0	0.23	3	1.84
4.0	2.0	0.30	3	2.40
5.0	2.0	0.17	4	1.70
5.0	2.0	0.23	4	2.30
5.0	2.0	0.30	4	3.00
6.0	2.0	0.17	5	2.04
6.0	2.0	0.23	5	2.76
6.0	2.0	0.30	5	3.60

Figura 22. Dimensiones del gavión tipo colchón. Prodac. (2004). Obtenido de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bit_stream/handle/2238/6034/construcci%C3%B3n-muro-gaviones.pdf?sequence=1

Características de los alambres. Todos los alambres que se utilizan para la fabricación, armado e instalación de los gaviones deben ser de acero dulce recocido de acuerdo con las norma ASTM (641), además la interventoría debe verificar que todos los alambres de la malla sean revestidos con una aleación de zinc-5% aluminio de acuerdo con las especificaciones de la ASTM (856). En la Tabla 3, se muestra las características del revestimiento de alambre para gaviones.

Tabla 3

Revestimiento del alambre para gaviones

Diámetro nominal del alambre (mm)	Mínimo peso de revestimiento (g/m²)
2.2	240.0
2.4 y 2.7	260.0
3.0	275.0

Fuente: Maccaferri, (2005). *Gaviones y otras soluciones en malla hexagonal a doble torsión*.

Malla. La malla está constituida por una red tejida de forma hexagonal obtenida de entrecruzar dos hilos de alambre por tres medios giros, Debido a que las estructuras están sometidas a tensiones producidas por asentamientos diferenciales del terreno, empujes externos, entre otros, no se recomienda utilizar gaviones con aberturas de malla mayores a 8 x 10 cm.

Una abertura de malla mayor reduciría el área de acero de los gaviones y provocaría, en consecuencia, el debilitamiento de la estructura.

La interventoría debe recomendar que el rango de aberturas de las mallas (a x b), que se puede apreciar en la Figura 23, deben ser de (8 x 10) cm para las cajas y (6 x 8) cm para los colchones. Esta menor abertura para los colchones se debe a que como estos están, generalmente, ubicados en contacto con agua y sólidos que arrastran los ríos, deben resistir las exigencias físicas y mecánicas como el impacto, la tracción y la abrasión.

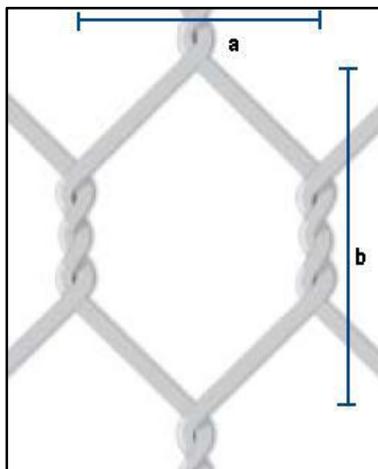


Figura 23. Abertura de la malla. Prodac (2004) obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6034/construcci%C3%B3n-muro-gaviones.pdf?sequence=1>

La tolerancia en las dimensiones de la abertura de la malla es de $\pm 10\%$. Los diámetros de los alambres usados en la fabricación de los gaviones dependen de las condiciones estructurales a los cuales estará sometida la estructura. Los productores de malla generalmente las proveen con alambre de 2.4 y 2.7 mm, además de un recubrimiento de PVC, cuando los gaviones requieran de una protección contra agentes corrosivos

Alambre de bordes. Todas las aristas del gavión desdoblado, inclusive el lado superior de los laterales y de los diafragmas, deben ser de mayor diámetro que el de la malla, para que estos proporcionen mayor resistencia y consistencia a la unidad (Prodac, 2004).

De acuerdo a Maccaferri, (2005) la unión entre el alambre de borde y la malla debe tener una resistencia mínima de 11.7 kN/m. Los diámetros usados se muestran en la Tabla 4 y la Tabla 5.

Tabla 4

Diámetro de los alambres para gaviones tipo caja

Tipo de alambre	Recubrimiento metálico diámetro (mm)			Recubrimiento PVC diámetro (mm)		
	Abertura de malla 8x10 cm					
Malla	2.40	2.70	3.00	3.50	3.70	
Borde	3.00	3.40	3.90	4.10	4.10	
Amarres y tensores	2.20	2.20	2.20	3.20	3.20	

Fuente: Prodac (2004) obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6034/construccion%20de%20muro%20de%20gaviones.pdf?sequence=1>

Tabla 5

Diámetro de los alambres para gaviones tipo colchones

Tipo de alambre	Recubrimiento metálico diámetro (mm)			Recubrimiento PVC diámetro (mm)		
	Abertura de malla (cm)					
	(6x8)	(8x10)	(8x10)	(6x8)	(8x10)	(8x10)
Malla	2.20	2.70	3.00	3.20	3.50	3.70
Borde	2.70	3.40	3.90	3.70	4.10	4.40
Amarres y tensores	2.20	2.20	2.20	3.20	3.50	3.20

Fuente: Prodac (2004) obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6034/construccion%20de%20muro%20de%20gaviones.pdf?sequence=1>

Alambre para amarres y tensores. Los alambres para amarres se utilizan para coser las mallas hexagonales que formarán el gavión, así como para la unión de los mismos para conformar las estructuras deseadas. El alambre de los tensores es aquel que se usa para evitar las deformaciones, principalmente, en la cara visible del muro de gaviones. Junto con las mallas de gavión es provista una cantidad suficiente de alambre para amarres y tensores. Este alambre debe tener un diámetro de 2.2 mm y su cantidad, en relación al peso de los gaviones, es de 8% para los de 1.0 m de altura y de 6% para los de 0.5 m de altura. Piñar, (2008)

Gaviones electrosoldados. Los gaviones electrosoldados son estructuras formadas por alambres con galvanización pesada, eléctricamente soldados que forman unidades eficientes y económicas. Este gavión forma una unidad de acero, roca y suelo con la cual se obtiene una estructura flexible. Prodac, (2004). Se fabrican en las dimensiones presentadas en la Tabla 6.

Tabla 6

Dimensiones del gavión electrosoldado

Tipo	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)
G-0.90	3.0	1.0	0.3
G-1.00	2.0	1.0	0.5
G-1.35	3.0	1.5	0.3
G-1.50	3.0	1.0	0.5
G-1.80	3.0	2.0	0.3
G-2.00	2.0	1.0	1.0
G-2.25	3.0	1.5	0.5
G-3.00	3.0	1.0	1.0
G-4.50	3.0	1.5	1.0

Fuente: Prodac (2004) obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6034/construcci%C3%B3n-muro-gaviones.pdf?sequence=1>

Las mallas están constituidas por alambres que forman aberturas ortogonales, cuyo módulo puede ser de 75 x 75 mm (3" x 3") y de 100 x 100 mm (4" x 4"). Los diámetros de los alambres usados en la fabricación de los gaviones electrosoldados dependen de las condiciones a las cuales estará sometida la estructura se recomiendan los siguientes calibres:

BWG # 11 (Diámetro 3.05 mm).

BWG # 10 (Diámetro 3.40 mm).

BWG # 8 (Diámetro 4.20 mm).

4.1.2.4 Encofrado y desencofrado. La interventoría debe supervisar que los procedimientos técnicos del encofrado y desencofrado del concreto de los muros de contención se desarrollen acorde a los requerimientos del Capítulo C.6 de la NSR-10.

La interventoría debe inspeccionar todas las formaletas y equipo de encofrado que se usen en los diferentes muros de contención y verificar que están de acuerdo a los planos estructurales y sus especificaciones técnicas, además debe exigir que los elementos de encofrado sean almacenados en lugares libres de la humedad y de la exposición a la contaminación, que se dispongan de manera vertical o mínimamente inclinado cuando repose sobre muros. La interventoría debe exigir el uso de formaletas en perfecto estado, cuando estas no cumplan la calidad exigida por interventoría o posean secciones defectuosas, se debe reparar y reemplazar por elementos en óptimas condiciones.

Para los muros de contención, la interventoría debe verificar la alineación y el aplomado de las formaletas, de tal manera que las secciones queden perfectamente encajadas y no haya escurrimiento del concreto por superficies abiertas entre elementos.

Los elementos de encofrado deben generar elementos de concretos de forma regular, configuración de acuerdo a lo especificado en los planos. Las formaletas deben tener la capacidad de mantener la forma, además de soportar cargas presentadas durante el vaciado del concreto, como presiones por descarga y vibrado del concreto. Además se debe requerir el uso de lubricantes en los bordes de contacto con el concreto de la formaleta, para evitar la adherencia.

La interventoría debe verificar que objetos como el acero de refuerzo y las juntas de construcción no posean contaminaciones por el lubricante de la formaleta. (Empresas públicas de Medellín, EPM, 2016)

La interventoría debe supervisar que el apuntalamiento de las formaletas sea correcto de acuerdo a la geometría deseada y sobretodo, que tenga la capacidad de soportar las cargas durante la ejecución de la obra y alcance la resistencia especificada.

La interventoría deberá revisar los informes de laboratorio de la resistencia a la compresión y verificar que el concreto haya obtenido la resistencia requerida para resistir la carga de la etapa de la construcción en donde se encuentre, antes de iniciar el retiro de formaletas o desencofrado.

Desde la interventoría se debe verificar que el retiro de las formaletas de los muros de contención se desarrolle garantizando la estabilidad del muro de contención, además la interventoría solicitará y garantizará el curado del concreto en los muros desde el retiro del encofrado hasta alcanzar la resistencia máxima.

Los tiempos mínimos para el retiro de las formaletas que debe recomendar la interventoría en la construcción de muros de contención son los siguientes:

- Placas ≤ 10 cm de espesor (7) siete días.
- Placas ≥ 10 cm de espesor (15) quince días.

4.1.2.5 Embebidos en el concreto. La interventoría debe verificar que los embebidos en los muros de contención se realicen de acuerdo a lo estipulado por el capítulo C.6 de la NSR-10.

4.1.2.6 Vibrado del concreto. Para el vibrado del concreto en muros de contención, la Interventoría debe verificar que se desarrolle por medio de vibradores mecánicos y que no se use ningún otro elemento para el vibrado. Cuando se desarrolle la obra de construcción en una zona de difícil acceso, la interventoría decidirá si se puede usar una barra de acero con forma curva al finalizar y verificar que no se afecte la configuración estructural.

La interventoría verificará y aprobará el uso de vibradores mecánicos seleccionado por el contratista que puede ser de uso eléctrico o por aire comprimido, para las operaciones de vibrado se debe exigir que maneje entre 7.000 hasta 10.000 revoluciones por minuto, cuando el equipo se encuentre sumergido.

Para el vibrado de concreto en los muros de contención, la interventoría debe exigir al contratista el almacenamiento de por lo menos dos vibradores de reserva, además la interventoría debe supervisar que el equipo de vibración se use directamente en el concreto, que el operador lo aplique de forma vertical y que no lo use para desplazar el concreto dentro del encofrado.

En los muros de contención la interventoría exigirá de manera general un lapso de aplicación de vibración de 10 segundos, considerados necesarios para los concretos con asentamientos de 1 a 3 pulgadas y obtener la densificación del concreto.

La interventoría debe supervisar que el operario maneje de forma adecuada el equipo de vibración, manteniendo vibrados por capas de concreto sin alterar el fraguado, sin embargo debe verificar lugares dentro del encofrado de difícil acceso, por lo tanto permitirá complementar el vibrado con el uso de varillas con punta en ángulo y golpes en la formaleta con martillo neumático. La interventoría debe vigilar que el uso de métodos manuales complementarios de vibración, afecte de alguna forma la configuración del acero, o la posición de los embebidos del concreto. (Empresas públicas de Medellín, EPM, 2016)

4.1.2.7 Juntas. La interventoría debe verificar que las juntas en los muros sean de acuerdo a las indicaciones de los planos estructurales y siguiendo los preceptos del capítulo C.6 de la NSR-10.

Las juntas de contracción y expansión en los muros son indispensables, porque equilibran las deformaciones y los esfuerzos causados por la retracción del fraguado, la configuración geométrica del muro, los asentamientos y los cambios de temperatura. Además la interventoría deberá comprobar el uso de juntas de construcción de acuerdo a las especificaciones de los planos estructurales

La interventoría debe exigir que las superficies de las juntas de los muros estén libres de suciedades, antes de cada vaciado de concreto en el muro de contención, se debe humectar todas las juntas de construcción, eliminando los excesos de agua.

La interventoría debe verificar que las juntas realizadas en los muros de contención, no afecten la capacidad de soporte de la estructura, además exigirá al contratista que mantenga las juntas de construcción protegidas del tráfico de personas y vehículos, interperismos como lluvia, sol y cualquier alteración que pueda afectar el fraguado del concreto.

En caso de que por cualquier motivo, se vea afectado el vaciado del concreto en las losas de los muros, la interventoría debe vigilar que se realice juntas adecuadas y exigiendo siempre el uso de un componente o aditivo que genere una excelente adherencia entre el concreto antiguo y el concreto nuevo. La interventoría debe vigilar que el uso del aditivo se de acuerdo a las recomendaciones y especificaciones del fabricante. (Empresas públicas de Medellín, EPM, 2016)

4.1.2.8 Curado de los muros de contención. Para el curado de muros de contención, la Interventoría debe exigir al contratista que se realice un seguimiento al curado del concreto, en donde hidrate el muro con agua mínimo tres veces al día, dependiendo de la condiciones climáticas puede variar el curado, sin embargo es necesario con el fin de evitar cualquier tipo de grieta que se pueda presentar. La interventoría debe verificar que el curado se realice por un periodo mínimo de una semana y que se realice acorde a las disposiciones del capítulo C.5 de la NSR-10 y la NTC 890.

El curado en muros de contención se debe realizar en toda la superficie de la estructura, con agua limpia, de tal manera que todo el elemento se hidrate y se sature. La interventoría debe exigir el curado del concreto de los muros de contención hasta que el secado de la superficie del

concreto no lo afecte, además debe chequear que no se presente secado prematura y de presentarse iniciar la actividad de curado inmediatamente.

Para no afectar el porcentaje de humedad en la mezcla de concreto, es de gran importancia mantener los materiales con una humedad adecuada o hidratados, para que no afecte las propiedades del concreto.

4.1.2.9 Compactación del relleno. Para el relleno en muros de contención la interventoría solicitará al contratista que use suelos granulares, de acuerdo al diseño geotécnico. Por otro lado la interventoría no debe permitir el uso de suelos arcillosos o limosos como material de relleno del muro de contención. Si se presentan condiciones desfavorables para la selección del material de relleno y no se puede obtener un material granular, la interventoría puede aprobar un material seleccionado de calidad menor, con previa autorización del diseñador estructural y geotécnico.

La interventoría debe supervisar que el proceso de compactación se realice de acuerdo a los métodos sugeridos por el ingeniero geotécnico, por medio de capas y con la humedad necesaria para alcanzar la compactación óptima. La interventoría verificará que la compactación se realice de tal manera que no se afecte la estabilidad del muro, generando un incremento sustancial del empuje lateral sobre el muro.

4.1.2.10 Terreno de cimentación. La interventoría debe examinar las propiedades del terreno de cimentación del muro de tal manera que sus características sean las apropiadas, para soportar las cargas de diseño y que sea capaz de una buena interacción entre el suelo y la

estructura de modo que tenga la capacidad de transmitir todos los esfuerzos contenidos en el muro de contención. La interventoría debe exigir al contratista el uso de un mejoramiento de suelo con concreto solado para las bases de cualquier tipo de muro de contención.

4.1.2.11 Drenaje. La interventoría debe exigir al contratista en el desarrollo de cualquier tipo de muro de contención un sistema de filtración o drenaje adecuado que tenga la capacidad de recolectar y conducir el flujo del agua a través de la estructura de contención.

La interventoría debe verificar que los drenes se realicen de acuerdo a las especificaciones de los planos estructurales donde se indique separación, distribución, diámetros, además de estar cubiertos por material de filtrado como geotextiles, para evitar el paso de los granos del material de relleno. Los drenes deben ser cubiertos en su totalidad por el material de filtración hasta completar el último traslapo y el sello impermeable.

La interventoría debe solicitar los certificados de calidad de los geotextiles, en los cuales se debe verificar el cumplimiento de los requisitos mecánicos, físicos e hidráulicos. La interventoría podrá exigir ensayos adicionales sobre los geotextiles con el fin de validar las propiedades del material en caso de ser necesario.

4.1.2.12 Espacio disponible para la construcción. La interventoría debe verificar que haya disponibilidad de espacio necesario para realizar las actividades de los procesos constructivos del desarrollo del muro de contención como armado de formaletas, armado y figurado de aceros, espacio de trabajo del oficial de obra. La interventoría debe exigir al contratista que haya una

distancia entre 0,50 m a 1 m desde el borde del muro hasta el inicio del corte en aras de tener espacio para las actividades propias de los colaboradores de obra.

Una vez definidos los aspectos de diseño y construcción de los muros de contención en los que debe regir la interventoría, se procede a realizar un análisis de los procedimientos constructivos específicos que la interventoría técnica debe hacer cumplir en los muros de gravedad (muros ciclópeos y muros en gaviones), y en los muros en voladizo (concreto reforzado).

4.1.3 Aspectos constructivos de muros en concreto ciclópeo (muros de gravedad). La Interventoría después de haber revisado y aprobado los diseños y la programación de obra, procede a realizar la supervisión y el seguimiento técnico a la construcción de los muros de concreto ciclópeo. En primera medida se deben verificar las condiciones topográficas, de ubicación, niveles y replanteo.

La interventoría debe exigir al contratista que cumpla con todas las especificaciones indicadas en los planos estructurales, considerando los procedimientos de control descritos en el literal **A.1.5.2.1 Planos estructurales** y en el literal **I.4.3.Procedimientos de Control**, descritos en el reglamento de construcción colombiano, NSR-10. Para el procedimiento de fabricación del concreto ciclópeo la interventoría debe seguir los lineamientos del **literal 4.1.2.2.6 Concreto ciclópeo**. Hay muros de gravedad que están realizados totalmente con

La interventoría debe verificar que el contratista lleve un control de los planos, considerando los aspectos descritos en el Título I, de la Norma de construcción colombiana NSR-10

1. Definición de dimensiones, cotas y niveles.
2. Consistencia entre las dimensiones, cotas y niveles.
3. Consistencia entre las diferentes plantas, alzados, cortes, detalles y esquemas.
4. Adecuada definición de las calidades de los materiales.
5. Cargas de diseño debidamente estipuladas.
6. En casos especiales, instrucciones sobre obra falsa, procedimientos de control de la colocación del concreto, procedimientos de descimbrado, colocación del concreto, aditivos, tolerancias dimensionales.
7. En general, la existencia de todas las indicaciones necesarias para poder realizar la construcción de una forma adecuada con los planos del proyecto.

(Literal I.4.3.1, Título I NSR-10.)

Luego de supervisar el procedimiento de control de planos y verificar las condiciones topográficas y de replanteo, la interventoría debe supervisar que se lleve a cabo los procedimientos de excavación de acuerdo a lo descrito en el **literal 4.1.2.1. “Excavación** del presente documento.

La interventoría debe supervisar la elaboración de mejoramiento de suelo, si lo estipula el diseño estructural recomendado por el estudio geotécnico. Además la interventoría debe

inspeccionar la compactación de acuerdo a lo recomendado en el [literal 4.1.2.9](#) y terreno de cimentación el los [literal 4.1.2.10](#).

La interventoría debe exigir al contratista que los procedimientos del vaciado de concreto se realicen acorde al [literal 4.1.2.2.5](#). Cuando el vaciado del concreto se desarrolle por etapas, debido a sus dimensiones, la interventoría vigilara que se deje una superficie rugosa y limpia para mejorar la adherencia del concreto.

Para el desarrollo de la base o cimentación del muro en concreto ciclópeo, la interventoría debe verificar la instalación de la formaleta necesaria para el encofrado de la base, de acuerdo al [literal 4.1.2.4](#) del presente documento.

Luego de fijar la formaleta, se colocará una capa de concreto simple sobre el concreto de resane, y luego se colocarán las capas de piedra y concreto alternadas, siguiendo lo indicado a continuación.

4.1.3.1 Cimentaciones en concreto ciclópeo. La interventoría debe inspeccionar que solo se use concreto ciclópeo en los lugares indicados por el plano estructural, adicionalmente la dosificación del concreto debe ser la indicada en el plano estructural o por recomendación de la interventoría. Para este tipo de cimentaciones se debe vaciar un solado con una resistencia mínima de $f'c = 17$ MPa de 5 cm de espesor, luego la interventoría vigilara que el concreto ciclópeo se fabrique de acuerdo a las indicaciones del [literal 4.1.2.2.6](#)

Luego de fabricar la cimentación o base del muro de contención en concreto ciclópeo, la interventoría verificará que los procedimientos de desencofrado se realicen de acuerdo a lo definido en el [literal 4.1.2.4.](#)

Luego la interventoría debe inspeccionar de nuevo la instalación y verificación de formaletas, además la fabricación y vaciado de concreto ciclópeo del cuerpo del muro de acuerdo a los procedimientos descritos en [literal 4.1.2.2.6 “concreto ciclópeo”](#)

Una vez culminada la estructura en concreto ciclópeo del cuerpo del muro, se procede a los últimos elementos de los procedimientos de construcción del muro de gravedad en ciclópeo que corresponde a lo mencionado en el [literal 4.1.2.11. “Drenaje”](#) y el [literal 4.1.2.9. “Compactación del relleno”](#)

Para un análisis más completo y gráfico del papel de la interventoría técnica en los procedimientos de construcción y diseño de los muros de concreto ciclópeo, se remite al lector al [Apéndice B.](#)

4.1.4 Aspectos constructivos de gaviones (muros gravedad). Al igual que en cualquier otra estructura de contención, la interventoría inicialmente revisará y aprobará los diseños y la programación de obra. Luego iniciará la supervisión y el seguimiento técnico a la construcción de los muros de gaviones.

El procedimiento constructivo de los muros en gaviones es el de menor complejidad, sin embargo la interventoría debe llevar un seguimiento riguroso a cada procedimiento en la fabricación de los gaviones, los cuales son masas de piedras estratégicamente ubicadas en mallas de alambre con formas geométricas como cubos y losas rectangulares, gracias a su estructura de piedras que generan vacíos y porosidad, estos muros inicialmente tiene un buen desempeño en el drenaje de agua, sin embargo la interventoría deberá exigir al contratista la construcción de filtros y elementos de drenaje, debido a que con el tiempo, los vacíos entre piedras son colmatados por el material de relleno arrastrado generalmente por las aguas lluvias.

Para iniciar la fabricación de los gaviones, la interventoría debe exigir al contratista que cumpla con todas las especificaciones indicadas en los planos estructurales, considerando los procedimientos de control descritos en el literal **A.1.5.2.1 Planos estructurales** y en el literal **I.4.3.Procedimientos de Control**, descritos en el reglamento de construcción colombiano, NSR-10.

La interventoría debe verificar que el contratista lleve un control de los planos, considerando los aspectos descritos en el Título I, de la Norma de construcción colombiana NSR-10

1. Definición de dimensiones, cotas y niveles.
2. Consistencia entre las dimensiones, cotas y niveles.
3. Consistencia entre las diferentes plantas, alzados, cortes, detalles y esquemas.
4. Adecuada definición de las calidades de los materiales.
5. Cargas de diseño debidamente estipuladas.

6. En general, la existencia de todas las indicaciones necesarias para poder realizar la construcción de una forma adecuada con los planos del proyecto.

(Literal I.4.3.1, Título I NSR-10.)

Luego de supervisar el procedimiento de control de planos y verificar las condiciones topográficas y de replanteo, la interventoría debe supervisar que se lleve a cabo los procedimientos de excavación de acuerdo a lo descrito en el [literal 4.1.2.1. “Excavación](#) del presente documento.

La interventoría debe supervisar la elaboración de mejoramiento de suelo, si lo estipula el diseño estructural recomendado por el estudio geotécnico. Además la interventoría debe inspeccionar la compactación de acuerdo a lo recomendado en el [literal 4.1.2.9](#) y terreno de cimentación el los [literal 4.1.2.10](#).

Para el desarrollo de la interventoría técnica en la construcción de muros de gaviones se deben seguir todas las especificaciones de los gaviones, detalladas en el [literal 4.1.2.3.11](#) además se debe verificar lo siguiente:

La interventoría junto al contratista debe revisar que las especificaciones de los elementos que conforman el muro, tales como diámetro o calibre del hilo y el tipo de mallas empleados sean las indicadas en los planos estructurales aprobados por la interventoría.

Luego de verificar las especificaciones del hilo y mallas, la interventoría debe verificar que el gavión se instale de tal manera que su estructura sea geoméricamente un rectángulo, se deben cocer fuertemente las caras verticales entre gaviones usando un alambre que posea las mismas características de calidad de la malla y del mismo diámetro, para garantizar una buena conformación de la estructura y distribución de esfuerzos en los gaviones.

La interventoría debe verificar que las caras de contacto de los gaviones sean una superficie uniforme a la altura especificada y que garantice que se ligen lo más cerca posible de las aristas de la base del gavión

La interventoría debe verificar el tipo de mallas aceptadas para la construcción de gaviones que pueden ser malla eslabonada, malla hexagonal o de triple torsión, y malla electrosoldada. Además la interventor iría debe inspeccionar que los gaviones sean llenados con piedras que tengan un mayor tamaño que el ojo de la malla, ubicándolos de tal manera que se genere la menor cantidad de vacíos.

En la fabricación de gaviones la interventoría debe verificar que los gaviones que constituyen la capa de cimentación no sean llenados con piedras exageradamente grandes, que disminuya la capacidad de flexibilidad, sin embargo la interventoría nunca permitirá que en los gaviones se utilice piedras cuya dimensión sea menor que el tamaño del agujero de la malla.

De manera general, la interventoría verificará que la piedra que se use para conformar los gaviones tenga un diámetro que oscile en el orden de 10 a 20 centímetros, además que posea propiedades de una roca dura y sana, que esté libre de suciedades o partículas de suelo

La interventoría debe inspeccionar que se atirante las caras opuestas del gavión, para que cuando se realice el llenado con piedras, la superficie no sufra deformaciones. La interventoría también debe verificar que los hilos usados en el atirantado sean de la misma calidad y calibre que la malla que conforma al gavión.

La interventoría debe verificar que los gaviones sean amarrados y asegurados, de tal forma que se abarque varias canastas en cada uno de los ejes vertical, horizontal y de profundidad a por lo menos cada tres metros de distancia. De ser necesario la interventoría exigirá al contratista el uso de formaletas, cuando sea evidente el riesgo de deformación de la caja del gavión.

La interventoría debe vigilar de ser necesario que cuando en el diseño no se especifiquen las características de los materiales, las cajas de los gaviones sean conformadas por alambre galvanizado No. 13 de triple torsión, de acuerdo con la Norma NTC 2076. Como se mencionó anteriormente los cocidos se deben realizar con hilos de iguales características que el de la malla de la canasta.

Una vez culminado el cuerpo del muro en gavión, la interventoría debe realizar el seguimiento a los últimos procedimientos en la construcción del muro en gaviones, que son la

supervisión de la construcción del drenaje, de acuerdo a las indicaciones del [literal 4.1.2.11. “Drenaje”](#) y del [literal 4.1.2.9. “Compactación del relleno”](#)

Para un análisis más completo y gráfico del papel de la interventoría técnica en los procedimientos de diseño y construcción de los muros en gaviones se recomienda usar la guía de interventoría técnica que se encuentra en el [Apéndice B](#).

4.1.5 Aspectos constructivos de muros en concreto reforzado (muros en voladizo).

La Interventoría después de haber revisado y aprobado los diseños y la programación de obra, procede a realizar la supervisión y el seguimiento técnico a la construcción de los muros en voladizo de concreto reforzado. En primera medida se deben verificar las condiciones topográficas, de ubicación, niveles y replanteo.

La interventoría debe exigir al contratista que cumpla con todas las especificaciones indicadas en los planos estructurales, considerando los procedimientos de control descritos en el **literal A.1.5.2.1 Planos estructurales** y en el **literal I.4.3.Procedimientos de Control**, descritos en el reglamento de construcción colombiano, NSR-10. La interventoría debe verificar que las propiedades del concreto, así como su resistencia y espesor deben ser las indicadas en los planos estructurales.

La interventoría debe verificar que el contratista lleve un control de los planos, considerando los aspectos descritos en el Título I, de la Norma de construcción colombiana NSR-10

1. Definición de dimensiones, cotas y niveles.
2. Consistencia entre las dimensiones, cotas y niveles.
3. Consistencia entre las diferentes plantas, alzados, cortes, detalles y esquemas.
4. Adecuada definición de las calidades de los materiales.
5. Cargas de diseño debidamente estipuladas.
6. En casos especiales, instrucciones sobre obra falsa, procedimientos de control de la colocación del concreto, procedimientos de descimbrado, colocación del concreto, aditivos, tolerancias dimensionales.
7. En general, la existencia de todas las indicaciones necesarias para poder realizar la construcción de una forma adecuada con los planos del proyecto.

(Literal I.4.3.1, Título I NSR-10.)

Luego de supervisar el procedimiento de control de planos y verificar las condiciones topográficas y de replanteo, la interventoría debe supervisar que se lleve a cabo los procedimientos de excavación de acuerdo a lo descrito en el [literal 4.1.2.1. Excavación](#) del presente documento.

La interventoría debe supervisar la elaboración de mejoramiento de suelo, si lo estipula el diseño estructural recomendado por el estudio geotécnico. Además la interventoría debe inspeccionar la compactación de acuerdo a lo recomendado en el [literal 4.1.2.9](#) y terreno de cimentación el los [literal 4.1.2.10](#). Y si da lugar el uso de concreto solado, descrito en el [literal 4.1.2.2.6](#).

La interventoría inspeccionará si el diseño del muro en voladizo considera juntas de construcción o dilatación. De ser así, cuando se realice el vaciado se debe poseer los materiales del sellado de la junta y considerar las disposiciones presentadas en el [literal 4.1.2.7](#).

La interventoría debe exigir al contratista que los procedimientos del vaciado de concreto se realicen acorde al [literal 4.1.2.2.5](#). Cuando el vaciado del concreto se desarrolle por etapas, debido a sus dimensiones, la interventoría vigilara que se deje una superficie rugosa y limpia para mejorar la adherencia del concreto.

Para el desarrollo de la base o cimentación del muro en voladizo de concreto reforzado en primera medida la interventoría debe verificar la instalación de la formaleta necesaria para el encofrado de la base, de acuerdo al [literal 4.1.2.4](#). Del presente documento.

La interventoría inspeccionara que el acero de refuerzo para la cimentación del muro, así como el acero de refuerzo de la pantalla del muro se almacene clasifique y se configure de acuerdo al [literal 4.1.2.3 “acero de refuerzo”](#). Además la interventoría debe verificar que los elementos de drenaje o embebidos se realicen de acuerdo a lo dispuesto en el [literal 4.1.2.5 “embebidos en el concreto”](#)

La interventoría debe exigir al contratista la fabricación de elementos distanciadores, que garanticen el recubrimiento del acero de refuerzo, estos elementos deben ser en concreto de las mismas propiedades del muro de contención, ubicados estratégicamente de tal forma que brinden la distancia de recubrimiento indicada en los planos estructurales y que se sigan los lineamientos

del [literal 4.12.2 “concretos”](#). La interventoría no permitirá de ninguna manera usar otro tipo de distanciadores como piedras o pedazos de madera.

La interventoría debe ser la encargada de autorizar cada vaciado de concreto, después de haber revisado la alineación y aplomada de formaletas, además de la distribución del acero de refuerzo.

La interventoría deberá realizar un seguimiento del concreto en los aspectos de transporte, materiales, vaciado, vibrado y curado verificarse según lo descrito en [literal 4.1.2.2 “concretos”](#)

Luego de la supervisión de la colocación y fraguado del concreto en la base del muro se debe verificar la desinstalación de la formaleta de la base del muro de acuerdo a lo establecido en [el literal 4.1.2.4](#) del presente documento.

Una vez realizada la cimentación o base del muro de contención en voladizo, se repite los procedimientos de instalación y verificación de acero, de instalación y verificación de formaletas, de supervisión del vaciado de concreto, con sus respectivos aspectos como juntas y curado del concreto de acuerdo a los lineamientos descritos en los literales [4.1.2 “Aspectos de construcción”](#)

Cuando se termine la estructura en concreto reforzado, se procede a los últimos elementos de los procedimientos de construcción del muro en voladizo que corresponden a lo mencionado en el [literal 4.1.2.11. “Drenaje”](#) y el [literal 4.1.2.9. “Compactación del relleno”](#).

El papel de la interventoría técnica en los procedimientos de construcción y diseño de los muros en voladizo de concreto reforzado se muestra de una manera más completa y específica en el [Apéndice B](#).

4.2 Identificar los controles técnicos de la interventoría, para los procesos de diseño y construcción en muros de gravedad y en voladizo.

Para la identificación de los controles técnicos y normativos de los procesos de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo, se procedió a realizar una serie de tablas en donde se indican los procedimientos de diseño y construcción de los muros de gravedad y en voladizo.

4.2.1 Controles técnicos de diseño de muros.

Tabla 7

Consideraciones a controlar en el diseño de muros de gravedad

Revisión	Responsable	Registro
Generales en muros		
Consideraciones de diseño: (estado límite de servicio, de resistencia y de evento extremo)		
Resistencia requerida: los muros de contención de gravedad y en voladizo, deben dimensionarse, de acuerdo a los métodos apropiados especificados a continuación, de manera que su resistencia cumpla con las combinaciones de carga y factores de carga. (Literal 11.5.5, Sección 11, LRFD-CCP 14)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Combinaciones de carga y factores de carga. (Literal 3.4.1 Sección 3 LRFD CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Aplicación típica de los factores de carga para determinar capacidad de carga. (Literal C.11.5.6.1. Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Aplicación típica de los factores de carga para determinar la resistencia al deslizamiento y la excentricidad. (Literal C.11.5.6.2. Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Aplicación típica de la sobrecarga por carga viva. (Literal C.11.5.6.3. Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Aplicación típica de los factores de carga para la capacidad de carga y la resistencia al deslizamiento y para la excentricidad en el estado límite de evento extremo I. (Literal C.11.5.6.4. Sección 11, LRFD-CCP 14.)		
Factores de resistencia Estados límite de servicio y resistencia. Deben asumirse como 1.0, con excepción de la estabilidad global. (Literal C.11.5.7 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Factores de resistencia. Todos los factores de resistencia deben tomarse iguales a 1.0 cuando se investigue el estado límite de evento extremo. (Literal 11.5.8 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo

Revisión	Responsable	Registro
Específicas en muros de gravedad		
Consideración: los muros rígidos de gravedad o semigravedad, que se apoye en suelo/roca que sea propenso a asentamientos totales o diferenciales excesivos, deben tener cimentaciones profundas para su apoyo. (Literal 11.6.1.1 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Cargas/fuerzas: (Literal 11.6.1.2 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Refuerzo: Se debe diseñar para resistir la formación de fisuras por temperatura y retracción como se especifica en (Literal 11.6.1.5 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Juntas de expansión y retención (Literal 11.6.1.6 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Movimiento y estabilidad en el estado límite de servicio. Deben aplicarse los requisitos de análisis de asentamientos general, asentamientos de zapatas en suelos no cohesivos, asentamientos de zapatas en suelos cohesivos, asentamientos de zapatas en rocas. También se debe evaluar la estabilidad global utilizando la combinación de carga “Servicio I” (Literal 11.6.2.2 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Estabilidad global: la estabilidad global del muro de contención, deben evaluarse utilizando métodos de análisis basados en el equilibrio límite. (Literal 11.6.2.3 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Capacidad Portante y estabilidad en el estado límite de resistencia. (Literal 11.6.3 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Capacidad Portante. (Literal 11.6.3.2 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Criterios para determinar la presión de contacto en muros convencionales cimentado en el suelo. (Literal 11.6.3.2.1 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Criterios para determinar la presión de contacto en muros convencionales cimentados en roca. (Literal 11.6.3.2.2. Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Límites de excentricidad: (Literal 11.6.3.3 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Erosión subsuperficial: para muros construidos a lo largo de ríos y arroyos, durante el diseño debe evaluarse la socavación de los materiales de la cimentación, de acuerdo a las características generales de diseño y ubicación. (Literal 11.6.3.4. Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Resistencia Pasiva: para los cálculos de estabilidad de resistencia pasiva debe despreciarse a menos que la base del muro se extienda por debajo de la profundidad máxima del suelo sometido a socavación, congelamiento/deshielo u otras perturbaciones. (Literal 11.6.3.5. Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Deslizamiento. La falla por deslizamiento debe ser investigada para zapatas que soportan la carga horizontal o inclinada y/o están cimentadas en las pendientes. (Literal 11.6.3.6. Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Diseño sísmico para estribos y muros de contención convencionales (Literal 11.6.5 Sección 11, LRFD-CCP 14.)		
Consideración General: los muros deben diseñarse para que cumplan con los requisitos de estabilidad global, estabilidad externa y estabilidad interna durante la carga sísmica.	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Evaluar el diagrama de fuerza sísmica para la evaluación de estabilidad de muros de gravedad (Literal 11.6.5.1-1 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Calculo de los coeficientes de aceleración sísmica para el diseño del muro (Literal 11.6.5.2 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Caracterización de la aceleración en la base del muro: (Literal 11.6.5.2.1 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo

Revisión	Responsable	Registro
Estimación de la aceleración que actúa sobre la masa del muro. El coeficiente sísmico de la aceleración lateral del muro, K_h , (Literal 11.6.5.2.2 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Cálculo de las presiones sísmicas activas del suelo. (Literal 11.6.5.2.3 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Cálculo de la presión sísmica de tierras para muros que no alcanzan la fluencia. (Literal 11.6.5.2.4 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Cálculo de las presiones sísmicas pasivas del suelo. (Literal 11.6.5.3 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Detalles de los muros para mejorar su desempeño ante los sismos. (Literal 11.6.5.6 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Drenaje: (Literal 11.6.6 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo

Fuente: Autores, 2021.

Tabla 8

Consideraciones a controlar en el diseño de muros en voladizo

Revisión	Responsable	Registro
Generales en muros		
Consideraciones de diseño: (estado límite de servicio, de resistencia y de evento extremo)		
Resistencia requerida: los muros de contención de gravedad y en voladizo, deben dimensionarse, de acuerdo a los métodos apropiados especificados a continuación, de manera que su resistencia cumpla con las combinaciones de carga y factores de carga. (Literal 11.5.5, Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Combinaciones de carga y factores de carga. (Literal 3.4.1 Sección 3 LRFD CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Aplicación típica de los factores de carga para determinar la capacidad de carga. (Literal C.11.5.6.1. Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Aplicación típica de los factores de carga para determinar la resistencia al deslizamiento y la excentricidad. (Literal C.11.5.6.2. Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Aplicación típica de la sobrecarga por carga viva. (Literal C.11.5.6.3. Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Aplicación típica de los factores de carga para la capacidad de carga y la resistencia al deslizamiento y para la excentricidad en el estado límite de evento extremo I. (Literal C.11.5.6.4. Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Factores de resistencia Estados límite de servicio y resistencia. Deben tomarse como 1.0, excepto por lo dispuesto para la estabilidad global. (Literal C.11.5.7 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Factores de resistencia. Estado límite de evento extremo. A menos que se especifique otra cosa, todos los factores de resistencia deben tomarse iguales a 1.0 cuando se investigue el estado límite de evento extremo. (Literal 11.5.8 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Específicas en muros en voladizo		
Consideración: La factibilidad de utilizar un muro en voladizo en una ubicación determinada se debe basar en las condiciones del suelo y la roca dentro de la profundidad embebida del elemento vertical que debe soportar el muro. (Literal 11.8.1 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo

Revisión	Responsable	Registro
Cargas/fuerzas: (Literal 11.6.1.2 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Refuerzo: Se debe diseñar como se especifica en (Literal 11.6.1.5 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Juntas de expansión y retención (Literal 11.6.1.6 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Movimiento y estabilidad en el estado límite de servicio. Deben aplicarse los requisitos de análisis de asentamientos general, asentamientos de zapatas en suelos no cohesivos, asentamientos de zapatas en suelos cohesivos, asentamientos de zapatas en rocas. También se debe evaluar la estabilidad global utilizando la combinación de carga “Servicio I” (Literal 11.6.2.2 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Movimiento. Se deben considerar los efectos de los movimientos del muro sobre construcciones vecinas en la selección de las presiones de diseño de tierras. (Literal 11.8.3.1 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Estabilidad global: Deben evaluarse utilizando métodos de análisis basados en el equilibrio límite. (Literal 11.6.2.3 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Seguridad contra las fallas del suelo en el estado límite de resistencia		
Capacidad Portante y estabilidad en el estado límite de resistencia. (Literal 11.6.3 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Estabilidad global: Se debe aplicar los requisitos del (Literal 11.6.2.3 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Seguridad contra las fallas estructurales		
Elementos verticales del muro: los elementos verticales del muro deben diseñarse para resistir todas las fuerzas debidas a la presión horizontal del suelo, las sobrecargas, la presión hidrostática y las fuerzas sísmica. (Literal 11.8.5.1 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Revestimiento: la máxima separación entre elementos de muros verticales discretos se debe determinar con base en la rigidez relativa de los elementos verticales y el revestimiento, el tipo y condición del suelo a soportar, y el tipo y condición del suelo en el cual están embebidos los elementos de muro verticales. (Literal 11.8.5.2 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Diseño sísmico para muros en voladizo (Literal 11.8.6 Sección 11, LRFD-CCP 14.)		
Consideración general: debe investigarse el efecto de carga sísmica usando el estado límite de evento extremo I con el factor de resistencia $\phi = 1.0$ y el factor de carga $\gamma_p = 1.0$, con la excepción de la estabilidad global del muro, en cuyo caso debe usarse un factor de resistencia de 0.9 (Literal 11.8.6.1 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Presión sísmica lateral activa. Las presiones laterales del suelo y las fuerzas inerciales para el diseño sísmico de muros en voladizo, debe distribuirse como se especifica en el artículo 11.6.5.2.2 (Literal 11.8.6.2 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Evaluar el Diagrama de fuerza sísmica para la evaluación de la estabilidad externa de un muro en voladizo. (Literal 11.8.6.2-1 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Presión sísmica lateral pasiva del suelo. Debe determinarse como se especifica en el artículo 11.6.5.5. (Literal 11.8.6.3 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Análisis de desplazamiento del muro para determinar las presiones del suelo (Literal 11.8.6.4 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Protección contra la corrosión. Se deben determinar en función de las condiciones medioambientales del terreno. (Literal 11.8.7 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Drenaje. Deben aplicarse los requisitos de 3.11.2 (Literal 11.8.6.8 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo

Fuente: Autores, 2021.

4.2.2 Controles técnicos en la construcción de muros.

Tabla 9

Proceso de seguimiento y control de muros de concreto ciclópeo

PROCEDIMIENTO - ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FORMATO DE VERIFICACIÓN
(Cimentaciones)		
Revisión de estudio geotécnico, elaborado por el ingeniero geotécnico, teniendo en cuenta el Título H de la NSR 10.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de verificación, inicio, diseños, pre construcción Formato de inspección
Revisión de estudio topográfico, verificación de ubicación de ejes y niveles.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato calibración de equipos, nivel de precisión, Formato de posicionamiento Formato ejecutivo semanal
Revisión e interpretación de planos estructurales (Sección Base-cimentación de muro). Teniendo en cuenta la sección A.1.5.2.1 Planos estructurales y la Sección I.4.3. Procedimientos de control, descritos en la NSR-10.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de verificación, inicio, diseños, pre construcción
Verificar ubicación y trazado de la base o cimentación del muro, teniendo en cuenta lo plasmado en planos estructurales.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de verificación, inicio, diseños, pre construcción Formato ejecutivo semanal
Controlar la ejecución de excavación, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.1 en el literal de excavación, del presente documento.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de chequeo de excavaciones Formato ejecutivo semanal
Supervisar la elaboración de mejoramiento de suelo, si lo estipula el diseño estructural recomendado por el estudio geotécnico. teniendo en cuenta la sección 4.1.2.10 en el literal de terreno de cimentación, del presente documento	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de chequeo de rellenos Formato ejecutivo semanal
Verificar la instalación del aislamiento suelo-estructura de concreto. (Solado) concreto $F'c = 17$ Mpa, de acuerdo al literal 4.1.2.2. Concreto	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de seguimiento de concretos Formato ejecutivo semanal Formato cilindros de concreto
Verificar la instalación de la formaleta necesaria para el vaciado del concreto de la base del muro, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.4 encofrado y desencofrado	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de seguimiento de formaletas y aceros Formato ejecutivo semanal
Supervisar la elaboración instalación de concreto Ciclópeo, para base de muro en proporciones (60%/40%). teniendo en cuenta la sección 4.1.2.2 literal concreto	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de seguimiento de concretos Formato ejecutivo semanal
Supervisar el descimbrado de la formaleta instalada para la conformación de la base del muro, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.4 encofrado y desencofrado	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato ejecutivo semanal
Cuerpo del muro		

PROCEDIMIENTO - ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FORMATO DE VERIFICACIÓN
Verificar la instalación de la formaleta necesaria para el vaciado del concreto ciclópeo de cuerpo del muro, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.4 encofrado y desencofrado	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de seguimiento de formaletas y aceros Formato ejecutivo semanal Formato de seguimiento de concretos
Supervisar la elaboración instalación de concreto Ciclópeo, para Cuerpo de muro en proporciones (60%/40%) teniendo en cuenta la sección 4.1.2.2.6 literal concreto ciclópeo.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato ejecutivo semanal Formato cilindros de concreto
Supervisar el descimbrado de la formaleta instalada para la conformación de la zapata, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.4 encofrado y desencofrado	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato ejecutivo semanal
Supervisar y Verificar instalación de filtros, según corresponda embebidos, granulométricos, tubos perforados, teniendo en cuenta lo descrito en el literal 4.1.2.11 drenajes	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de drenaje y tubería Formato ejecutivo semanal
Verificar y supervisar la elaboración de mejoramiento de suelo o relleno, que dé a lugar según recomendación del estudio geotécnico, de acuerdo al literal 4.1.2.9 Compactación del relleno	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de chequeo de rellenos Formato ejecutivo semanal Formato retiro de escombros

Fuente: Autores, 2021.

Tabla 10

Proceso de seguimiento y control de muros de gaviones

PROCEDIMIENTO – ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FORMATO DE VERIFICACIÓN
(Cimentaciones)		
Revisión de estudio geotécnico, elaborado por el ingeniero geotecnista, teniendo en cuenta el Título H de la NSR 10.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de verificación, inicio, diseños, pre construcción Formato de inspección
Revisión de estudio topográfico, verificación de ubicación de ejes y niveles.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato calibración de equipos, nivel de precisión, Formato de posicionamiento Formato ejecutivo semanal
Revisión e interpretación de planos estructurales (Sección Base-cimentación de muro). Teniendo en cuenta la sección A.1.5.2.1 Planos estructurales y la Sección I.4.3. Procedimientos de control, descritos en la NSR-10.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de verificación, inicio, diseños, pre construcción
Verificar ubicación y trazado de la base o cimentación del muro, teniendo en cuenta lo plasmado en planos estructurales.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de verificación, inicio, diseños, pre construcción Formato ejecutivo semanal

PROCEDIMIENTO – ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FORMATO DE VERIFICACIÓN
Supervisar la elaboración de mejoramiento de suelo, si lo estipula el diseño estructural recomendado por el estudio geotécnico. teniendo en cuenta la sección 4.1.2.10 en el literal de terreno de cimentación, del presente documento	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de chequeo de excavaciones Formato ejecutivo semanal
Verificar la instalación del aislamiento suelo-estructura de concreto. (Solado) concreto $F'c = 17$ Mpa, de acuerdo al literal 4.1.2.2. Concreto	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de chequeo de rellenos Formato ejecutivo semanal
Cuerpo del muro		
Verificar la instalación cajas o colchones de alambre, Relleno con piedras especificadas, y Amarre de cestas con alambre calificado de acuerdo al literal 4.1.2.3.11 Gaviones.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de instalación de gavión Formato ejecutivo semanal
Supervisar y Verificar instalación de filtros, según corresponda embebidos, granulométricos, tubos perforados, teniendo en cuenta lo descrito el literal 4.1.2.11 drenajes	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de drenaje y tubería Formato ejecutivo semanal
Verificar y supervisar la elaboración de mejoramiento de suelo o relleno, que dé a lugar según recomendación del estudio geotécnico, de acuerdo al literal 4.1.2.9 Compactación del relleno	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de chequeo de rellenos Formato ejecutivo semanal Formato retiro de escombros

Fuente: Autores, 2021.

Tabla 11

Proceso de seguimiento y control de muros de concreto reforzado (voladizo)

PROCEDIMIENTO - ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FORMATO DE VERIFICACIÓN
(Cimentaciones)		
Revisión de estudio geotécnico, elaborado por el ingeniero geotécnico, teniendo en cuenta el Título H de la NSR 10.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de verificación, inicio, diseños, pre construcción Formato de inspección Formato calibración de equipos, nivel de precisión, Formato de posicionamiento Formato ejecutivo semanal
Revisión de estudio topográfico, verificación de ubicación de ejes y niveles.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de verificación, inicio, diseños, pre construcción
Revisión e interpretación de planos estructurales (Sección Base-cimentación de muro). Teniendo en cuenta la sección A.1.5.2.1 Planos estructurales y la Sección I.4.3. Procedimientos de control, descritos en la NSR-10.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de verificación, inicio, diseños, pre construcción Formato ejecutivo semanal
Verificar ubicación y trazado de la base o cimentación del muro, teniendo en cuenta lo plasmado en planos estructurales.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de verificación, inicio, diseños, pre construcción Formato ejecutivo semanal

PROCEDIMIENTO - ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FORMATO DE VERIFICACIÓN
Controlar la ejecución de excavación, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.1 Cimentaciones en el literal excavación, del presente documento.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de chequeo de excavaciones Formato ejecutivo semanal
Supervisar la elaboración de mejoramiento de suelo, si lo estipula el diseño estructural recomendado por el estudio geotécnico. teniendo en cuenta la sección 4.1.2.10 en el literal de terreno de cimentación, del presente documento	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de chequeo de rellenos Formato ejecutivo semanal Formato de seguimiento de concretos
Verificar la instalación del aislamiento suelo-estructura de concreto. (Solado) concreto $F'c = 17$ Mpa, de acuerdo al literal 4.1.2.2. Concreto	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato ejecutivo semanal Formato cilindros de concreto
Verificar la instalación de la formaleta necesaria para el vaciado del concreto de la base del muro, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.4.1 encofrado y desencofrado	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de seguimiento de formaletas y aceros Formato ejecutivo semanal
Supervisar la instalación de acero de refuerzo para la zapata Base del muro en el literal 4.1.2.3 aceros de refuerzo de cimentación.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de seguimiento de formaletas y aceros Formato ejecutivo semanal
Supervisar la instalación de acero de refuerzo para el cuerpo de muro, embebido en la base o cimentación del muro de contención en cuenta el literal 4.1.2.3 acero de refuerzo de cimentación. Y la sección 4.1.2.5 embebidos de concreto. Del presente documento	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de seguimiento de formaletas y aceros Formato ejecutivo semanal
Supervisar la elaboración e instalación de concreto de acuerdo al diseño estructural	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de seguimiento de concretos Formato ejecutivo semanal Formato cilindros de concreto
Supervisar el descimbrado de la formaleta instalada para la conformación de la base del muro, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.4 encofrado y desencofrado	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato ejecutivo semanal
Cuerpo del muro		
Revisión e interpretación de planos estructurales (Cuerpo del muro). Teniendo en cuenta la sección A.1.5.2.1 Planos estructurales y la Sección I.4.3. Procedimientos de control, descritos en la NSR-10.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de verificación, inicio, diseños, pre construcción
Verificar la instalación de la formaleta necesaria para el vaciado del concreto de cuerpo del muro, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.4 encofrado y desencofrado	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de seguimiento de formaletas y aceros Formato ejecutivo semanal
Supervisar la instalación de acero de refuerzo para el cuerpo del muro. 4.1.2.1 Cimentaciones en el literal acero de refuerzo de cimentación.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de seguimiento de formaletas y aceros Formato ejecutivo semanal
Supervisar y Verificar instalación de filtros, según corresponda embebidos, granulométricos, tubos perforados, teniendo en cuenta lo descrito el literal 4.1.2.11 drenajes	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de drenaje y tubería Formato ejecutivo semanal

PROCEDIMIENTO - ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FORMATO DE VERIFICACIÓN
Supervisar la elaboración instalación de concreto estructural, para Cuerpo de muro de acuerdo al diseño estructural.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de seguimiento de concretos Formato ejecutivo semanal Formato cilindros de concreto
Supervisar el descimbrado de la formaleta instalada para la conformación de la zapata, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.4 encofrado y desencofrado	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato ejecutivo semanal
Verificar y supervisar la elaboración de mejoramiento de suelo o relleno, que dé a lugar según recomendación del estudio geotécnico, de acuerdo al literal 4.1.2.9 Compactación del relleno	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de chequeo de rellenos Formato ejecutivo semanal Formato retiro de escombros

Fuente: Autores, 2021.

4.3 Desarrollar formatos para el apoyo a la interventoría técnica, durante las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y voladizo.

Se realizó como herramienta de apoyo, formatos para complementar la guía de interventoría técnica de diseño y construcción de muros de gravedad (concreto ciclópeo y gaviones) y en voladizo (concreto reforzado). Se desarrollaron 23 formatos, que se relacionan en la Tabla 12 y se encuentran en el [Apéndice A](#), y al final de la Guía propuesta.

Tabla 12

Formatos de apoyo para la interventoría técnica de muros

ESPECIFICACIÓN DEL FORMATO	CÓDIGO
Formato de verificación Inicio, Diseños, Pre Construcción y liquidación	F-EIOC-FOR01
Formato de Inspección de construcción de muro de contención	F-EIOC-FOR02
Formato de Estado de calibración de Equipos	F-EIOC-FOR03
Formato Verificación de nivel de precisión	F-EIOC-FOR04
Formato de Verificación de posicionamiento y de georeferenciación de puntos auxiliares	F-EIOC-FOR05
Formato del Informe Ejecutivo semanal	F-EIOC-FOR06
Formato de chequeo de excavaciones	F-EIOC-FOR07
Formato de chequeo de formaletas y acero	F-EIOC-FOR08
Formato de chequeo de colocación del concreto	F-EIOC-FOR09
Formato de Ensayos de cilindros de concreto	F-EIOC-FOR10
Formato de chequeo de instalación de tubería (Drenaje-filtros)	F-EIOC-FOR11
Formato de chequeo de rellenos	F-EIOC-FOR12
Formato de chequeo de demolición	F-EIOC-FOR13
Formato de retiro de escombros	F-EIOC-FOR14
Formato de control de cambios etapa de construcción	F-EIOC-FOR15
Formato de plan de inspección y control de actividades	F-EIOC-FOR16
Formato de verificación de entregables muros de contención	F-EIOC-FOR17
Formato del Informe de visitas de proyecto	F-EIOC-FOR18
Formato de control de gaviones	F-EIOC-FOR19
Formato de control y liberación de estructuras en concreto reforzado, acero y gaviones	F-EIOC-FOR20
Formato de verificación de documentos de personal	F-EIOC-FOR21
Formato del listado de asistencia de contratistas	F-EIOC-FOR22
Formato de chequeo de precipitaciones	F-EIOC-FOR23

Fuente: Autores, 2021.

De manera gráfica se puede observar el Formato de chequeo de colocación del concreto F-EIOC-FOR09, en la *Figura 24*, los demás formatos, se encuentran en el [Apéndice A](#).

GESTIÓN INTERVENTORIA						ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORIA DE OBRAS CIVILES	
LISTA DE CHEQUEO COLOCACION DEL CONCRETO							
Versión: 3		Fecha Versión: 11/05/2020		Codigo: F-EIOC-FOR09-2020		Página 1 de 1	
OBRA: _____							
FECHA: _____							
ACTIVIDAD : _____							
LOCALIZACION: _____							
ACTIVIDADES INSPECCION							
METODO DE COLOCACION DEL CONCRETO				METODO VIBRADO			
Directo	Canaleta	Bomba	Grua	Vibro gasolina	Vibro electrico y planta	Varilla	Martillado
CARACTERISTICAS BASICAS DEL CONCRETO							MUESTRA No
RESISTENCIA (PSI)		ASENTAMIENTO (PLG)		TAMAÑO	RELACION		
650 FLEXION	COMPRESION	ESPECIFICADO	TOLERANCIA	MAX	A/C		
SUMINISTRO DE CONCRETO (MIXTER)							
Mixer No	Orden de despacho	Volumen despachado	Hora salida planta	Hora llegada obra	Hora inicio Vaciado	Hora fin vaciado	Asentamiento medido
SUMINISTRO DE CONCRETO (EQUIPO)				SUMINISTRO DE CONCRETO (A MANO)			
Equipo	Muestra No	Volumen (m³)	Asentamiento	Muestra No	Volumen (m³)	Asentamiento	
GRAFICO AVANCE:							
OBSERVACIONES:							
FECHA Y HORA DE ENTREGA				FECHA Y HORA DE RECIBIDO			
NOMBRE Y FIRMA DE ENCARGADO CONTRATISTA				INTERVENTORIA			

Figura 24. Formato de chequeo de colocación del concreto F-EIOC-FOR09
Fuente: Autores, 2021.

4.4 Generar una guía para los procesos de interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo.

Se generó la guía de procesos de interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad (Concreto ciclópeo y gaviones) y muros en voladizo (Concreto reforzado) como herramienta de apoyo a los diferentes interventores que participan en la construcción de muros de contención, esta guía se puede apreciar en el [Apéndice B](#).

Capítulo 5. Conclusiones

En el momento de abordar los diferentes procedimientos normativos del diseño de muros de gravedad (gaviones y concreto ciclópeo) y muros en voladizo (concreto reforzado) Se pudo determinar, que el manual de instrucciones y de chequeos en los aspectos de diseño, es la sección 11 (Muros) de la norma colombiana de diseño de puentes (LFRD-CCP-14), la interventoría debe revisar cada uno de los procedimientos de chequeo y verificación de los diseños, apoyados en los formatos de inicio, diseños y pre construcción de muros.

Los procedimientos constructivos de muros están establecidos bajo la normatividad colombiana consignada en la norma sismo resistente colombiana NSR-10, las normas técnicas colombianas aplicadas a la construcción de muros de contención (NTC) y con apoyo de los manuales de construcción de las empresas públicas de Medellín, que también se encuentran fundamentados sobre la NSR-10.

Para realizar la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de contención, es fundamental conocer cada uno de los controles técnicos, para tener un desarrollo de las actividades más eficientemente, acompañando los procesos constructivos con cada uno de los lineamientos establecidos por normatividad colombiana.

Al identificar los controles técnicos para la interventoría muros de contención en gravedad y en voladizo, se delimita específicamente cada de una de las diferentes actividades a realizar en este tipo de estructuras, en donde se establece responsabilidades y se puede definir los diferentes

formatos de acompañamiento, para tener una base puntual en los chequeos de interventoría técnica en los muros de contención y así poder optimizar el rol del interventor en el desarrollo de estas estructuras.

Se desarrolló formatos para la verificación, chequeo, inspección y seguimiento de los muros de contención de gravedad (gaviones y ciclópeo) y muros en voladizo (Concreto reforzado). Constituyen una herramienta de gran utilidad para apoyar la interventoría técnica en los aspectos de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo, porque se establecen los procedimientos técnicos para la ejecución de las actividades que participan en las estructuras de contención, por lo que se desarrollará una interventoría con los estándares establecidos por la normatividad colombiana.

La creación del manual para la interventoría técnica en los procesos de diseño y construcción de muros de contención en gravedad y en voladizo, constituye una herramienta de gran utilidad al interventor, que de manera concisa, conocerá cada uno de los procedimientos normativos que interfieren en el desarrollo de este tipo de estructuras de contención y tendrá como medio de apoyo diferentes formatos para el seguimiento de cada una de las etapas necesarias para el desarrollo de este tipo de estructuras. Que pretende mejorar y optimizar los estándares de calidad de este tipo de infraestructura.

Capítulo 6. Recomendaciones

Cada uno de los procedimientos normativos, de los diferentes controles técnicos, están fundamentados en las normatividades aplicables, estos controles se deben revisar y consultar con anterioridad al seguimiento de la etapa de construcción.

El interventor deberá verificar la vigencia de cada una de las especificaciones brindadas en el proyecto, ya que son propensas a actualizaciones, por lo tanto se debe realizar la corroboración, para obtener confiabilidad en los seguimientos

Los formatos son una herramienta útil, para el acompañamiento de los diferentes procesos de diseño y construcción en los muros de contención en gravedad y voladizo, ya que brindan los requerimientos normativos de chequeo, inspección y verificación, para obtener un desempeño de interventoría con grandes estándares de calidad.

El manual de interventoría técnica está delimitado para el diseño de muros de contención de gravedad y voladizo, y para la construcción específica y seguimiento a muros de gaviones, de concreto ciclópeo y muros en concreto reforzado.

Referencias

- Asociación Colombiana De Ingeniería Sísmica, AIS. (2010). *Reglamento colombiano de Construcción sismo resistente (NSR-10)* Obtenido de: <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/8titulo-h-nsr-100.pdf>
- Báez, L.C., & Echeverri, P. (2015). *Diseño de estructuras de Contención considerando Interacción suelo-estructura* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. Obtenido de: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/21408/BaezLozadaLuisCarlos2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bonilla, M. (20 de mayo de 2020). *El Papel de la Interventoría en la Contratación Estatal*. Auditool. Obtenido de: <http://ww.auditool.org/blog/sector-gobierno/282-el-papel-de-la-interventoria-en-la-contratacion-estatal>.
- Clayton, C. R., Woods, R. I., & Milititsky, J. (2014). *Earth pressure and earth-retaining structures*. Boca Raton, U.S.A: CRC Press.
- Das, B. M., & González, S. R. C. (2001). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. Stamford, U.S.A: Thomson Learning.

Empresas Públicas de Medellín, EPM. (2016). *Norma de construcción de concretos*. NC-MN-OC07-01. Obtenido de <https://www.epm.com.co/site/Portals/3/documentos/2017/NC-MN-OC07-01%20Concretos.pdf>

Empresas Públicas de Medellín, EPM. (2016). *Norma de construcción de cimentaciones*. NC-MN-OC07-02. Obtenido de <https://www.epm.com.co/site/Portals/3/documentos/2017/NC-MN-OC07-02%20Cimentaciones.pdf>

Empresas Públicas de Medellín, EPM. (2019). *Norma de construcción acero de refuerzo*. NC-MN-OC07-07. Obtenido de https://cu.epm.com.co/Portals/proveedores_y_contratistas/proveedores-y-contratistas/normas-tecnicas/NC_MN_OC07_07_Acero_de_refuerzo_compressed.pdf?ver=qHjouawJatPykibcHBRIog%3D%3D

Empresas Públicas de Medellín, EPM. (2017). *Norma de construcción de muros de contención*. NC-MN-OC07-08. Obtenido de: <https://www.epm.com.co/site/Portals/3/documentos/2017/NC-MN-OC07-08%20Muros%20de%20contenci%C3%B3n.pdf>

Empresas Públicas de Medellín, EPM. (2019). *Norma de construcción refuerzo y reparación de suelos con geotextiles*. NC-MN-OC08-11. Obtenido de: https://www.epm.com.co/site/Portals/3/documentos/Aguas/NC_MN_OC08_11_Refuerzo_y_separacion_de_suelos_con_geotextiles.pdf?ver=2019-01-28-143836487#:~:text=Esta%20norma%20tiene%20como%20prop%C3%B3sito,construcci%C3%B3n%20de%20infraestructura%20de%20EPM.

Flores., K.F. (2017). *Eficiencia del diseño muro de contención de gran Altura con técnica de tierra armada respecto al muro de contención de concreto armado en la ciudad de Puno* (Tesis de pregrado). Universidad nacional del altiplano Puno. Obtenido de: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4860>

Gallegos., C.G. (2006). *Guía multimedia para el diseño de muros a Gravedad, muros en cantiliver y muros con Contrafuertes* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica De Ambato. Obtenido de: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2206>

Gobernación de Norte de Santander. (2016). *Plan de desarrollo para Norte de Santander (2016-2019) "Un Norte Productivo Para Todos"*. Obtenido de <http://www.sednortedesantander.gov.co/sitio/images/documentos/informesdelsector/PDD%20NDS%202016-2019.pdf>

Gorbaneff, Y., González, J. M., & Barón, L. (2011). ¿Para qué sirve la interventoría de las obras públicas en Colombia?. *Revista De Economía Institucional*, 13(24). Obtenido de <https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/ecoins/article/view/2857>

Instituto Nacional De Vías, Invias, (2006). *Manual para la inspección visual de obras de estabilización*. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/977-manual-para-la-inspeccion-visual-de-obras-de-estabilizacion/file>

Jara, G.A. (2008). *Estudio de la aplicabilidad de materiales compuestos al diseño de estructuras de Contención de tierras y su Interacción con el terreno, para su empleo en obras de*

infraestructura viaria (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Madrid. Obtenido en:
http://oa.upm.es/1169/1/GONZALO_ANDRES_JARA_MORI.pdf

López., E. (2016). *Manual de interventoría técnica para la construcción de pavimentos flexibles en la provincia de Ocaña* (Tesis de especialización). Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña. Obtenido de: http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/handle/123456789/8/browse?type=title&sort_by=1&order=ASC&rpp=5&etal=45&null=&offset=543

Nader, J.M. (2018). *Viabilidad de muro de contención de gravedad mediante la utilización de llantas usadas* (Tesis de pregrado). Corporación universitaria minuto de Dios. Girardot. Obtenido de: https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/7188/T.IC_NaderGiraldoJorgeMoises_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Con%20el%20an%C3%A1lisis%20de%20los,de%20gravedad%2C%20finalmente%2C%20con%20el

Instituto Nacional De Vías, Invias, CCP14. (2015) *Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP14*. Obtenido de: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3709-norma-colombiana-de-diseno-de-puentes-ccp14>

Peck R., Hanson W. & Thornburn T. (1983); *Ingeniería de Cimentaciones, Segunda Edición*. México: Limusa, S.A.

APÉNDICES

Apéndice A. formatos para el apoyo a la interventoría técnica, durante las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y voladizo.

[Apéndice A. Listado de formatos de interventoría técnica en muros de contención](#)

Apéndice B. Guía para el apoyo a la interventoría técnica, durante las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y voladizo.

[Apéndice B. Guía de interventoría técnica.](#)



ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES

2 semestres / 24 Créditos / Ministerio de Educación Nacional / Resolución 08448 del 11 de junio de 2015 / Registro SNIIES 104625

Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Guía para el apoyo a la interventoría técnica, durante las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y voladizo

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Tabla de contenido

<u>Introducción</u>	V
<u>Objetivo de la guía de interventoría</u>	VI
<u>Alcance</u>	VI
<u>Normatividad</u>	VI
<u>1. Muros de Contención</u>	IX
<u>1.1 Muros de gravedad (concreto ciclópeo)</u>	XIV
<u>1.1.1 Consideraciones de diseño de muros de gravedad (concreto ciclópeo)</u>	XIV
<u>1.1.2 Diseño de muros de gravedad (Concreto ciclópeo)</u>	XVIII
<u>1.1.3 Construcción de muros de gravedad (Concreto ciclópeo)</u>	XXVI
<u>1.2 Muros de gravedad (Gaviones)</u>	LX
<u>1.2.1 Diseño de muros de gravedad (Gaviones)</u>	LXI
<u>1.2.2 Construcción de muros de gravedad (Gaviones)</u>	LXIX
<u>1.3 Muros en voladizo</u>	LXXXVI
<u>1.3.1 Consideraciones de diseño de muros en voladizo</u>	LXXXVI
<u>1.3.2 Diseño de muros en voladizo (Concreto reforzado)</u>	LXXXIX
<u>1.3.3 Construcción de muros en voladizo (Concreto reforzado)</u>	CI
<u>Formatos de apoyo para la interventoría técnica de muros</u>	CXXXIX

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Listado de ilustraciones

<u>Ilustración 1. Dimensiones estándar de un muro de gravedad.</u>	XVIII
<u>Ilustración 2. Determinación del momento de volteo.</u>	XIX
<u>Ilustración 3. Determinación del momento de volteo.</u>	XX
<u>Ilustración 4. Determinación del momento de volteo.</u>	XXI
<u>Ilustración 5. Factores de seguridad indirectos mínimos.</u>	XXII
<u>Ilustración 6. Interacción entre el muro y el suelo de cimentación. Gallegos.</u>	XXIII
<u>Ilustración 7. Distribución de esfuerzos en un muro.</u>	XXV
<u>Ilustración 8. Replanteo de cimentación de muro de gravedad.</u>	XXXII
<u>Ilustración 9. Excavación de terreno con maquinaria.</u>	XXXVI
<u>Ilustración 10. Mejoramiento de la base de cimentación.</u>	XXXVI
<u>Ilustración 11. Formaletas de cimentación de muro ciclopeo.</u>	XXXVII
<u>Ilustración 12. Vaciado de concreto en muro ciclópeo.</u>	XLIII
<u>Ilustración 13. Encofrado del cuerpo de un muro ciclópeo.</u>	LI
<u>Ilustración 14. Vaciado de concreto del cuerpo de un muro ciclópeo.</u>	LII
<u>Ilustración 15. Desencofrado del cuerpo de un muro ciclópeo.</u>	LIII
<u>Ilustración 16. Compactación del relleno de muro ciclópeo.</u>	LVI
<u>Ilustración 17. Esquema de muro de concreto ciclópeo culminado.</u>	LIX
<u>Ilustración 18. Tipos de falla de muros de gaviones.</u>	LXIII
<u>Ilustración 19. Verificación de estabilidad contra el deslizamiento.</u>	LXIV
<u>Ilustración 20. Verificación de estabilidad contra el vuelco.</u>	LXVII
<u>Ilustración 21. Replanteo de base de muro de gaviones.</u>	LXXII
<u>Ilustración 22. Excavación de terreno con retroexcavadora.</u>	LXXIV
<u>Ilustración 23. Mejoramiento de la base de los gaviones.</u>	LXXIV
<u>Ilustración 24. Armado de gaviones.</u>	LXXV
<u>Ilustración 25. Armado de una unidad de gavión.</u>	LXXVI
<u>Ilustración 26. Cocido correcto del gavión.</u>	LXXVI
<u>Ilustración 27. Instalación de tensores de gaviones.</u>	LXXVII
<u>Ilustración 28. Formaletas para gaviones.</u>	LXXVIII

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

<u>Ilustración 29. Geotextil para separar terreno de los gaviones.</u>	LXXIX
<u>Ilustración 30. Llenado de gaviones.</u>	LXXXI
<u>Ilustración 31. Amarre de las camadas superiores del gavión.</u>	LXXXII
<u>Ilustración 32. Gaviones uniformes y bien conformados.</u>	LXXXIII
<u>Ilustración 33. Gaviones con relleno compactado</u>	LXXXIV
<u>Ilustración 34. Dimensiones estándar de un muro en voladizo.</u>	XC
<u>Ilustración 35. Determinación del momento de volteo.</u>	XCII
<u>Ilustración 36. Determinación del momento resistente.</u>	XCIII
<u>Ilustración 37. Determinación del momento resistente</u>	XCIII
<u>Ilustración 38. Determinación factor de seguridad al volcamiento.</u>	XCIV
<u>Ilustración 39. Factores de seguridad indirectos mínimos.</u>	XCv
<u>Ilustración 40. Interacción entre el muro y el suelo de cimentación.</u>	XCvI
<u>Ilustración 41. Distribución de esfuerzos en un muro.</u>	XCvIII
<u>Ilustración 42. Diseño de la pantalla del muro</u>	XCIX
<u>Ilustración 43. Diseño del dedo del muro</u>	C
<u>Ilustración 44. Diseño del talón del muro.</u>	CI
<u>Ilustración 45. Localización y replanteo de cimentación de una estructura de contención.</u>	CIV
<u>Ilustración 46. Excavación de terreno con maquinaria.</u>	CvI
<u>Ilustración 47. Mejoramiento de la base de cimentación con concreto solado.</u>	CvII
<u>Ilustración 48. Armado de acero de la base del muro.</u>	CvII
<u>Ilustración 49. Encofrado de la base del muro en voladizo</u>	CX
<u>Ilustración 50. Vaciado de concreto en base del muro en voladizo.</u>	CXX
<u>Ilustración 51. Encofrado de la pantalla de un muro en voladizo.</u>	CXXvII
<u>Ilustración 52. Vaciado de concreto en la pantalla del muro.</u>	CXXvII
<u>Ilustración 53. Desencofrado de la pantalla del muro en voladizo.</u>	CXXxI
<u>Ilustración 54. Desencofrado de la pantalla del muro en voladizo.</u>	CXXxII
<u>Ilustración 55. Compactación del relleno de muro en voladizo</u>	CXXxv
<u>Ilustración 56. Esquema de muro en voladizo de concreto reforzado culminado</u>	CXXxvIII

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Introducción

En el presente documento, se plasmó una guía para la interventoría técnica en los procesos de diseño y construcción de los muros de contención de tipología de gravedad y en voladizo en el que se definen las responsabilidades y funciones generales y técnicas que deberán asumir la interventoría, designada por la entidad contratante para la ejecución de la vigilancia y control de los contratos de este tipo de infraestructura.

La guía contribuye a mejorar la calidad de la supervisión e interventoría, estableciendo criterios que facilitan la labor a realizar por cada supervisor e interventor en el desarrollo de contratos relacionados con el diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo, el cual permite estandarizar las actividades a desarrollar y fijar parámetros mínimos para su ejecución.

En el presente manual de supervisión e interventoría se desarrollan metodologías, formatos y procedimientos dirigidos a orientar las actividades de vigilancia, control, asesoría y coordinación en los contratos que tengan relación con el desarrollo de muros de contención de concreto ciclópeo, muros en gaviones y muros en concreto reforzado.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Objetivo de la guía de interventoría

La presente guía establece los lineamientos para las diferentes actividades que se deben realizar en la interventoría técnica como el ejercer funciones de vigilancia y seguimiento a los procesos de diseño y construcción de los muros de contención de tipo (gravedad y en voladizo)

Alcance

La presente guía tiene aplicabilidad para el desarrollo de la interventoría técnica en el diseño y construcción de estructuras de contención, específicamente en los muros de gravedad (gaviones y concreto ciclópeo) y los muros en voladizo (concreto reforzado).

Normatividad

La guía de interventoría técnica está basado bajo los fundamentos de las reglamentaciones colombianas sobre el diseño y construcción de muros de contención de concreto ciclópeo, muros de gaviones y muros de concreto reforzado en voladizo, principalmente de la norma de construcción colombiana NSR-10, así como la norma colombiana de diseño de puentes CCP – 14 LRFD, las normas técnicas colombianas y los reglamentos de construcción de las empresas públicas de Medellín.

La normatividad de los materiales que componen los muros de contención son:

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Acero de Refuerzo

- NSR-10: Título C, Capítulo C.3
- NTC 2289: Barras corrugadas y lisas de acero para refuerzo de concreto.

Cemento

- NSR-10: Título C, Capítulo C.3
- NTC 121
- ASTM C150

Agregados Pétreos

- NSR-10: Título C, Capítulo C.3
- NTC 174 (ASTM C33): Concretos.
- NTC 129: Toma de muestras de agregados.
- NTC 3674: Muestras de agregados, tomadas en campo, para la realización de ensayos.

Agua

- NSR-10: Título C, Capítulo C.3
- NTC 3459 (ASTM 1602M): Agua para la elaboración de concreto.

La normatividad a emplear para los diferentes procesos constructivos es:

- Empresas Públicas de Medellín, EPM. (2016). Norma de construcción de concretos. NC-MN-OC07-01.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

- Empresas Públicas de Medellín, EPM. (2016). Norma de construcción de cimentaciones. NC-MN-OC07-02.
- Empresas Públicas de Medellín, EPM. (2019). Norma de construcción acero de refuerzo. NC-MN-OC07-07.
- Empresas Públicas de Medellín, EPM. (2017). *Norma de construcción de muros de contención*. NC-MN-OC07-08.
- Norma colombiana de diseño de puentes. LRFD – CCP 14 Sección 11 (muros)
- Título C, NSR-10. Concreto Estructural.
- Título H, NSR-10. Estudios Geotécnicos.
- NTC 3318 (ASTM C94): Producción de concreto.
- NTC 396 (ASTM C143/C-143M-2015a): Asentamiento del concreto.
- NTC 673 (ASTM C39): Resistencia a compresión de cilíndricos de concreto.
- NTC 454 (ASTM C172): Toma de muestras.

1. Muros de Contención

Antes de realizar las revisiones técnicas de diseños y de la supervisión de la construcción por parte de la interventoría, se deberá verificar diferentes aspectos de la etapa de inicio de la obra de infraestructura a realizar, que para el caso de la presente guía son muros de contención.

Etapa de inicio

- Acta de inicio: creada por medio de un documento formal y escrito, generado por la reunión entre la interventoría y el contratista de obra, en el cual se deja plasmada la fecha de inicio tanto de las actividades contractuales, como de la vigilancia y control que se le realizará a las mismas.
- Verificar las pólizas de cumplimientos: se debe chequear las póliza de cumplimientos, las cuales son un tipo de seguro contratado por una persona a una aseguradora para garantizar el cumplimiento de las obligaciones contractuales contraídas por el contratante.
- Verificar las póliza de seguro: es necesario inspeccionar el documento que le da validez al contrato de seguro realizado y firmado en conformidad tanto por el asegurado como por el asegurador, en el cual se especifican las normas, los derechos y las obligaciones de las partes involucradas.

Además de los documentos mencionados y detallados anteriormente en la etapa de inicio se deberá verificar además los siguientes requerimientos.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

- Contrato de obra firmado por ambas partes (interventoría y contratista)
- Documento consorcial o C.C del contratista
- Propuesta de Licitación
- Viabilidad técnica y planos sellados
- Hojas de vida del (equipo mínimo presentado en la oferta)

Etapas de diseños

Por otro lado, antes de ahondar en la revisión técnica de los diseños de los muros de contención, se deberá corroborar algunos aspectos previos en la etapa de diseños, dentro de los cuales se debe mencionar:

- Revisar y aprobar plan de trabajo detallado (programación) de etapa.
- Revisar el levantamiento topográfico y el estudio de suelos realizados por el contratista.
- Realizar el estudio topográfico
- Solicitar y revisar los planos y diseños de los muros de contención (Estructural y drenaje)

Para estas etapas previas y durante la revisión del diseño, la interventoría se podrá apoyar en los formatos que se mencionan a continuación y que se encuentran al final de la guía:

F-EIOC-FOR01- Formato de verificación Inicio, Diseños, Pre Construcción y liquidación.

F-EIOC-FOR02- Formato de Inspección de construcción de muro de contención.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

GESTIÓN DE INTERVENTORIA						ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORIA DE OBRAS CIVILES	
FORMATO DE VERIFICACIÓN DE ETAPA DE INICIO, DISEÑOS, PRE CONSTRUCCIÓN Y LIQUIDACIÓN							
Versión: 1	Fecha Versión: 01/05/2020	Código: F-EIOC-FOR01-2020	Página 1 de 1				
CÓDIGO DEL CONTRATO INTERVENTORIA:							
Fecha Inicio Contrato:	Fecha Finalización Contrato:	Código del Contrato de obra:					
Objeto del contrato de interventoría:							
Objeto del contrato de obra:							
Contratista:					Director del Contrato:		
1. PLAN DE INSPECCIÓN							
Fecha Inspección:	Inspección No.:						
Nombre Inspector:			Responsable de obra:				
ALCANCE DE LA INSPECCIÓN " Áreas, Etapa y/o descripción del proyecto a Inspeccionar"							
OBJETIVO DE LA INSPECCIÓN							
METODOLOGÍA A UTILIZAR							
DOCUMENTOS REQUERIDOS PARA LA INSPECCIÓN:							
2. LISTA DE VERIFICACIÓN							
Ítem	REQUERIMIENTOS A VERIFICAR	RESPONSABLE DE VERIFICACIÓN	CUMPLIMIENTO				DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO
	ENTREGABLES		CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE PARCIAL	N. A.	
	ETAPA DE INICIO						
1	REALIZAR EL ACTA DE INICIO DEL CONTRATISTA						
2	VERIFICAR LAS POLIZAS DE CUMPLIMIENTO						
3	VERIFICAR LA POLIZA						
4	CONTAR CON EL CONTRATO DE OBRA FIRMADO POR AMBAS PARTES						
5	CONTAR CON EL DOCUMENTO CONSORCIAL O CC DEL CONTRATISTA						
6	CONTAR CON PROPUESTA LICITACIÓN						
7	CONTAR CON VIABILIDAD TECNICA Y PLANOS SELLADOS						
8	HOJAS DE VIDA EQUIPO MÍNIMO PRESENTADO EN LA OFERTA						
	ETAPA DE DISEÑOS						
9	REVISAR Y APROBAR PLAN DE TRABAJO DETALLADO (PROGRAMACIÓN) DE ETAPA						
10	REVISAR LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO Y ESTUDIO DE SUELOS DEL CONTRATISTA						
11	REALIZAR LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO						
12	SOLICITAR Y REVISAR PLANOS Y DISEÑOS ARQUITECTONICOS						
13	SOLICITAR Y REVISAR PLANOS Y DISEÑOS ESTRUCTURALES						
14	SOLICITAR Y REVISAR PLANOS Y DISEÑOS DE DRENAJE Y FILTRO						
15	SOLICITAR Y REVISAR LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
16	SOLICITAR LA LICENCIA COSTRUCCIÓN						
	ETAPA DE PRECONSTRUCCION						
17	REVISAR Y APROBAR PLAN DE TRABAJO DETALLADO (PROGRAMACIÓN) DE ETAPA DE CONSTRUCCIÓN						
18	HOJAS DE VIDA PERSONAL EN EJECUCIÓN DEL CONTRATO						
19	CERTIFICADO DE AFILIACIONES DEL PERSONAL A LA SEGURIDAD SOCIAL						
20	REVISIÓN Y APROBACIÓN PLAN DE CALIDAD DE OBRA						
21	REVISIÓN Y APROBACIÓN PLAN DE COMPRAS Y CONTRATACIONES						
22	REVISIÓN Y APROBACIÓN PROPUESTAS ZONAS DE ACOPIO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES Y EQUIPOS						

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

23	REVISIÓN Y APROBACIÓN IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO														
24	REVISIÓN Y APROBACIÓN DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (LICENCIAS AMBIENTALES)														
25	REVISIÓN Y APROBACIÓN DE PERMISOS AMBIENTALES														
26	REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL PLAN DE ACCION Y CUMPLIMIENTO AMBIENTAL														
27	ACTAS DE VECINDAD														
28	SOCIALIZACION DEL PROYECTO														
29	OTROS:														
ETAPA DE LIQUIDACION															
30	ENTREGAR INFORME FINAL														
31	APROBAR PLANOS RECORD														
32	ENTREGAR EL PROYECTO AL CLIENTE														
33	PROYECTAR EL ACTA FINAL														
34	PROYECTAR EL ACTA DE LIQUIDACIÓN														
35	ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DEL CLIENTE														
36	ACTUALIZACIÓN DE POLIZA														
37	OTROS:														
TOTAL		0	0	0	0	0	0								
RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA AUDITORIA															
		No. ITEMS AUDITADOS POR CUMPLIMIENTO				PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO									
TOTAL REQUISITOS EVALUADOS		36				100%									
TOTAL REQUISITOS QUE CUMPLEN - CONFORMIDAD		0				0%									
TOTAL REQUISITOS QUE NO CUMPLEN - ACCIONES CORRECTIVAS		0				0%									
TOTAL REQUISITOS QUE CUMPLEN PARCIALMENTE - CORRECCIÓN		0				0%									
COMPROMISOS - RECOMENDACIONES															
<p>Nota: En caso que la inspección se realice en presencia del contratista, este debera firma este registro en forma de aceptación, si la inspección no es realiza en presencia del contratista debera el profesional de interventoría debera relacionar el número del comunicado que es enviado al contratista durante los proximos dos días hábiles</p> <p>Número de comunicado que es enviado al contratista: _____ Tiempo de respuesta que tiene el contratista para subsanar los hallazgos: _____</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Profesional Interventoria</td> <td style="width: 50%;">Representate de contratista</td> </tr> <tr> <td>Nombre _____</td> <td>Nombre _____</td> </tr> <tr> <td>Cargo _____</td> <td>Cargo _____</td> </tr> <tr> <td>Firma: _____</td> <td>Firma: _____</td> </tr> </table>								Profesional Interventoria	Representate de contratista	Nombre _____	Nombre _____	Cargo _____	Cargo _____	Firma: _____	Firma: _____
Profesional Interventoria	Representate de contratista														
Nombre _____	Nombre _____														
Cargo _____	Cargo _____														
Firma: _____	Firma: _____														

F-EIOC-FOR01 - Formato de verificación Inicio, Diseños, Pre Construcción y liquidación

Fuente: Autores, 2021.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

GESTIÓN DE INTERVENTORIA				ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORIA DE OBRAS CIVILES			
FORMATO DE INSPECCIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN - ETAPA DE CONSTRUCCIÓN							
Versión: 1		Fecha Versión: 05/05/2020		Código: F-EIOC-FOR02-2020			
Página 1 de 1							
CÓDIGO DEL CONTRATO INTERVENTORIA:							
Fecha Inicio Contrato:		Fecha Finalización Contrato:		Código del Contrato de obra:			
Objeto del contrato de interventoría:							
Objeto del contrato de obra:							
Contratista:			Director del Contrato:				
1. PLAN DE INSPECCIÓN							
Fecha Inspección		Inspección No.:					
Nombre Inspector:			Responsable de obra				
ALCANCE DE LA INSPECCIÓN " Áreas, Etapa y/o descripción del proyecto a Inspeccionar"							
OBJETIVO DE LA INSPECCIÓN							
METODOLOGÍA A UTILIZAR							
DOCUMENTOS REQUERIDOS PARA LA INSPECCIÓN							
2. LISTA DE VERIFICACIÓN							
Ítem	REQUERIMIENTOS A VERIFICAR ENTREGABLES	RESPONSABLE DE VERIFICACIÓN	CUMPLIMIENTO				DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO
			CUMPLE	NO CUMPL	CUMPLE PARCIAL	N. A.	
ETAPA DE CONSTRUCCION DE INSTITUCIONES PRESTADORES DE SERVICIOS DE SALUD							
1	Revisión de estudio geotécnico, elaborado por el ingeniero geotecnista, teniendo en cuenta el Título H de la NSR 10.						
2	Excavación del material que se encuentra bajo la losa de piso existente, luego de su demolición y rellenos compactado en material proveniente de la excavación y rellenos compactados con material seleccionado						
3	Comprende el suministro y colocacion de concreto pobre de limpieza solado, estructura en concreto para cimentación losa, muro y pantalla.						
4	Suministro e instalacion de Aceros de refuerzo y mallas metálicas						
5	Instalación del material estructural que corresponda (concreto-gaviones)						
6	Instalación del drenaje (grava, lloraderos, geotextil, tubería)						
7	Instalación y adecuación del relleno con material seleccionado						
8	Revisión y aprobación de actas de obra						
9	Comités de obra						
10	Informes mensuales						
11	Implementación del SGSST						
TOTAL			0	0	0	0	0
RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA AUDITORIA							
			No. ITEMS AUDITADOS POR CUMPLIMIENTO			PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO	
TOTAL REQUISITOS EVALUADOS			11			100%	
TOTAL REQUISITOS QUE CUMPLEN - CONFORMIDAD			0			0%	
TOTAL REQUISITOS QUE NO CUMPLEN - ACCIONES CORRECTIVAS			0			0%	
TOTAL REQUISITOS QUE CUMPLEN PARCIALMENTE - CORRECCIÓN			0			0%	
COMPROMISOS - RECOMENDACIONES							
<p>Nota: En caso que la inspección se realice en presencia del contratista, este deberá firma este registro en forma de aceptación, si la inspección no es realiza en presencia del contratista deberá el profesional de interventoría deberá relacionar el número del comunicado que es enviado al contratista durante los próximos dos días hábiles</p> <p>Número de comunicado que es enviado al contratista: _____ Tiempo de respuesta que tiene el contratista para subsanar los hallazgos: _____</p>							
Profesional Interventoría				Representate de contratista			
Nombre				Nombre			
Cargo				Cargo			
Firma: _____				Firma: _____			

F-EIOC-FOR02 - Formato de Inspección de construcción de muro de contención
Fuente: Autores, 2021.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

La interventoría deberá revisar y verificar los diseños de muros de acuerdo a los procedimientos indicados en la presente guía, en las memorias de cálculo y de acuerdo a los formatos especificados anteriormente.

Por otro lado los parámetros de diseño y construcción que el equipo de la interventoría deberá calcular, verificar y supervisar son las siguientes.

1.1 Muros de gravedad (concreto ciclópeo)

1.1.1 Consideraciones de diseño de muros de gravedad (concreto ciclópeo)

Como en cualquier proyecto de ingeniería, la interventoría técnica en el desarrollo de muros de contención cumple una función natural o jurídica, para controlar, exigir y verificar la ejecución y el cumplimiento del objeto, las condiciones y los términos y las especificaciones del contrato, el convenio, las concertaciones celebradas por las funciones públicas dentro de los parámetros de costo, tiempo, calidad y legalidad, conforme a la normatividad colombiana vigente.

Inicialmente se deben considerar el cumplimiento de cada uno de los aspectos contractuales, que inician con la aprobación de los diseños. Para el caso particular de muros de gravedad de concreto ciclópeo, la interventoría deberá verificar los requisitos mínimos de diseño, que en la normatividad colombiana se establecen en la norma sismo resistente colombiana NSR-10 y la Sección 11 de la norma colombiana de diseño de puentes (LFRD-CCP-14), que se pueden observar de manera detallada en la Tabla 1.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Tabla 1

Consideraciones a controlar en el diseño de muros de gravedad

Revisión	Responsable	Registro
Generales en muros		
Consideraciones de diseño: (estado límite de servicio, de resistencia y de evento extremo)		
Resistencia requerida: los muros de contención de gravedad y en voladizo, deben dimensionarse, de acuerdo a los métodos apropiados especificados a continuación, de manera que su resistencia cumpla con las combinaciones de carga y factores de carga. (Literal 11.5.5, Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Combinaciones de carga y factores de carga. (Literal 3.4.1 Sección 3 LRFD CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Aplicación típica de los factores de carga para determinar capacidad de carga. (Literal C.11.5.6.1. Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Aplicación típica de los factores de carga para determinar la resistencia al deslizamiento y la excentricidad. (Literal C.11.5.6.2. Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Aplicación típica de la sobrecarga por carga viva. (Literal C.11.5.6.3. Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Aplicación típica de los factores de carga para la capacidad de carga y la resistencia al deslizamiento y para la excentricidad en el estado límite de evento extremo I. (Literal C.11.5.6.4. Sección 11, LRFD-CCP 14.)		
Factores de resistencia Estados límite de servicio y resistencia. Deben asumirse como 1.0, con excepción de la estabilidad global. (Literal C.11.5.7 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Factores de resistencia. Todos los factores de resistencia deben tomarse iguales a 1.0 cuando se investigue el estado límite de evento extremo. (Literal 11.5.8 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Específicas en muros de gravedad		
Consideración: los muros rígidos de gravedad o semigravedad, que se apoye en suelo/roca que sea propenso a asentamientos totales o diferenciales excesivos, deben tener cimentaciones profundas para su apoyo. (Literal 11.6.1.1 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Cargas/fuerzas: (Literal 11.6.1.2 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Refuerzo: Se debe diseñar para resistir la formación de fisuras por temperatura y retracción como se especifica en (Literal 11.6.1.5 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Juntas de expansión y retención (Literal 11.6.1.6 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Movimiento y estabilidad en el estado límite de servicio. Deben aplicarse los requisitos de análisis de asentamientos general, asentamientos de zapatas en suelos no cohesivos, asentamientos de zapatas en suelos cohesivos, asentamientos de zapatas en rocas. También se debe evaluar la estabilidad global utilizando la combinación de carga "Servicio I" (Literal 11.6.2.2 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Estabilidad global: la estabilidad global del muro de contención, deben evaluarse utilizando métodos de análisis basados en el equilibrio límite. (Literal 11.6.2.3 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Capacidad Portante y estabilidad en el estado límite de resistencia. (Literal 11.6.3 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Capacidad Portante. (Literal 11.6.3.2 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Revisión	Responsable	Registro
Criterios para determinar la presión de contacto en muros convencionales cimentado en el suelo. (Literal 11.6.3.2.1 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Criterios para determinar la presión de contacto en muros convencionales cimentados en roca. (Literal 11.6.3.2.2. Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Límites de excentricidad: (Literal 11.6.3.3 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Erosión subsuperficial: para muros construidos a lo largo de ríos y arroyos, durante el diseño debe evaluarse la socavación de los materiales de la cimentación, de acuerdo a las características generales de diseño y ubicación. (Literal 11.6.3.4. Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Resistencia Pasiva: para los cálculos de estabilidad de resistencia pasiva debe desprejiciarse a menos que la base del muro se extienda por debajo de la profundidad máxima del suelo sometido a socavación, congelamiento/deshielo u otras perturbaciones. (Literal 11.6.3.5. Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Deslizamiento. La falla por deslizamiento debe ser investigada para zapatas que soportan la carga horizontal o inclinada y/o están cimentadas en las pendientes. (Literal 11.6.3.6. Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Diseño sísmico para estribos y muros de contención convencionales (Literal 11.6.5 Sección 11, LRFD-CCP 14.)		
Consideración General: los muros deben diseñarse para que cumplan con los requisitos de estabilidad global, estabilidad externa y estabilidad interna durante la carga sísmica.	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Evaluar el diagrama de fuerza sísmica para la evaluación de estabilidad de muros de gravedad (Literal 11.6.5.1-1 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Calculo de los coeficientes de aceleración sísmica para el diseño del muro (Literal 11.6.5.2 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Caracterización de la aceleración en la base del muro: (Literal 11.6.5.2.1 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Estimación de la aceleración que actúa sobre la masa del muro. El coeficiente sísmico de la aceleración lateral del muro, K_h , (Literal 11.6.5.2.2 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Calculo de las presiones sísmicas activas del suelo. (Literal 11.6.5.2.3 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Cálculo de la presión sísmica de tierras para muros que no alcanzan la fluencia. (Literal 11.6.5.2.4 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Calculo de las presiones sísmicas pasivas del suelo. (Literal 11.6.5.3 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Detalles de los muros para mejorar su desempeño ante los sismos. (Literal 11.6.5.6 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Drenaje: (Literal 11.6.6 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo

Fuente: Autores, 2021.

En la Tabla 1, se presenta todas las especificaciones indicadas en la norma colombiana de diseño de puentes (LFRD-CCP-14). Sin embargo, para la aprobación por parte de la interventoría de los diseños de los muros de gravedad, se deberá discurrir cada uno de los siguientes aspectos.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Es importante considerar que la estabilidad de los muros de gravedad, dependen totalmente del peso propio y de la capacidad portante del suelo en donde se apoyan, en la práctica son viables para elevaciones menores, en un rango de 3 a 5 metros. Las dimensiones para la construcción de este tipo de muros debe ser tal, que el empuje de tierras sea resistido por el propio peso.

Además de las consideraciones plasmadas en la tabla 1, definidas en el CCP-14, se debe mencionar que el proceso de diseño de un muro de gravedad es de comprobación, por lo tanto se requiere asumir las dimensiones, definir la estabilidad y los requisitos de la estructura de las diferentes solicitaciones a las cuales será sometida.

Por lo tanto, desde la interventoría técnica el equipo diseñador designado deberá verificar los siguientes procedimientos, teniendo como precedente que el diseño de este tipo muros se realiza por unidad de longitud.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

1.1.2 Diseño de muros de gravedad (Concreto ciclópeo)

Pre-dimensionar el muro de gravedad

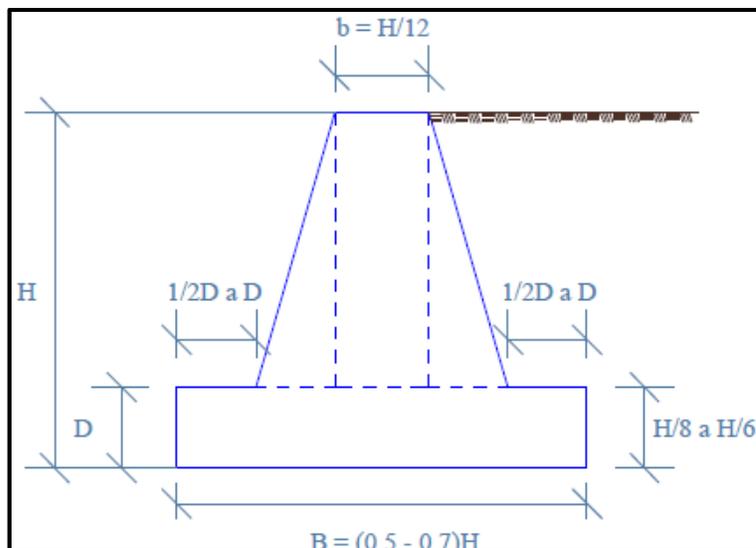


Ilustración 1. Dimensiones estándar de un muro de gravedad. Gallegos., C.G. (2006). *Diseño de estructuras de Contención considerando Interacción suelo-estructura*. Obtenido de: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2206>

Inicialmente se debe considerar dimensiones tentativas para su diseño y pre dimensión, donde:

El espesor de la corona (b) como se muestra en la Ilustración 1. Es igual a $H/12$, y debe tener como mínimo una dimensión de 30 cm. ($b = H/12 \geq 0.3 \text{ m}$)

El ancho de la base del muro (B) debe aproximarse del 50% al 70 % de la altura del muro [$B = (0.5 - 0.7)H$]

Las dimensiones del espesor de la zapata de cimentación (D) debe estar entre $H/8$ a $H/6$

$$D = (H/8 - H/6)$$

Dependiendo de las necesidades específicas del proyecto, las dimensiones pueden variar.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Hallar la presión activa y presión pasiva del suelo.

Una vez establecidas las dimensiones tentativas, se procede a calcular el valor de la presión activa y pasiva, por medio de los valores de los coeficientes de Rankine de acuerdo a ϕ , β .

Hallar el momento de volteo (MV)

Luego de definir la presión activa del suelo, se debe calcular el momento de volteo del muro respecto del punto A, y de acuerdo a la Ilustración 2, se define que:

$$MV = Ph * z$$

$$z = H/3$$

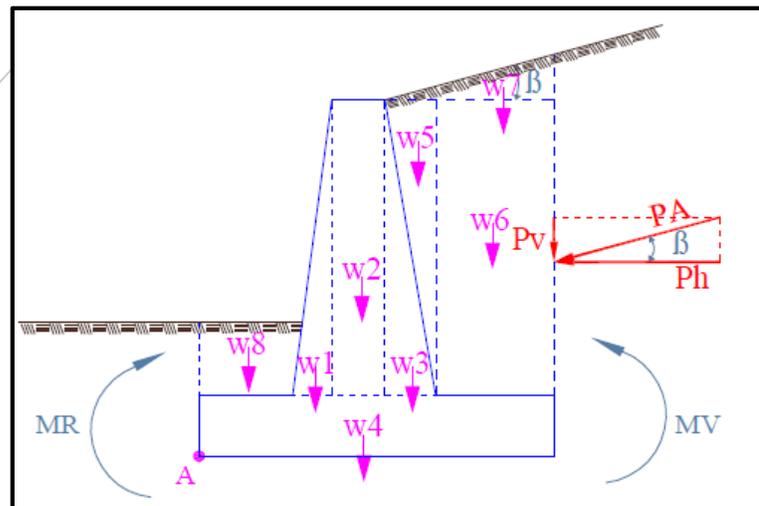


Ilustración 2. Determinación del momento de volteo. Gallegos., C.G. (2006). *Diseño de estructuras de Contención considerando Interacción suelo-estructura*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2206>

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Es importante aclarar que todo muro debido al empuje activo tiende a volcar alrededor del punto (A) tal como muestra en la Ilustración 4.

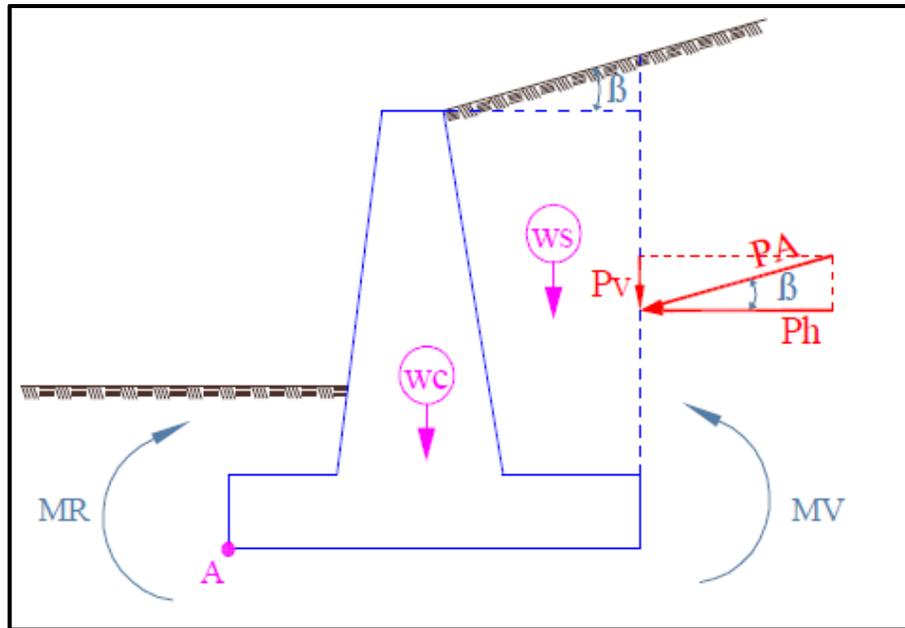


Ilustración 4. Determinación del momento de volteo. Gallegos., C.G. (2006). *Diseño de estructuras de Contención considerando Interacción suelo-estructura*

El volcamiento se produce por la componente horizontal de la presión activa ($Ph=Pa*\cos\beta$) que ocasiona un momento de volteo (MV)

No es necesario considerar los empujes pasivos, debido a que así estén presentes, estos empujes tienden a dar seguridad al muro, por generar acción opuesta a la presión activa. Las fuerzas generadas por el peso propio del muro WC, el peso del suelo sobre el muro WS, así como la componente vertical de la Presión Activa ($Pv = Pa*\sen \beta$) generan el momento de volteo, produciendo un momento estabilizador o resistente (MR).

Se debe proporcionar un adecuado factor de seguridad, para disponer de la estabilidad adecuada, considerando varios chequeos de comportamiento establecido, la interventoría deberá

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

corroborar que el factor de seguridad, se encuentre dentro lo definido por la NSR-10 en su capítulo H.6. Como se muestra en la Ilustración 5.

Condición	Construcción	Estático	Sismo	Seudo estático
Deslizamiento	1.60	1.60	Diseño	1.05
Volcamiento: el que resulte más crítico de Momento Resistente/ Momento Actuante	≥ 3.00	≥ 3.00	Diseño	≥ 2.00
Excentricidad en el sentido del momento (e/B)	$\leq 1/6$	$\leq 1/6$	Diseño	$\leq 1/4$
Capacidad portante	Iguales a los de la Tabla H.4.1			
Estabilidad Intrínseca materiales térreos (reforzados o no)	Iguales a los de la Tabla H.2.1			
Estabilidad Intrínseca materiales manufacturados	Según material (Concreto-Título C; Madera-Título G; etc.)			
Estabilidad general del sistema:				
Permanente o de Larga duración (> 6 meses)	1.20	1.50	Diseño	1.05
Temporal o de Corta duración (< 6 meses)	1.20	1.30	50% de Diseño	1.00
Laderas adyacentes (Zona de influencia > 2.5H)	1.20	1.50	Diseño	1.05

Ilustración 5. Factores de seguridad indirectos mínimos. Asociación Colombiana De Ingeniería Sísmica (AIS). (2010). *Reglamento colombiano de Construcción sismo resistente (NSR-10)* obtenido de <http://www.minambvivydesa.gov.co/>

La seguridad al volteo tiene que estar comprendida entre estos valores, cuando resulte menor hay que tomar medidas contra ello, pudiéndose hacer un muro más grueso y por lo tanto de más peso o cambiando la forma del muro ya sea colocando un talón o un dedo en el muro en caso de no tenerlos para que el peso total del muro se desplace hacia su cara interior, con lo que se logrará un aumento del momento resistente.

Determinar el factor de seguridad al deslizamiento (FSD)

Es importante mencionar que un muro tiene tendencia a deslizarse por el efecto producido por la componente horizontal de la Presión Activa ($Ph = Pa \cdot \cos \beta$). Por lo tanto, la fuerza que impide el deslizamiento es la fuerza de rozamiento (FR) que es producida por el contacto entre el

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

muro y el terreno donde está cimentado, por tal razón es indispensable que la superficie sea lo más rugosa posible, para obtener mayor adherencia.

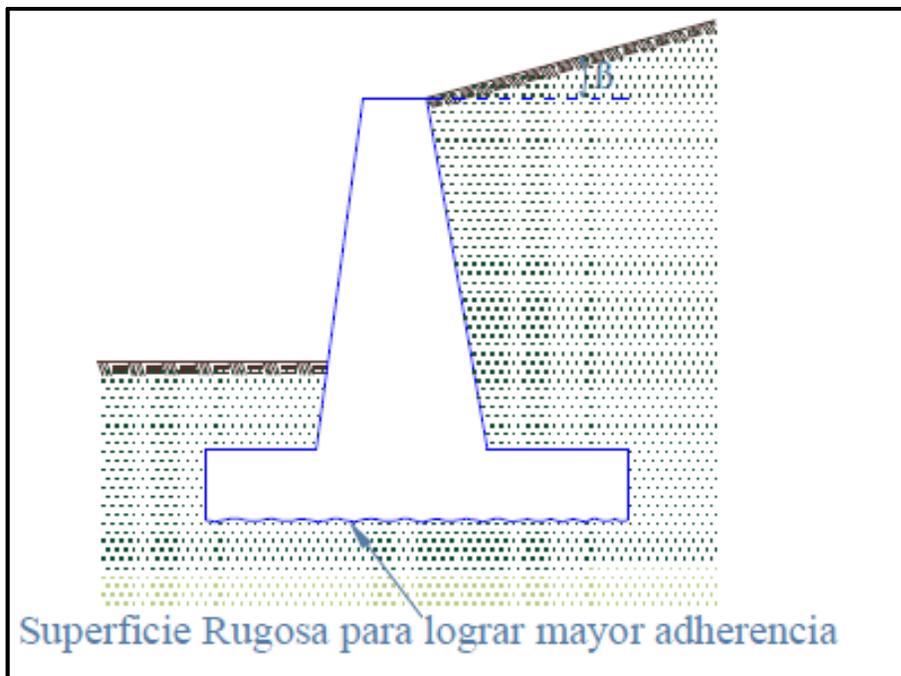


Ilustración 6. Interacción entre el muro y el suelo de cimentación. Gallegos., C.G. (2006). *Diseño de estructuras de Contención considerando Interacción suelo-estructura*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2206>

Para determinar el factor de seguridad al deslizamiento es indispensable conocer el valor del coeficiente de fricción (μ). El coeficiente de fricción que se debería usar para obtener la fuerza que se opone al deslizamiento, es la resistencia del suelo al esfuerzo secante.

Sin embargo, en la práctica el coeficiente empleado dependerá del tipo de suelo sobre el que se cimente, para el caso de suelos granulares gruesos se usa el coeficiente de fricción entre el suelo y el concreto, para el caso de suelos cohesivos se usa la resistencia al esfuerzo secante o cohesión.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Determinar si la posición de la fuerza normal (N) Está dentro del tercio medio.

La resultante de la suma de las fuerzas actuantes (Peso propio, peso del suelo), además de la componente vertical de la Presión Activa ($P_v = P_a \cdot \sin \beta$) originan la fuerza normal (N), la cual requiere pase por el tercio medio, ya que cuando la reacción del terreno pasa por esta zona se logra una distribución de presiones prácticamente aceptable.

Para determinar si la fuerza normal (N) pasa por el tercio medio calculamos su posición usando la siguiente expresión:

$$x = (MR - MV)/N$$

La condición que debe cumplir (X) para que la fuerza normal (N) pase por el tercio medio es $(B/3 \leq X \leq 2B/3)$ de otra forma estaría fuera del tercio medio.

Comprobar las presiones en el suelo.

Si se supone que las distribuciones de los esfuerzos en el suelo son lineales, se podría presentar cuatro casos dependiendo de la posición de fuerza normal (N) como se muestra en la Ilustración 7.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

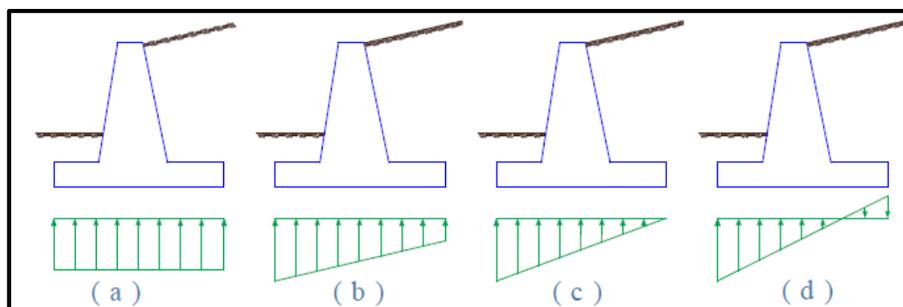


Ilustración 7. Distribución de esfuerzos en un muro. Gallegos., C.G. (2006). *Diseño de estructuras de Contención considerando Interacción suelo-estructura*

En todos los casos expuestos anteriormente cabe indicar que bajo ningún concepto el esfuerzo calculado del suelo (q_{suelo}) debe ser mayor que el esfuerzo admisible (q_{adm}), ya que esto significaría que el suelo donde se está cimentando el muro no resistiría las solicitaciones a las que será sometido.

Conviene tener presente que lo que se está indicando se refiere a las acciones sobre el terreno de cimentación. Se ha indicado que el peso óptimo del muro es el del caso de la ilustración 7 (c), pero si en este muro se diese la circunstancia de que la seguridad al volteo o al deslizamiento no está en los márgenes indicados, entonces se recurre a un aumento del peso, variando sus dimensiones, por lo que los esfuerzos en el suelo cambiarían. La interventoría deberá verificar y chequear los diseños de la estructuras de contención de acuerdo a la normatividad especificada en la Tabla y en el procedimiento de chequeo del literal 1.1.2.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

1.1.3 Construcción de muros de gravedad (Concreto ciclópeo)

Además de las consideraciones iniciales para muros de contención, la interventoría luego de verificar y aprobar los diseños y la programación de obra, procederá a realizar el seguimiento a la construcción del muro de concreto ciclópeo de acuerdo a las indicaciones de la Tabla 2.

Tabla 2

Proceso de seguimiento y control de muros de concreto ciclópeo

PROCEDIMIENTO - ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FORMATO DE VERIFICACIÓN
(Cimentaciones)		
Revisión de estudio geotécnico, elaborado por el ingeniero geotécnista, teniendo en cuenta el Título H de la NSR 10.	Contratista, Interventor Supervisor	y/o Formato de verificación, inicio, diseños, pre construcción Formato de inspección
Revisión de estudio topográfico, verificación de ubicación de ejes y niveles.	Contratista, Interventor Supervisor	y/o Formato calibración de equipos, nivel de precisión, Formato de posicionamiento Formato ejecutivo semanal
Revisión e interpretación de planos estructurales (Sección Base-cimentación de muro). Teniendo en cuenta la sección A.1.5.2.1 Planos estructurales y la Sección I.4.3. Procedimientos de control, descritos en la NSR-10.	Contratista, Interventor Supervisor	y/o Formato de verificación, inicio, diseños, pre construcción
Verificar ubicación y trazado de la base o cimentación del muro, teniendo en cuenta lo plasmado en planos estructurales.	Contratista, Interventor Supervisor	y/o Formato de verificación, inicio, diseños, pre construcción Formato ejecutivo semanal
Controlar la ejecución de excavación, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.1 en el literal de excavación, del presente documento.	Contratista, Interventor Supervisor	y/o Formato de chequeo de excavaciones Formato ejecutivo semanal
Supervisar la elaboración de mejoramiento de suelo, si lo estipula el diseño estructural recomendado por el estudio geotécnico, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.10 en el literal de terreno de cimentación, del presente documento	Contratista, Interventor Supervisor	y/o Formato de chequeo de rellenos Formato ejecutivo semanal
Verificar la instalación del aislamiento suelo-estructura de concreto. (Solado) concreto $F'c = 17$ Mpa, de acuerdo al literal 4.1.2.2. Concreto	Contratista, Interventor Supervisor	y/o Formato de seguimiento de concretos Formato ejecutivo semanal Formato cilindros de concreto

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

PROCEDIMIENTO - ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FORMATO DE VERIFICACIÓN
Verificar la instalación de la formaleta necesaria para el vaciado del concreto de la base del muro, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.4 encofrado y desencofrado	Contratista, Interventor Supervisor	y/o Formato de seguimiento de formaletas y aceros Formato ejecutivo semanal
Supervisar la elaboración instalación de concreto Ciclópeo, para base de muro en proporciones (60%/40%), teniendo en cuenta la sección 4.1.2.2 literal concreto	Contratista, Interventor Supervisor	y/o Formato de seguimiento de concretos Formato ejecutivo semanal
Supervisar el descimbrado de la formaleta instalada para la conformación de la base del muro, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.4 encofrado y desencofrado	Contratista, Interventor Supervisor	y/o Formato ejecutivo semanal
Cuerpo del muro		
Verificar la instalación de la formaleta necesaria para el vaciado del concreto ciclópeo de cuerpo del muro, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.4 encofrado y desencofrado	Contratista, Interventor Supervisor	y/o Formato de seguimiento de formaletas y aceros Formato ejecutivo semanal
Supervisar la elaboración instalación de concreto Ciclópeo, para Cuerpo de muro en proporciones (60%/40%) teniendo en cuenta la sección 4.1.2.2.6 literal concreto ciclópeo.	Contratista, Interventor Supervisor	y/o Formato de seguimiento de concretos Formato ejecutivo semanal Formato cilindros de concreto
Supervisar el descimbrado de la formaleta instalada para la conformación de la zapata, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.4 encofrado y desencofrado	Contratista, Interventor Supervisor	y/o Formato ejecutivo semanal
Supervisar y Verificar instalación de filtros, según corresponda embebidos, granulométricos, tubos perforados, teniendo en cuenta lo descrito en el literal 4.1.2.11 drenajes	Contratista, Interventor Supervisor	y/o Formato de drenaje y tubería Formato ejecutivo semanal
Verificar y supervisar la elaboración de mejoramiento de suelo o relleno, que dé a lugar según recomendación del estudio geotécnico, de acuerdo al literal 4.1.2.9 Compactación del relleno	Contratista, Interventor Supervisor	y/o Formato de chequeo de rellenos Formato ejecutivo semanal Formato retiro de escombros

Fuente: Autores, 2021.

Siguiendo las indicaciones de la tabla anterior, la interventoría deberá realizar la supervisión de la construcción del muro de contención a través del desarrollo de informes y con el apoyo de los formatos brindados por la guía.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Localización y replanteo

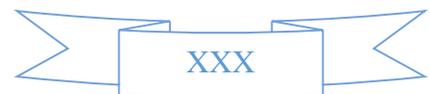
La primera acción a ejecutar en el comienzo de la construcción de muros de contención es definir las condiciones topográficas, de ubicación, niveles y replanteo, como se mencionó anteriormente la interventoría hace revisión del levantamiento topográfico y del estudio de suelos realizado por el contratista y luego procede a realizar su propio estudio de topografía para corroborar niveles y ubicación, en primera medida se debe verificar el estado de calibración de los equipos, lo cual se puede hacer por medio del formato **F-EIOC-FOR03**, luego verificar el nivel de precisión a través del formato **F-EIOC-FOR04**, y por ultimo verificar el posicionamiento y geo-referencia de los puntos auxiliares del proyecto **F-EIOC-FOR05**.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

GESTIÓN INTERVENTORIA			ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES
FORMATO DE VERIFICACIÓN NIVEL DE PRECISIÓN			
Versión: 1	Fecha Versión: 07/05/2020	Codigo: F-EIOC-FOR04-2020	Página 1 de 1
Lugar y fecha:	_____		
Hora:	_____		
Proyecto:	_____		
Equipo No.:	_____		
Marca:	_____		
Responsable:	_____		
Cargo:	_____		
ESTADO GENERAL:	<u>B</u>	<u>M</u>	
APARATO:	_____		
MIRA:	_____		
Nivelación del equipo			
Distancia de A-B :	_____ m.	(90 m - 110 m)	
PASO 1 (POSICIÓN INTERMEDIA)			
Lectura al punto A:	_____	Lectura al punto B: _____	DELTA 1 (A-B): _____
PASO 2 (POSICIÓN CERCA AL PUNTO A)			
Lectura al punto A:	_____	Lectura al punto B: _____	DELTA 2 (A-B): _____
DELTA 1 - DELTA 2:	_____	contra A	
Verificación del Nivel			
A. Permissible:	0.002 m	SI: _____	NO: _____
Recomendación:	_____		
Fecha próxima revisión:	_____		
Realizado por:	_____	Aprobado por:	_____
	Topógrafo		Ingeniero Residente de Interventoria

F-EIOC-FOR04 - Formato Verificación de nivel de precisión

Fuente: Autores, 2021.



Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo



Ilustración 8. Replanteo de cimentación de muro de gravedad.

Fuente: <https://eltopografocurioso.wordpress.com/>

Los muros de gravedad se deben construir con concreto simple o concreto ciclópeo, Cada uno de los aspectos de diseño como: espesores, resistencia a la compresión, y las especificaciones del concreto del muro, deben ser las indicadas en los planos estructurales. Considerando los procedimientos de control descritos en el literal **A.1.5.2.1 Planos estructurales** y en el literal **I.4.3.Procedimientos de Control**, descritos en la NSR-10.

La interventoría debe verificar que el contratista lleve un control de los planos, considerando los aspectos descritos en el Título I, de la Norma de construcción colombiana NSR-10. La interventoría debe revisar que los planos estructurales posean todas las indicaciones necesarias para poder realizar la construcción del muro de una forma adecuada.

Excavación

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Las excavaciones en muros de contención deben obedecer a los criterios establecidos según la normatividad colombiana.

- La excavación se puede realizar por etapas, dependiendo del programa que se incluirá en la memoria de diseño, señalando además las precauciones que deban tomarse para que no resulten afectadas las construcciones de los predios vecinos o los servicios públicos; estas precauciones deben ser especificadas en los planos. (NSR-10. Título H, Literal H.8.2.4)

- Plan de contingencia para excavaciones. Cuando en los muros de contención se considere excavaciones de más de 3 m de profundidad o en la base de laderas, se debe contar con un plan de contingencia, donde se determinen los elementos vulnerables, los riesgos potenciales, el área de influencia, las posibles personas involucradas, los mecanismos de aviso a las autoridades, las rutas de evacuación, los mecanismos de capacitación al personal, el diseño de sistemas de control de la contingencia, el listado de elementos que pueden requerirse para afrontar una contingencia y los sitios y procedimientos para adquirir dichos elementos de control. (NSR-10. Título H, Literal H.8.2.6)

- **Estructuras de contención.** En los procesos constructivos de estructuras de contención, independientemente del tipo de estructura del cual se trate (cantiliver, de gravedad, con contrafuertes, apuntalada, etc.), se deberá prever los cuidados necesarios para no inducir sobreesfuerzos que conlleven deformaciones sobre estas y que posteriormente puedan reducir la capacidad de soporte para la cual fueron diseñadas, bajo la condición de carga final de trabajo. Los diseños deben contener una sucesión de cada detalle de ejecución de

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

actividades con el fin de garantizar que el suelo de cimentación y el relleno no sufran variaciones importantes en su rigidez y resistencia. Se debe hacer énfasis en la densidad del material de relleno, debido a que puede degradar la estructura de contención. “Los sistemas de drenaje preventivo deberán diseñarse e instalarse en la forma adecuada para buscar tanto la estabilidad de la estructura de contención como del material contenido y la menor variación posible de las trayectorias de drenaje naturales”. (NSR-10. Título H, Literal H.8.3)

En la excavación la interventoría deberá realizar chequeos de alineación, nivelación y geometría y se puede apoyar por medio del formato **F-EIOC-FOR07 Formato de chequeo de excavaciones.**

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

GESTIÓN INTERVENTORIA							ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORIA DE OBRAS CIVILES				
FORMATO DE CHEQUEO EXCAVACIONES											
Versión: 1			Fecha Versión: 10/05/2020			Codigo: F-EIOC-FOR07-2020			Página 1 de 1		
OBRA: _____											
FECHA: _____											
ACTIVIDAD : _____											
LOCALIZACION: _____											
ACTIVIDADES TOPOGRAFICAS											
EXCAVACIÓN						TOLERANCIAS					
Localizacion y alineacion		Niveles y uniformidad de fondo		Geometria		NIVEL FONDO		+1, -2			
CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	GEOMETRIA		+2, -1			
						LOCALIZACION					
DESCRIPCION NIVELES						DESCRIPCION GEOMETRIA					
ABSCISA LONGITUDINAL	ABSCISA TRANSVERSAL	COTA FONDO TEORICA	COTA FONDO REVISION	DIFERENCIA (COTAS)	ANCHO TEORICO	ANCHO REVISION	DIFERENCIA (ANCHO)	LARGO TEORICO	LARGO REVISION	DIFERENCIA (LARGO)	
SE ACEPTA					SE RECHAZA						
Observaciones:											
FECHA Y HORA DE ENTREGA						FECHA Y HORA DE RECIBO					
NOMBRE Y FIRMA DE ENCARGADO CONTRATISTA						NOMBRE Y FIRMA DE RESIDENTE DE INTERVENTORIA					
CC/ NIT:						CC/ NIT:					

F-EIOC-FOR07 - Formato de chequeo de excavación

Fuente: Autores, 2021.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo



Ilustración 9. Excavación de terreno con maquinaria

Fuente: <http://construccionesrmc.com/excavacion-para-la-colocacion-de-un-muro-entre-parcelas/>

Luego de la verificación y realizado de cada uno de las especificaciones para la excavación de la estructura de contención se procede a desarrollar el mejoramiento del suelo con concreto solado, que servirá de apoyo para la cimentación o base del muro, como se ve en la Ilustración 10



Ilustración 10. Mejoramiento de la base de cimentación

Fuente: http://www.colombia.generadordeprecios.info/obra_nueva/Cimentaciones/Concretos_aceros_y_encofrados/Concretos/Solado_de_limpieza.html

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Encofrado

Para el desarrollo de la base o cimentación del muro en concreto ciclópeo en primera medida se debe verificar la instalación de la formaleta necesaria para el encofrado de la base, La interventoría debe supervisar que los procedimientos técnicos del encofrado y desencofrado del concreto de los muros de contención se realicen acorde al Capítulo C.6 de la NSR-10.



Ilustración 11. Formaletas de cimentación de muro ciclópeo
Fuente <https://dehormigon.com.ar/hormigon-ciclopeo/>

La interventoría debe inspeccionar todas las formaletas y equipo de encofrado que se usen en los diferentes muros de contención y verificar que están de acuerdo a los planos estructurales y sus especificaciones técnicas, además debe exigir que los elementos de encofrado sean almacenados en lugares libres de la humedad y de la exposición a la contaminación, que se

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

dispongan de manera vertical o mínimamente inclinado cuando repose sobre muros. La interventoría debe exigir el uso de formaletas en perfecto estado, cuando estas no cumplan la calidad exigida por interventoría o posean secciones defectuosas, se debe reparar y remplazar por elementos en óptimas condiciones.

Para los muros de contención, la interventoría debe verificar la alineación y el aplomado de las formaletas, de tal manera que las secciones queden perfectamente encajadas y no haya escurrimiento del concreto por superficies abiertas entre elementos.

Los elementos de encofrado deben generar elementos de concretos de forma regular, configuración de acuerdo a lo especificado en los planos. Las formaletas deben tener la capacidad de mantener la forma, además de soportar cargas presentadas durante el vaciado del concreto, como presiones por descarga y vibrado del concreto. Además se debe requerir el uso de lubricantes en los bordes de contacto con el concreto de la formaleta, para evitar la adherencia. La interventoría debe verificar que las juntas de construcción no se contaminen con el lubricante de la formaleta. (Empresas públicas de Medellín, EPM, 2016)

La interventoría debe supervisar que el apuntalamiento de las formaletas sea correcto de acuerdo a la geometría deseada y sobretodo, que tenga la capacidad de soportar las cargas durante la ejecución de la obra y alcance la resistencia especificada.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

La interventoría deberá revisar los informes de laboratorio de la resistencia a la compresión y verificar que el concreto haya obtenido la resistencia requerida para resistir la carga de la etapa de la construcción en donde se encuentre, antes de iniciar el retiro de formaletas o desencofrado.

Desde la interventoría se debe verificar que el retiro de las formaletas de los muros de contención se desarrolle garantizando la estabilidad del muro de contención, además la interventoría solicitará y garantizará el curado del concreto en los muros desde el retiro del encofrado hasta alcanzar la resistencia máxima.

La interventoría supervisara que el tiempo para retirar las formaletas en muros de gravedad sea de dos semanas, dependiendo las condiciones propias del muro, la interventoría evaluará el retiro anticipado de las formaletas.

La interventoría se podrá apoyar en el formato **F-EIOC-FOR08 formato de chequeo de formaletas y acero**. En donde se verifica alineación, plomo, niveles, estado y limpieza, dimensión, material, apuntalamientos, separadores y desmoldante de formaletas.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

GESTIÓN INTERVENTORIA				ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES	
FORMATO DE CHEQUEO FORMALETA Y ACERO					
Versión: 1	Fecha Versión: 10/05/2020	Codigo: F-IOEC-FOR08-2020	Página 1 de 1		
OBRA:					
FECHA:					
ACTIVIDAD :					
LOCALIZACIÓN:					
ACTIVIDADES TOPOGRAFICAS			ACTIVIDADES DE INSPECCION		
REVISION FORMALETA			REVISION ACERO DE REFUERZO		
ITEM	CUMPLE	NO CUMPLE	ITEM	CUMPLE	NO CUMPLE
Alineacion			Cantidad		
Plomo			Diametro		
Niveles			Longitud		
			Separacion		
FECHA Y HORA DE ENTREGA	FECHA Y HORA DE RECIBO		Traslapos		
			Recubrimientos		
NOMBRE Y FIRMA DE ENCARGADO CONTRATISTA	NOMBRE Y FIRMA RESIDENTE DE INTERVENTORIA				
			FECHA Y HORA DE ENTREGA	FECHA Y HORA DE RECIBO	
ACTIVIDADES DE INSPECCION					
REVISION FORMALETA			NOMBRE Y FIRMA DE ENCARGADO CONTRATISTA	NOMBRE Y FIRMA RESIDENTE DE INTERVENTORIA	
ITEM	CUMPLE	NO CUMPLE			
Estado y Limpieza			ACEPTACION/RECHAZO		
Dimensiones			SE ACEPTA	SE RECHAZA	
Apuntalamiento					
Separadores			OBSERVACIONES:		
Desmoldante					
FECHA Y HORA DE ENTREGA	FECHA Y HORA DE RECIBO				
NOMBRE Y FIRMA DE ENCARGADO CONTRATISTA	NOMBRE Y FIRMA RESIDENTE DE INTERVENTORIA				
CC/NIT:	CC/NIT:				

F-EIOC-FOR08 formato de chequeo de formaletas y acero

Fuente: Autores, 2021



Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

El encofrado se debe retirar de tal manera que no afecte el funcionamiento de la estructura y de inmediato se le debe comenzar el curado.

Luego de fijar la formaleta, se colocará una capa de concreto simple sobre el concreto solado, vaciado previamente en el mejoramiento del suelo y luego se colocarán las capas de piedra y concreto alternadas, siguiendo lo indicado a continuación.

Vaciado de concreto ciclópeo en base del muro.

El uso de concreto ciclópeo debe estar definido en los planos estructurales, donde se especifica su dosificación, la preparación del concreto ciclópeo es por volumen, dependiendo de la resistencia del concreto de base se realiza un aporte del porcentaje en piedras con unas característica definidas, de tal manera que para resistencias a la compresión de 21 MPa y de 17,5 MPa se agregue un volumen del 30% y 40% de piedra, respectivamente.

La interventoría debe verificar que para los muros de concreto ciclópeo, en el cuerpo se coloquen capas de piedras separadas por secciones de concreto de 30 centímetros, para que sea soporte de las capas superiores. Con el fin de garantizar la optimización de materiales, la interventoría debe supervisar la distribución de las piedras, para mantener las buenas condiciones de la formaleta. Por ningún motivo debe haber contacto directo entre piedras y formaletas, la interventoría debe exigir como mínimo un espacio de recubrimiento de 7.5 centímetros. Las piedras que se utilicen para los concretos ciclópeos, deben ser lavadas previamente y mantenerse alejada de la suciedad. Por otro lado la interventoría debe verificar que las piedras que conformen

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

el concreto ciclópeo, sean previamente saturadas antes del colocado y vaciado, en aras de que no absorba la humedad de la mezcla de concreto.

Cuando se utilice concreto ciclópeo en muros con espesores menores de 80 centímetros, la separación entre piedras será de 10 centímetros como mínimo, nunca menos de esta distancia. Por otro lado, cuando su uso sea para estructuras de mayores espesores, la separación será como mínimo de 15 cm.

La interventoría debe verificar las características de las piedras para el concreto ciclópeo, en los muros de contención en donde se use concreto ciclópeo se debe garantizar una serie de condiciones especiales para obtener una estructura de características monolíticas como:

- Limpieza y homogeneidad
- Sin fallas
- Dimensiones de 15 a 30 centímetros

La interventoría debe garantizar que no se usen piedras con condiciones geométricas abstractas, deben ser de forma regular, no se debe permitir rocas alargadas con relaciones mayores a 1:2.

Las piedras en el concreto ciclópeo deben estar totalmente embebidas, esparcidas con un distanciamiento entre 10 a 15 centímetros dependiendo del espesor de la estructura, para la vibración del concreto, la interventoría debe verificar que se realice manualmente y paralelo a la

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

colocación de piedra, con ánimo de generar una estructura monolítica. (Empresas Públicas de Medellín. EPM, 2016)



Ilustración 12. Vaciado de concreto en muro ciclópeo

Fuente: <https://www.facebook.com/1355163484629834/posts/colado-de-muro-de-ciclopeo-en-la-primavera/1702716513207861/>

Para la verificación de la colocación del concreto ciclópeo, la interventoría se podrá apoyar en el formato **F-EIOC-FOR09 - Formato de chequeo de colocación del concreto**

En donde se evalúa el método de colocación de vibración, las características básicas como resistencia y asentamiento, además del tipo de suministro y observaciones por parte del interventor encargado.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

GESTIÓN INTERVENTORIA						ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES	
FORMATO DE CHEQUEO COLOCACION DEL CONCRETO							
Versión: 1	Fecha Versión: 11/05/2020	Codigo: F-EIOC-FOR09-2020			Página 1 de 1		
OBRA: _____							
FECHA: _____							
ACTIVIDAD : _____							
LOCALIZACION: _____							
ACTIVIDADES INSPECCION							
METODO DE COLOCACION DEL CONCRETO				METODO VIBRADO			
Directo	Canaleta	Bomba	Grua	Vibro gasolina	Vibro electrico y planta	Varilla	Martillado
CARACTERISTICAS BASICAS DEL CONCRETO							MUESTRA No
RESISTENCIA (PSI)		ASENTAMIENTO (PLG)		TAMAÑO MAX	RELACION A/C		
650 FLEXION	COMPRESION	ESPECIFICADO	TOLERANCIA				
SUMINISTRO DE CONCRETO (MIXTER)							
Mixer No	Orden de despacho	Volumen despachado	Hora salida planta	Hora llegada obra	Hora inicio Vaciado	Hora fin vaciado	Asentamiento medido
SUMINISTRO DE CONCRETO (EQUIPO)				SUMINISTRO DE CONCRETO (A MANO)			
Equipo	Muestra No	Volumen (m³)	Asentamiento	Muestra No	Volumen (m³)	Asentamiento	

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

GRAFICO AVANCE:	
OBSERVACIONES:	
FECHA Y HORA DE ENTREGA	FECHA Y HORA DE RECIBIDO
NOMBRE Y FIRMA DE ENCARGADO CONTRATISTA	NOMBRE Y FIRMA DE RESIDENTE DE INTERVENTORIA

F-EIOC-FOR09 - Formato de chequeo de colocación del concreto

Fuente: Autores, 2021

Luego de fabricar la cimentación o base del muro de contención en concreto ciclópeo, la interventoría supervisara el correcto procedimiento de desencofrado. Antes de quitar la formaleta se debe verificar, mediante el ensayo de cilindros testigos, que el concreto haya alcanzado la resistencia para soportar la carga correspondiente a la etapa de la construcción en que se encuentra.

Pruebas y ensayos del concreto.

La interventoría deberá exigir al contratista de obra el desarrollo de cada uno de los ensayos, de acuerdo al capítulo (C) de la NSR-10. Para todos los concretos que se usen en los muros de contención, se debe evaluar el asentamiento y sacar testigos en forma de cilindros para hallar la resistencia a la compresión

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Asentamiento. En los muros de contención, la interventoría debe verificar que se realice una prueba de asentamiento por cada 5 metros cúbicos de concreto fundido, en base a la NTC 396, donde se especifica todo el procedimiento del método del cono de Abrams.

Las dimensiones de los asentamientos deben corresponder al indicado por tipología, en base a la geometría del muro ciclópeo.

Resistencia del concreto. La interventoría debe verificar la resistencia del concreto vaciado en los muros de contención por medio de ensayos de laboratorios, para toma de muestras de cilindros se debe seguir los lineamientos de la NTC 550 y la NTC 454 y la evaluación de la resistencia a la compresión del concreto de acuerdo a la NTC 504 y la NTC 673.

Es obligatorio el seguimiento de la calidad del concreto a través de la evaluación de la resistencia, por medio de ensayo de cilindros de concreto, la interventoría debe realizar el control de todos los concretos vaciados en los muros de contención.

El desarrollo de los ensayos de laboratorio debe estar conformado por la falla de siete cilindros como mínimo, se fallaran dos cilindros en tres etapas, a los siete, a los catorce y a los veintiocho días de edad, esta última se considera como resistencia final. El cilindro sin fallar es para el respaldo de una comprobación posterior de ser necesaria.

La interventoría debe evaluar la aprobación de proyecciones de resistencia a la compresión a partir de la información de la evaluación de las dos primeras edades (7 y 14 días),

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

La interventoría debe supervisar el control de los registros de la calidad del concreto, por medio de la bitácora, en donde se caracterice los concretos evaluados y las zonas donde se llevó a cabo la toma de muestra, así como fecha y longitud de asentamiento.

Dependiendo del alcance y dimensiones del muro de contención a desarrollar, la interventoría deberá exigir la cantidad de ensayos a realizar, considerando que cada evaluación de resistencia consta de la selección de 7 testigos (cilindros de concreto) de tal manera que se realice un informe de evaluación a la compresión por cada 10 metros cúbicos de concreto vaciado. Cuando el volumen de concreto a vaciar del elemento del muro de contención como la base o el cuerpo sea menor a esta cantidad, se debe realizar un informe por cada elemento estructural. (Empresas Públicas de Medellín. EPM, 2016)

Para realizar un análisis de las resistencias obtenidas en laboratorio, la interventoría debe supervisar que los especímenes sean identificados de acuerdo al tipo de concreto y al tipo de mezcladora, de tal manera que los resultados se mantengan identificados también, para tener claridad en cada una de las resistencias por elemento separadas. Los resultados de la evaluación de la resistencia a la compresión deben mantenerse identificados y separados. La interventoría no debe permitir el promedio de resistencias de muestras que tengan identificación diferente, es decir no provengan de la misma mezcladora o que sean de diferente tipo de concreto.

La interventoría debe verificar que el resultado promedio de la evaluación de la resistencia de los especímenes sea igual o mayor a la resistencia de diseño, además el 90% de las evaluaciones de resistencia deben ser mayor a la resistencia de diseño

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Cuando en los resultados de las evaluaciones de la resistencia del concreto no cumplan los requerimientos de diseño, la interventoría exigirá el concepto del ingeniero calculista, dependiendo de su análisis, la interventoría podrá exigir el reemplazo de todos los concretos que no cumplan con las especificaciones de calidad, los gastos extraordinarios por corrección deben ser asumidos por el contratista de obra.

Para la supervisión del desarrollo de las pruebas y ensayos del concreto, la interventoría se podrá apoyar en el Formato **F-EIOC-FOR10 - *Formato de Ensayos de cilindros de concreto***

Donde se puede llevar el registro de los laboratorios realizados de resistencia y asentamiento.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

GESTIÓN DE INTERVENTORIA							ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORIA DE OBRAS CIVILES		
FORMATO DE ENSAYO DE CILINDROS DE CONCRETO									
Versión: 1			Fecha Versión: 12/05/2020			Codigo: F-EIOC FOR10-2020		Página 1 de 1	
CONTRATISTA/PROYECTO: _____									
Fecha: _____			Consecutivo: _____						
Horas laboradas: _____			Acumulado anterior: _____						
Avance hoy: _____			Avance acumulado: _____						
Novedades: _____									
TEM	# CILINDRO	ABSCISA O REFERENCIA DE PLANO	ESTRUCTURA	FECHA TOMA	FECHA RUPTURA	ASENTAMIENTO (SLUMP)	RESISTENCIA (PSI)		No. REPORTE DE LABORATORIO
							ESPECIFICA	OBTENIDA	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
OBSERVACIONES _____									
ELABORÓ			REVISÓ			Vo Bo APROBACIÓN			
NOMBRE _____			NOMBRE _____			NOMBRE _____			
CARGO _____			CARGO _____			CARGO _____			
FIRMA _____			FIRMA _____			FIRMA _____			

F-EIOC-FOR10 - Formato de Ensayos de cilindros de concreto

Fuente: Autores, 2021.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Vaciado de concreto ciclópeo en cuerpo del muro.

Luego de establecer la cimentación o base del muro de contención en concreto ciclópeo, se vuelve a realizar la instalación y verificación de formaletas esta vez en el cuerpo del muro, de acuerdo a la geometría y verificando cada uno de los aspectos mencionados anteriormente, sin embargo los más relevantes son:

En el momento de colocar el concreto, la superficie de la formaleta debe estar libre de incrustaciones de mortero, óxidos o de cualquier otro material, y no debe tener perforaciones, imperfecciones, deformaciones o uniones defectuosas, que permitan filtraciones de la lechada a través de ellas o irregularidades en las caras del concreto.

Se debe cubrir la superficie de la formaleta que vaya a estar en contacto con el concreto con una capa de desmoldante, aceite mineral, aceite de higuera o parafina, para evitar la adherencia entre el concreto y la formaleta, teniendo especial cuidado en no ensuciar las juntas de construcción.

La interventoría no debe permitir en ninguna circunstancia el uso de aceite quemado para lubricación de las formaletas.

La interventoría se podrá apoyar en el formato **F-EIOC-FOR08 formato de chequeo de formaletas y acero**. En donde se verifica alineación, plomo, niveles, estado y limpieza, dimensión, material, apuntalamientos, separadores y desmoldante de formaletas.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo



Ilustración 13. Encofrado del cuerpo de un muro ciclópeo
Fuente: <https://www.pinterest.com.mx/pin/332070172498152849/>

Luego de la verificación de cada uno de los aspectos de la formaletería para el cuerpo del muro de concreto ciclópeo, se procede a realizar el vaciado de concreto ciclópeo en el cuerpo del muro, como se describió anteriormente en el [vaciado del concreto ciclópeo](#) en la base del muro donde lo más relevante es tomar en cuenta

La mezcla debe tener una resistencia mínima a la compresión $f'c=21$ MPa y 30% de piedra o una resistencia $f'c=17,5$ MPa y 40% en piedra. Las piedras se deben distribuir uniformemente en forma estratificada.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Entre las capas de piedra debe colocarse concreto simple, con un espesor mínimo de 30 cm, con el fin de que sirva de sustentación a la capa de piedra subsiguiente. Para evitar el daño de las formaletas, deben colocarse cuidadosamente las piedras, dejando contra éstas un recubrimiento mínimo de 7,5 cm. Además, las piedras deben lavarse antes de colocarlas para remover cualquier material extraño adherido a su superficie; de lo contrario, pueden ser rechazadas por la interventoría. Como norma general, las piedras deben humedecerse previamente hasta la saturación, con una hora de anticipación como mínimo, para evitar que absorban la humedad de la mezcla de concreto, lo cual afectaría el fraguado normal y por consiguiente su resistencia final.



Ilustración 14. Vaciado de concreto del cuerpo de un muro ciclópeo

Fuente: <http://www.covial.gob.gt/construccion-de-muro-en-ruta-a-palencia-brindara-mayor-seguridad-en-la-carretera/>

Para la verificación de la colocación del concreto ciclópeo en el cuerpo del muro, la interventoría se podrá apoyar en el formato **F-EIOC-FOR09 - Formato de chequeo de colocación del concreto**

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Luego de la supervisión de la instalación del concreto, la interventoría debe verificar que el desencofrado se realice sin movimientos bruscos, choques o destrucción de las esquinas o superficie del concreto. Se debe efectuar cuando el concreto haya alcanzado la resistencia suficiente para soportar con seguridad su propia carga, más cualquier otra sobrepuesta que pudiera colocársele, previo a la evaluación de la magnitud de éstas

La formaleta inferior y el apuntalamiento para elementos horizontales se debe retirar partiendo del centro del elemento hacia los extremos, de tal forma que se pueda observar el comportamiento de la estructura y en caso algún comportamiento anormal poder re-apuntalar de inmediato.



Ilustración 15. Desencofrado del cuerpo de un muro ciclópeo

Fuente: <http://www.covial.gob.gt/construccion-de-muro-en-ruta-a-palencia-brindara-mayor-seguridad-en-la-carretera/>

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Drenaje

La interventoría debe exigir al contratista en el desarrollo de cualquier tipo de muro de contención un sistema de filtración o drenaje adecuado que tenga la capacidad de recolectar y conducir el flujo del agua a través de la estructura de contención.

La interventoría debe verificar que los drenes se realicen de acuerdo a las especificaciones de los planos estructurales donde se indique separación, distribución, diámetros, además de estar cubiertos por material de filtrado como geotextiles, para evitar el paso de los granos del material de relleno. Los drenes deben ser cubiertos en su totalidad por el material de filtración hasta completar el último traslapo y el sello impermeable.

La interventoría debe solicitar los certificados de calidad de los geotextiles, en los cuales se debe verificar el cumplimiento de los requisitos mecánicos, físicos e hidráulicos. La interventoría podrá exigir ensayos adicionales sobre los geotextiles con el fin de validar las propiedades del material en caso de ser necesario. La interventoría debe solicitar los certificados de calidad de los geotextiles, en los cuales se debe verificar el cumplimiento de los requisitos mecánicos, físicos e hidráulicos. La interventoría podrá exigir ensayos adicionales sobre los geotextiles con el fin de validar las propiedades del material en caso de ser necesario

Para la correcta supervisión de la instalación de drenajes, la interventoría, podrá apoyarse en el formato **F-EIOC-FOR11 - Formato de chequeo de instalación de tubería (Drenaje-filtros)**

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

GESTIÓN INTERVENTORIA			ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES
FORMATO DE CHEQUEO INSTALACION DE TUBERIA (DRENAJES)			
Versión: 1	Fecha Versión: 13/05/2020	Cod: F-IEOC-FOR011-2020	Página 1 de 1
OBRA:			
FECHA:			
ACTIVIDAD :			
LOCALIZACION:			
ACTIVIDADES TOPOGRAFICAS			
INSTALACION DRENAJE			
Localizacion y alineacion		Espesor de arena	
CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
DESCRIPCION NIVELES			
ABSCISA LONGITUDINAL	COTA FONDO DE EXCAVACION	COTA CLAVE	DIFERENCIA
SE ACEPTA		SE RECHAZA	
OBSERVACIONES:			
FECHA Y HORA DE ENTREGA		FECHA Y HORA DE RECIBO	
NOMBRE Y FIRMA RESIDENTE CONTRATISTA		NOMBRE Y FIRMA DE RESIDENTE DE INTERVENTORIA	

F-IEOC-FOR11 - Formato de chequeo de instalación de tubería (Drenaje-filtros)

Fuente: Autores, 2021.



Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Compactación del relleno.

Se debe evitar el empleo de suelos arcillosos o limosos en el relleno del muro de contención, en caso de que sea requerido su uso, deben consultarse al ingeniero diseñador o al geotécnista para su aprobación en conjunto con la interventoría.



Ilustración 16. Compactación del relleno de muro ciclópeo
Fuente: <https://www.pinterest.com.mx/pin/332070172498153030/>

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Para el relleno en muros de contención la interventoría solicitará al contratista que use suelos granulares, de acuerdo al diseño geotécnico. Por otro lado la interventoría no debe permitir el uso de suelos arcillosos o limosos como material de relleno del muro de contención. Si se presentan condiciones desfavorables para la selección del material de relleno y no se puede obtener un material granular, la interventoría puede aprobar un material seleccionado de calidad menor, con previa autorización del diseñador estructural y geotécnico.

La interventoría debe supervisar que el proceso de compactación se realice de acuerdo a los métodos sugeridos por el ingeniero geotécnico, por medio de capas y con la humedad necesaria para alcanzar la compactación óptima. La interventoría verificará que la compactación se realice de tal manera que no se afecte la estabilidad del muro, generando un incremento sustancial del empuje lateral sobre el muro.

De acuerdo a lo anterior, para correcta compactación del terreno la interventoría podrá supervisar cada detalle, mediante el formato **F-EIOC-FOR12** *Formato de chequeo de rellenos*

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo



Ilustración 17. Esquema de muro de concreto ciclópeo culminado

Fuente: http://www.colombia.generadordeprecios.info/obra_nueva/Urbanizacion_interior_del_terreno/Contenciones/Muros_de_contencion/Muro_de_contencion_de_concreto_ciclopeo.html

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Además de los formatos mencionados anteriormente, otros formatos que apoyan la supervisión técnica realizada por la interventoría, en el transcurso de la construcción de muros de contención de concreto ciclópeo son:

F-EIOC-FOR06 - *Formato del Informe Ejecutivo semanal*

F-EIOC-FOR13 - *Formato de chequeo de demolición*

F-EIOC-FOR14 - *Formato de retiro de escombros*

F-EIOC-FOR15 - *Formato de control de cambios etapa de construcción*

F-EIOC-FOR16 - *Formato de plan de inspección y control de actividades*

F-EIOC-FOR17 - *Formato de verificación de entregables muros de contención*

F-EIOC-FOR18 - *Formato del Informe de visitas de proyecto*

F-EIOC-FOR19 - *Formato de control de estructuras en concreto reforzado, acero y gaviones*

F-EIOC-FOR20 - *Formato de verificación de documentos de personal*

F-EIOC-FOR21 - *Formato del listado de asistencia de contratistas*

F-EIOC-FOR22 - *Formato de chequeo de precipitaciones*

Todos los formatos de acompañamiento de la interventoría, se encuentran al final de la guía.

[Formatos de apoyo para la interventoría técnica de muros](#)

1.2 Muros de gravedad (Gaviones)

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

En la Tabla 1, se presenta todas las especificaciones indicadas en la norma colombiana de diseño de puentes (LFRD-CCP-14). Sin embargo, para la aprobación por parte de la interventoría de los diseños de los muros de gravedad, se debe revisar cada uno de los siguientes aspectos.

Es importante considerar que la estabilidad de los muros de gravedad, dependen totalmente del peso propio y de la capacidad portante del suelo en donde se apoyan, en la práctica son viables para elevaciones menores, en un rango de 3 a 5 metros. Las dimensiones para la construcción de este tipo de muros debe ser tal, que el empuje de tierras sea resistido por el propio peso.

El proceso de diseño de un muro de gravedad es de comprobación, por lo tanto se requiere asumir las dimensiones, definir la estabilidad y los requisitos de la estructura de las diferentes sollicitaciones a las cuales será sometida.

Por lo tanto, desde la interventoría técnica el equipo diseñador designado deberá verificar los siguientes procedimientos, teniendo como precedente que el diseño de este tipo muros se realiza por unidad de longitud.

1.2.1 Diseño de muros de gravedad (Gaviones)

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Los muros en gaviones funcionan como muros de gravedad, su funcionamiento es principalmente es el de resistir los empujes laterales del terreno, en específico el empuje activo, debido a que por sus propiedades de flexibilidad, se espera que se deforme y se una produzca reducción de la resistencia cortante para alcanzar la condición activa. Debido a su conformación de mallas de alambres de acero de triple torsión y piedras de condiciones estables los muros en gaviones son muros con vacíos y por ende una estructura drenante, por tal razón en su diseño no se considerará los empujes a causa del agua.

La interventoría debe verificar las condiciones de los gaviones en el sitio de obra, para garantizar la ausencia de material que genere acumulación de agua tras el muro. Un gavión es un muro de contención de tipología de gravedad, por lo tanto la metodología de diseño es similar a la señalada en el [literal 1.1.2 Diseño de muros de gravedad](#)

El procedimiento de diseño es como un muro de gravedad, con las mismas características, inicialmente se hace una predimensión del muro, luego se determinan las presiones activas y pasivas, luego se calcula los momentos resistentes y los momentos actuantes, para determinar los factores de seguridad y comprobación de presiones. Sin embargo para una comprensión más profunda, a continuación se presenta una sinopsis de lo que es el diseño del muro en gaviones.

Selección preliminar del esquema del muro

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Al igual que en el diseño de muros de concreto ciclópeo en los muros de gravedad, inicialmente se asume una geometría base del muro. Por otro lado se debe saber la altura total que deberá tener el muro y el espacio disponible para la base. Se recomienda establecer un ángulo de rotación del muro, para disminuir el empuje activo del suelo a contener, generalmente este ángulo se define en un 6° sin embargo esta variación podrá estar oscilando entre 0° y 20° .

Verificaciones del muro.

Cuando se defina la geometría inicial del muro, se debe verificar la estabilidad contra los diferentes tipos de falla. En el caso de los muros de gaviones, los tipos principales de falla que pueden presentarse son los mostrados en la ***Ilustración 18***.

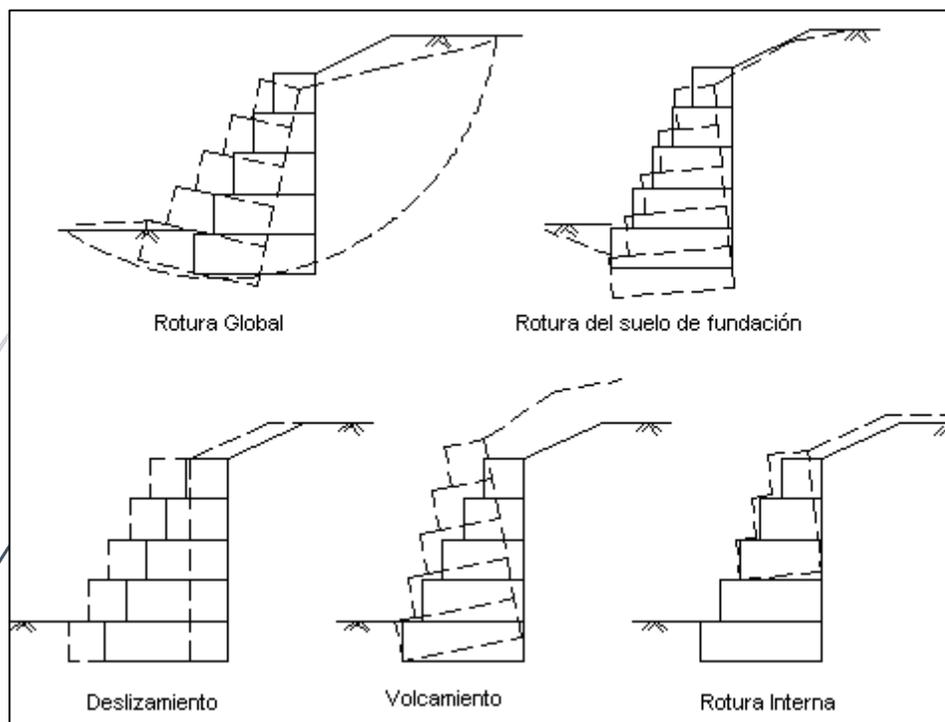


Ilustración 18. Tipos de falla de muros de gaviones.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Fuente: Maccaferri, 2003, Obtenido de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6034/construcci%C3%B3n-muro-gaviones.pdf?sequence=1>

La interventoría debe tener en cuenta si se proyecta realizar construcción de una estructura como un pavimento, se debe tener en cuenta los asentamientos generados en el muro de gaviones, para definir de qué forma puede afectar el correcto funcionamiento del pavimento o estructura que contenga el muro.

Seguridad contra el deslizamiento

$$F_s \text{ deslizamiento} = \frac{\sum Fr}{\sum Fd}$$

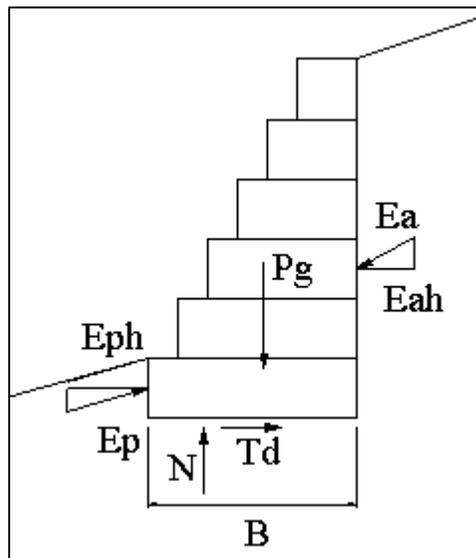


Ilustración 19. Verificación de estabilidad contra el deslizamiento.

Fuente: Maccaferri, 2003. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6034/construcci%C3%B3n-muro-gaviones.pdf?sequence=1>

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

$$\Sigma F_R = fN + cB + P_p \cos \delta$$

Donde:

fN = Componente de fricción.

cB = Componente de cohesión.

$P_p \cos \delta$ = Componente horizontal de la resistencia pasiva.

La fuerza normal se calcula de la siguiente manera:

$$N = W_m + W_t + p_a \sin \delta + p_o l$$

Donde:

W_m = Peso del muro.

W_t = Peso del terreno.

$P \sin \delta$ = Componente vertical de la presión activa.

P_o = Valor de la carga

l = Ancho de la carga

Para determinar el peso del muro es necesario definir el peso específico de los gaviones, el cual puede ser calculado con la siguiente ecuación, donde n es la porosidad de los gaviones, que puede variar entre 0.3 y 0.4, y Y_b es el peso específico del material de relleno de los gaviones.

$$\gamma_g = (1 - n)\gamma_b$$

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

El coeficiente de fricción f entre el suelo y los gaviones

$$f = \tan(2\phi/3)$$

Cuando existe una subbase de concreto de cimentación el coeficiente puede usarse

$$f = 0.642.$$

La fuerza que produce deslizamiento es:

$$\Sigma F_d = P_a \cos \delta$$

El factor de seguridad ante el deslizamiento debe ser acorde a la ***Ilustración 5***. Factores de seguridad indirectos mínimos. Asociación Colombiana De Ingeniería Sísmica (AIS). (2010). *Reglamento colombiano de Construcción sismo resistente (NSR-10)* obtenido de <http://www.minambvivydesa.gov.co/>

Seguridad contra el vuelco

Para realizar la verificación de la estabilidad contra el vuelco, Se realiza una sumatoria de momentos para verificar.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

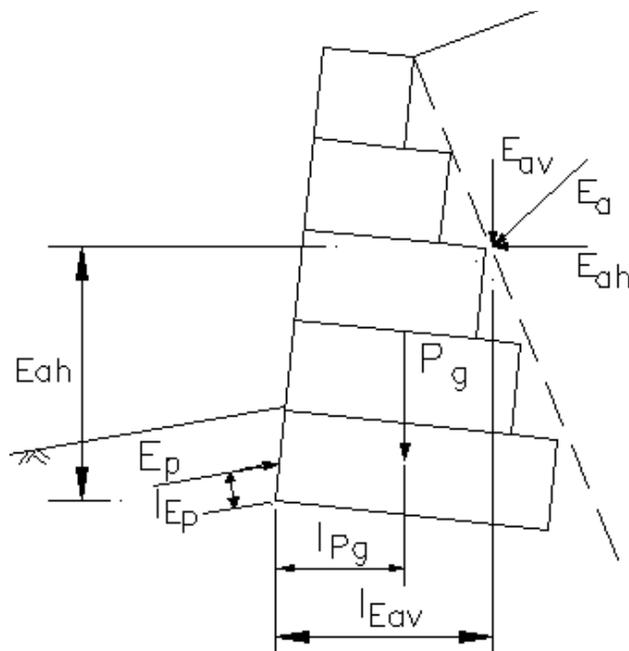


Ilustración 20. Verificación de estabilidad contra el vuelco.

Fuente: Maccaferri, 2003. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6034/construcci%C3%B3n-muro-gaviones.pdf?sequence=1>

$$F_s \text{ volcamiento} = \frac{\sum M_r}{\sum M_o}$$

El factor de seguridad por volcamiento relaciona los momentos de giro a favor de la falla (o momentos volcantes) y los momentos que se oponen a ella (o momentos resistentes).

Los momentos de determinan desde es el punto de rotación en el volcamiento son determinados en relación con el extremo inferior izquierdo (talón) de la base del muro.

El momento desestabilizador está dado por:

$$M_o = P_a I_a$$

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Donde:

I_a = Distancia perpendicular del empuje activo respecto al punto de rotación del muro.

Y el momento resistente está dado por:

$$M_R = W I_w + P_p I_p$$

Donde:

I_w = Distancia perpendicular del peso propio del muro respecto a su punto de rotación.

I_p = Brazo Distancia perpendicular del empuje pasivo respecto al punto de rotación.

El valor del factor de seguridad contra el vuelco debe ser mayor a 1.5 si el relleno es granular, y a 2.0 si el relleno es cohesivo.

La última comprobación que debe realizar la interventoría en el diseño de gaviones es verificar la excentricidad y esfuerzos del terreno de acuerdo, de acuerdo a las dos últimas consideraciones del [literal 1.1.2 diseños de muros de gravedad](#).

Estabilidad global

Además de los tipos de falla citados anteriormente, todavía puede ocurrir la falla del terreno a lo largo de una superficie que no toca la estructura de contención. Este tipo de deslizamiento es

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

similar al que ocurre en taludes, por lo tanto, los métodos utilizados en el análisis de estabilidad de taludes aplican también en este caso.

Estabilidad interna

La posibilidad de la rotura interna del muro de gaviones también debe ser verificada. Este podría sufrir esfuerzos internos excesivos provocados por las cargas de empuje y las sobrecargas aplicadas. En el caso específico de los gaviones, se debe garantizar la seguridad contra el deslizamiento de las camadas superiores sobre las inferiores.

1.2.2 Construcción de muros de gravedad (Gaviones)

Tabla 3

Proceso de seguimiento y control de muros de gaviones

PROCEDIMIENTO – ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FORMATO DE VERIFICACIÓN
(Cimentaciones)		

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

PROCEDIMIENTO – ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FORMATO DE VERIFICACIÓN
Revisión de estudio geotécnico, elaborado por el ingeniero geotécnista, teniendo en cuenta el Título H de la NSR 10.	Contratista, Interventor Supervisor	y/o Formato de verificación, inicio, diseños, pre construcción
Revisión de estudio topográfico, verificación de ubicación de ejes y niveles.	Contratista, Interventor Supervisor	y/o Formato inspección Formato calibración de equipos, nivel de precisión, Formato de posicionamiento Formato ejecutivo semanal
Revisión e interpretación de planos estructurales (Sección Base-cimentación de muro). Teniendo en cuenta la sección A.1.5.2.1 Planos estructurales y la Sección I.4.3. Procedimientos de control, descritos en la NSR-10.	Contratista, Interventor Supervisor	y/o Formato de verificación, inicio, diseños, pre construcción
Verificar ubicación y trazado de la base o cimentación del muro, teniendo en cuenta lo plasmado en planos estructurales.	Contratista, Interventor Supervisor	y/o Formato de verificación, inicio, diseños, pre construcción Formato ejecutivo semanal
Supervisar la elaboración de mejoramiento de suelo, si lo estipula el diseño estructural recomendado por el estudio geotécnico, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.10 en el literal de terreno de cimentación, del presente documento	Contratista, Interventor Supervisor	y/o Formato de chequeo de excavaciones Formato ejecutivo semanal
Verificar la instalación del aislamiento suelo-estructura de concreto. (Solado) concreto $F'c = 17$ Mpa, de acuerdo al literal 4.1.2.2. Concreto	Contratista, Interventor Supervisor	y/o Formato de chequeo de rellenos Formato ejecutivo semanal
Cuerpo del muro		
Verificar la instalación cajas o colchones de alambre, Relleno con piedras especificadas, y Amarre de cestas con alambre calificado de acuerdo al literal 4.1.2.3.11 Gaviones.	Contratista, Interventor Supervisor	y/o Formato de instalación de gavión Formato ejecutivo semanal
Supervisar y Verificar instalación de filtros, según corresponda embebidos, granulométricos, tubos perforados, teniendo en cuenta lo descrito el literal 4.1.2.11 drenajes	Contratista, Interventor Supervisor	y/o Formato de drenaje y tubería Formato ejecutivo semanal
Verificar y supervisar la elaboración de mejoramiento de suelo o relleno, que dé a lugar según recomendación del estudio geotécnico, de acuerdo al literal 4.1.2.9 Compactación del relleno	Contratista, Interventor Supervisor	y/o Formato de chequeo de rellenos Formato ejecutivo semanal Formato retiro de escombros

Fuente: Autores, 2021.

Localización y replanteo

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

El comienzo de la construcción de muros en gaviones es similar al del muro de concreto ciclópeo, por lo tanto la interventoría debe supervisar la definición de las condiciones topográficas, de ubicación, niveles y replanteo.

como se mencionó anteriormente la interventoría hace revisión del levantamiento topográfico y del estudio de suelos realizado por el contratista y luego procede a realizar su propio estudio de topografía para corroborar niveles y ubicación, en primera medida se debe verificar el estado de calibración de los equipos topográficos, lo cual se puede hacer por medio del formato **F-EIOC-FOR03**, luego verificar el nivel de precisión a través del formato **F-EIOC-FOR04**, y por ultimo verificar el posicionamiento y geo-referencia de los puntos auxiliares del proyecto **F-EIOC-FOR05**.

Formato de Estado de calibración de Equipos	F-EIOC-FOR03
Formato Verificación de nivel de precisión	F-EIOC-FOR04
Formato de Verificación de posicionamiento y de georeferenciación de puntos auxiliares	F-EIOC-FOR05

[Formatos de apoyo para la interventoría técnica de muros](#)

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo



Ilustración 21. Replanteo de base de muro de gaviones. Piñar, R. (2008) obtenido de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6034/construcci%C3%B3n-muro-gaviones.pdf?sequence=1>

Los muros de gravedad se deben construir con concreto simple o concreto ciclópeo, Cada uno de los aspectos de diseño como: espesores, resistencia a la compresión, y las especificaciones del concreto del muro, deben ser las indicadas en los planos estructurales. Considerando los procedimientos de control descritos en el literal **A.1.5.2.1 Planos estructurales** y en el literal **I.4.3.Procedimientos de Control**, descritos en la NSR-10.

La interventoría debe verificar que el contratista lleve un control de los planos, considerando los aspectos descritos en el Título I, de la Norma de construcción colombiana NSR-10. La interventoría debe revisar que los planos estructurales se especifique el tipo de malla, altura

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

separación, tipo de alambre y todas las indicaciones necesarias para poder realizar la construcción de los gaviones de forma correcta.

Excavación

Las excavaciones en muros de contención deben obedecer a los criterios establecidos según la normatividad colombiana. Para los procesos constructivos de muros en gaviones se deberá prever los cuidados necesarios para no inducir sobreesfuerzos que conlleven deformaciones sobre estas y que posteriormente puedan reducir la capacidad de soporte para la cual fueron diseñadas, bajo la condición de carga final de trabajo.

Los diseños deben contener una sucesión de cada detalle de ejecución de actividades con el fin de garantizar que el suelo de cimentación y el relleno no sufran variaciones importantes en su rigidez y resistencia. Se debe hacer énfasis en la densidad del material de relleno, debido a que puede degradar la estructura de contención. Para conocer más sobre los controles que debe realizar la interventoría sobre el proceso constructivo de excavaciones en los muros de gaviones se puede verificar el [literal excavación](#).

En la excavación la interventoría deberá realizar chequeos de alineación, nivelación y geometría y se puede apoyar por medio del formato **F-EIOC-FOR07 Formato de chequeo de excavaciones**.

[Formato de chequeo de excavaciones](#)

[F-EIOC-FOR07](#)

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo



Ilustración 22. Excavación de terreno con retroexcavadora. Piñar, R. (2008) obtenido de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6034/construcci%C3%B3n-muro-gaviones.pdf?sequence=1>

Luego de la verificación de cada uno de los procesos de construcción en la excavación para la base del gavión, se procede a desarrollar el mejoramiento del suelo, que soportará la primera capa del gavión.



Ilustración 23. Mejoramiento de la base de los gaviones

Fuente: <http://www.santabarbara-santander.gov.co/galeria/construccion-muro-de-contencion-en-gaviones-vereda-chingara>

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Armado de gaviones

La interventoría debe supervisar que las mallas de gavión sean extendidas y armadas en el sitio de la obra. El tipo de malla utilizada, alambres, tensores, y propiedades de las rocas de llenado, debe ser de acuerdo a lo definido en los planos estructurales, se debe verificar todo lo descrito en el [capítulo 4.1.2.3.5](#) del documento base del proyecto, donde se describen los tipos y dimensiones de gaviones, así como características técnicas y propiedades de los materiales usados en este tipo de muros.



Ilustración 24. Armado de gaviones

Fuente: <https://www.jardineriaon.com/que-son-los-muros-de-gaviones-y-como-se-utilizan.html>

Las mallas de los gaviones pueden ser de abertura hexagonal (tejidos) o de abertura ortogonal (electrosoldados). Todas las caras del gavión deben ser reforzadas con alambres de las mismas características del gavión. Luego de iniciar el armado de la base, el paso siguiente consiste en armar y amarrar cada unidad de gaviones entre sí, cuidando de igualar las paredes, costados y

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

tapas. La interventoría debe verificar que los amarres se realicen con el alambre especificado en el plano estructural.



Ilustración 25. Armado de una unidad de gavión

Fuente <https://www.jardineriaon.com/que-son-los-muros-de-gaviones-y-como-se-utilizan.html>

Para que se realice un amarre correcto, el procedimiento inicial es hacer una doble vuelta al alambre, después atirantarlo y por último terminar la costura con varios giros de la tenaza.



Ilustración 26. Cocido correcto del gavión. Piñar, R. (2008) obtenido de:

<https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6034/construcci%C3%B3n-muro-gaviones.pdf?sequence=1>

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Una vez armado la unidad del gavión, la interventoría supervisará la colocación de los tirantes o tensores (principalmente, en la cara del gavión que queda visible), los mismos se deben amarrar a las paredes laterales o del fondo. La función de estos tirantes es evitar la deformación del gavión durante el llenado. La interventoría debe verificar que los alambres tensores se instalen como se muestra en la Ilustración 27.



Ilustración 27. Instalación de tensores de gaviones. Piñar, R. (2008) obtenido de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6034/construcci%C3%B3n-muro-gaviones.pdf?sequence=1>

De acuerdo a Piñar, (2008) se debe usar por lo menos 6 alambres tensores por metro cuadrado de gavión, estos deben estar distribuidos en filas de 2 tensores colocados cada 30 centímetros. La interventoría se podrá apoyar en el formato **F-EIOC-FOR19 formato de control de gaviones** y en el **F-EIOC-FOR20 formato de control y liberación de estructuras y de gaviones** En donde se verifica cada uno de los aspectos a evaluar en los gaviones, como mallas, alambres, cocidos, tensores, rocas de llenado, geometría entre otros.

[Formato de control de gaviones](#)

[Formato de control y liberación de estructuras en concreto reforzado, acero y gaviones](#)

[F-EIOC-FOR19](#)

[F-EIOC-FOR20](#)

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Antes del llenado, la interventoría debe verificar la colocación de la formaleta en la cara externa del muro. Con ánimo de generar una superficie sólida y plana, sin ondulaciones ni abolladuras que le den un mal aspecto al muro una vez construido.

La interventoría debe verificar que las formaletas que sean utilizadas cumplan con la función de generar una estructura del gavión compacta, generalmente se utilizan formaletas de madera, por su fácil accesibilidad en diferentes lugares, sin embargo las formaletas metálicas brindan una mayor estabilidad.



Ilustración 28. Formaletas para gaviones.

Fuente: <https://www.vanguardia.com/area-metropolitana/giron/con-muros-protegeran-cuatro-zonas-de-giron-para-mitigar-el-riesgo-MDVL429027>

Para los muros en gaviones, La interventoría supervisara que las formaletas se mantengan de acuerdo a la geometría, alineación y verticalidad durante todo el tiempo de llenado, hasta obtener un gavión compacto, tensado y sin irregularidades. Para más aspectos a considerar con respecto al encofrado y a las formaletas en la construcción de muros de gravedad, se puede revisar el [literal encofrado](#).

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

La interventoría se podrá apoyar en el formato **F-EIOC-FOR08** formato de chequeo de **formaletas y acero**. En donde se verifica alineación, plomo, niveles, estado y limpieza, dimensión, material, apuntalamientos, separadores y desmoldante de formaletas.

[Formato de chequeo de formaletas y acero](#)

[F-EIOC-FOR08](#)

La interventoría debe exigir la instalación de un geotextil que abarque toda la superficie de contacto entre el suelo y los gaviones, para separar la estructura con la masa de suelo, la separación también funciona para filtrar el agua del terreno hacia el muro y que no ingresen sedimentos en el cuerpo del gavión, ya que puede obstruir el cuerpo del mismo. Como se mencionó anteriormente, en el proceso de diseño de muros en gaviones, estas estructuras no están diseñadas para soportar presiones hidrostáticas, por ende el uso de geotextiles en los muros de gaviones debe ser considerado como una prioridad.



Ilustración 29. Geotextil para separar terreno de los gaviones.

Fuente: <http://www.santabarbara-santander.gov.co/galeria/construccion-muro-de-contencion-en-gaviones-vereda-chingara>

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

La interventoría debe verificar el tipo de geotextil y sus propiedades, si considera que las características no satisfacen las necesidades del terreno y de la estructura, podrá solicitar el reemplazo del tipo de geotextil.

Llenado de gaviones

Luego del armado de los gaviones, se procede a realizar el llenado de los gaviones, la interventoría debe ser muy exigente en la inspección de la colocación de las piedras, debido a que debe velar por dejar la menor cantidad de espacios o vacíos, con ánimo de que la estructura tenga la mayor densidad posible.

El llenado de los gaviones debe realizar combinando la distribución de las rocas, en donde las rocas de menor tamaño se acomoden en los espacios vacíos que se forman por las rocas de mayor dimensión.

De manera general, la interventoría debe verificar que las rocas de menor dimensión posean un tamaño mayor a la abertura de la malla de gavión, para evitar que se salgan por las aberturas de la malla, se debe verificar que las piedras tengan geometría adecuada y que su relación nunca sea mayor de 1:2 en cualquiera de sus dimensiones, además de ser rocas sanas, sin fracturas ni presencia ángulos.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo



Ilustración 30. Llenado de gaviones.

Fuente: <http://murosdecontencion2013.blogspot.com/2013/07/muros-de-contencion-gravedad.html>

La interventoría debe verificar que cuando se complete el llenado del gavión, se realice el cierre de la misma, es necesario comprobar que los gaviones estuvieran completamente llenos, para evitar el desarrollo de espacios vacíos por falta de material o mala distribución de las rocas.

Así mismo, la interventoría debe supervisar que los gaviones no se llenen demasiado, de tal manera que en la tapa del gavión se formen irregularidades o abolladuras, lo correcto es dejar la superficie lo más homogénea posible, que permita una superficie de apoyo para los gaviones superiores.

Por último Piñar, (2008) recomienda que se deben amarrar las mallas de la camada siguiente a las mallas debidamente cerradas de la camada inferior; ya que, si se dejaran sueltas se generaría un plano de falla y el muro no funcionaría como una unidad estructural.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Los amarres se deben realizar de la misma forma que en el armado de gaviones, en todas las caras del gavión superior.



Ilustración 31. Amarre de las camadas superiores del gavión. Fuente: Piñar, R. (2008) obtenido de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6034/construcci%C3%B3n-muro-gaviones.pdf?sequence=1>

La interventoría debe realizar un seguimiento exhaustivo a la construcción de muros de gaviones, con ánimo de que la apariencia final sea un muro uniforme y compacto, que no posea deformaciones en la fachada del muro, gracias al correcto uso de los tensores y las varillas.

Un buen muro de gaviones, debe poseer unidades homogéneas tanto superiores como adyacentes, debe existir una cuadrícula perfecta formada por las aristas de los gaviones.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo



Ilustración 32. Gaviones uniformes y bien conformados.

Fuente: <http://www.coninesa.com/servicio.html>

Compactación del relleno.

La actividad del relleno en los muros en gaviones, constituye el paso final de la construcción, el relleno se debe realizar de acuerdo a lo indicado en el [literal compactación del relleno](#).

Además, en los muros en gaviones se debe realizar un relleno por etapas, siguiendo la secuencia de la instalación de los gaviones, es decir a medida que se llena una capa de gavión, se debe colocar y compactar el relleno en el espacio libre que quedaba entre el muro y la excavación, así sucesivamente hasta alcanzar el nivel de la calle.

El equipo utilizado para la compactación debe tener la capacidad de obtener la densidad óptima del material de relleno, se debe compactar en capas de 10 a 20 centímetros, agregándole agua esporádicamente.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo



Ilustración 33. Gaviones con relleno compactado
Fuente: <http://www.coninesa.com/servicio.html>

La compactación del material del relleno del muro de contención debe hacerse con precaución, utilizando medios ligeros, ya que una compactación intensa del suelo puede provocar un incremento sustancial del empuje lateral sobre el muro, dichos métodos de compactación deben ser aprobados por el ingeniero geotécnista y por la interventoría.

La interventoría deberá inspeccionar en el relleno, el tipo de material, la densidad óptima, el porcentaje de compactación, la humedad, la altura de la capa y el volumen de relleno además se deberá chequear la maquinaria usada verificando el tipo y la frecuencia, además del rendimiento de las mismas, también se debe realizar prueba de densidades, para verificar el cumplimiento de las especificaciones geotécnicas del material y por ultimo verificar las actividades topográficas del relleno.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

De acuerdo a lo anterior, para correcta compactación del terreno la interventoría podrá supervisar cada detalle, mediante el formato **F-EIOC-FOR12** *Formato de chequeo de rellenos*

[Formato de chequeo de rellenos](#)

[F-EIOC-FOR12](#)

Además de los formatos mencionados anteriormente, otros formatos que pueden apoyar al interventor en la construcción de muro de gaviones son:

F-EIOC-FOR06 - *Formato del Informe Ejecutivo semanal*

F-EIOC-FOR13 - *Formato de chequeo de demolición*

F-EIOC-FOR14 - *Formato de retiro de escombros*

F-EIOC-FOR15 - *Formato de control de cambios etapa de construcción*

F-EIOC-FOR16 - *Formato de plan de inspección y control de actividades*

F-EIOC-FOR17 - *Formato de verificación de entregables muros de contención*

F-EIOC-FOR18 - *Formato del Informe de visitas de proyecto*

F-EIOC-FOR19 - *Formato de control de gaviones*

F-EIOC-FOR20 - *Formato de control y liberación de concreto, acero y gaviones*

F-EIOC-FOR21 - *Formato de verificación de documentos de personal*

F-EIOC-FOR22 - *Formato del listado de asistencia de contratistas*

F-EIOC-FOR23 - *Formato de chequeo de precipitaciones*

Todos los formatos de apoyo, se encuentran al final de la guía

[Formatos de apoyo para la interventoría técnica de muros](#)

1.3 Muros en voladizo

1.3.1 Consideraciones de diseño de muros en voladizo

La interventoría técnica en la construcción de muros de contención, cumple una función natural o jurídica, para controlar, exigir y verificar la ejecución y el cumplimiento del objeto, las condiciones y los términos y las especificaciones del contrato, el convenio, las concertaciones celebradas por las funciones públicas dentro de los parámetros de costo, tiempo, calidad y legalidad, conforme a la normatividad colombiana vigente.

Inicialmente se deben considerar el cumplimiento de cada uno de los aspectos contractuales, que comienzan desde la aprobación del diseño del muro de concreto reforzado. La interventoría deberá verificar los requisitos mínimos de diseño, que en la normatividad colombiana se establecen en la norma sismo resistente colombiana NSR-10 y la Sección 11 de la norma colombiana de diseño de puentes (LFRD-CCP-14), que se pueden observar de manera detallada en la Tabla 4.

En la Tabla 4, se presenta todas las especificaciones indicadas en la norma colombiana de diseño de puentes (LFRD-CCP-14). Sin embargo, para la aprobación por parte de la interventoría de los diseños de los muros en voladizo, se deberá discurrir cada uno de los siguientes aspectos.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Tabla 4

Consideraciones a controlar en el diseño de muros en voladizo

Revisión	Responsable	Registro
Generales en muros		
Consideraciones de diseño: (estado límite de servicio, de resistencia y de evento extremo)		
Resistencia requerida: los muros de contención de gravedad y en voladizo, deben dimensionarse, de acuerdo a los métodos apropiados especificados a continuación, de manera que su resistencia cumpla con las combinaciones de carga y factores de carga. (Literal 11.5.5, Sección 11, LRFD-CCP 14)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Combinaciones de carga y factores de carga. (Literal 3.4.1 Sección 3 LRFD CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Aplicación típica de los factores de carga para determinar la capacidad de carga. (Literal C.11.5.6.1. Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Aplicación típica de los factores de carga para determinar la resistencia al deslizamiento y la excentricidad. (Literal C.11.5.6.2. Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Aplicación típica de la sobrecarga por carga viva. (Literal C.11.5.6.3. Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Aplicación típica de los factores de carga para la capacidad de carga y la resistencia al deslizamiento y para la excentricidad en el estado límite de evento extremo I. (Literal C.11.5.6.4. Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Factores de resistencia Estados límite de servicio y resistencia. Deben tomarse como 1.0, excepto por lo dispuesto para la estabilidad global. (Literal C.11.5.7 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Factores de resistencia. Estado límite de evento extremo. A menos que se especifique otra cosa, todos los factores de resistencia deben tomarse iguales a 1.0 cuando se investigue el estado límite de evento extremo. (Literal 11.5.8 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Específicas en muros en voladizo		
Consideración: La factibilidad de utilizar un muro en voladizo en una ubicación determinada se debe basar en las condiciones del suelo y la roca dentro de la profundidad embebida del elemento vertical que debe soportar el muro. (Literal 11.8.1 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Cargas/fuerzas: (Literal 11.6.1.2 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Refuerzo: Se debe diseñar como se especifica en (Literal 11.6.1.5 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Juntas de expansión y retención (Literal 11.6.1.6 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Movimiento y estabilidad en el estado límite de servicio. Deben aplicarse los requisitos de análisis de asentamientos general, asentamientos de zapatas en suelos no cohesivos, asentamientos de zapatas en suelos cohesivos, asentamientos de zapatas en rocas. También se debe evaluar la estabilidad global utilizando la combinación de carga "Servicio I" (Literal 11.6.2.2 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Revisión	Responsable	Registro
Movimiento. Se deben considerar los efectos de los movimientos del muro sobre construcciones vecinas en la selección de las presiones de diseño de tierras. (Literal 11.8.3.1 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Estabilidad global: Deben evaluarse utilizando métodos de análisis basados en el equilibrio límite. (Literal 11.6.2.3 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Seguridad contra las fallas del suelo en el estado límite de resistencia		
Capacidad Portante y estabilidad en el estado límite de resistencia. (Literal 11.6.3 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Estabilidad global: Se debe aplicar los requisitos del (Literal 11.6.2.3 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Seguridad contra las fallas estructurales		
Elementos verticales del muro: los elementos verticales del muro deben diseñarse para resistir todas las fuerzas debidas a la presión horizontal del suelo, las sobrecargas, la presión hidrostática y las fuerzas sísmica. (Literal 11.8.5.1 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Revestimiento: la máxima separación entre elementos de muros verticales discretos se debe determinar con base en la rigidez relativa de los elementos verticales y el revestimiento, el tipo y condición del suelo a soportar, y el tipo y condición del suelo en el cual están embebidos los elementos de muro verticales. (Literal 11.8.5.2 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Diseño sísmico para muros en voladizo (Literal 11.8.6 Sección 11, LRFD-CCP 14.)		
Consideración general: debe investigarse el efecto de carga sísmica usando el estado límite de evento extremo I con el factor de resistencia $\phi = 1.0$ y el factor de carga $\gamma_p = 1.0$, con la excepción de las estabilidad global del muro, en cuyo caso debe usarse un factor de resistencia de 0.9 (Literal 11.8.6.1 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Presión sísmica lateral activa. Las presiones laterales del suelo y las fuerzas inerciales para el diseño sísmico de muros en voladizo, debe distribuirse como se especifica en el artículo 11.6.5.2.2 (Literal 11.8.6.2 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Evaluar el Diagrama de fuerza sísmica para la evaluación de la estabilidad externa de un muro en voladizo. (Literal 11.8.6.2-1 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Presión sísmica lateral pasiva del suelo. Debe determinarse como se especifica en el artículo 11.6.5.5. (Literal 11.8.6.3 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Análisis de desplazamiento del muro para determinar las presiones del suelo (Literal 11.8.6.4 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Protección contra la corrosión. Se deben determinar en función de las condiciones medioambientales del terreno. (Literal 11.8.7 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo
Drenaje. Deben aplicarse los requisitos de 3.11.2 (Literal 11.8.6.8 Sección 11, LRFD-CCP 14.)	Contratista/ interventor	Memorias de cálculo

Fuente: Autores, 2021.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Además de las consideraciones plasmadas en la Tabla , definidas en el CCP-14, se debe mencionar que para el proceso de diseño de muros en voladizo, la estructura se asume como una viga en voladizo, empotrados en una zapata inferior. El diseño de los elementos del muro se realiza como una estructura en concreto reforzado y se recomienda su uso para alturas no mayores de 10 metros.

Desde la interventoría técnica el equipo diseñador designado deberá verificar cada uno de los siguientes requerimientos para el diseño de muros de concreto reforzado

1.3.2 Diseño de muros en voladizo (Concreto reforzado)

En un muro en voladizo el refuerzo vertical del muro funciona para contrarrestar el momento flexionante, y el refuerzo horizontal funciona para impedir grietas, que puedan afectar su funcionalidad y estética. El proceso para el diseño este tipo de muros, se menciona a continuación, cabe resaltar que los muros de este tipo se diseñan por un metro de longitud de muro, al igual que los muros de gravedad.

Pre-dimensionar el muro en voladizo

Como para cualquier otra estructura de contención, inicialmente se debe desarrollar un pre-diseño del mismo, en donde se deben tener en cuenta los elementos relativos a la funcionalidad final del muro y las dimensiones y condiciones en las que estará en operatividad

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

En el pre-diseño se consideran la anchura del muro; toda la altura del muro considerada como la suma de las dimensiones del espesor de la base y la altura de la pantalla, de acuerdo a las condiciones del talud que será estabilizado, por último se debe considerar el relleno y si hay alguna sobrecarga.

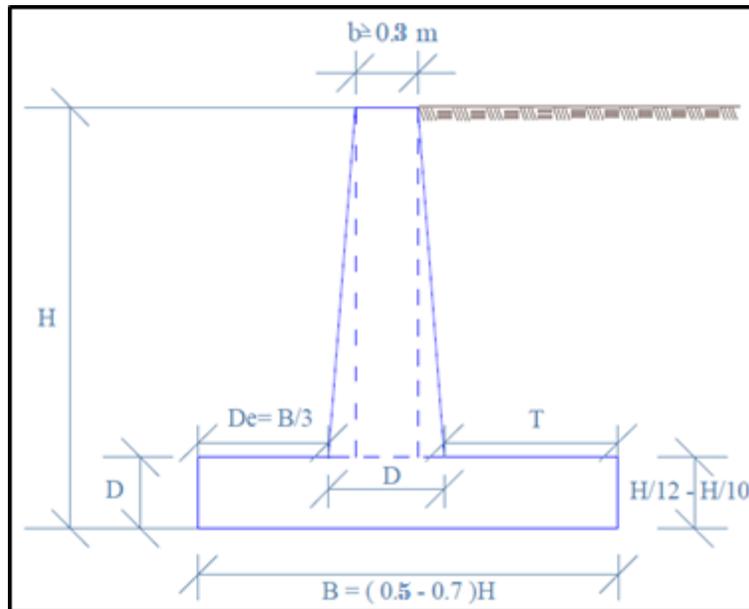


Ilustración 34. Dimensiones estándar de un muro en voladizo. Gallegos., C.G. (2006). *Diseño de estructuras de Contención considerando Interacción suelo-estructura*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2206>

En los muro en voladizo se han establecido dimensiones internas de sus elementos en base a las experiencias de diseño y pruebas de laboratorio, tomando como puntos de partida los valores mínimos o recomendados que los análisis y cálculos han arrojado. Inicialmente se debe considerar dimensiones tentativas para su diseño y pre dimensión, donde:

Como se muestra en la Ilustración 24, El espesor de la corona (b) debe tener una dimensión mínima de 30 cm. ($b \geq 0.3 \text{ m}$)

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

El ancho de la base del muro (B) debe encontrarse entre el 50% al 70 % de la altura del muro

$$[B = (0.5 - 0.7) H]$$

Las dimensiones del espesor de la zapata de cimentación (D) debe ser de H/12 a H/10

$$D = (H/12 - H/10)$$

Para la anchura del dedo (De) es recomendable usar el tercio del ancho de la base

$$De = (B/3)$$

Dependiendo de las necesidades específicas del proyecto, las dimensiones pueden variar.

Hallar la presión activa y presión pasiva del suelo.

Una vez establecidas las dimensiones tentativas, se procede a calcular el valor de la presión activa y pasiva, por medio de los valores de los coeficientes de Rankine de acuerdo a ϕ , β .

Hallar el momento de volteo (MV)

Luego de definir la presión activa del suelo calculamos el momento de volteo del muro respecto del punto c, y de acuerdo a la ilustración 25, se define que:

$$MV = Ph * z$$

$$z = H/3$$

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

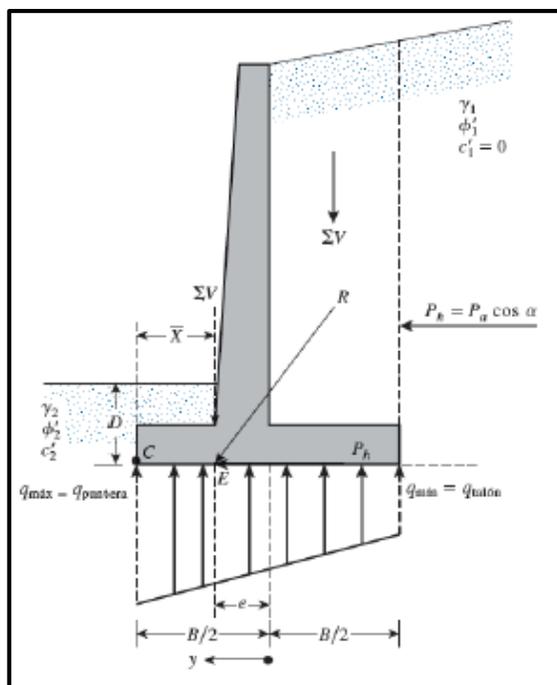


Ilustración 35. Determinación del momento de volteo. Gallegos., C.G. (2006). *Diseño de estructuras de Contención considerando Interacción suelo-estructura*. Obtenido de: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2206>

Hallar el momento resistente (MR)

La estructura de contención debe descomponerse en figuras geométricas simples como se indica en la Ilustración 36, y luego determinar los momentos generados por cada uno de los pesos (w), además la componente vertical de la presión activa (P_v) respecto al punto A.

Como se mencionó inicialmente cada uno de los cálculos se realizan por metro lineal de muro, y para facilitar los cálculos, se puede usar tablas como se muestra en la Ilustración 37.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

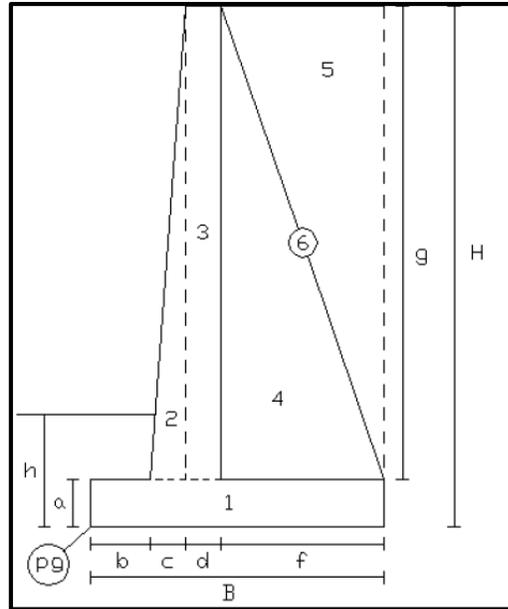


Ilustración 36. Determinación del momento resistente. Gómez, H. (2013). Obtenido de: <https://www.udocz.com/co/read/26986/metodologia-de-diseno-y-calculo-estructural-para-muros-de-contencion-con-contrafuertes-programa>

Para agilizar el cálculo de los elementos, se puede hacer uso de tablas donde se registren los datos más relevantes.

Elemento	Area (m ²)	Vol (m ³)	W = V*γ (Tn)	Distancia (m)	Mi=W*d (Tn*m)
HORMIGON					
SUELO					
ΣW				$\Sigma M= MR$	

Ilustración 37. Determinación del momento resistente Gallegos., C.G. (2006). Obtenido de: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2206>

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Determinar el factor de seguridad al volcamiento (FSV)

Luego se procede a hallar el factor de seguridad al volteo, al realizar la operación de cociente entre el momento resistente y el momento de volcamiento.

$$FSV = MR / MV$$

Es importante aclarar que todo muro debido al empuje activo tiende a volcar alrededor del punto (C) tal como muestra en la Ilustración 38

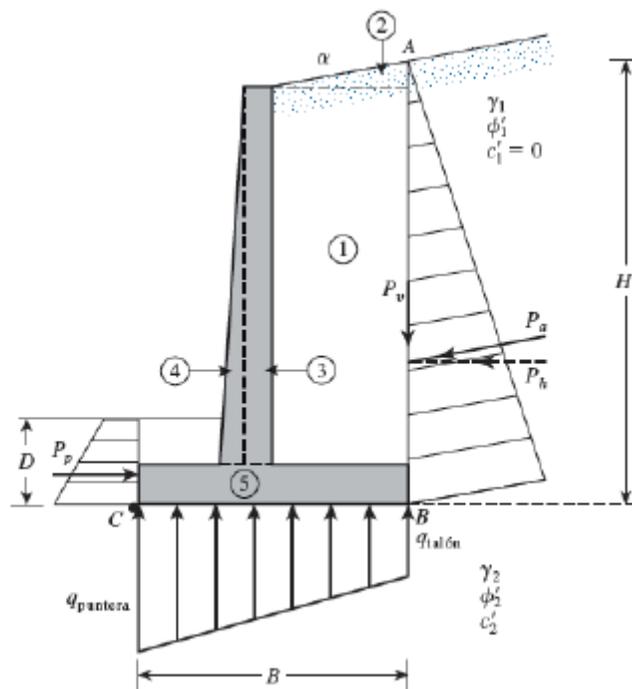


Ilustración 38. Determinación factor de seguridad al volcamiento. Gallegos., C.G. (2006).
Obtenido de: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2206>

El volcamiento se produce por la componente horizontal de la presión activa ($P_h = P_a \cdot \cos \beta$) que ocasiona un momento de volteo (MV)

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Se debe proporcionar un adecuado factor de seguridad, para disponer de la estabilidad adecuada, considerando varios chequeos de comportamiento establecido, la interventoría deberá corroborar que el factor de seguridad, se encuentre dentro lo definido por la NSR-10 en su capítulo H.6. Como se muestra en la Ilustración 39.

Condición	Construcción	Estático	Sismo	Seudo estático
Deslizamiento	1.60	1.60	Diseño	1.05
Volcamiento: el que resulte más crítico de Momento Resistente/ Momento Actuante Excentricidad en el sentido del momento (e/B)	≥ 3.00 $\leq 1/6$	≥ 3.00 $\leq 1/6$	Diseño Diseño	≥ 2.00 $\leq 1/4$
Capacidad portante	Iguales a los de la Tabla H.4.1			
Estabilidad Intrínseca materiales térreos (reforzados o no)	Iguales a los de la Tabla H.2.1			
Estabilidad Intrínseca materiales manufacturados	Según material (Concreto-Título C; Madera-Título G; etc.)			
Estabilidad general del sistema: Permanente o de Larga duración (> 6 meses) Temporal o de Corta duración (< 6 meses)	1.20 1.20	1.50 1.30	Diseño 50% de Diseño	1.05 1.00
Laderas adyacentes (Zona de influencia > 2.5H)	1.20	1.50	Diseño	1.05

Ilustración 39. Factores de seguridad indirectos mínimos. Asociación Colombiana De Ingeniería Sísmica (AIS). (2010). *Reglamento colombiano de Construcción sismo resistente (NSR-10)* (Título H. Tabla H.6.9-1). Recuperado de <http://www.minambivividesa.gov.co/>

La seguridad al volteo tiene que estar comprendida entre estos valores, cuando resulte menor hay que tomar medidas contra ello, pudiéndose hacer un muro más grueso y por lo tanto de más peso o cambiando la forma del muro ya sea colocando un talón o un dedo en el muro en caso de no tenerlos para que el peso total del muro se desplace hacia su cara interior, con lo que se logrará un aumento del momento resistente.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Determinar el factor de seguridad al deslizamiento (FSD)

Es importante mencionar que un muro tiene tendencia a deslizarse por el efecto producido por la componente horizontal de la Presión Activa ($Ph = Pa \cdot \cos \beta$). Por lo tanto, la fuerza que impide el deslizamiento es la fuerza de rozamiento (FR) que es producida por el contacto entre el muro y el terreno donde esta cimentado, por tal razón es indispensable que la superficie sea lo más rugosa posible, para obtener mayor adherencia.

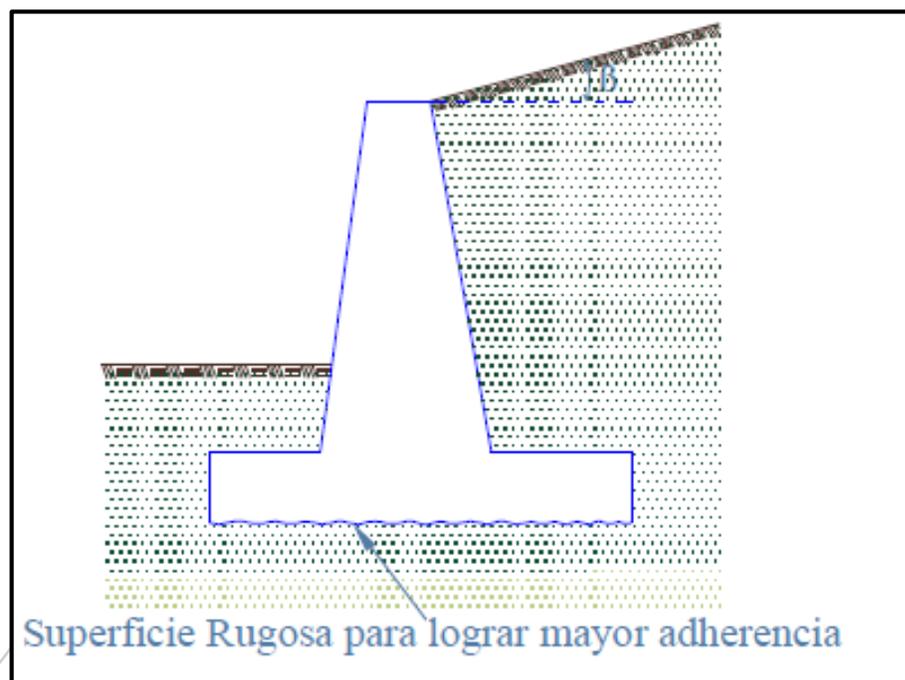


Ilustración 40. Interacción entre el muro y el suelo de cimentación. Gallegos., C.G. (2006).
Obtenido de: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2206>

Para determinar el factor de seguridad al deslizamiento es indispensable conocer el valor del coeficiente de fricción (μ). El coeficiente de fricción que se debería usar para obtener la fuerza que se opone al deslizamiento, es la resistencia del suelo al esfuerzo secante.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Sin embargo, en la práctica el coeficiente empleado dependerá del tipo de suelo sobre el que se cimente, para el caso de suelos granulares gruesos se usa el coeficiente de fricción entre el suelo y el concreto, para el caso de suelos cohesivos se usa la resistencia al esfuerzo secante o cohesión.

Determinar si la posición de la fuerza normal (N) Está dentro del tercio medio.

La resultante de la suma de las fuerzas actuantes (Peso propio, peso del suelo), además de la componente vertical de la Presión Activa ($P_v = P_a \cdot \sin \beta$) originan la fuerza normal (N), la cual requiere pase por el tercio medio, ya que cuando la reacción del terreno pasa por esta zona se logra una distribución de presiones prácticamente aceptable.

Para determinar si la fuerza normal (N) pasa por el tercio medio calculamos su posición usando la siguiente expresión:

$$x = (MR - MV)/N$$

La condición que debe cumplir (X) para que la fuerza normal (N) pase por el tercio medio es $(B/3 \leq X \leq 2B/3)$ de otra forma estaría fuera del tercio medio.

Comprobar las presiones en el suelo.

Si se supone que las distribuciones de los esfuerzos en el suelo son lineales, se podría presentar cuatro casos dependiendo de la posición de fuerza normal (N) como se muestra en la Ilustración 41.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

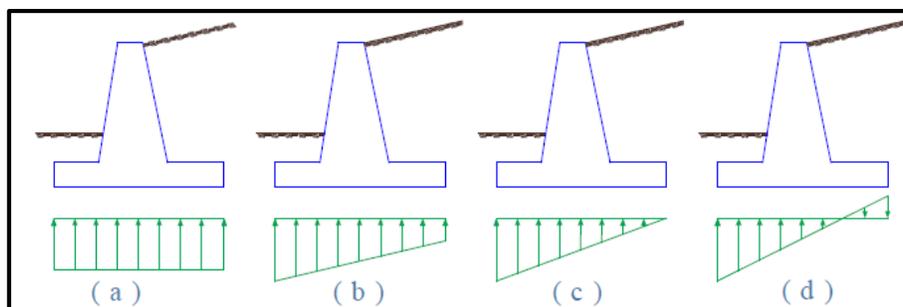


Ilustración 41. Distribución de esfuerzos en un muro. Gallegos., C.G. (2006). Obtenido de: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2206>

En todos los casos expuestos anteriormente cabe indicar que bajo ningún concepto el esfuerzo calculado del suelo (q_{suelo}) debe ser mayor que el esfuerzo admisible (q_{adm}), ya que esto significaría que el suelo donde se está cimentando el muro no resistiría las solicitaciones a las que será sometido.

Conviene tener presente que lo que se está indicando se refiere a las acciones sobre el terreno de cimentación. Se ha indicado que el peso óptimo del muro es el del caso de la Ilustración 41(c), pero si en este muro se diese la circunstancia de que la seguridad al volteo o al deslizamiento no está en los márgenes indicados, entonces se recurre a un aumento del peso, variando sus dimensiones, por lo que los esfuerzos en el suelo cambiarían.

Diseño de la pantalla

El procedimiento para diseñar la pantalla del muro de contención es asumir que es un voladizo empotrado en la zapata del muro como se indica en la ilustración 42, el momento máximo y la fuerza cortante máximo ocurren en el apoyo.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

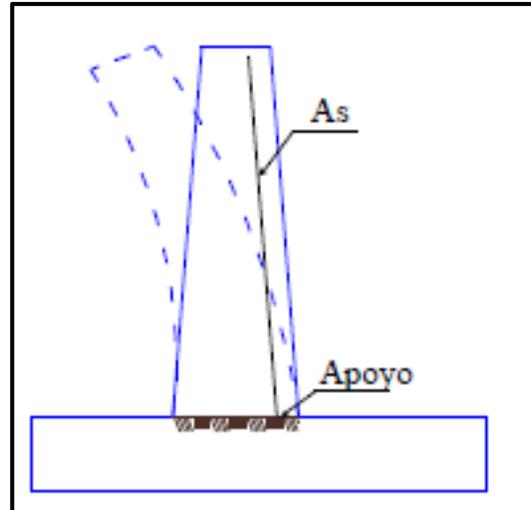


Ilustración 42. Diseño de la pantalla del muro Gallegos., C.G. (2006). Obtenido de: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2206>

En los muros de contención, la distribución de momentos aumenta a medida que hay mayor profundidad, el momento inicia siendo nulo en la corona y es mayor en la base de la pantalla, la flexión crece por los efectos de la presión del terreno.

En el diseño de muros en voladizo, se puede reducir el acero de refuerzo, hallando los momentos en el muro en diferentes elevaciones, es decir que la pantalla del muro, se divide en secciones.

La interventoría debe verificar en el diseño de muros en voladizo que el refuerzo mínimo por repartición y temperatura ($A_s \text{ rep}$) calculado, debe colocarse de la siguiente manera:

$1/3 (A_s \text{ rep})$ en la cara interna del muro, la cual está en contacto con el terreno y $(A_s \text{ rep})$ en la cara exterior del muro, donde la temperatura es mayor; en esta cara se coloca la referida cantidad de acero en ambos sentidos formando una malla.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Diseño del dedo

Para revisar el diseño del dedo del muro, se asume como un voladizo empotrado en el borde de la cara frontal de la pantalla, como se indica en la Ilustración 43.

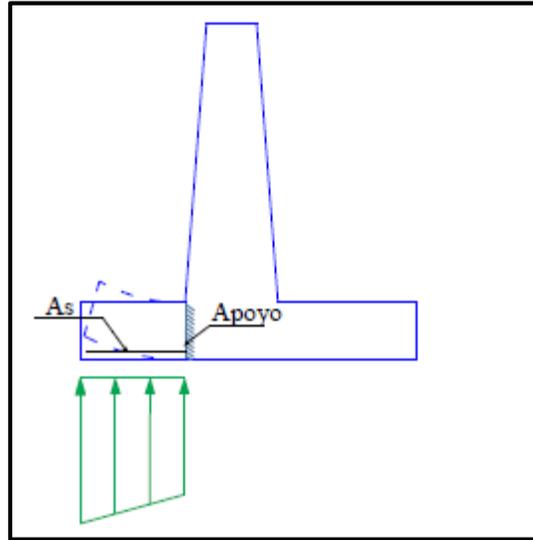


Ilustración 43. Diseño del dedo del muro Gallegos., C.G. (2006). Obtenido de: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2206>

En el diseño del dedo del muro de contención en voladizo, La interventoría no considerará el peso del relleno en la parte delantera del muro, solo se considerará las reacciones del terreno.

Para el diseño del dedo solo se consideran las reacciones del terreno, que ocasionan el momento flexionante y fuerza cortante con el que se calcula el acero de refuerzo necesario.

Diseño del talón

Al igual que la pantalla y el dedo del muro, el talón se diseña como un voladizo, este elemento del muro se asume como empotrado en la parte posterior de la pantalla, como se muestra en la Ilustración 44

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

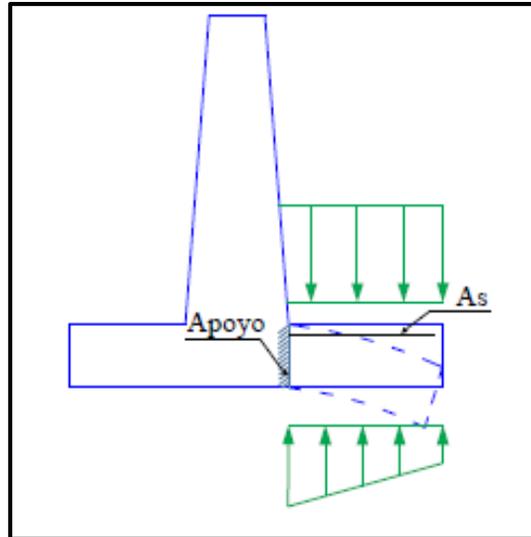


Ilustración 44. Diseño del talón del muro Gallegos., C.G. (2006). Obtenido de: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2206>

El peso del suelo sobre el talón y las sobrecargas existentes, ocasionan presiones verticales, que con las reacciones del suelo se anulan mutuamente, la resultante de estas presiones es la que provoca el momento y el corte con el que se calcula el acero de refuerzo.

Como en el caso del diseño del dedo, se recomienda colocar un tercio del refuerzo mínimo por repartición y temperatura calculado ($1/3 A_s \text{ rep}$) como acero de amarre.

1.3.3 Construcción de muros en voladizo (Concreto reforzado)

Tabla 5

Proceso de seguimiento y control de muros de concreto reforzado (voladizo)

PROCEDIMIENTO - ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FORMATO DE VERIFICACIÓN	DE
(Cimentaciones)			
Revisión de estudio geotécnico, elaborado por el ingeniero geotécnista, teniendo en cuenta el Título H de la NSR 10.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de verificación, inicio, diseños, pre construcción Formato de inspección	

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

PROCEDIMIENTO - ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FORMATO DE VERIFICACIÓN
Revisión de estudio topográfico, verificación de ubicación de ejes y niveles.	Contratista, Interventor Supervisor y/o	Formato calibración de equipos, nivel de precisión, Formato de posicionamiento Formato ejecutivo semanal
Revisión e interpretación de planos estructurales (Sección Base-cimentación de muro). Teniendo en cuenta la sección A.1.5.2.1 Planos estructurales y la Sección I.4.3. Procedimientos de control, descritos en la NSR-10.	Contratista, Interventor Supervisor y/o	Formato de verificación, inicio, diseños, pre construcción
Verificar ubicación y trazado de la base o cimentación del muro, teniendo en cuenta lo plasmado en planos estructurales.	Contratista, Interventor Supervisor y/o	Formato de verificación, inicio, diseños, pre construcción Formato ejecutivo semanal
Controlar la ejecución de excavación, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.1 Cimentaciones en el literal excavación, del presente documento.	Contratista, Interventor Supervisor y/o	Formato de chequeo de excavaciones Formato ejecutivo semanal
Supervisar la elaboración de mejoramiento de suelo, si lo estipula el diseño estructural recomendado por el estudio geotécnico. teniendo en cuenta la sección 4.1.2.10 en el literal de terreno de cimentación, del presente documento	Contratista, Interventor Supervisor y/o	Formato de chequeo de rellenos Formato ejecutivo semanal
Verificar la instalación del aislamiento suelo-estructura de concreto. (Solado) concreto $F'c = 17$ Mpa, de acuerdo al literal 4.1.2.2. Concreto	Contratista, Interventor Supervisor y/o	Formato de seguimiento de concretos Formato ejecutivo semanal Formato cilindros de concreto
Verificar la instalación de la formaleta necesaria para el vaciado del concreto de la base del muro, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.4.1 encofrado y desencofrado	Contratista, Interventor Supervisor y/o	Formato de seguimiento de formaletas y aceros Formato ejecutivo semanal
Supervisar la instalación de acero de refuerzo para la zapata Base del muro en el literal 4.1.2.3 aceros de refuerzo de cimentación.	Contratista, Interventor Supervisor y/o	Formato de seguimiento de formaletas y aceros Formato ejecutivo semanal
Supervisar la instalación de acero de refuerzo para el cuerpo de muro, embebido en la base o cimentación del muro de contención en cuenta el literal 4.1.2.3 acero de refuerzo de cimentación. Y la sección 4.1.2.5 embebidos de concreto. Del presente documento	Contratista, Interventor Supervisor y/o	Formato de seguimiento de formaletas y aceros Formato ejecutivo semanal
Supervisar la elaboración e instalación de concreto de acuerdo al diseño estructural	Contratista, Interventor Supervisor y/o	Formato de seguimiento de concretos Formato ejecutivo semanal Formato cilindros de concreto
Supervisar el descimbrado de la formaleta instalada para la conformación de la base del muro, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.4 encofrado y desencofrado	Contratista, Interventor Supervisor y/o	Formato ejecutivo semanal
Cuerpo del muro		

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

PROCEDIMIENTO - ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FORMATO DE VERIFICACIÓN
Revisión e interpretación de planos estructurales (Cuerpo del muro). Teniendo en cuenta la sección A.1.5.2.1 Planos estructurales y la Sección I.4.3. Procedimientos de control, descritos en la NSR-10.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de verificación, inicio, diseños, pre construcción
Verificar la instalación de la formaleta necesaria para el vaciado del concreto de cuerpo del muro, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.4 encofrado y desencofrado	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de seguimiento de formaletas y aceros ejecutivo semanal
Supervisar la instalación de acero de refuerzo para el cuerpo del muro. 4.1.2.1 Cimentaciones en el literal acero de refuerzo de cimentación.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de seguimiento de formaletas y aceros ejecutivo semanal
Supervisar y Verificar instalación de filtros, según corresponda embebidos, granulométricos, tubos perforados, teniendo en cuenta lo descrito el literal 4.1.2.11 drenajes	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de drenaje y tubería ejecutivo semanal
Supervisar la elaboración instalación de concreto estructural, para Cuerpo de muro de acuerdo al diseño estructural.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de seguimiento de concretos ejecutivo semanal Formato cilindros de concreto
Supervisar el descimbrado de la formaleta instalada para la conformación de la zapata, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.4 encofrado y desencofrado	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato ejecutivo semanal
Verificar y supervisar la elaboración de mejoramiento de suelo o relleno, que dé a lugar según recomendación del estudio geotécnico, de acuerdo al literal 4.1.2.9 Compactación del relleno	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Formato de chequeo de rellenos ejecutivo semanal Formato retiro de escombros

Fuente: Autores, 2021.

Localización y replanteo

La primera acción a ejecutar en el comienzo de la construcción de muros de contención es definir las condiciones topográficas, de ubicación, niveles y replanteo, como se mencionó anteriormente la interventoría hace revisión del levantamiento topográfico y del estudio de suelos realizado por el contratista y luego procede a realizar su propio estudio de topografía para corroborar niveles y ubicación, en primera medida se debe verificar el estado de calibración de los equipos, lo cual se puede hacer por medio del formato **F-EIOC-FOR03**, luego verificar el nivel

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

de precisión a través del formato **F-EIOC-FOR04**, y por último verificar el posicionamiento y geo-referencia de los puntos auxiliares del proyecto **F-EIOC-FOR05**.

Formato de Estado de calibración de Equipos	F-EIOC-FOR03
Formato Verificación de nivel de precisión	F-EIOC-FOR04
Formato de Verificación de posicionamiento y de georeferenciación de puntos auxiliares	F-EIOC-FOR05

Formatos de apoyo para la interventoría técnica de muros

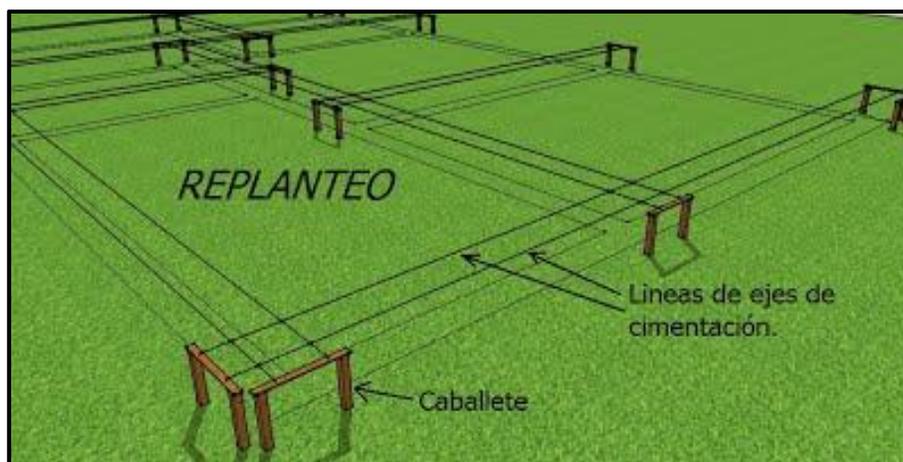


Ilustración 45. Localización y replanteo de cimentación de una estructura de contención.

Fuente: <https://eltopografocurioso.wordpress.com/>

Los muros en voladizo se deben construir con concreto reforzado, Cada uno de los aspectos de diseño como: espesores, resistencia a la compresión, especificaciones del concreto del muro, distribución del acero de refuerzo, fluencia del acero, deben ser las indicadas en los planos estructurales. Considerando los procedimientos de control descritos en el literal **A.1.5.2.1 Planos estructurales** y en el literal **I.4.3.Procedimientos de Control**, descritos en la NSR-10.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Podemos destacar que el control de los planos recomendado, para los dos grados de supervisión técnica, debe consistir, como mínimo en todas las indicaciones necesarias para poder realizar la construcción de una forma adecuada con los planos del proyecto, considerando el (Literal I.4.3.1, Título I NSR-10.)

Excavación

Las excavaciones en muros de contención deben obedecer a los criterios establecidos según la normatividad colombiana.

La interventoría deberá supervisar los procedimientos de excavación de acuerdo al diseño estructural recomendado por el estudio geotécnico, de igual forma verificar el material donde se apoya el muro de contención, el cual debe contar con la resistencia y capacidad de carga adecuadas para transmitir los esfuerzos del muro y el relleno contenido por el mismo, para tal caso se deben seguir las indicaciones de los planos estructurales y si se requiere, se debe hacer un solado en un concreto simple o un mejoramiento del suelo de cimentación según las indicaciones del ingeniero geotécnico.

Si el vaciado del concreto se realiza por etapas a causa de su altura, se debe dejar una superficie lo más rugosa y limpia posible para la óptima adherencia del concreto. La interventoría podrá basarse en el [literal excavación](#), para supervisar esta actividad.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

En la excavación la interventoría deberá realizar chequeos de alineación, nivelación y geometría y se puede apoyar por medio del formato **F-EIOC-FOR07 Formato de chequeo de excavaciones**.

[Formato de chequeo de excavaciones](#)

[F-EIOC-FOR07](#)



Ilustración 46. Excavación de terreno con maquinaria

Fuente: <https://www.joaquinydomingo.es/es/producto/excavaciones/>

Luego de la verificación y realizado de cada uno de las especificaciones para la excavación de la estructura de contención se procede a desarrollar el mejoramiento del suelo con concreto solado, que servirá de apoyo para la cimentación o base del muro, como se ve en la Ilustración 47

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo



Ilustración 47. Mejoramiento de la base de cimentación con concreto solado

Fuente: https://fotos.habitissimo.com.co/foto/concreto-solado-de-limpieza-muros-de-contencion_155001

Armado de aceros

La interventoría debe inspeccionar la formaleta para en armado de la base del muro, que está conformada por el diente y el talón del muro, además de verificar la configuración de aceros, de acuerdo al (Capítulo C.6) del reglamento Colombiano de Construcción NSR-10



Ilustración 48. Armado de acero de la base del muro

Fuente: <http://www.lavirtu.com/albumes.asp?idcategoria=63982>

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

La interventoría debe verificar que las barras, mallas y el alambre de acero, sean de acuerdo a los planos estructurales.

Para todo el refuerzo usado en muros de contención, la interventoría debe inspeccionar que el acero posea todos los requerimientos de las normas correspondientes, así como los informes de laboratorio que certifiquen la garantía del acero.

De acuerdo a la (EPM, 2019) La interventoría debe supervisar todo el acero de refuerzo llegue a la obra, y revisar los siguientes aspectos.

- Verificar por medio del rotulado en las barras que la procedencia y grado del acero sea el requerido.
- Verificar que la cantidad de barras, las longitudes y los diámetros sean los solicitados al proveedor según los cuadros de despiece.
- Las barras de refuerzo deben estar libres de defectos, dobladuras y curvas.

La interventoría debe verificar que el refuerzo este en paquetes o atados debidamente rotulados. Si se transportan barras rectas, estas deben ir separadas por diámetros y longitudes. El acero de refuerzo debe almacenarse en la obra encima de teleras, canes o elementos de madera que permitan mantenerlo separado del suelo o de cualquier otro elemento contaminante. En lo posible, el sitio de almacenamiento debe ser cubierto, y por razones de seguridad y control debe ser encerrado.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

La interventoría debe estudiar detalladamente los planos y las especificaciones propias del proyecto observando los tipos de acero a utilizar. Así mismo, se debe contar con el despiece de todos los tipos de barras requeridas, donde se indique su diámetro, longitud y la cantidad de barras de cada tipo.

Cuando los planos no incluyan listas o diagramas de despiece, estos deben calcularse y aprobarse por la interventoría con una anticipación no menor de quince (15) días antes de ordenar la figuración del refuerzo. Se debe doblar y colocar el refuerzo en forma correcta de acuerdo con el diseño estructural

En el caso que las barras no lleguen figuradas a la obra, se debe adecuar un sitio con fácil acceso de los vehículos que llevan los materiales, con instalaciones adecuadas para su almacenamiento, con los equipos de transporte y figuración concordantes con las cantidades de acero a manejarse. Adicionalmente, se debe contar con las herramientas y el banco de figuración que permitan realizar los dobleces y cortes requeridos de acuerdo al despiece que se presenta en los planos estructurales. (Empresas públicas de Medellín, 2019)

La interventoría se encargara de inspeccionar que todos los aceros de refuerzo cumplan con los requisitos establecidos por el diseñador estructural que se encuentran en los planos. Las barras de acero se deben asegurar adecuadamente para evitar que se muevan al vaciar o vibrar el concreto. Además, este se debe asegurar en las intersecciones con alambre dúctil utilizando un amarrador o la herramienta adecuada. La distancia del acero a las formaletas se debe mantener por medio de

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

bloques de mortero prefabricados con las mismas características del elemento a vaciar. (Empresas públicas de Medellín, 2019)

La interventoría debe verificar que el recubrimiento mínimo para el acero de refuerzo debe ser el indicado en los planos y especificaciones, cumpliendo lo establecido en la NSR-10.

Encofrado

Para la construcción de la cimentación del muro en voladizo, en primera medida se debe verificar la instalación de la formaleta necesaria para el encofrado de la base, La interventoría debe supervisar que los procedimientos técnicos del encofrado y desencofrado del concreto de los muros de contención se realicen acorde al Capítulo C.6 de la NSR-10.



Ilustración 49. Encofrado de la base del muro en voladizo

Fuente: https://twitter.com/ocamar_mppd/status/775723125564698624?lang=fi

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

La interventoría debe inspeccionar todas las formaletas y equipo de encofrado que se usen en los diferentes muros de contención y verificar que están de acuerdo a los planos estructurales y sus especificaciones técnicas, además debe exigir que los elementos de encofrado sean almacenados en lugares libres de la humedad y de la exposición a la contaminación, que se dispongan de manera vertical o mínimamente inclinado cuando repose sobre muros. La interventoría debe exigir el uso de formaletas en perfecto estado, cuando estas no cumplan la calidad exigida por interventoría o posean secciones defectuosas, se debe reparar y remplazar por elementos en óptimas condiciones.

Para los muros de contención, la interventoría debe verificar la alineación y el aplomado de las formaletas, de tal manera que las secciones queden perfectamente encajadas y no haya escurrimiento del concreto por superficies abiertas entre elementos.

Los elementos de encofrado deben generar elementos de concretos de forma regular, configuración de acuerdo a lo especificado en los planos. Las formaletas deben tener la capacidad de mantener la forma, además de soportar cargas presentadas durante el vaciado del concreto, como presiones por descarga y vibrado del concreto. Además se debe requerir el uso de lubricantes en los bordes de contacto con el concreto de la formaleta, para evitar la adherencia. La interventoría debe verificar que las juntas de construcción no se contaminen con el lubricante de la formaleta. (Empresas públicas de Medellín, EPM, 2016)

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

La interventoría debe supervisar que el apuntalamiento de las formaletas sea correcto de acuerdo a la geometría deseada y sobretodo, que tenga la capacidad de soportar las cargas durante la ejecución de la obra y alcance la resistencia especificada.

La interventoría deberá revisar los informes de laboratorio de la resistencia a la compresión y verificar que el concreto haya obtenido la resistencia requerida para resistir la carga de la etapa de la construcción en donde se encuentre, antes de iniciar el retiro de formaletas o desencofrado.

Desde la interventoría se debe verificar que el retiro de las formaletas de los muros de contención se desarrolle garantizando la estabilidad del muro de contención, además la interventoría solicitará y garantizará el curado del concreto en los muros desde el retiro del encofrado hasta alcanzar la resistencia máxima.

La interventoría se podrá apoyar en el formato **F-EIOC-FOR08 formato de chequeo de formaletas y acero**. En donde se verifica alineación, plomo, niveles, estado y limpieza, dimensión, material, apuntalamientos, separadores y desmoldante de formaletas, además el formato supervisa las condiciones del acero, tales como diámetro, longitud, separación, traslapos y recubrimientos, para poder llevar un control de las especificaciones técnicas de las formaletas y del acero.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

GESTIÓN INTERVENTORIA				ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES	
FORMATO DE CHEQUEO FORMALETA Y ACERO					
Versión: 1	Fecha Versión: 10/05/2020	Codigo: F-IOEC-FOR08-2020	Página 1 de 1		
OBRA:					
FECHA:					
ACTIVIDAD :					
LOCALIZACIÓN:					
ACTIVIDADES TOPOGRAFICAS			ACTIVIDADES DE INSPECCION		
REVISION FORMALETA			REVISION ACERO DE REFUERZO		
ITEM	CUMPLE	NO CUMPLE	ITEM	CUMPLE	NO CUMPLE
Alineacion			Cantidad		
Plomo			Diametro		
Niveles			Longitud		
			Separacion		
FECHA Y HORA DE ENTREGA	FECHA Y HORA DE RECIBO		Traslapos		
			Recubrimientos		
NOMBRE Y FIRMA DE ENCARGADO CONTRATISTA	NOMBRE Y FIRMA RESIDENTE DE INTERVENTORIA				
			FECHA Y HORA DE ENTREGA	FECHA Y HORA DE RECIBO	
ACTIVIDADES DE INSPECCION					
REVISION FORMALETA			NOMBRE Y FIRMA DE ENCARGADO CONTRATISTA	NOMBRE Y FIRMA RESIDENTE DE INTERVENTORIA	
ITEM	CUMPLE	NO CUMPLE			
Estado y Limpieza			ACEPTACION/RECHAZO		
Dimensiones			SE ACEPTA	SE RECHAZA	
Apuntalamiento					
Separadores			OBSERVACIONES:		
Desmoldante					
FECHA Y HORA DE ENTREGA	FECHA Y HORA DE RECIBO				
NOMBRE Y FIRMA DE ENCARGADO CONTRATISTA	NOMBRE Y FIRMA RESIDENTE DE INTERVENTORIA				
CC/NIT:	CC/NIT:				

F-EIOC-FOR08 formato de chequeo de formaletas y acero

Fuente: Autores, 2021

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Vaciado de concreto en base del muro en voladizo

A continuación se describen los aspectos generales, que debe velar la interventoría en el desarrollo de concretos que conformen el cuerpo y la base de muros en voladizo, la interventoría debe supervisar el almacenamiento, la disposición de los materiales, la elaboración del concreto, el vaciado del concreto y su curado.

La interventoría debe ser el ente que verifique que no se implementen diseños empíricos para la mezcla, el diseño de la mezcla de concreto debes estar basada en la relación agua cemento, para generar una mezcla con plasticidad de fácil manejo y con asentamientos en los rangos permitidos. La interventoría deberá analizar los materiales dispuestos en obra, verificar especificaciones y realizar acciones para mejorar la calidad como el relavado, la limpieza, o el cambio de proveedor.

La interventoría debe controlar que se realice el colado del concreto teniendo como fuente un solo tipo de cemento, debido a que puede haber variaciones en sus propiedades. Para realizar el almacenamiento del cemento es recomendable colocarlo sobre plataformas de maderas (estibas) con una diferencia del nivel del piso de 10 a 15 cm. Además debe estar alejado de la humedad, del contacto directo con el sol y de agentes de interperismo como lluvias y fuertes vientos. La interventoría deberá garantizar la calidad del cemento, a través del análisis del empaque, fabricante y especificaciones técnicas.

El cemento no debe mantenerse más de 30 días almacenados, se debe garantizar que haya correcta ventilación entre las hileras y evitar la compactación de los sacos almacenados. Los sacos de cemento no deben tener contacto directo con los muros de delimitación.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Por otro lado, el agua para la mezcla del concreto, debe ser almacenada en tanques con capacidad acorde al alcance del tipo de muro que se vaya a construir, la interventoría debe garantizar que el agua sea limpia sin contaminantes que puedan afectar al concreto o al acero de refuerzo. Se debe cumplir la norma NTC 3459.

Las gravas y las arenas, deben tener una ubicación de almacenamiento estratégica en el lugar de la obra, debe estar libre de humedades, de materiales que puedan contaminar el agregado, también se debe cubrir con plásticos para evitar contaminaciones y segregación de material a causa de la lluvia. No se debe transitar sobre los agregados gruesos y finos. En los planos estructurales deben especificarse el diseño de la mezcla de concreto, o ser indicado por el ingeniero estructural, cuando no haya diseño de mezclas, la interventoría exigirá y evaluará el diseño presentado por el contratista.

De considerarlo necesario, para la verificación de los materiales del concreto del muro, la interventoría puede requerir los ensayos de laboratorios de los materiales. Solamente se podrá realizar el vaciado del concreto, con mezclas aprobadas por la interventoría.

La interventoría debe verificar que los concretos para muros de contención se desarrollen a través de mezclado mecánico, con equipos de calidad que permitan una combinación de los materiales para generar una mezcla homogénea sin segregación de material, en un tiempo y velocidad específica.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Para el desarrollo de concretos, en obra se debe disponer de una mezcladora de reserva en caso de que haya algún problema técnico con el equipo, se cuente una máquina de respaldo que garantice las fundidas del concreto de manera continuada. La interventoría deberá verificar y capacitar al personal que opere los equipos para que maneje las velocidades de acuerdo a lo estipulado por el fabricante. (Empresas Públicas de Medellín. EPM, 2016)

Para realizar nuevos batidos de mezcla, se debe verificar que se descargue todo el contenido de la mezcla anterior. El mezclado manual solo será permitido en lugares con condiciones topográficas de difícil acceso, donde no se pueda transportar el equipo.

La interventoría deberá supervisar el uso de concretos prefabricados en planta, se debe exigir una guía de especificaciones del concreto en donde se señalen las propiedades como resistencias, especificaciones de materiales, consistencias, impermeabilidad, manejabilidad, durabilidad, el concreto de planta debe cumplir las exigencias del diseño del muro de contención y se debe realizar un seguimiento especial al tiempo y transporte desde la preparación en la planta hasta la descarga en obra.

En las arenas y gravas se debe inspeccionar constantemente la humedad, con ánimo de tenerla presente cuando se le agregue agua a la mezcla, para obtener constancia en la relación agua-cemento (A/C).

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

La interventoría deberá verificar que en concretos producidos no se adicione agua, después de que haya permanecido almacenado por más de 30 minutos y haya iniciado su fraguado. (Empresas Públicas de Medellín. EPM, 2016)

Desde la interventoría se debe inspeccionar que el transporte del concreto se realice en la menor cantidad de tiempo posible, con la maquinaria necesaria y acorde a procedimientos que permitan mantener el concreto de manera homogénea, además es importante impedir pérdidas, contaminaciones y segregación de la mezcla.

La interventoría deberá verificar que haya acceso a todas las áreas de la estructura de contención, de tal manera que se realice un correcto colado del concreto. Generalmente Los muros de contención se desarrollan con concreto producido In Situ, debido a las condiciones topográficas y lugares en donde mayormente se requieren. Por otro lado desde la interventoría se recomienda que el lugar de mezclado del concreto este lo más próximo al lugar de vaciado, para evitar la segregación de agregados.

En los muros de contención la interventoría debe llevar a cabo un seguimiento de las diferentes fundidas que se realicen, detallando resistencias y especificaciones, además del control del volumen de concreto vaciado por día. La interventoría puede solicitar al contratista la programación semanal de los vaciados de concreto y el aviso con anticipación del desarrollo de colado de concreto.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Para una correcta fundida de concreto, la interventoría deberá inspeccionar la alineación, plomado y estado de las formaletas, así como su lubricación, también debe verificar el estado y la calidad del acero y que este armado de acuerdo a los planos estructurales

En los muros de contención la interventoría deberá verificar que las fundiciones se realicen en una sola sección continua, ya sea para la base o para el cuerpo del muro. Cuando se realice vaciado de concreto en un área en donde ya hay concreto fundido, se debe garantizar un buen procedimiento en las juntas de construcción.

En la construcción de muros de contención, se debe evitar fundir concreto sobre tierra o aceite, en las cimentaciones se debe verificar que se encuentre compactado con una densidad óptima, además se debe proteger el contacto directo del concreto de la cimentación con la superficie de tierra por medio de un concreto regular

La plasticidad y maleabilidad del concreto es una propiedad que se debe garantizar para que en el colado, el concreto alcance todos los bordes y esquinas, cubra todo el acero de refuerzo y de los elementos embebidos.

Cuando se realice descargas de concreto en elementos que tengan diferentes niveles, la interventoría debe verificar la altura de descarga y hacer seguimiento al método de vaciado cuando la elevación sea mayor a 1 metro de altura. Para las cimentaciones de muros de contención, se puede descargar con una elevación de máximo 3 metros, la interventoría será la encargada de aprobar elementos de descarga de concreto como canales con láminas o barriles en sucesión para

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

evitar la segregación, lo cual está permitido solo para uso local hacia el encofrado de la base o el cuerpo del muro de contención.

Cuando se realice descarga de concreto por medio de canales, se debe garantizar una pendiente mayor al 50% además se debe colocar el concreto en el lugar que le corresponde, de tal manera que una vez depositado no deba desplazarse a distancias mayores de dos metros.

El colado del concreto debe realizarse de manera constante, vertido horizontalmente por secciones con un espesor menor a medio metro, hasta alcanzar el espesor deseado indicado en los planos estructurales.

Por otro lado, en relación con el tiempo de colado del concreto, se debe realizar el vaciado de tal manera que el concreto se encuentre sin dureza, para mitigar el desarrollo de grietas, además la interventoría debe verificar que el vaciado del concreto no perjudique la alineación y el plomado de formaletas, así como la configuración del acero de refuerzo.

Cuando se realice el colado en muros de concreto reforzado (voladizo), la interventoría debe estar al tanto de que en el acero de refuerzo de la base o del cuerpo del muro no se desplace.

En las zonas del muro con poco espaciamiento, en donde sea necesario ayudar a ingresar el concreto para que cubra toda la superficie, se puede hacer uso de una barra de acero con finalización curva.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo



Ilustración 50. Vaciado de concreto en base del muro en voladizo
Fuente: <http://iestel.co/productos/obras-civiles/muros-de-contencion/>

Para la supervisión del vaciado del concreto, la interventoría se podrá apoyar en el formato

F-EIOC-FOR09 - Formato de chequeo de colocación del concreto

En donde se evalúa el método de colocación de vibración, las características básicas como resistencia y asentamiento, además del tipo de suministro y observaciones por parte del interventor encargado.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

GESTIÓN INTERVENTORIA						ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES	
FORMATO DE CHEQUEO COLOCACION DEL CONCRETO							
Versión: 1	Fecha Versión: 11/05/2020	Codigo: F-EIOC-FOR09-2020			Página 1 de 1		
OBRA: _____							
FECHA: _____							
ACTIVIDAD : _____							
LOCALIZACION: _____							
ACTIVIDADES INSPECCION							
METODO DE COLOCACION DEL CONCRETO				METODO VIBRADO			
Directo	Canaleta	Bomba	Grua	Vibro gasolina	Vibro electrico y planta	Varilla	Martillado
CARACTERISTICAS BASICAS DEL CONCRETO							MUESTRA No
RESISTENCIA (PSI)		ASENTAMIENTO (PLG)		TAMAÑO MAX	RELACION A/C		
650 FLEXION	COMPRESION	ESPECIFICADO	TOLERANCIA				
SUMINISTRO DE CONCRETO (MIXTER)							
Mixer No	Orden de despacho	Volumen despachado	Hora salida planta	Hora llegada obra	Hora inicio Vaciado	Hora fin vaciado	Asentamiento medido
SUMINISTRO DE CONCRETO (EQUIPO)				SUMINISTRO DE CONCRETO (A MANO)			
Equipo	Muestra No	Volumen (m³)	Asentamiento	Muestra No	Volumen (m³)	Asentamiento	

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

GRAFICO AVANCE:	
OBSERVACIONES:	
FECHA Y HORA DE ENTREGA	FECHA Y HORA DE RECIBIDO
NOMBRE Y FIRMA DE ENCARGADO CONTRATISTA	NOMBRE Y FIRMA DE RESIDENTE DE INTERVENTORIA

F-EIOC-FOR09 - Formato de chequeo de colocación del concreto

Fuente: Autores, 2021

Antes de quitar la formaleta se debe verificar, mediante el ensayo de cilindros testigos, que el concreto haya alcanzado la resistencia para soportar la carga correspondiente a la etapa de la construcción en que se encuentra.

Pruebas y ensayos del concreto.

Se deben realizar los ensayos correspondientes de acuerdo con lo establecido en el capítulo C.5 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Para recepción en obra se deben hacer las pruebas de asentamiento y la toma de cilindros para ensayarlos y determinar la resistencia a la compresión, cuando este parámetro sea el que prime.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Asentamiento. Las pruebas de asentamiento se deben hacer por cada 5 metros cúbicos de concreto a vaciar y deben ser efectuados con el consistímetro de Kelly según la norma ASTM-C360 o con el cono de Abrams según la norma técnica colombiana NTC 396. Los asentamientos máximos para las mezclas proyectadas deben ser los indicados al respecto para cada tipo, de acuerdo con la geometría del elemento a vaciar y con la separación del refuerzo

Resistencia del concreto. Las muestras deben tomadas y curadas de acuerdo con las normas técnicas colombianas NTC 550 y NTC 454 y los ensayos se deben realizar teniendo en cuenta las normas técnicas colombianas NTC 504 y NTC 673.

La preparación y ensayo de cilindros de prueba que testifiquen la calidad de los concretos usados en la obra es obligatorio, se debe hacer con la respectiva vigilancia de la interventoría.

Cada ensayo comprende la rotura de mínimo 7 cilindros de prueba ensayando 2 por cada edad, es decir a los 7, 14 y 28 días; además una como testigo a fallar para comprobación posterior. Se considera como la resistencia final obtenida a los 28 días. Los otros cuatro resultados (7 y 14 días), se toman como información anticipada, proyectando las resistencias hasta los 28 días, mediante la relación entre las resistencias a los 7 y 14 días, presentadas inicialmente y aprobadas por la interventoría.

Para efectos de confrontación se debe llevar un registro indicador de los sitios de la obra donde se usaron los concretos probados, la fecha de vaciado y el asentamiento. Se debe hacer una prueba de resistencia a la compresión por cada 10 m³ de mezcla a colocar por cada tipo de concreto.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Si el volumen de algún tipo de mezcla a vaciar en 1 día, es menor de 10 m³, se debe tomar una muestra para ensayo de resistencia a la compresión, o una muestra por elemento estructural, o según lo indique la interventoría. Debe considerarse que una muestra consta 7 cilindros para fallar, parejas, a los 7, 14 y 28 días, más uno de comprobación posterior (testigo).

Las pruebas deben ser tomadas separadamente de cada mezcladora o tipo de concreto y sus resultados se consideran también separadamente, o sea que en ningún caso se debe promediar los resultados de cilindros provenientes de diferentes máquinas mezcladoras o tipo de concreto.

Cuando los cilindros ensayados a los veintiocho días presenten resistencias menores que los especificados en los planos estructurales, se toman núcleos del concreto en obra, para realizar pruebas con esclerómetro (ASTM C 805) en los elementos en los cuales se haya utilizado la misma mezcla de los cilindros ensayados, si las pruebas aportan resultados consistentes con los iniciales, o si no es posible practicarlas, se debe ordenar la demolición de la estructura afectada, considerando el concepto del ingeniero calculista. Las pruebas de concreto endurecido, se deben tomar de acuerdo con la norma NTC 3658.

El costo de las pruebas, ensayos y presentación de resultados que se hagan de acuerdo con este numeral, así como el valor de las demoliciones y la reconstrucción, si ellas son necesarias, son por cuenta del contratista y por ningún motivo la interventoría, ni la entidad contratante reconoce valor alguno por estos conceptos.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Para la supervisión del desarrollo de las pruebas y ensayos del concreto, la interventoría se podrá apoyar en el Formato **F-EIOC-FOR10 - Formato de Ensayos de cilindros de concreto**

Donde se puede llevar el registro de los laboratorios realizados de resistencia y asentamiento.

GESTIÓN DE INTERVENTORIA								ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORIA DE OBRAS CIVILES	
FORMATO DE ENSAYO DE CILINDROS DE CONCRETO									
Versión: 1			Fecha Versión: 12/05/2020			Codigo: F-EIOC FOR10-2020		Página 1 de 1	
CONTRATISTA/PROYECTO: _____									
Fecha: _____			Consecutivo: _____						
Horas laboradas: _____			Acumulado anterior: _____						
Avance hoy: _____			Avance acumulado: _____						
Novedades: _____									
TEM	# CILINDRO	ABSCISA O REFERENCIA DE PLANO	ESTRUCTURA	FECHA TOMA	FECHA RUPTURA	ASENTAMIE NTO (SLUMP)	RESISTENCIA (PSI)		No. REPORTE DE LABORATORIO
1							ESPECIFICA	OBTENIDA	
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
OBSERVACIONES									
ELABORÓ				REVISÓ			Vo Bo APROBACIÓN		
NOMBRE _____				NOMBRE _____			NOMBRE _____		
CARGO _____				CARGO _____			CARGO _____		
FIRMA _____				FIRMA _____			FIRMA _____		

F-EIOC-FOR10 - Formato de Ensayos de cilindros de concreto

Fuente: Autores, 2021



Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Vaciado de concreto en la pantalla del muro en voladizo.

Luego de construir la cimentación o base del muro en voladizo, la interventoría debe verificar nuevamente la instalación de formaletas en la pantalla del muro, de acuerdo a la geometría.

En el momento de vaciar el concreto, la superficie de la formaleta debe estar libre de incrustaciones de mortero, óxidos o de cualquier otro material, y no debe tener perforaciones, imperfecciones, deformaciones o uniones defectuosas, que permitan filtraciones de la lechada a través de ellas o irregularidades en las caras del concreto.

Se debe cubrir la superficie de la formaleta que vaya a estar en contacto con el concreto con una capa de desmoldante, aceite mineral, aceite de higuera o parafina, para evitar la adherencia entre el concreto y la formaleta, teniendo especial cuidado en no ensuciar las barras de refuerzo ni las juntas de construcción. No se recomienda usar en ninguna circunstancia aceite quemado para lubricación de las formaletas.

La interventoría se podrá apoyar en el formato **F-EIOC-FOR08 formato de chequeo de formaletas y acero**. En donde se verifica alineación, plomo, niveles, estado y limpieza, dimensión, material, apuntalamientos, separadores y desmoldante de formaletas, además el formato supervisa las condiciones del acero, tales como diámetro, longitud, separación, traslapes y recubrimientos, para poder llevar un control de las especificaciones técnicas de las formaletas y del acero.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo



Ilustración 51. Encofrado de la pantalla de un muro en voladizo
Fuente: <http://aglomsa.net/obra/32>

Luego de la verificación de cada uno de los aspectos de las formaletas para la pantalla del muro, se procede a realizar el vaciado de concreto, de acuerdo al [literal vaciado del concreto](#).



Ilustración 52. Vaciado de concreto en la pantalla del muro
Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=lSyKvqge6eM>

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Además de los aspectos mencionados anteriormente, en el vaciado del concreto de las pantallas de los muros de contención, la interventoría debe verificar que los embebidos se realicen de acuerdo a lo estipulado por el capítulo C.6 de la NSR-10.

Para el vibrado del concreto en muros de contención, la Interventoría debe verificar que se desarrolle por medio de vibradores mecánicos y que no se use ningún otro elemento para el vibrado. Cuando se desarrolle la obra de construcción en una zona de difícil acceso, la interventoría decidirá si se puede usar una barra de acero con forma curva al finalizar y verificar que no se afecte la configuración estructural.

Para el vibrado de concreto en los muros de contención, la interventoría debe exigir al contratista el almacenamiento de por lo menos dos vibradores de reserva. Además la interventoría debe supervisar que el equipo de vibración se use directamente en el concreto, inspeccionar que el operador lo aplique de forma vertical y que no lo use para desplazar el concreto dentro del encofrado.

En los muros de contención la interventoría exigirá de manera general un lapso de aplicación de vibración de 10 segundos, considerados necesarios para los concretos con asentamientos de 1 a 3 pulgadas y obtener la densificación del concreto.

La interventoría debe supervisar que el operario maneje de forma adecuada el equipo de vibración, manteniendo vibrados por capas de concreto sin alterar el fraguado, sin embargo debe verificar lugares dentro del encofrado de difícil acceso, por lo tanto permitirá complementar el

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

vibrado con el uso de varillas con punta en ángulo y golpes en la formaleta con martillo neumático. La interventoría debe vigilar que el uso de métodos manuales complementarios de vibración, afecte de alguna forma la configuración del acero, o la posición de los embebidos del concreto. (Empresas públicas de Medellín, EPM, 2016)

Por otro lado, La interventoría debe verificar que las juntas en los muros sean de acuerdo a las indicaciones de los planos estructurales y siguiendo los preceptos del capítulo C.6 de la NSR-10. Las juntas de contracción y expansión en los muros son indispensables, porque equilibran las deformaciones y los esfuerzos causados por la retracción del fraguado, la configuración geométrica del muro, los asentamientos y los cambios de temperatura. Además la interventoría deberá comprobar el uso de juntas de construcción de acuerdo a las especificaciones de los planos estructurales

La interventoría debe exigir que las superficies de las juntas de los muros estén libres de suciedades, antes de cada vaciado de concreto en el muro de contención, se debe humectar todas las juntas de construcción, eliminando los excesos de agua.

La interventoría debe verificar que las juntas realizadas en los muros de contención, no afecten la capacidad de soporte de la estructura, además exigirá al contratista que mantenga las juntas de construcción protegidas del tráfico de personas y vehículos, interperismos como lluvia, sol y cualquier alteración que pueda afectar el fraguado del concreto.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

En caso de que por cualquier motivo, se vea afectado el vaciado del concreto en las losas de los muros, la interventoría debe vigilar que se realice juntas adecuadas y exigiendo siempre el uso de un componente o aditivo que genere una excelente adherencia entre el concreto antiguo y el concreto nuevo. La interventoría debe vigilar que el uso del aditivo se de acuerdo a las recomendaciones y especificaciones del fabricante. (Empresas públicas de Medellín, EPM, 2016)

Para el curado de muros de contención, la Interventoría debe exigir al contratista que se realice un seguimiento al curado del concreto, en donde hidrate el muro con agua mínimo tres veces al día, dependiendo de la condiciones climáticas puede variar el curado, sin embargo es necesario con el fin de evitar cualquier tipo de grieta que se pueda presentar. La interventoría debe verificar que el curado se realice por un periodo mínimo de una semana y que se realice acorde a las disposiciones del capítulo C.5 de la NSR-10 y la NTC 890.

El curado en muros de contención se debe realizar en toda la superficie de la estructura, con agua limpia, de tal manera que todo el elemento se hidrate y se sature. La interventoría debe exigir el curado del concreto de los muros de contención hasta que el secado de la superficie del concreto no lo afecte, además debe chequear que no se presente secado prematura y de presentarse iniciar la actividad de curado inmediatamente. Para no afectar el porcentaje de humedad en la mezcla de concreto, es de gran importancia mantener los materiales con una humedad adecuada o hidratados, para que no afecte las propiedades del concreto. Para la verificación de la colocación del concreto para la pantalla del muro, la interventoría se podrá apoyar en el formato **F-EIOC-FOR09 - Formato de chequeo de colocación del concreto**

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Luego de la supervisión del vaciado de concreto en la pantalla del muro, se debe chequear el desencofrado de las formaletas, el cual debe realizarse sin movimientos bruscos, choques o destrucción de las esquinas o superficie del concreto. Se debe efectuar cuando el concreto haya alcanzado la resistencia suficiente para soportar con seguridad su propia carga, más cualquier otra sobrepuesta que pudiera colocársele, previo a la evaluación de la magnitud de éstas. La formaleta inferior y el apuntalamiento para elementos horizontales se debe retirar partiendo del centro del elemento hacia los extremos, de tal forma que se pueda observar el comportamiento de la estructura y en caso algún comportamiento anormal poder re-apuntalar de inmediato.



Ilustración 53. Desencofrado de la pantalla del muro en voladizo

Fuente: <http://www.asociacionunacem.org/unacem-construye-importante-muro-de-contencion/>

Una vez culminada la estructura en concreto reforzado, se procede a los últimos elementos de los procedimientos de construcción del muro en voladizo que corresponden al drenaje y a la compactación del material de relleno del muro.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Drenaje

En todos los muros de contención sin importar su tipo se debe proporcionar un drenaje adecuado mediante tubos perforados de drenaje o lloraderos, cuyos diámetros, distribución y separación deben ser construidos según lo indiquen los planos estructurales del muro de contención. Debido a que el material de relleno puede ser arrastrado a los tubos de drenaje, se debe instalar un material de filtrado detrás o alrededor de los mismos, usando geotextiles que sirvan para tal fin, y considerando las recomendaciones que se presenten en los planos estructurales del muro o por las indicaciones del ingeniero geotécnista.

El geotextil a usar debe contar con la totalidad de la dimensión requerida hasta completar el último traslapo y el sello impermeable.



Ilustración 54. Desencofrado de la pantalla del muro en voladizo

Fuente: <http://gymconstruccionessa.com/obras-realizadas/>

La interventoría debe solicitar los certificados de calidad de los geotextiles, en los cuales se debe verificar el cumplimiento de los requisitos mecánicos, físicos e hidráulicos. La interventoría

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

podrá exigir ensayos adicionales sobre los geotextiles con el fin de validar las propiedades del material en caso de ser necesario

Para la correcta supervisión de la instalación de drenajes, la interventoría, podrá apoyarse en el formato **F-EIOC-FOR11 - Formato de chequeo de instalación de tubería (Drenaje-filtros)**

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

GESTIÓN INTERVENTORIA			ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES
FORMATO DE CHEQUEO INSTALACION DE TUBERIA (DRENAJES)			
Versión: 1	Fecha Versión: 13/05/2020	Cod: F-IEOC-FOR011- 2020	Página 1 de 1
OBRA:			
FECHA:			
ACTIVIDAD :			
LOCALIZACION:			
ACTIVIDADES TOPOGRAFICAS			
INSTALACION DRENAJE			
Localizacion y alineacion		Espesor de arena	
CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
DESCRIPCION NIVELES			
ABSCISA LONGITUDINAL	COTA FONDO DE EXCAVACION	COTA CLAVE	DIFERENCIA
SE ACEPTA		SE RECHAZA	
OBSERVACIONES:			
FECHA Y HORA DE ENTREGA		FECHA Y HORA DE RECIBO	
NOMBRE Y FIRMA RESIDENTE CONTRATISTA		NOMBRE Y FIRMA DE RESIDENTE DE INTERVENTORIA	

F-IEOC-FOR11 - Formato de chequeo de instalación de tubería (Drenaje-filtros)

Fuente: Autores, 2021.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Compactación del relleno.

Se debe evitar el empleo de suelos arcillosos o limosos en el relleno del muro de contención, en caso de que sea requerido su uso, deben consultarse al ingeniero diseñador o al geotécnista para su aprobación en conjunto con la interventoría.



Ilustración 55. Compactación del relleno de muro en voladizo

Fuente: https://fotos.habitissimo.com.mx/foto/muros-de-contencion-para-rellenos-y-soporte-de-estructuras_107879

La compactación del material del relleno del muro de contención debe hacerse con precaución, utilizando medios ligeros, ya que una compactación intensa del suelo puede provocar un incremento sustancial del empuje lateral sobre el muro, dichos métodos de compactación deben ser aprobados por el ingeniero geotécnista y por la interventoría.

La interventoría deberá inspeccionar en el relleno, el tipo de material, la densidad óptima, el porcentaje de compactación, la humedad, la altura de la capa y el volumen de relleno además se

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

deberá chequear la maquinaria usada verificando el tipo y la frecuencia, además del rendimiento de las mismas, también se debe realizar prueba de densidades, para verificar el cumplimiento de las especificaciones geotécnicas del material y por ultimo verificar las actividades topográficas del relleno.

De acuerdo a lo anterior, para correcta compactación del terreno la interventoría podrá supervisar cada detalle, mediante el formato **F-EIOC-FOR12** *Formato de chequeo de rellenos*.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

GESTIÓN DE INTERVENTORIA					ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORIA DE OBRAS CIVILES		
FORMATO DE CHEQUEO RELLENOS							
Versión: 1	Fecha Versión: 16/05/2020	Codigo: F-EIOC-FOR12-2020			Página 1 de 1		
OBRA: _____							
FECHA: _____							
ACTIVIDAD : _____							
LOCALIZACION: _____							
ACTIVIDADES DE INSPECCION							
CAPA NUMERO	ACTIVIDAD DE RELLENO						
	TIPO DE MATERIAL	CUMPLE	NO CUMPLE	COMPACTO %	ALTURA CAPA (Mtz)	VOLUMEN DE RELLENO	FALLOS
HUMEDAD MATERIAL	Observacion: _____						
MAQUINARIA USADA				DENSIDADES (ANEXO)			
TIPO	NUMERO	FRECUENCIA	RENDIMIENTO	PERDIDA(HRS-DIAS)	NUMERO DE PRUEB	CUMPLE	
						SI	NO
OBSERVACIONES							
FECHA Y HORA DE ENTREGA				FECHA Y HORA DE RECIBO			
NOMBRE Y FIRMA DE ENCARGADO CONTRATISTA				NOMBRE Y FIRMA DE ENCARGADO GERENCIA DE PROYECTO			
CC/NIT:				CC/NIT:			
ACTIVIDADES TOPOGRAFICAS							
ABSCISA LONGITUDINAL	ABSCISA TRANSVERSAL	NIVEL INFERIOR REVISION	NIVEL SUPERIOR REVISION	ESPESOR CAPA	NIVEL SUPERIOR TEORICO	DIFERENCIA	
SE ACEPTA		OBSERVACIONES:					
SE RECHAZA							
FECHA Y HORA DE ENTREGA				FECHA Y HORA DE RECIBO			
NOMBRE Y FIRMA DE ENCARGADO CONTRATISTA				NOMBRE Y FIRMA DE RESIDENTE DE INTERVENTORIA			
CC / NIT:				CC / NIT:			

F-EIOC-FOR12 *Formato de chequeo de rellenos*

Fuente: Autores, 2021.

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo



Ilustración 56. Esquema de muro en voladizo de concreto reforzado culminado
Fuente: <http://gymconstruccionessa.com/obras-realizadas/>

Además de los formatos mencionados anteriormente, otros formatos que apoyan la supervisión técnica realizada por la interventoría, en el transcurso de la construcción son:

- F-EIOC-FOR06 - *Formato del Informe Ejecutivo semanal***
- F-EIOC-FOR13 - *Formato de chequeo de demolición***
- F-EIOC-FOR14 - *Formato de retiro de escombros***
- F-EIOC-FOR15 - *Formato de control de cambios etapa de construcción***
- F-EIOC-FOR16 - *Formato de plan de inspección y control de actividades***
- F-EIOC-FOR17 - *Formato de verificación de entregables muros de contención***
- F-EIOC-FOR18 - *Formato del Informe de visitas de proyecto***
- F-EIOC-FOR20 - *Formato de control y liberación de concreto, acero y gaviones***
- F-EIOC-FOR21 - *Formato de verificación de documentos de personal***
- F-EIOC-FOR22 - *Formato del listado de asistencia de contratistas***
- F-EIOC-FOR23 - *Formato de chequeo de precipitaciones***

Guía para la interventoría técnica en las etapas de diseño y construcción de muros de gravedad y en voladizo

Formatos de apoyo para la interventoría técnica de muros

Se realizó como herramienta de apoyo, formatos para complementar la guía de interventoría técnica de diseño y construcción de muros de gravedad (concreto ciclópeo y gaviones) y en voladizo (concreto reforzado). Se desarrollaron 23 formatos, que se relacionan en la Tabla 6 y se encuentran en el [Apéndice A](#). De manera gráfica y en orden descendente se puede observar los formatos a los que remite la guía y que sirven de apoyo al ingeniero que realice la interventoría de obras en los muros.

Tabla 6

Formatos de apoyo para la interventoría técnica en la construcción de muros

ESPECIFICACIÓN DEL FORMATO	CÓDIGO
Formato de verificación Inicio, Diseños, Pre Construcción y liquidación	F-EIOC-FOR01
Formato de Inspección de construcción de muro de contención	F-EIOC-FOR02
Formato de Estado de calibración de Equipos	F-EIOC-FOR03
Formato Verificación de nivel de precisión	F-EIOC-FOR04
Formato de Verificación de posicionamiento y de georeferenciación de puntos auxiliares	F-EIOC-FOR05
Formato del Informe Ejecutivo semanal	F-EIOC-FOR06
Formato de chequeo de excavaciones	F-EIOC-FOR07
Formato de chequeo de formaletas y acero	F-EIOC-FOR08
Formato de chequeo de colocación del concreto	F-EIOC-FOR09
Formato de Ensayos de cilindros de concreto	F-EIOC-FOR10
Formato de chequeo de instalación de tubería (Drenaje-filtros)	F-EIOC-FOR11
Formato de chequeo de rellenos	F-EIOC-FOR12
Formato de chequeo de demolición	F-EIOC-FOR13
Formato de retiro de escombros	F-EIOC-FOR14
Formato de control de cambios etapa de construcción	F-EIOC-FOR15
Formato de plan de inspección y control de actividades	F-EIOC-FOR16
Formato de verificación de entregables muros de contención	F-EIOC-FOR17
Formato del Informe de visitas de proyecto	F-EIOC-FOR18
Formato de control de gaviones	F-EIOC-FOR19
Formato de control y liberación de estructuras en concreto reforzado, acero y gaviones	F-EIOC-FOR20
Formato de verificación de documentos de personal	F-EIOC-FOR21
Formato del listado de asistencia de contratistas	F-EIOC-FOR22
Formato de chequeo de precipitaciones	F-EIOC-FOR23

**Formato de verificación de etapa de inicio, diseños, pre-construcción y construcción
F-EIOC-FOR01**

GESTIÓN DE INTERVENTORIA						ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORIA DE OBRAS CIVILES		
FORMATO DE VERIFICACIÓN DE ETAPA DE INICIO, DISEÑOS, PRE CONSTRUCCIÓN Y LIQUIDACIÓN								
Versión: 1		Fecha Versión: 01/05/2020		Código: F-EIOC-FOR01-2020		Página 1 de 1		
CÓDIGO DEL CONTRATO INTERVENTORIA:								
Fecha Inicio Contrato:		Fecha Finalización Contrato:		Código del Contrato de obra:				
Objeto del contrato de interventoría:								
Objeto del contrato de obra:								
Contratista: .				Director del Contrato:				
1. PLAN DE INSPECCIÓN								
Fecha Inspección		Inspección No.:						
Nombre Inspector:				Responsable de obra				
ALCANCE DE LA INSPECCIÓN " Áreas, Etapa y/o descripción del proyecto a Inspeccionar"								
OBJETIVO DE LA INSPECCIÓN								
METODOLOGÍA A UTILIZAR								
DOCUMENTOS REQUERIDOS PARA LA INSPECCIÓN:								
2. LISTA DE VERIFICACIÓN								
Ítem	REQUERIMIENTOS A VERIFICAR		RESPONSABLE DE VERIFICACIÓN	CUMPLIMIENTO				DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO
	ENTREGABLES			CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE PARCIAL	N. A.	
ETAPA DE INICIO								
1	REALIZAR EL ACTA DE INICIO DEL CONTRATISTA							
2	VERIFICAR LAS POLIZAS DE CUMPLIMIENTO							
3	VERIFICAR LA POLIZA							
4	CONTAR CON EL CONTRATO DE OBRA FIRMADO POR AMBAS PARTES							
5	CONTAR CON EL DOCUMENTO CONSORCIAL O CC DEL CONTRATISTA							
6	CONTAR CON PROPUESTA LICITACIÓN							
7	CONTAR CON VIABILIDAD TECNICA Y PLANOS SELLADOS							
8	HOJAS DE VIDA EQUIPO MÍNIMO PRESENTADO EN LA OFERTA							
ETAPA DE DISEÑOS								
9	REVISAR Y APROBAR PLAN DE TRABAJO DETALLADO (PROGRAMACIÓN) DE ETAPA							
10	REVISAR LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO Y ESTUDIO DE SUELOS DEL CONTRATISTA							
11	REALIZAR LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO							
12	SOLICITAR Y REVISAR PLANOS Y DISEÑOS ARQUITECTONICOS							
13	SOLICITAR Y REVISAR PLANOS Y DISEÑOS ESTRUCTURALES							
14	SOLICITAR Y REVISAR PLANOS Y DISEÑOS DE DRENAJE Y FILTRO							
15	SOLICITAR Y REVISAR LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
16	SOLICITAR LA LICENCIA COSTRUCCIÓN							
ETAPA DE PRECONSTRUCCION								
17	REVISAR Y APROBAR PLAN DE TRABAJO DETALLADO (PROGRAMACIÓN) DE ETAPA DE CONSTRUCCIÓN							
18	HOJAS DE VIDA PERSONAL EN EJECUCIÓN DEL CONTRATO							
19	CERTIFICADO DE AFILIACIONES DEL PERSONAL A LA SEGURIDAD SOCIAL							
20	REVISIÓN Y APROBACIÓN PLAN DE CALIDAD DE OBRA							
21	REVISIÓN Y APROBACIÓN PLAN DE COMPRAS Y CONTRATACIONES							
22	REVISIÓN Y APROBACIÓN PROPUESTAS ZONAS DE ACOPIO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES Y EQUIPOS							

**Formato de verificación de etapa de inicio, diseños, pre-construcción y construcción
F-EIOC-FOR01**

23	REVISIÓN Y APROBACIÓN IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO						
24	REVISIÓN Y APROBACIÓN DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (LICENCIAS AMBIENTALES)						
25	REVISIÓN Y APROBACIÓN DE PERMISOS AMBIENTALES						
26	REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL PLAN DE ACCION Y CUMPLIMIENTO AMBIENTAL						
27	ACTAS DE VICINDAD						
28	SOCIALIZACION DEL PROYECTO						
29	OTROS:						
ETAPA DE LIQUIDACION							
30	ENTREGAR INFORME FINAL						
31	APROBAR PLANOS RECORD						
32	ENTREGAR EL PROYECTO AL CLIENTE						
33	PROYECTAR EL ACTA FINAL						
34	PROYECTAR EL ACTA DE LIQUIDACIÓN						
35	ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DEL CLIENTE						
36	ACTUALIZACIÓN DE POLIZA						
37	OTROS:						
		TOTAL	0	0	0	0	0
RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA AUDITORIA							
		No. ITEMS AUDITADOS POR CUMPLIMIENTO			PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO		
TOTAL REQUISITOS EVALUADOS		36			100%		
TOTAL REQUISITOS QUE CUMPLEN - CONFORMIDAD		0			0%		
TOTAL REQUISITOS QUE NO CUMPLEN - ACCIONES CORRECTIVAS		0			0%		
TOTAL REQUISITOS QUE CUMPLEN PARCIALMENTE - CORRECCIÓN		0			0%		
COMPROMISOS - RECOMENDACIONES							
<p>Nota: En caso que la inspección se realice en presencia del contratista, este debera firma este registro en forma de aceptación, si la inspección no es realiza en presencia del contratista debera el profesional de interventoría debera relacionar el número del comunicado que es enviado al contratista durante los proximos dos días hábiles</p> <p>Número de comunicado que es enviado al contratista: _____ Tiempo de respuesta que tiene el contratista para subsanar los hallazgos: _____</p>							
Profesional Interventoria				Representate de contratista			
Nombre		Nombre		Nombre		Nombre	
Cargo		Cargo		Cargo		Cargo	
Firma: _____				Firma: _____			

Formato de Inspección de construcción de muro de contención F-EIOC-FOR02

GESTIÓN DE INTERVENTORIA				ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORIA DE OBRAS CIVILES			
FORMATO DE INSPECCIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN - ETAPA DE CONSTRUCCIÓN							
Versión: 1	Fecha Versión: 05/05/2020	Código: F-EIOC-FOR02-2020	Página 1 de 1				
CÓDIGO DEL CONTRATO INTERVENTORIA:							
Fecha Inicio Contrato:	Fecha Finalización Contrato:	Código del Contrato de obra:					
Objeto del contrato de interventoría:							
Objeto del contrato de obra:							
Contratista:	Director del Contrato:						
1. PLAN DE INSPECCIÓN							
Fecha Inspección	Inspección No.:						
Nombre Inspector:	Responsable de obra						
ALCANCE DE LA INSPECCIÓN " Áreas, Etapa y/o descripción del proyecto a Inspeccionar"							
OBJETIVO DE LA INSPECCIÓN							
METODOLOGÍA A UTILIZAR							
DOCUMENTOS REQUERIDOS PARA LA INSPECCIÓN							
2. LISTA DE VERIFICACIÓN							
Ítem	REQUERIMIENTOS A VERIFICAR ENTREGABLES	RESPONSABLE DE VERIFICACIÓN	CUMPLIMIENTO				DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO
			CUMPLE	NO CUMPL	CUMPLE PARCIAL	N. A.	
ETAPA DE CONSTRUCCION DE INSTITUCIONES PRESTADORES DE SERVICIOS DE SALUD							
1	Revisión de estudio geotécnico, elaborado por el ingeniero geotecnista, teniendo en cuenta el Título H de la NSR 10.						
2	Excavación del material que se encuentra bajo la losa de piso existente, luego de su demolición y rellenos compactado en material proveniente de la excavación y rellenos compactados con material seleccionado						
3	Comprende el suministro y colocación de concreto pobre de limpieza solado, estructura en concreto para cimentación losa, muro y pantalla.						
4	Suministro e instalación de Aceros de refuerzo y mallas metálicas						
5	Instalación del material estructural que corresponda (concreto-gaviones)						
6	Instalación del drenaje (grava, lloraderos, geotextil, tubería)						
7	Instalación y adecuación del relleno con material seleccionado						
8	Revisión y aprobación de actas de obra						
9	Comités de obra						
10	Informes mensuales						
11	Implementación del SGSST						
TOTAL			0	0	0	0	0
RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA AUDITORIA							
		No. ITEMS AUDITADOS POR CUMPLIMIENTO			PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO		
TOTAL REQUISITOS EVALUADOS		11			100%		
TOTAL REQUISITOS QUE CUMPLEN - CONFORMIDAD		0			0%		
TOTAL REQUISITOS QUE NO CUMPLEN - ACCIONES CORRECTIVAS		0			0%		
TOTAL REQUISITOS QUE CUMPLEN PARCIALMENTE - CORRECCIÓN		0			0%		
COMPROMISOS - RECOMENDACIONES							
Nota: En caso que la inspección se realice en presencia del contratista, este deberá firma este registro en forma de aceptación, si la inspección no es realiza en presencia del contratista deberá el profesional de interventoría deberá relacionar el número del comunicado que es enviado al contratista durante los próximos dos días hábiles							
Número de comunicado que es enviado al contratista:				Tiempo de respuesta que tiene el contratista para subsanar los hallazgos:			
Profesional Interventoria				Representate de contratista			
Nombre				Nombre			
Cargo				Cargo			
Firma: _____				Firma: _____			

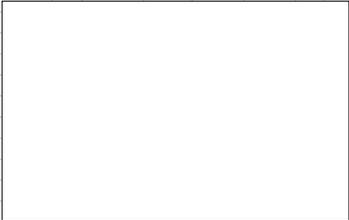
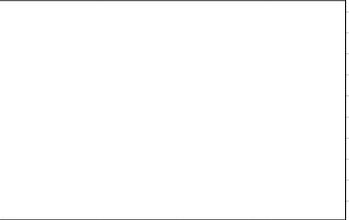
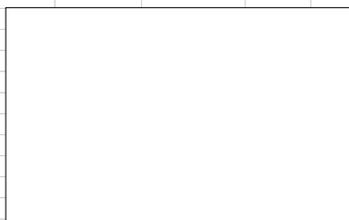
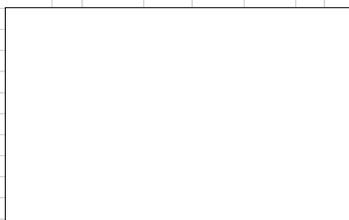
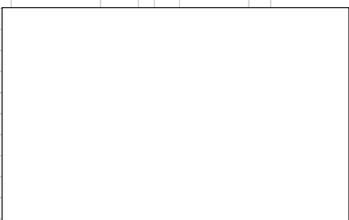
Formato Verificación de nivel de precisión F-EIOC-FOR04

GESTIÓN INTERVENTORIA			ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORIA DE OBRAS CIVILES
FORMATO DE VERIFICACIÓN NIVEL DE PRECISIÓN			
Versión: 1	Fecha Versión: 07/05/2020	Código: F-EIOC-FOR04-2020	Página 1 de 1
Lugar y fecha:	_____		
Hora:	_____		
Proyecto:	_____		
Equipo No.:	_____		
Marca:	_____		
Responsable:	_____		
Cargo:	_____		
ESTADO GENERAL:	<u>B</u>	<u>M</u>	
APARATO:	_____		
MIRA:	_____		
Nivelación del equipo			
Distancia de A-B :	_____ m.	(90 m - 110 m)	
PASO 1 (POSICIÓN INTERMEDIA)			
Lectura al punto A:	_____	Lectura al punto B: _____	DELTA 1 (A-B): _____
PASO 2 (POSICIÓN CERCA AL PUNTO A)			
Lectura al punto A:	_____	Lectura al punto B: _____	DELTA 2 (A-B): _____
DELTA 1 - DELTA 2:	_____	contra A	
Verificación del Nivel			
A. Permissible:	0.002 m	SI: _____	NO: _____
Recomendación:	_____		
Fecha próxima revisión:	_____		
Realizado por:	_____	Aprobado por:	_____
	Topógrafo		Ingeniero Residente de Interventoria

Formato del Informe Ejecutivo semanal F-EIOC-FOR06

GESTIÓN DE INTERVENTORIA		ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORIA DE OBRAS CIVILES	
FORMATO DEL INFORME EJECUTIVO SEMANAL			
Versión: 1	Fecha Versión: 09/05/2020	Codigo: F-EIOC FOR06 - 2020	Página 1 de 1
Periodo: Del _____ al _____			
DATOS GENERALES DEL CONTRATO DE CONSTRUCCIÓN			
CONTRATISTA			
Código y fecha de suscripción de Contrato			
Fecha de Inicio del Contrato			
Plazo Inicial			
Fecha Inicial de Terminación del Contrato			
Valor Inicial del Contrato en pesos (\$)			
Polizas			
Modificaciones contractuales			
OBJETO			
DATOS GENERALES DEL CONTRATO DE INTERVENTORÍA			
INTERVENTOR			
Fecha de suscripción de Contrato			
Fecha de Inicio del Contrato			
Plazo			
Fecha de Terminación del Contrato			
Valor vigente del contrato en pesos (\$)			
Polizas			
Modificaciones contractuales			
OBJETO			
DATOS GENERALES DE OBRA			
PROYECTO			
Frente de obra			
Fecha de inicio frente			
Alcance del frente de obra			
Presupuesto del frente de obra			
Modificaciones del frente de obra			
Porcentaje programado de avance del frente de obra			
Porcentaje ejecutado de avance del frente de obra			
Porcentaje de atraso del frente de obra			
ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERIODO			
ASPECTOS LEGALES			
Actas (Actas tramitadas en el periodo del informe: Suspensión, Reinciación, Terminación, Recibo, Comité de Obra, de vecindad, revisión de diseños y/o presupuesto, ítems no previstos)			
No.	DESCRIPCIÓN	FECHA	OBSERVACIONES
1			
2			
3			
4			
5			

Formato del Informe Ejecutivo semanal F-EIOC-FOR06

ASPECTOS TÉCNICOS		
1. ETAPA DE DISEÑO		
2. ETAPA DE PRECONSTRUCCIÓN		
3. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN		
4. OBSERVACIONES		
5. PENDIENTES		
<u>PENDIENTES DEL CONTRATISTA:</u>		
<u>PENDIENTES DE LA INTERVENTORIA</u>		
<u>PENDIENTES DEL CLIENTE</u>		
6. INFORME FOTOGRAFICO:		
		
Foto 1:	Foto 2:	Foto 3:
		
Foto 4:	Foto 5:	Foto 6:
		
Foto 7:	Foto 8:	Foto 9:
Nombre: RESIDENTE DE INTERVENTORIA		Nombre: DIRECTOR DE INTERVENTORIA

Formato de chequeo de excavaciones F-EIOC-FOR07

GESTIÓN INTERVENTORIA							ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORIA DE OBRAS CIVILES			
FORMATO DE CHEQUEO EXCAVACIONES										
Versión: 1		Fecha Versión: 10/05/2020			Codigo: F-EIOC-FOR07-2020			Página 1 de 1		
OBRA: _____ FECHA: _____ ACTIVIDAD: _____ LOCALIZACION: _____										
ACTIVIDADES TOPOGRAFICAS										
EXCAVACIÓN						TOLERANCIAS				
Localizacion y alineacion		Niveles y uniformidad de fondo			Geometria		NIVEL FONDO		+1, -2	
CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	GEOMETRIA		+2, -1		
						LOCALIZACION				
DESCRIPCION NIVELES					DESCRIPCION GEOMETRIA					
ABSCISA LONGITUDINAL	ABSCISA TRANSVERSAL	COTA FONDO TEORICA	COTA FONDO REVISION	DIFERENCIA (COTAS)	ANCHO TEORICO	ANCHO REVISION	DIFERENCIA (ANCHO)	LARGO TEORICO	LARGO REVISION	DIFERENCIA (LARGO)
SE ACEPTA					SE RECHAZA					
Observaciones:										
FECHA Y HORA DE ENTREGA						FECHA Y HORA DE RECIBO				
NOMBRE Y FIRMA DE ENCARGADO CONTRATISTA						NOMBRE Y FIRMA DE RESIDENTE DE INTERVENTORIA				
CC/ NIT:						CC/ NIT:				

Formato de chequeo de formaletas y acero F-EIOC-FOR08

GESTIÓN INTERVENTORIA			ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES		
FORMATO DE CHEQUEO FORMALETA Y ACERO					
Versión: 1	Fecha Versión: 10/05/2020	Codigo: F-IOEC-FOR08-2020	Página 1 de 1		
OBRA:					
FECHA:					
ACTIVIDAD :					
LOCALIZACIÓN:					
ACTIVIDADES TOPOGRAFICAS			ACTIVIDADES DE INSPECCION		
REVISION FORMALETA			REVISION ACERO DE REFUERZO		
ITEM	CUMPLE	NO CUMPLE	ITEM	CUMPLE	NO CUMPLE
Alineacion			Cantidad		
Plomo			Diametro		
Niveles			Longitud		
			Separacion		
FECHA Y HORA DE ENTREGA	FECHA Y HORA DE RECIBO		Traslapos		
			Recubrimientos		
NOMBRE Y FIRMA DE ENCARGADO CONTRATISTA	NOMBRE Y FIRMA RESIDENTE DE INTERVENTORIA				
			FECHA Y HORA DE ENTREGA	FECHA Y HORA DE RECIBO	
ACTIVIDADES DE INSPECCION					
REVISION FORMALETA			NOMBRE Y FIRMA DE ENCARGADO CONTRATISTA	NOMBRE Y FIRMA RESIDENTE DE INTERVENTORIA	
ITEM	CUMPLE	NO CUMPLE			
Estado y Limpieza			ACEPTACION/RECHAZO		
Dimensiones			SE ACEPTA	SE RECHAZA	
Apuntalamiento					
Separadores			OBSERVACIONES:		
Desmoldante					
FECHA Y HORA DE ENTREGA	FECHA Y HORA DE RECIBO				
NOMBRE Y FIRMA DE ENCARGADO CONTRATISTA	NOMBRE Y FIRMA RESIDENTE DE INTERVENTORIA				
CC/NIT:	CC/NIT:				

Formato de chequeo de colocación del concreto F-EIOC-FOR09

GESTIÓN INTERVENTORIA							
FORMATO DE CHEQUEO COLOCACION DEL CONCRETO							
Versión: 1		Fecha Versión: 11/05/2020		Codigo: F-EIOC-FOR09-2020		Página 1 de 1	
OBRA: _____							
FECHA: _____							
ACTIVIDAD : _____							
LOCALIZACION: _____							
ACTIVIDADES INSPECCION							
METODO DE COLOCACION DEL CONCRETO				METODO VIBRADO			
Directo	Canaleta	Bomba	Grua	Vibro gasolina	Vibro electrico y planta	Varilla	Martillado
CARACTERISTICAS BASICAS DEL CONCRETO							MUESTRA No
RESISTENCIA (PSI)			ASENTAMIENTO (PLG)		TAMAÑO MAX	RELACION A/C	
650 FLEXION	COMPRESION		ESPECIFICADO	TOLERANCIA			
SUMINISTRO DE CONCRETO (MIXTER)							
Mixer No	Orden de despacho	Volumen despachado	Hora salida planta	Hora llegada obra	Hora inicio Vaciado	Hora fin vaciado	Asentamiento medido
SUMINISTRO DE CONCRETO (EQUIPO)				SUMINISTRO DE CONCRETO (A MANO)			
Equipo	Muestra No	Volumen (m³)	Asentamiento	Muestra No	Volumen (m³)	Asentamiento	



Formato de chequeo de colocación del concreto **F-EIOC-FOR09**

GRAFICO AVANCE:	
OBSERVACIONES:	
FECHA Y HORA DE ENTREGA	FECHA Y HORA DE RECIBIDO
NOMBRE Y FIRMA DE ENCARGADO CONTRATISTA	NOMBRE Y FIRMA DE RESIDENTE DE INTERVENTORIA



GESTIÓN DE INTERVENTORIA								ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORIA DE OBRAS CIVILES																																									
FORMATO DE ENSAYO DE CILINDROS DE CONCRETO																																																	
Versión: 1			Fecha Versión: 12/05/2020			Codigo: F-EIOC FOR10-2020		Página 1 de 1																																									
CONTRATISTA/PROYECTO: _____																																																	
Fecha: _____					Consecutivo: _____																																												
Horas laboradas: _____					Acumulado anterior: _____																																												
Avance hoy: _____					Avance acumulado: _____																																												
Novedades: _____																																																	
TEM	# CILINDRO	ABSCISA O REFERENCIA DE PLANO	ESTRUCTURA	FECHA TOMA	FECHA RUPTURA	ASENTAMIENTO (SLUMP)	RESISTENCIA (PSI)		No. REPORTE DE LABORATORIO																																								
							ESPECIFICA	OBTENIDA																																									
1																																																	
2																																																	
3																																																	
4																																																	
5																																																	
6																																																	
7																																																	
8																																																	
9																																																	
10																																																	
11																																																	
12																																																	
13																																																	
14																																																	
OBSERVACIONES _____																																																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="background-color: #4F81BD; color: white;">ELABORÓ</th> <th colspan="3" style="background-color: #4F81BD; color: white;">REVISÓ</th> <th colspan="4" style="background-color: #4F81BD; color: white;">Vo Bo APROBACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NOMBRE</td><td>_____</td> <td>NOMBRE</td><td>_____</td> <td>NOMBRE</td><td>_____</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>CARGO</td><td>_____</td> <td>CARGO</td><td>_____</td> <td>CARGO</td><td>_____</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>FIRMA</td><td>_____</td> <td>FIRMA</td><td>_____</td> <td>FIRMA</td><td>_____</td> <td colspan="4"></td> </tr> </tbody> </table>										ELABORÓ			REVISÓ			Vo Bo APROBACIÓN				NOMBRE	_____	NOMBRE	_____	NOMBRE	_____					CARGO	_____	CARGO	_____	CARGO	_____					FIRMA	_____	FIRMA	_____	FIRMA	_____				
ELABORÓ			REVISÓ			Vo Bo APROBACIÓN																																											
NOMBRE	_____	NOMBRE	_____	NOMBRE	_____																																												
CARGO	_____	CARGO	_____	CARGO	_____																																												
FIRMA	_____	FIRMA	_____	FIRMA	_____																																												



Formato de chequeo de instalación de tubería (Drenaje-filtros) F-EIOC-FOR11

GESTIÓN INTERVENTORIA			ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES
FORMATO DE CHEQUEO INSTALACION DE TUBERIA (DRENAJES)			
Versión: 1	Fecha Versión: 13/05/2020	Cod: F-IEOC-FOR011- 2020	Página 1 de 1
OBRA:			
FECHA:			
ACTIVIDAD :			
LOCALIZACION:			
ACTIVIDADES TOPOGRAFICAS			
INSTALACION DRENAJE			
Localizacion y alineacion		Espesor de arena	
CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
DESCRIPCION NIVELES			
ABSCISA LONGITUDINAL	COTA FONDO DE EXCAVACION	COTA CLAVE	DIFERENCIA
SE ACEPTA		SE RECHAZA	
OBSERVACIONES:			
FECHA Y HORA DE ENTREGA		FECHA Y HORA DE RECIBO	
NOMBRE Y FIRMA RESIDENTE CONTRATISTA		NOMBRE Y FIRMA DE RESIDENTE DE INTERVENTORIA	

Formato de chequeo de demolición F-EIOC-FOR13

GESTION DE INTERVENTORIA					
FORMATO DE CHEQUEO DE DEMOLICION					
Vesion: 1	Fecha de version: 17/05/2020	Codigo: F-EIOC-FOR13-2020	Pagina: 1 de 1		
OBRAS					
FECHAS					
ACTIVIDAD					
LOCALIZACION					
ACTIVIDAD TOPOGRAFICA			ACTIVIDAD DE INSPECCION		
ITEM	CUMPLE	NO CUMPLE	ITEM	CUMPLE	NO CUMPLE
Niveles			Estado y Limpieza		
ACTIVIDAD DE DEMOLICION					
ELEMENTOS A DEMOLER	CANTIDAD	DIMENSIONES	CUMPLIO DEMOLICION		OBSERVACIONES
			SI	NO	
Grafico de avances:					
FIRMA ENCARDO DE CONTRATISTA			FIRMA RESIDENTE DE INTERVENTORIA		



Formato de control de cambios etapa de construcción F-EIOC-FOR15

GESTION DE INTERVENTORIA		ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES <small>2 semestre / 4º Unidad / Ministerio de Educación Nacional / Resolución 0648 de 11 de junio de 2015 / Registro SINES 10462</small>	
FORMATO DE CONTROL DE CAMBIOS ETAPA DE COSTRUCCIÓN			
Versión: 1	Fecha Versión: 20/05/2020	Codigo: F-EIOC-FOR15-2020	Página 1 de 1
PROYECTO			
UBICACIÓN			
FECHA			
NOTA: Puede anexar todos los documentos que considere necesario como del cambio			
RESPONSABLE DE LA SOLICITU			
RESPONSABLE DE LA ACTIVIDA			
CAMBIO PROPUESTO			
N° DEL CAMBIO			
ESPECIALIDAD			
DISEÑO			
CONSTRUCTIVO			
1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL			
<i>Descripción del sistema actual, características y forma de operación. Identificación de la necesidad</i>			
2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO			
<i>Descripción y Alcance del sistema propuesto. Descripción breve de la solución planteada</i>			

Formato de control de cambios etapa de construcción F-EIOC-FOR15

3. JUSTIFICACION DEL CAMBIO

Para qué se hace el cambio,

4. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Impactos de no realizar el cambio, ambientales, Economicos, Sociales, afectación a personas, operación, cliente, Imagen,etc

5. ESTIMATIVO DE COSTOS (si aplica)

<i>COSTO INICIAL</i>	<i>COSTO PROPUESTO</i>

NOTA: Se debe anexar el cálculo de los costo al presente formato.

ESTADO DE LA SOLICITUD	APROBADO	RECHAZADO	EN ESTUDIO
-------------------------------	-----------------	------------------	-------------------

FIRMA ESPECIALISTA QUE
RECOMIENDA EL CONTROL DE
CAMBIO (si aplica)

NOMBRE

NO. TARJETA PROFESIONAL

APROBADO POR:

DIRECTOR DE INTERVENTORIA

DIRECTOR CONTRATISTA

GESTIÓN INTERVENTORIA						ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES		
FORMATO DE VERIFICACIÓN ENTREGABLES MUROS DE CONTENCIÓN								
Versión: 1		Fecha Versión: 26/05/2021		Codigo: F-EIOC-FOR017-2020		Página 1 de 1		
CONTRATO INTERVENTORIA No :								
Fecha Inicio Contrato:		Fecha Finalización Contrato:		Numero del Contrato:				
Contratista: .		Director del Contrato:						
1. PLAN DE AUDITORÍA								
Fecha Auditoría		Auditoría No.:						
Nombre Auditor:		Nombre Auditado:						
ALCANCE DE LA AUDITORÍA " Áreas, Procesos y/o descripción del proyecto a auditar"								
OBJETIVO DE LA AUDITORÍA								
METODOLOGÍA A UTILIZAR								
DOCUMENTOS REQUERIDOS PARA LA AUDITORÍA								
2. LISTA DE VERIFICACIÓN								
Ítem	REQUERIMIENTOS A VERIFICAR		REQUISITO	CUMPLIMIENTO				DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO
	ENTREGABLES			CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE PARCIAL	N. A.	
1	ACTA DE INICIO							
2	POLIZAS DE CUMPLIMIENTO							
3	POLIZA RESPOSANSABILIDAD CIVIL							
4	CONTRATO							
5	DOCUMENTO CONSORCIAL							
6	PROPUESTA LICITACIÓN							
7	LICENCIA COSTRUCCIÓN							
8	VIABILIDAD TECNICA Y PLANOS SELLADOS							
9	PLANOS Y DISEÑOS ARQUITECTONICOS							
10	PLANOS Y DISEÑOS ESTRUCTURALES							
11	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
12	PLAN DE TRABAJO DETALLADO PROYECTO							
13	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO							
14	HOJAS DE VIDA EQUIPO MINIMO PRESENTADO EN LA OFERTA							
15	HOJAS DE VIDA PERSONAL EN EJECUCIÓN DEL CONTRATO							
16	AFILIACIONES PERSONAL REQUERIDO PARA EL INICIO DE EJECUCIÓN DEL CONTRATO							
17								
18								
19								
20								
TOTAL				0	0	0	0	
RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA AUDITORIA								
			No. ITEMS AUDITADOS POR CUMPLIMIENTO			PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO		
TOTAL REQUISITOS EVALUADOS			16			100%		
TOTAL REQUISITOS QUE CUMPLEN - CONFORMIDAD			0			0%		
TOTAL REQUISITOS QUE NO CUMPLEN - ACCIONES CORRECTIVAS			0			0%		
TOTAL REQUISITOS QUE CUMPLEN PARCIALMENTE - ACCIONES PREVENTIVAS			0			0%		



Formato de control de gaviones F-EIOC-FOR19

GESTIÓN INTERVENTORIA			ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORIA DE OBRAS CIVILES																	
FORMATO DEL INFORME DE VISITAS A PROYECTOS																				
Versión: 1	Fecha Versión: 26/05/2020	Código: F-IOC-FOR18-2020	Página 1 de 1																	
PROYECTO / CONTRATO		FECHA DE LA VISITA																		
LIDER DE LA VISITA																				
GRUPO VISITADO																				
OBJETO DE LA VISITA																				
ALCANCE DE LA VISITA																				
ASPECTOS RELEVANTES DE LA VISITA																				
CONCLUSIONES DE LA VISITA																				
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">ELABORÓ</th> <th colspan="2">ENTREGADO A</th> </tr> <tr> <td>NOMBRE</td> <td></td> <td>NOMBRE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>FIRMA</td> <td></td> <td>FIRMA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CARGO</td> <td></td> <td>CARGO</td> <td></td> </tr> </table>		ELABORÓ		ENTREGADO A		NOMBRE		NOMBRE		FIRMA		FIRMA		CARGO		CARGO				
ELABORÓ		ENTREGADO A																		
NOMBRE		NOMBRE																		
FIRMA		FIRMA																		
CARGO		CARGO																		

Formato de control de gaviones F-EIOC-FOR19

GESTIÓN INTERVENTORIA			ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORIA DE OBRAS CIVILES		
FORMATO DE CONTROL DE GAVIONES					
Versión: 1	Fecha Versión: 24/06/2021	Codigo: F-IOEC-FOR19-2021	Página 1 de 1		
OBRA:					
FECHA:					
ACTIVIDAD :					
LOCALIZACIÓN:					
ACTIVIDADES TOPOGRAFICAS			ACTIVIDADES DE INSPECCION		
REVISION GAVION			REVISION DE MALLA Y ALAMBRE		
ITEM	CUMPLE	NO CUMPLE	ITEM	CUMPLE	NO CUMPLE
Alineacion			Apertura		
Plomo			Tipo de malla		
Niveles			Tipo de alambre		
			Diametro		
FECHA Y HORA DE ENTREGA	FECHA Y HORA DE RECIBO		Cocidos		
			Recubrimientos		
NOMBRE Y FIRMA DE ENCARGADO CONTRATISTA	NOMBRE Y FIRMA RESIDENTE DE INTERVENTORIA				
			FECHA Y HORA DE ENTREGA	FECHA Y HORA DE RECIBO	
ACTIVIDADES DE INSPECCION					
REVISION GAVION			NOMBRE Y FIRMA DE ENCARGADO CONTRATISTA	NOMBRE Y FIRMA RESIDENTE DE INTERVENTORIA	
ITEM	CUMPLE	NO CUMPLE	ACEPTACION/RECHAZO		
Verticalidad			SE ACEPTA SE RECHAZA		
Dimensiones de piedras					
Amarres					
Tensores			OBSERVACIONES:		
Geometria					
FECHA Y HORA DE ENTREGA	FECHA Y HORA DE RECIBO				
NOMBRE Y FIRMA DE ENCARGADO CONTRATISTA	NOMBRE Y FIRMA RESIDENTE DE INTERVENTORIA				
CC/NIT:	CC/NIT:				

**Formato de control y liberación de estructuras en concreto reforzado, acero y gaviones
F-EIOC-FOR20**

GESTION DE INTERVENTORIA			ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORIA DE OBRAS CIVILES	
FORMATO DE CONTROL Y LIBERACION DE ESTRUCTURAS EN CONCRETO REFORZADO, ACERO Y GAVIONES				
Versión: 1	Fecha de version: 30/05/2020	Codigo: F-EIOC-FOR20-2020	Pagina 1 de 1	
OBRA:				
FECHA:				
LOCALIZACIÓN:				
MODULO/TRAMO:				
CONDICIONES A VERIFICAR				
1. INSPECCIÓN INICIAL				
TIPO DE ELEMENTO EN ACERO		TIPO DE ELEMENTO EN CONCRETO REFORZADO		
Platinas:		Columnas:		
Angulos:		Vigas		
Perfiles Metatlico Estructurales		Pedestales:		
Templetes		Zapatas:		
Correas		Muro estructural:		
Tubería en acero (circular, rectangular o cuadrada):		Muro de contención:		
Metaldeck:		Losa estructural.		
Riostras:		Pilote:		
Cerchas metalicas:		Caissons:		
Mallas en acero:		Otros:		
Pemos y espigas:		TIPO DE ELEMENTO EN GAVIONES		
Otros:		Diametro o calibre del hilo		
TIPO DE ELEMENTOS EN TERRAPLEN Y/O PEDRAPLEN		Malla de acero:		
Base, Subbase:		Tamaño de piedras de llenado		
Piedras en diversidad de tamaños:		Canastas de acero		
Afirmados:		Alambres de amarre		
Otros:		Otros:		
2. INSPECCION FINAL				
ITEMS	APLICA		CUMPLE	NO CUMPLE
	SI	NO		
Plomada vertical y horizontal				
Alineacion y orientacion de los elementos.				
Pendientes e inclinacion según los planos.				
Fijacion por soldadura o a pernadas según planos de taller.				
Altura según especificaciones.				
Recubrimiento según especificaciones tecnicas.				
Refuerzo espaciado, figurado y armado según los planos.				
Espesor y/o altura según especificaciones.				
Elementos en concreto libres de hormigoneo y fisuras.				
Elementos en concreto libres de espacios vacios y porosidad.				
Dimensiones según las especificaciones geometricas.				
Elementos y superficies libres de obstrucciones.				
Canasta en alambre galvanizado No. 13 de triple torsión, NTC 2076				
Adherencia y cohesion entre los agregados petreos.				
Compactacion según el diseño.				
Amarrado de alambres				
Grafico de avance (si aplica):				
Observaciones:				
FECHA Y HORA DE ENTREGA		FECHA Y HORA DE RECIBIDO		
NOMBRE Y FIRMA DE ENCARGADO CONTRATISTA		NOMBRE Y FIRMA DE ENCARGADO INTERVENTORIA		
C.C./NIT:		C.C./NIT:		

Formato del listado de asistencia de contratistas F-EIOC-FOR21

GESTIÓN DE INTERVENTORIA													ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORIA DE OBRAS CIVILES																			
FORMATO DE VERIFICACION DOCUMENTOS DEL PERSONAL																																
Versión: 1					Fecha Versión: 27/05/2020					Codigo: F-EIOC-FOR21-2020					Página 1 de 1																	
Proyecto / frente:																																
Contratista:													Fecha:																			
Ítem	Nombres y Apellidos del trabajador										Cedula No.	Cargo				Fecha Ingreso																
1																																
2																																
3																																
4																																
5																																
6																																
7																																
8																																
9																																
10																																
11																																
12																																
13																																
14																																
15																																
16																																
17																																
18																																
19																																
20																																
													1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
DOCUMENTACION INGRESO																																
Hoja de vida																																
Certificados de estudio																																
Certificados laborales																																
Cedula																																
Contrato de trabajo																																
Certificad judicial																																
Pase de conducción																																
Contrato de trabajo																																
Afiliación EPS																																
Afiliación AFP																																
Afiliación ARP																																
Afiliación CCF																																
Certificado recibo dotación																																
Certificado de aptitud medica de ingreso																																
DOCUMENTACION RETIRO																																
Carta de retiro																																
Examen medico de retiro																																
Certificado de paz y salvo																																
OBSERVACIONES:																																
ELABORÓ										REVISÓ																						
Nombre										Nombre																						
Cargo										Cargo																						
Firma										Firma																						

Formato de chequeo de precipitaciones F-EIOC-FOR23

GESTIÓN INTERVENTORIA			ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORIA DE OBRAS CIVILES
FORMATO DE CHEQUEO DE PRECIPITACIONES			
Versión: 1	Fecha Versión: 21/05/2020	Codigo: F-EIOC-FOR23-2020	Página 1 de 1
OBRA:			
FECHA:			
LOCALIZACIÓN:			
NOTA: Este formato sera diligenciado cuando se evidencie el evento de precipitaciones.			
INFORMACIÓN DE PRECIPITACIONES			
HORA DE INICIO DEL EVENTO (HH:MM)			
FECHA DE INICIO DEL EVENTO (DD:MM:AAAA)			
HORA DE FINALIZACIÓN DEL EVENTO (HH:MM)			
FECHA DE FINALIZACIÓN DEL EVENTO (DD:MM)			
DURACIÓN (HH:MM)			
INTENSIDAD			
TIEMPO DE PREPARACIÓN PARA RETOMAR ACTIVIDADES, DESPUES DEL EVENTO (HH:MM)			
ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN			
ESTADO DE HUMEDAD	SECA	PARCIALMENTE SATURADA	SATURADA
Estado de obra, despues del evento de precipitacion			
AREAS DEL PROYECTO AFECTADAS			
CONFIRMACION	SI	NO	
¿Presencia de vientos en la zona?			
OBSERVACIONES:			
FECHA Y HORA DE ENTREGA		FECHA Y HORA DE RECIBO	
NOMBRE Y FIRMA DE ENCARGADO CONTRATISTA		NOMBRE Y FIRMA RESIDENTE DE INTERVENTORIA	
CC/NIT:		CC/NIT:	