

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Ingeniería en Construcción

Metodología para la inspección estructural en los procesos de mampostería en los proyectos de la empresa Miguel Cruz y Asoc. LTDA.

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Alejandro Guasch García

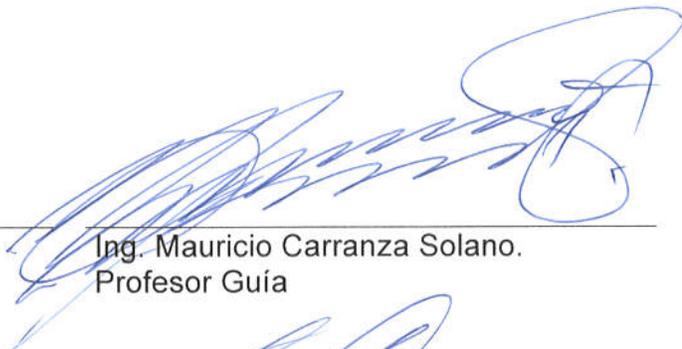
Cartago, Septiembre 2017.

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

Proyecto de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por los profesores Ing. Gustavo Rojas Moya, Ing. Mauricio Carranza Solano, Ing. Miguel Peralta Salas, Ing. Mauricio Araya Rodríguez, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.



Ing. Gustavo Rojas Moya.
Director



Ing. Mauricio Carranza Solano.
Profesor Guía



Ing. Miguel Peralta Salas.
Profesor Lector



Ing. Mauricio Araya Rodríguez.
Profesor Observador

Metodología para la inspección estructural en los procesos de mampostería en los proyectos de la empresa Miguel Cruz y Asociados LTDA.

Abstract

The report presented below describes the processes carried out to carry out an adequate inspection in the projects designed by the consulting firm Miguel Cruz y Asociados, with the objective of implementing a methodology of optimization of the inspection process by means of digital tools, to Reaching this objective was necessary a study of the national and international regulations applicable to Costa Rica, the development of a structural design based on masonry, the preparation of checklists and finally validated in the field.

The results of the research were also complemented with the experience of the professionals in charge of the company, with which the tool of the lists was developed and a manual of use of the same ones, besides in the design it was contrasted with the existing regulations and It was understood how a work must comply to conform to what is established as a design, finally a field validation was established which helped to understand that the constructors perform with the designs and problems present in the execution process.

Keywords: Inspection, masonry, checklists.

Resumen

El informe presentado a continuación describe los procesos llevados a cabo para realizar una inspección adecuada en los proyectos diseñados por la empresa consultora Miguel Cruz y Asociados, con el objetivo de implementar una metodología de optimización del proceso de inspección por medio de herramientas digitales. Para ello, se realiza un estudio de la normativa nacional e internacional aplicable a Costa Rica, el desarrollo de un diseño estructural con base en la mampostería, la confección de listas de verificación y por último su validación en campo.

Los resultados de la investigación se complementan con la experiencia de los profesionales a cargo de la empresa, con quienes se desarrolla la herramienta de las listas y un manual de uso; además, el diseño se contrasta con la normativa existente con el fin de entender cómo debe de cumplir una obra para que se ajuste a lo que se establece como diseño. Por último, se establece una validación de campo, la cual ayuda a comprender lo que realizan las constructoras con los diseños y los problemas presentados en el proceso de ejecución.

Palabras clave: inspección, mampostería, listas de verificación.

Elaboración de una metodología para la inspección estructural en los procesos de mampostería en los proyectos de la empresa Miguel Cruz y Asociados LTDA

Elaboración de una metodología para la inspección estructural en los procesos de mampostería en los proyectos de la empresa Miguel Cruz y Asociados LTDA

ALEJANDRO GUASCH GARCÍA

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Julio del 2016

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

PREFACIO	1
RESUMEN EJECUTIVO	2
INTRODUCCIÓN	3
MARCO TEÓRICO	5
METODOLOGÍA	9
RESULTADOS	11
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	24
CONCLUSIONES	27
RECOMENDACIONES	28
APÉNDICES	29
ANEXOS	30
REFERENCIAS	31

Prefacio

En medio de la ejecución de obra se establece un procedimiento llevado a cabo por los diferentes profesionales colaboradores con el proyecto en ejecución, este es el proceso de inspección, el cual varía dependiendo del área. En este documento se analiza la inspección estructural.

La importancia de desarrollar el tema de la metodología radica en la simplificación que se debe hacer para poder acatar todas las normas establecidas a nivel nacional y así llegar a cumplir el estándar que exigen los diseñadores, ya que cuando estos realizan labores de inspección, deben revisar distintos elementos y secciones de la conformación de vigas, muros, columnas y fundaciones. Se eligió solamente el material de mampostería ya que en este se encuentra una gran cantidad de criterios por tomar en cuenta para su análisis.

Junto a la inspección va ligada la parte de diseño estructural y análisis sísmico, por lo cual es fue importante realizar un diseño dentro de la empresa basado en una estructura de dos plantas para una función habitacional. De esta forma, se obtienen los diferentes tipos de muro descritos en este proyecto.

Para asegurar una buena inspección, además de contar con la experiencia y el criterio del profesional a cargo, se debe manejar el orden de cómo realizarla. También se investiga si es necesario alguna herramienta que facilite esta actividad en campo, lo cual se comprueba realizando entrevistas a diferentes profesionales de la empresa donde se realiza la práctica profesional, aludiendo a los problemas que encuentran en obra, los cuales se registran en bitácora.

Para la empresa es necesaria la simplificación del método; por eso, se optó por la elaboración de listas de verificación que se complementan con herramientas digitales que faciliten este proceso en campo.

La validación en campo se lleva a cabo con otra constructora, lo cual aporta datos interesantes de lo que se hace en obra y lo que

se lleva a cabo sin un ingeniero estructural que realice la inspección, ya que esta empresa se basa en el capítulo 17 del CSCR 2010 para desarrollar sus proyectos.

El objetivo principal siempre fue implementar una herramienta informática que facilite la inspección de campo de los diseños estructurales realizados dentro de la empresa.

Finalmente, se le agradece a la compañía Miguel Cruz y Asociados por su colaboración para el aporte de datos, así como al Ing. Julián Trejos y a la Ing. Andrea Salas por su guía y aportes para el desarrollo del proyecto dentro de ella. Por último, un agradecimiento al profesor Ing. Mauricio Carranza por su guía, colaboración, apoyo y recomendaciones para la ejecución del proyecto.

Resumen ejecutivo

La inspección estructural es de alta importancia para las empresas consultoras en esta área, ya que de sus diseños dependen de los supuestos. Dentro de la compañía donde se realiza la práctica profesional, llamada Miguel Cruz y Asociados, en el proceso de inspección se controla la calidad del producto que se desea entregar al cliente en la oferta estructural.

Según lo indican los entes nacionales de estadística, en Costa Rica existe un alto número de viviendas construidas por medio del material combinado como lo es la mampostería; por lo tanto, se debe resaltar que es necesario mejorar la inspección para esta forma de construcción.

El siguiente informe tiene como objetivo principal realizar una metodología de inspección en mampostería estructural, complementada con herramientas electrónicas para optimizar dicho proceso en la obra.

En la ejecución del proyecto se procede con una investigación de la literatura de normativas tales como el Código Sísmico de Costa Rica 2010 y manuales técnicos, así como la revisión de normas internacionales, las cuales se fundieron en un solo documento, para así conformar las listas de verificación y obtener un mejor rendimiento de la inspección en sitio.

Como parte de la investigación se toma en cuenta la experiencia de los diferentes ingenieros de la empresa quienes aportaron sus ideas y externaron sus principales problemas alrededor del tema de la inspección y lo que siempre se notifica en los proyectos de esta índole.

Se lleva a cabo un diseño estructural para entender el proceso como tal y cuáles son los parámetros de importancia de inspección alrededor de los proyectos desarrollados por la empresa, con la intención de cumplir lo que se desarrolla en ella con el fin de cumplir los estándares de calidad.

Parte importante de los objetivos es validar la herramienta electrónica, en varios proyectos de esta índole, por lo cual se toma

evidencia de los diferentes rubros que las listas evalúan, además de establecer un orden de inspección para preparar una metodología adecuada alrededor de lo que un profesional debe realizar para una empresa en este proceso.

Se desarrolla el manual de uso de las listas además de cómo se deben de complementar con la herramienta digital PlanGrid, la cual ayuda al manejo de los planos diseñados para los diferentes proyectos.

Con este plan se llega a la conclusión de que las normas de Costa Rica se encuentran adaptadas de buena manera en el Código Sísmico de Costa Rica y se pueden complementar con los manuales del Instituto Costarricense de Cemento y Concreto (ICCYC); sin embargo, no en todos los proyectos se cumplen, aunque es un aspecto por mejorar para desarrollarlos de mejor manera.

Con el diseño realizado en la empresa se concluye que son muchos los parámetros por cumplir en campo, tanto de los materiales que se deben verificar en relación con las condiciones óptimas de uso, así como la ejecución óptima del elemento por confeccionar.

Se destaca también la importancia del inspector y de los deberes que tiene tanto en la forma técnica, como en la ética ya que debe poseer ambas con buenos principios para cumplir con el proceso que se intenta mejorar.

Luego de la inspección visual, se destaca el mal estado de las construcciones sin diseño en la parte estructural, ya que estos se basan en el capítulo 17 del CSCR 2010; asimismo, presentan problemas con la capacitación de los trabajadores de la obra para el desarrollo de esta tipología constructiva.

Introducción

Las normativas aplicables dentro de la inspección estructural son amplias a nivel nacional. Aunque muchas las reúne el Código Sísmico de Costa Rica 2010, es de importancia también el estudio de los manuales recomendados por los diferentes entes relacionados con la construcción, y complementarlos, si fuese necesario. Se debe destacar que la documentación revisada señala la importancia de estandarizar los procesos de inspección, sin necesidad de redundar en la revisión de diferentes rubros.

Parte importante de este proyecto es resaltar la inspección como proceso de relevancia a nivel de obra, ya que como describe Solís (2004): *“La labor de la inspección es necesaria para garantizar que el trabajo cumpla con los requisitos y especificaciones”* (p.56); con esto se da a entender que el cumplimiento de normas y especificaciones en la construcción es de vital importancia a nivel de proyecto, aunque los obreros tengan amplia experiencia.

Cabe resaltar que en el campo estructural, con base en estudios realizados se ha llegado a detectar que la mayoría de los fallos no se deben a insuficiencias de diseño, sino a la falta de una inspección adecuada, ya que según Feld (1964): *“La inspección competente y estricta, casi inamistosa, parece ser la clave del problema de cómo prevenir fallas”* (p.52). Aquí se describe la importancia que se le debe dar a la inspección como proceso durante la construcción.

Junto con lo anterior, se encuentra el diseño estructural y análisis sísmico de las estructuras; por ello es importante el estudio y ejecución de este proceso dentro de una empresa consultora para poder comprender el grado de complejidad que conllevan los proyectos a nivel estructural.

En unión al proceso de inspección es necesario desarrollar el proceso de diseño, para complementarlos y lograr el objetivo del cumplimiento de los supuestos de los materiales

y confección de materiales que se definen en el proceso de diseño.

El proyecto se desarrolla en la tipología de la mampostería debido a la gran cantidad de estructuras construidas con base en estos materiales como lo describe el Instituto Nacional de Censo y Estadística (INEC) en un conteo realizado en el 2009 donde coloca 815039 viviendas realizadas en ladrillo, block y concreto, siendo la forma de construcción más utilizada a nivel nacional, lo cual destaca la importancia de tener amplia inspección sobre esta tipología constructiva.

Con esto se llega al término de realizar una herramienta electrónica, como lo son las listas de verificación, para llevar a cabo la tarea de inspección en un orden adecuado; además, se entrega un manual de uso el cual tiene la finalidad de comentar cómo se deben usar, junto con las aplicaciones disponibles en el momento tal como el PlanGrid.

Al desarrollar dicho proceso, se realiza una validación de campo basada en proyectos reales de la tipología constructiva ya mencionada, lo cual se presenta en los resultados de este informe.

El objetivo general del proyecto es realizar una metodología de inspección estructural en mampostería estructural y diseñar herramientas para mejorar estos procesos.

Los objetivos específicos se plantean de la siguiente manera:

- Identificar los requerimientos y procedimientos para el diseño de la metodología.
- Realizar un proceso de diseño estructural y compararlo con las normas actuales del país.
- Diseñar herramientas electrónicas de inspección estructural en mampostería con las disposiciones nacionales.
- Diseñar una propuesta de metodología para la inspección de elementos

estructurales en la mampostería después de evaluar las herramientas en campo.

El informe presentado a continuación contiene las secciones de:

Marco teórico: el cual describe los materiales, problemas generales y cuenta con una reseña de la bibliografía más importante.

Metodología: describe el orden en cómo se trabajó durante la práctica profesional para obtener los resultados.

Análisis de resultados: en donde se analiza lo que se obtiene en contra de lo esperado, tanto en los códigos como en la literatura estudiada.

Conclusiones: se presentan las conclusiones a las que se llega a partir de la investigación realizada.

Recomendaciones: se explican algunas recomendaciones por seguir para poder ejecutar la metodología y además algunas para proyectos que presenten problemas.

Apéndices: se presentan los entregables hechos a la empresa.

Anexos: fueron colocados para la evidencia de datos externos utilizados para la elaboración de este informe.

Marco Teórico

Este apartado se presenta con el fin de dar una fácil comprensión para cualquier lector del documento, y así establecer una teoría importante para el proyecto.

Generalidades de la mampostería estructural

La mampostería estructural se entiende como el conjunto de concreto, acero y bloque prefabricado de cierta dimensión modular.

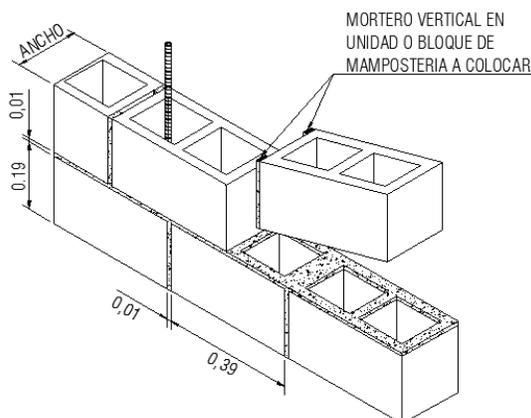


Figura 1. Detalle típico de construcción de mampostería.
Fuente: Elaboración propia.

Los bloques

Las unidades o bloques de mampostería pueden ser de distintos materiales tales como arcilla, concreto o vidrio, aunque no todos estos sean de utilidad a nivel estructural, siempre deben ser revisados a nivel estructural, al menos por peso propio.

Las unidades de mampostería de uso más común en el país son los bloques de concreto en sus diferentes dimensiones nominales. A pesar de que también se fabrican

ladrillos de arcilla, su uso ha sido limitado fundamentalmente por problemas de calidad en la materia prima y de la fabricación y su comportamiento altamente frágil que lo convierten en un material vulnerable desde el punto de vista de comportamiento estructural ante la demanda producida por cargas gravitacionales altas, sismo o viento. (Carranza, 2016.)

Lo anterior explica la variedad de materiales con la que se puede construir las unidades; además se menciona que la unidad de concreto es la de mayor utilización a nivel nacional gracias a su fabricación, esto debido a la dificultad que presentan los bloques de arcilla, aunque también en el CSCR 2010 es permitido su uso.

Con respecto a sus dimensiones, estas varían según el proveedor. Por ejemplo, los fabricados por la empresa Productos de Concreto (figura 2) son los más usados.

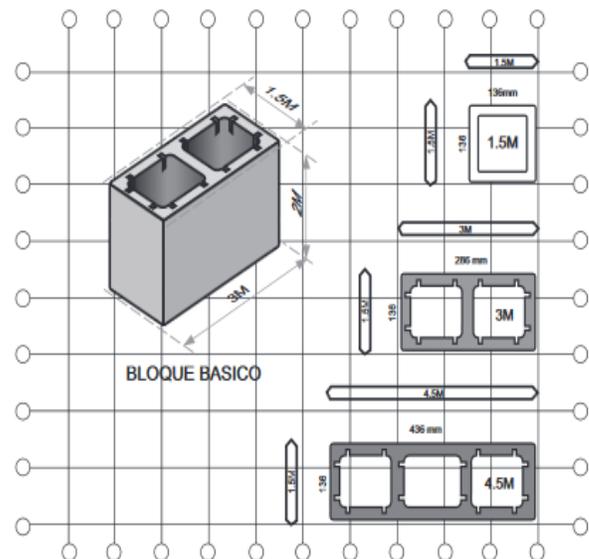


Figura 2. Unidad de mampostería de productos de concreto de dimensiones de 15 cm x 20 cm x 30 cm.
Fuente: Manual de Modular Tecknoblock PC. (s.f.).

El concreto

En general, el aspecto relevante de este material es la mención de dos tipos para la construcción de la mampostería; el primero es el mortero de pega de bloques, el cual presenta en su mezcla arena, cemento y agua. Según especificaciones técnicas del CSCR-2010 también puede contener cal hidratada o cemento de mampostería, según el apartado A.1.4 donde se observan las proporciones óptimas para la fabricación del material en sitio.

Combinación de materiales cementantes	Tipo de mortero	Cemento	Cemento de mampostería	Cal hidratada	Arena en condición húmeda y suelta
Cemento-cal hidratada	A	1	0	1/4	3
Cemento-cal hidratada	B	1	0	1/2	4
Cemento-cal hidratada	C	1	0	3/4	5
Cemento-cemento de mampostería	A	1	1	0	5
Cemento-cemento de mampostería	B	1/2	1	0	4
Cemento de mampostería	C	0	1	0	3

Figura 3. Proporciones indicadas para el mortero de pega en el CSCR -2010.

Fuente: CSCR-2010 (2012).

El concreto de relleno también se utiliza y está indicado dentro de la normativa con su respectiva dosificación. Es confeccionado con cemento, arena, piedra y agua, lo que conlleva a tener resistencias altas en comparación con el mortero, también es el elemento que hace que el acero y la mampostería trabajen en conjunto.

Concreto de relleno tipo	Cemento	Arena suelta	Piedra quintilla (tamaño máximo 1.2 cm)
A	1	2	2
B	1	2 1/2	2
C	1	3	2

Figura 4. Proporciones indicadas para el mortero de pega en el CSCR -2010.

Fuente: CSCR-2010 (2012).

El acero

Este material en la mampostería se utiliza como refuerzo, tanto verticalmente como horizontalmente, para contrarrestar las tensiones

generadas por las cargas propias de las edificaciones, así como por los movimientos sísmicos ocasionales.

En el mercado nacional se pueden encontrar todos los tamaños necesarios para poder cumplir con los diseños estructurales solicitados. A continuación se muestra (figura 4) un ejemplo de acero que se puede encontrar en el mercado nacional con longitudes de 6 m, 9 m y 12 m.

Varilla Deformada				Disponibilidad del Producto					
				Norma ASTM A 615			Norma ASTM A 706		
				Grado 40			Grado 60W		
Número de Varilla	Diámetro (Pulg)	Diámetro Nominal (mm)	Peso Nominal (kg/m)	6m	9m	12m	6m	9m	12m
3	3/8	9.52	0.560	*	*	*	*	*	*
4	1/2	12.70	0.994	*	*	*	*	*	*
5	5/8	15.88	1.552	*	*	*	*	*	*
6	3/4	19.05	2.235	*			*	*	*
7	7/8	22.22	3.042				*	*	*
8	1	25.40	3.973				*	*	*
9	1 1/8	28.65	5.060				*	*	*
10	1 1/4	32.26	6.404				*	*	*
11	1 3/8	35.81	7.907				*	*	*

Figura 5. Tamaños de diferentes varillas deformadas encontradas en el mercado.

Fuente: Catalogo de aceros de abonos Agro. (2014).

Inspección

La inspección es una actividad que todo profesional debe realizar, y está definida dentro de la normativa del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de la siguiente manera:

Se entiende por inspección la vigilancia o atención que el profesional o grupo de profesionales suministra durante el proceso de ejecución de una obra, con el fin de que ésta se realice de conformidad con las mejores normas de trabajo, los planos de construcción, las especificaciones técnicas y demás documentos que forman parte del contrato. (CFIA,2013, p.222).

Problemas generales

Los problemas generales que encuentra el ingeniero inspector en el momento de realizar su actividad son malos traslapes de varilla, la no construcción correcta o dobleces no autorizados de varilla como se demuestra en las figuras 6 y 7.



Figura 6. Varilla deformada de forma inadecuada.
Fuente: Tomada en proyecto.



Figura 7. Varilla en estado de oxidación.
Fuente: Mala praxis en una obra (2005).

Generalmente estos problemas son anotados en la inspección, y se manejan dando las indicaciones pertinentes para su solución.

Construcción tradicional

El termino *construcción tradicional* se emplea para definir las edificaciones como viviendas y construcciones cuyo fin es mantener espacios para las personas. Dentro de los elementos estructurales se incluye las vigas, las columnas, muros y fundaciones, y se excluye a

las construcciones de infraestructura tales como puentes, tanques y diferentes casos basados en la mampostería tradicional.

Normas y códigos

Código sísmico 2010

Normativa activa estructural que debe aplicarse a nivel nacional. Es el código principal que contiene los métodos de diseño aplicables, así como los parámetros más importantes de inspección a nivel estructural.

El código sísmico aplica de forma importante todas las longitudes mínimas que deben ser revisadas en campo por el ingeniero inspector.

TABLA GANCHOS ESTANDAR PARA MAMPOSTERÍA							
DETALLE	DESIGNACION	d_b	A min	E min	F min	B min	B_2 min
	3	0.952	40	6.0	4.0	20.0	19
	4	1.270	55	8.0	5.5	25.0	20.5
	5	1.588	65	10.0	6.5	30.0	21.5
	6	1.905	80	11.5	8.0	35.0	23
	7	2.222	90	13.5	9.0	40.0	24
	8	2.540	105	15.5	10.5	45.0	25.5
	9	2.855	115	23.0	14.5	60.0	32
	10	3.226	130	26.0	16.5	55.0	35.5
	11	3.581	145	29.0	18.0	60.0	39.5

* VALORES EN CENTIMETROS

Figura 8. Longitudes de ganchos para mampostería.
Fuente: Elaborada con normas del CSCR-2010 (2012).

Manuales técnicos

Los manuales se definen como la ayuda utilizada dentro del campo técnico, elaborados por profesionales con experiencia, y con otras referencias también indicadas dentro de los documentos.

Dentro de estos documentos también se indican las buenas prácticas de construcción y de almacenamiento para las obras en mampostería.

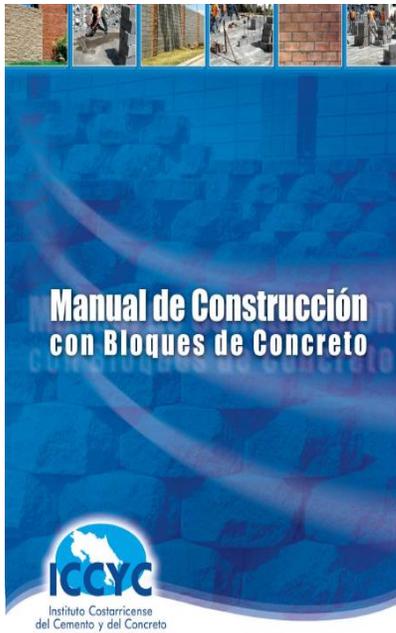


Figura 8. Portada de un manual consultado.
Fuente: Manual de Construcción con Bloques de Concreto. (2007).

Un ejemplo de una buena práctica de construcción es la siguiente donde se explica por medio de figuras cómo se debe construir.

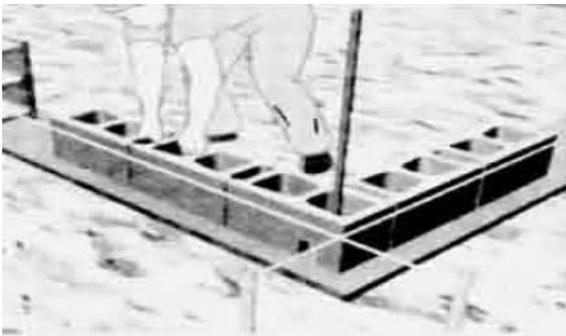


Figura 9. Líneas de referencia para la colocación de bloques.
Fuente: Manual de Construcción con Bloques de Concreto. (2007).

Normas ASTM

Son las normas estandarizadas por la Asociación Americana de Pruebas de Materiales (o en inglés America Society of Testing Materials. ASTM) para los materiales en uso. Estas pruebas están normalizadas y ya tienen sus respectivos criterios de aceptación.

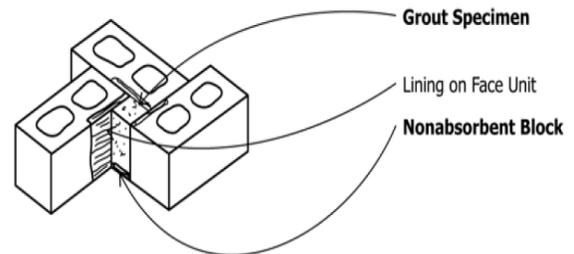


Figura 10. Ejemplo de cómo realizar la prueba para la norma C1019.
Fuente: Norma C1019 de ASTM. (2016).

Metodología

El siguiente procedimiento descrito fue llevado a cabo en la empresa antes mencionada. Los procedimientos de inspección fueron supervisados por el ingeniero en jefe, con esto se proporcionaba una supervisión profesional y una capacitación de lo que se esperaba como resultados de estudio de inspección y la elaboración de los diferentes entregables.

Estudio bibliográfico de la normativa aplicable

Para lograr una inspección adecuada lo ideal es el manejo de las diferentes normas que aplican en el contexto nacional. Este nivel de conocimiento es básico para cualquier inspector sin importar el área. El Código Sísmico de Costa Rica 2010 (CSCR-2010) ayuda a solventar muchas de las decisiones de un ingeniero inspector ya que este es el conjunto normas internacionales posiblemente aplicables al medio local.

También fueron considerados otros estudios hechos para el material por parte de entes que mantienen observaciones constantes sobre esta tipología de construcción, la cual ayuda a inspectores y constructores a mejorar el procedimiento y en donde se pueden estar corroborando los diferentes requisitos de calidad.

Para empezar el estudio de las normas se revisa el capítulo 9 del CSCR-2010, el cual da los requerimientos mínimos de diseño para los elementos construidos en mampostería estructural; además de que menciona suposiciones de diseño que deben cumplirse en obra. Como parte de esta norma también se estudió el anexo A, en donde se dan los parámetros de los materiales por usar y algunas de las condiciones para ser utilizados adecuadamente, como por ejemplo, las

dosificaciones del concreto de relleno y del mortero de pega supuestos para el diseño.

Es importante destacar que este código es una recopilación de normas internacionales, las cuales también se estudiaron, como las normas de la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM), de donde se obtienen parámetros de cómo realizar pruebas en campo o qué certificados recolectar de los materiales por usar en obra, como así también el código del cual se obtienen los parámetros de diseño tal como el Código de Requerimientos y Especificaciones de Construcción para Estructuras de Mampostería (ACI 530-08).

Parte de la documentación estudiada fue el “*Manual de Construcción de Bloques de Concreto*” realizado por el Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto (ICCYC), el cual contiene criterios de inspección importantes en esta área de la construcción.

También la bibliografía internacional fue contemplada para el estudio de los parámetros adecuados de inspección. Un libro importante fue el “*Manual de Mampostería de Concreto para Arquitectos, Ingenieros y Constructores*” elaborado por la Asociación de Cemento Portland (PCA), otros documentos estudiados por su alto aporte a la inspección fueron el “*Manual de Mampostería de Concreto*” del Instituto Colombiano de Productores de Cemento y “*Concreto y Otros Materiales para la Construcción*” de la Universidad Nacional de Colombia, entre demás documentación con aporte a la inspección en el área de la mampostería en la construcción tradicional.

Análisis de los procedimientos internos de diseño

En esta sección se tomó en cuenta la forma de diseño de la empresa donde se realizó la práctica profesional la cual fue Miguel Cruz y Asociados LTDA. En ella se estudió la forma en cómo se desarrolla un proyecto en la parte del diseño. Para esta sección se tomaron los criterios de los diferentes ingenieros que laboran allí, lo cual siempre es importante ya que son ellos quienes realizan las inspecciones de campo. Como empresa consultora en estructuras se tienen estándares de diseño rigurosos con lo que se logran diseños óptimos para los clientes; también se estudian las notas estructurales recolectadas para establecer los parámetros de inspección en lo que se espera en obra para la construcción de los diseños establecidos.

El objetivo principal de esta sección es tener participación principal de alguno de los proyectos que se llevan a diario dentro de la empresa con la intención de establecer qué es lo que se busca en la inspección adecuada para un diseño, como adicional también se evaluaron memorias de cálculo pasadas las cuales aportan el mismo objetivo, pero para diferentes casos.

Entregables hacia a la empresa

Los entregables que se esperaban por parte de la empresa son las listas de verificación para la facilidad de la inspección en obra, lo cual se obtiene luego del estudio exhaustivo de las normas y reglamentos, además de la literatura ya mencionada, con la inclusión de los aspectos estructurales de importancia para la empresa, mencionados en las especificaciones técnicas.

El entregable principal es el manual de uso de estas listas y su debido ordenamiento, con la indicación de los elementos estructurales de la revisión en obra.

Como aporte también cabe destacar que se utilizarán diagramas de flujo que demuestren cómo se debe llevar a cabo el proceso correcto de la inspección en obra.

Evaluación de los productos entregados

En este apartado básicamente se pretende obtener resultados de diferentes construcciones a través de las listas de verificación, revisando su practicidad y además establecer cómo se deberían de utilizar para la inspección de campo y la elaboración de informes.

Además, se pretende brindar la información correspondiente para que se pueda realizar una inspección adecuada, con el orden y todos los aspectos necesarios para elaborar la minuta final de inspección diaria.

Resultados

La siguiente información es la que se obtuvo a partir de la práctica profesional dentro de la empresa Miguel Cruz y Asociados, en la cual se realizaron entrevistas y se analizó el diseño estructural, el estudio de normas nacionales, además de las notas estructurales de la empresa.

Información destacada

Como parte fundamental de todo profesional es conocer la normativa vigente, la cual se complementa con la experiencia de profesionales dentro de la empresa. De este análisis se obtuvo la siguiente información:

- Siempre es necesaria alguna herramienta de campo que permita mantener un orden de la inspección.
- Las construcciones, al tener grandes dimensiones y amplios juegos de planos, la verificación de la parte estructural siempre se torna en una labor con amplios tiempos de ejecución y con falta de orden.
- En los diferentes proyectos manejar los documentos en físico se vuelve tedioso.
- El almacenaje, los diferentes tipos de materiales y las herramientas para la conformación de elementos siempre tienen defectos importantes, por lo cual es necesario realizar un orden de inspección sobre estos elementos.

Se destaca como parte del perfil de un supervisor, las siguientes características:

- Experiencia
- Capacidad de organización
- Seriedad
- Profesionalismo
- Honestidad

- Orden

Diseño realizado y datos obtenidos

Se desarrolló un diseño estructural sobre un proyecto interno de la empresa donde se contó con las premisas para iniciarlo, como se muestra a continuación en la figura 11.



Figura 11. Plantas para el diseño estructural.
Fuente: Empresa Miguel Cruz y Asociados (2017).

Este diseño se desarrolló mediante el método dinámico contemplado en el C.S.C.R.-2010, y la herramienta de ETABS. Se contemplaron los siguientes pesos para realizarlo:

CUADRO 1. CARGAS ASIGNADAS	
Tipo de Carga	Carga (kg/m ²)
Cerámica	50
Cielos	15
Instalaciones Electro.	15
Techo	50
Carga Viva	200

Fuente: CSCR 2010 e Ingeniero a cargo del proyecto.

Cabe mencionar las consideraciones tomadas para el diseño como las mostradas a continuación

➤ Consideraciones estructurales

- Al ubicarse en Tres Ríos, se toma en cuenta como una Zona III de sismicidad, además de un uso de suelo S3.
- Considerado un Edificio: Irregular Moderado
- Ductilidad Global Asignada: 1.5
- Factor de Importancia: 1
- Factor de Sobrerresistencia: 2
- Altura de 3.20 m cada piso.

➤ Materiales

- Mampostería de Tecknoblock modular Tipo A, con dimensiones nominales de 15x20x30 cm, de la casa matriz de PC.
- Concreto de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para rellenar las celdas.
- Acero de $f_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$, esto para el refuerzo vertical y horizontal.

Se obtienen los siguientes resultados de dos diseños de muro para el edificio en estudio, mostrados en las figuras 12 y 13, y además se los siguientes desplazamientos:

CUADRO 2. DESPLAZAMIENTOS EN DIFERENTES DIRECCIONES	
Dirección	Distancia (mm)
x	1.051
y	0.959
z	0.253

Fuente: Resultados obtenidos con aplicación digital ETABS 16.0.2

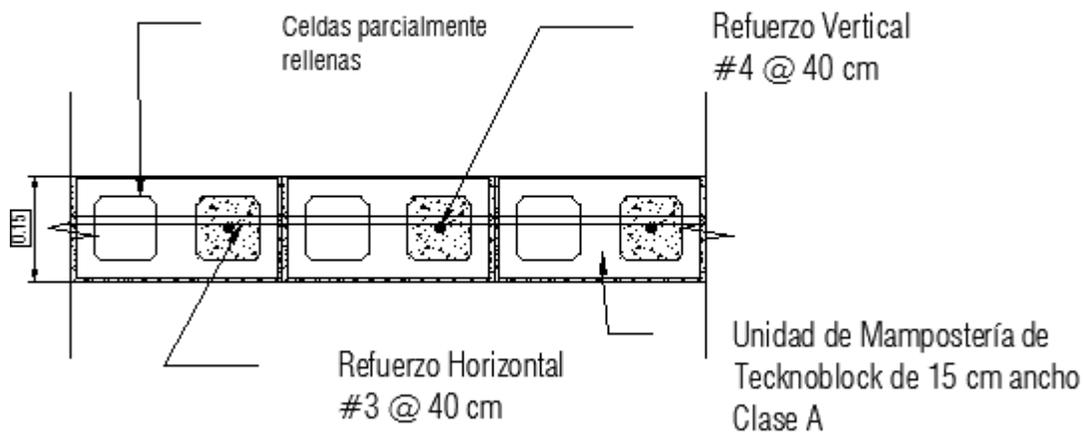


Figura 12. Muro tipo 1 resultado obtenido a partir del análisis.
Fuente: Elaboración Propia

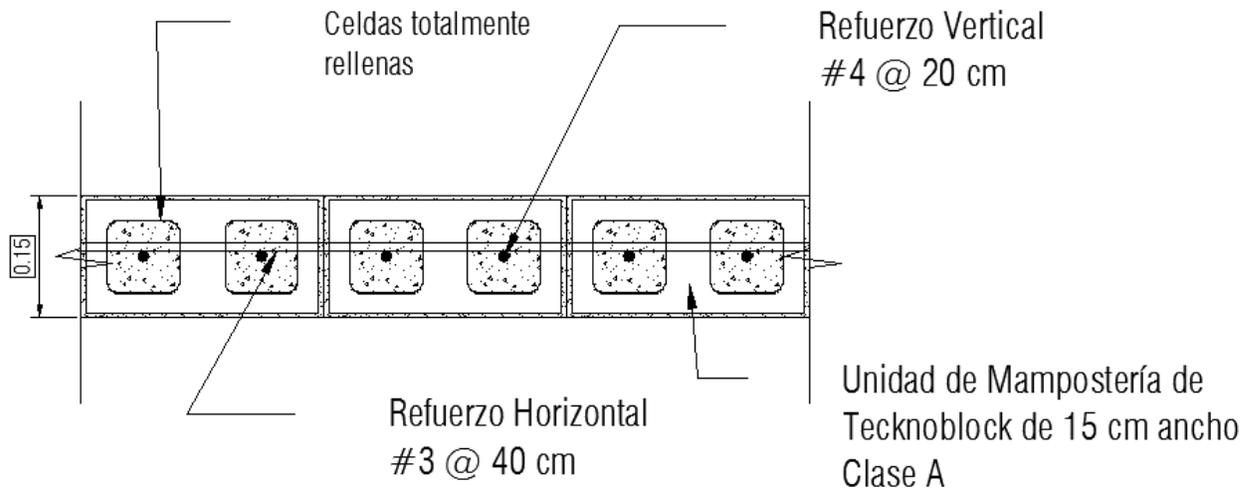


Figura 13. Muro tipo 2 resultado obtenido a partir del análisis.
Fuente: Elaboración Propia

Listas de verificación y el manual de uso

Con base en la información investigada se optó por realizar una herramienta útil para la empresa la cual culminó en terminar desarrollando listas de verificación con un manual

de uso, complementado con la aplicación digital de PlanGrid.

La división de las listas se dio según la conveniencia de la empresa ya que siempre se verifican los elementos por separado. En estas se incorporó la investigación bibliográfica y notas hechas por los ingenieros de la empresa lo cual generó varios tipos de listas.



Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento columna

Miguel Cruz y Asociados Ltda.
Tels.: (506) 2281-3361 / Fax: 2281-3340
mforuz@raicsa.co.cr
Apdo.: 13004-1000 San José, Costa Rica

Nº Item	Detalles a Inspeccionar	Aceptación			Observaciones de Campo	Mortero			
		SI	NO	Pend		Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
1	Verificar la prueba de trabajabilidad					Con la prueba de cuchara invertida, el mortero no se despega y presenta plasticidad	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
2	Revisión de la colocación solo en las orillas del bloque.					 Solo orillas	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
3	Revisión de la colocación en todo el bloque.					 Toda la cara	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
4	Corroborar la edad de colocación del mortero.					Con menos de 45 minutos de haberse preparado debe colocarse	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		

Figura 14. Muestra de lista de verificación para mortero en muros.
Fuente: Elaboración Propia



**Minuta de Inspección
Remisión de documentos**

Miguel Cruz y Asociados Ltda.
Tels.: (506) 2261-3361 / Fax: 2261-3340
mfcruz@gracoa.co.cr
Apdo.: 13004-1000 San José, Costa Rica

N° Item	Descripción	Frecuencia	Estado				Solicitado por	Responsable	Fecha de Solicitud	Fecha de entrega
			Pendiente	Revisión	Rechazado	Aprobado				
1	Estudios de suelos con 20 pruebas (mínimo). (Si el suelo es fino)	1 por proyecto								
2	Estudio de suelos con cono dinámico. (Si el suelo es saturado).	1 por proyecto								
3	Diseño de mezcla de concreto con dosificaciones.	1 por proyecto								
4	Diseño de mezcla de concreto de relleno con dosificaciones.	1 por proyecto								
5	Diseño de mezcla de mortero con dosificaciones.	1 por proyecto								
6	Diseño de mezcla de concreto lanzado con dosificaciones.	1 por proyecto								
7	Certificación de bloques de concreto, con nombre de proveedor y características físicas.	Cada vez que se disponga de diferente proveedor.								

Figura 15. Muestra de lista la solicitud de documentos.
Fuente: Elaboración Propia

Dentro de las listas se dejó claro cómo se pretende realizar la inspección con la clasificación mediante elementos de vigas, columnas y muros para la mampostería; como adicional se agregó un complemento para fundaciones y solicitudes de documentos importantes. Fue necesario agregar las columnas de observaciones con el objetivo de desarrollarlas en sitio para los elementos inspeccionados, los cuales deben cumplir con la columna de parámetro del cual se solicita ya sea por la empresa o por normativa nacional o complementaria.

Las recomendaciones son establecidas por el profesional a cargo, si estas se pueden dar para corregir o poder dejar un historial dentro de la bitácora de obra.

Para su uso dentro de la empresa se solicitó el desarrollo de un manual que explicara la metodología del procedimiento de inspección. Contiene una breve explicación de cómo realizar este proceso en el campo y lo que se debe solicitar antes de realizar una inspección de campo.

La figura 15 muestra la portada del manual elaborado para el entendimiento de las listas de verificación, con la intención de hacer reportes junto con la aplicación de PlanGrid. Como complemento se desarrollaron esquemas de cómo inspeccionar en sitio, y del uso de la citada aplicación.

Adicional a todo esto, es importante señalar que se debe contar con las herramientas

adecuadas para realizar las inspecciones, como lo fueron un dispositivo digital (Tablet) con las aplicaciones tanto de PlanGrid como de Adobe Reader, y cinta métrica para tomar las medidas correspondientes según sea el caso.

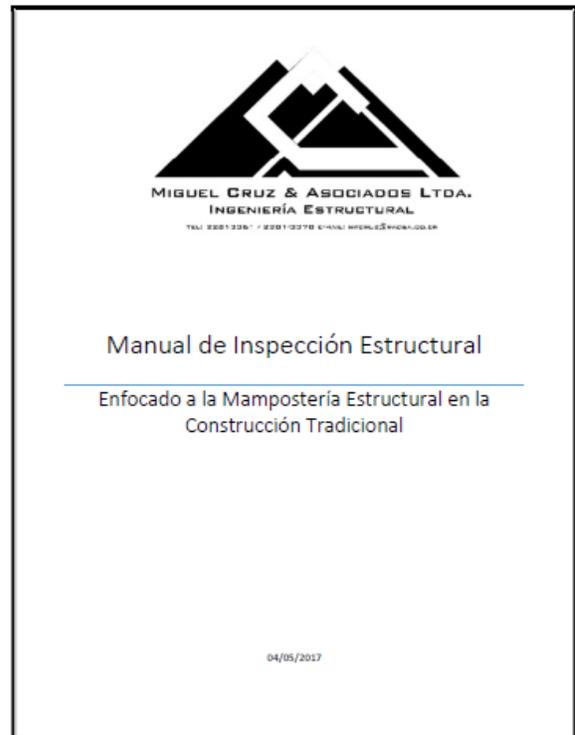


Figura 15. Muestra de lista de verificación
Fuente: Elaboración Propia

Validación de las listas de verificación

Para la validación de las listas fue necesario visitar proyectos. Con base en la mampostería estructural se visitó un proyecto de vivienda ubicado en San Francisco de Heredia (Ubicación y distribución de las viviendas en la figura 16). Además, se inspeccionaron cuatro proyectos basados en mampostería confinada y no se encontraron detalles en arcilla.



Figura 16. Distribución de propiedades de proyecto visitado.
Fuente: Google Maps.

Unidades de mampostería



Figura 17. Unidades dañadas.
Fuente: Tomada en sitio.



Figura 18. Unidades con mala colocación.
Fuente: Tomada en sitio.

Se puede observar en las figuras 17 y 18 que se incumple con los parámetros establecidos para los ítems 1 y 2 de las listas que referencian a los muros en su apartado de bloques de concreto, donde se entiende que se deben manejar unidades sin reventaduras y no tener una colocación mayor al 1.20 m de altura.

En ambas figuras también se determinan los ítems 3 y 4, en donde se establece como observación que las unidades se encuentran a la intemperie y el tamaño de las unidades de 15x20x40 cm, adicional se observan también colocadas unidades de 20x20x40 cm colocadas en sitio, como se observa en la figura 19.



Figura 19. Unidades de distintos tamaños.
Fuente: Tomada en sitio.



Figura 20. Alineación de celdas.
Fuente: Tomada en sitio.

Los ítems 7 y 8 de las listas de bloques fueron corroborados y aceptados ya que estos parámetros sí cumplían dentro de los proyectos visitados.

El Acero de refuerzo

Para el apartado de acero de refuerzo se empezó con la inspección del material y de los tamaños involucrados con el fin de comprobar el acero con el cual se está trabajando para el refuerzo. Se observa que se está cumpliendo con lo dispuesto en planos lo cual indica que se deben colocar varillas #3 cada 40 cm, esto se corrobora en la figura 21 con el parámetro del ítem 1 donde establece que no deben presentar corrosión, pero son aceptables en campo.

En la figura 21 también se intenta obtener evidencia del tipo de varilla, además del fabricante, lo cual se torna difícil, pero se corrobora que es de diámetro #3 y se comprueba también la de diámetro #4 en sitio, aunque de esta no se logró evidencia.



Figura 21. Vista de las marcas del acero.
Fuente: Tomada en sitio.



Figura 22. Distancia del acero comprobada.
Fuente: Tomada en sitio.

Se revisa los mínimos que considera el CSCR 2010 para los ítems número 3, 4 y 5, los cuales establecen varilla #4 para los buques de puertas y ventanas, y además en los finales de muro.



Figura 23. Comprobación de mínimos requeridos.
Fuente: Tomada en sitio.

En cuanto al refuerzo horizontal, solo se pudo observar que se encontraba colocado a cada 40 cm en la obra como se ve en la figura 25. En sitio, los proyectos se encontraban en estado avanzado y en los otros no había un nivel de avance para considerar ciertos parámetros como la extensión del acero en elementos como vigas banquinas.

En referencia a los ítems número 9 y 10, no se encontró ningún proyecto que cumpliera esa condición; para el ítem 12 no existía ninguno donde se pudiera corroborar esta información y además no se hallaron detalles donde se verificara el ítem 13 de las listas de refuerzos.

Se pregunta al Ingeniero Residente la forma de colocación del acero horizontal con lo que se comprueba su instalación en forma tradicional, como lo estipula el ítem 14.

En la figura 24 se corrobora una de las celdas con el acero que no cumple con la distancia de 1.5 cm, esto sucede en más zonas del proyecto. El ítem 16 se verificó en las zonas donde se rellenaba de concreto, lo cual sí cumplía con lo requerido, exceptuando aquellos que tuvieron la observación del acero en contacto con la unidad, como se muestra en la figura 24.



Figura 24. Distancia de las varillas con respecto a la unidad.
Fuente: Tomada en sitio.

Para el ítem 17 de la lista de refuerzo se observaron varios ganchos en sitio y se tomaron sus medidas respectivas como se muestra en la figura 25. Se comprueba así sus distancias mínimas y se interpretaron también los ítems de la lista 18 y 19, los cuales cumplían con el mínimo.



Figura 25. Gancho estándar.
Fuente: Tomada en sitio.

El estado del acero se corrobora en los ítems 21 y 22 tanto para el almacenamiento, como para la herramienta utilizada para doblarlo. En las figuras 26 y 27 se observa como se encuentra a la intemperie y se utiliza la herramienta llamada grifa, lo cual es permitido ya que se realizan los dobleces en frío.



Figura 26. Varillas sin protección.
Fuente: Tomada en sitio.



Figura 27. Herramienta utilizada para doblar varilla.
Fuente: Tomada en sitio.

Para el ítem 23 se observa en la figura 28 la forma de trabajo de inserción de bloques que establece que no se deben doblar. Esto se comprueba y se toma su respectiva evidencia, en consecuencia, también se determina la falta de anticorrosivo, lo que corresponde al ítem 25.



Figura 28. Acero vertical sin doblar.
Fuente: Tomada en sitio.

Los traslapes en el proyecto fueron evitados; por lo tanto, este parámetro fue excluido. Se observa falta de traslapes en la figura 29, y también como parte de la inspección mencionada dentro del manual fue importante tomar la medida de los ganchos utilizados para el

reforzamiento de columnas integrales en la mampostería los cuales cumplían el mínimo, como se observa en la figura 30.



Figura 29. Observación de traslapes para varilla horizontal.
Fuente: Tomada en sitio.



Figura 30. Toma de medidas de los ganchos y verificando su cumplimiento.
Fuente: Tomada en sitio.

Elementos embebidos en las unidades

Se encuentra gran destrucción de las unidades para realizar la confección de la instalación eléctrica, ya que para la mecánica se utilizan elementos como columnas de concreto reforzado para introducir las tuberías, esto es mostrado en las figuras 31, 32 y 33.



Figura 31. Unidades dañadas para colocación de tubería eléctrica.
Fuente: Tomada en sitio.



Figura 32. Unidades dañadas para colocación de tubería eléctrica.
Fuente: Tomada en sitio.



Figura 33. Columnas de concreto con elementos mecánicos.
Fuente: Tomada en sitio.

Concreto de relleno y para pega de unidades

Se revisó el aplomo de las unidades en el piso inferior pues ya se había construido. El ingeniero residente lo considera tolerable y examinó el proceso de relleno de unidades cada dos hiladas dejando la segunda celda rellena hasta la mitad para colocar la siguiente hilada. No se pudieron corroborar las pruebas de flujo ni de revenimiento; para vibrar el concreto en las unidades, se realizaba con varilla.

No fue necesaria la ventanilla de inspección debido a que se colocaba el concreto cada dos hiladas como en el proceso anteriormente citado.

Para el mortero no se llevó a cabo la prueba de la cuchara y se trabajó con su colocación sobre toda la unidad. Se revisó la junta inicial de los proyectos los cuales cumplían con una sisa de 1.5 igual a las juntas entre bloques como se observa en la figura 35.



Figura 34. Elaboración del concreto de pega y relleno en sitio.
Fuente: Tomada en sitio.

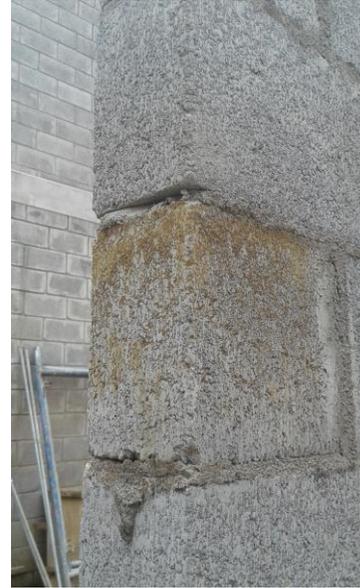


Figura 36. Faltante de mortero y sisa sucia.
Fuente: Tomada en sitio.



Figura 35. Revisión de junta entre bloques.
Fuente: Tomada en sitio.

Durante esta revisión se llevó a cabo también la verificación de juntas donde se puede determinar que hay excesos en ciertos puntos de la obra o faltantes de mortero, además de encontrar sisas con suciedad.



Figura 37. Colocación de unidades y relleno de concreto por faltante.
Fuente: Tomada en sitio.

Revisión de los elementos confinantes

Para los elementos confinantes se obtuvo el siguiente resultado, 15 cm de espesor como máximo lo cual incumple con los estándares. Se respeta el mínimo de acero para los elementos como indica el ítem 2 de las listas para elementos confinantes.

Para el recubrimiento se obtuvo 2.5 cm lo que cumple con el mínimo como muestra la figura 40, y con la toma de medidas de traslapes de más de 50 cm con el detalle y de distancias de aros según un detallado de aros #3 a cada 20 cm de acuerdo con los parámetros de la normativa nacional.



Figura 38. Faltante de mortero.
Fuente: Tomada en sitio.

El repello que se mide es aceptable y se obtiene unos 7 mm de espesor en campo. esto contrasta con los 15 mm solicitados; como se observa en la figura 39, ningún muro se encontraba cubierto con algún material impermeabilizante., ni tampoco se observó la actividad de curado de juntas.



Figura 39. Espesor del repello.
Fuente: Tomada en sitio.



Figura 40. Espesor del repello.
Fuente: Tomada en sitio.



Figura 41. Distancia entre aros.
Fuente: Tomada en sitio.



Figura 43. Nivel de desplante.
Fuente: Tomada en sitio.



Figura 42. Distancia entre aros en zona de traslape.
Fuente: Tomada en sitio.

Se verificó la limpieza de las fundaciones para realizar el chorreado; también se inspecciona los diferentes recubrimientos de la fundación que cumplen con todas las medidas necesarias mínimas estipuladas en las listas.



Figura 44. Área de fundación limpia.
Fuente: Tomada en sitio.

Revisión de fundaciones

En esta sección se tomó en cuenta el detalle de cimiento propuesto para las construcciones, con un nivel de desplante de 40 cm y con un ancho de 60 cm.



Figura 45. Recubrimiento de 7 cm en los costados.
Fuente: Tomada en sitio.



Figura 48. Traslapes en vigas de fundación.
Fuente: Tomada en sitio



Figura 46. Recubrimiento de 8 cm en el fondo.
Fuente: Tomada en sitio.

Como parte final se revisó las uniones de traslapes tanto para las vigas de fundación como para la placa corrida, las cuales no sobrepasan el 50% de la distancia del traslape.



Figura 47. Traslapes en cimientos.
Fuente: Tomada en sitio.

Análisis de los resultados

El contenido por mostrar en esta sección es el análisis de los diferentes pasos llevados a cabo durante la práctica profesional para obtener una metodología de inspección.

Análisis del estudio realizado

Con el estudio bibliográfico se pretendía obtener información de inspección de campo y del diseño como tal; por tal razón se investigaron tanto normas nacionales como internacionales. Cabe destacar que la normativa nacional con respecto a la mampostería es limitada debido a la amplia gama de tipos de mampostería encontrada en el mercado; además de manuales de construcción en mampostería los cuales demandaban criterios internacionales como los establecidos en el *Manual de Construcción en Bloques de Concreto* del ICCYC, el cual fue elaborado con base en normas internacionales como las descritas por el documento del ACI 530-08 y las normas ASTM, las cuales deben cumplirse tanto en diseño como en obra.

Los manuales técnicos de la empresa fueron tomados en cuenta, debido a que era la forma de adaptar la experiencia de los diferentes profesionales. Esto se complementó con entrevistas hechas a los profesionales dentro de la empresa para que expusieran sus diferentes criterios acerca de la realización de la inspección estructural y concordaron en que era difícil manejar todas las normas de inspección requeridas, también se incluye a las personas novatas en este campo para aprender de dicha actividad.

Además, se pudo afirmar por parte de los profesionales lo descrito en la literatura con respecto al perfil que debe de contar. La experiencia es algo que se adquiere con base en inspecciones realizadas en conjunto con alguien que ya cuenta con ella, aunque esto se puede

omitir o delegar mediante metodologías para los novatos en campo; los demás aspectos apelan a la ética del profesional siempre esperando que sea cumplida, y el criterio técnico es poder hacer los respectivos comentarios y recomendaciones a partir de los conocimientos del inspector a cargo.

Detalles analizados del diseño estructural

El siguiente paso de análisis de procedimientos lo realiza una empresa consultora para el desarrollo de diferentes proyectos a través del diseño de un proyecto dentro de ella. Inicia con un análisis estructural realizado con la herramienta ETABS, se logra interpretar el efecto de las diferentes cargas mostradas en el cuadro 1, y se realiza un análisis dinámico de la estructura, obteniendo así resultados de desplazamientos los cuales fueron corroborados con las especificaciones del CSCR 2010 en la *Tabla 7.2 Límite superior de la razón de deriva inelástica*.

A partir de aquí, se desarrolla el diseño en mampostería para los muros con el cual se obtuvieron los resultados mostrados en las figuras 12 y 13. Para ello se tomó en cuenta el diseño estipulado por el CSCR 2010, se estableció un diseño por flexocompresión como el descrito en el capítulo 9 apartado 9.7.6; se toma el método alternativo descrito, ya que se utiliza por la gran cantidad de muros que se deben revisar aunque esto se consultó a nivel de empresa y se interpreta que cada profesional siempre en ejercicio de la ética, puede tomar cualquier método. Para el de cortante se tomó en cuenta el apartado 9.7.5 sin variaciones y siguiendo cada uno de los pasos. Estos datos obtenidos corresponden a un mínimo para el caso de la figura 12 y en la figura 13 hubo una variación debido a que los muros analizados eran de mayor largo. Por ello, fue necesario el diseño

de un segundo muro con una mayor área de acero de refuerzo.

Análisis de los productos entregados a la empresa

En este apartado se desarrollaron los documentos descritos en los resultados obteniendo así una metodología de inspección. Debido a la gran cantidad de requisitos que solicita el CSCR 2010 y otros manuales de entidades nacionales se propone crear un conjunto de ellos y realizar las inspecciones adecuadamente.

Las listas se basan en la normativa nacional del CSCR 2010, así como diferentes estándares internacionales y manuales de uso, los cuales explican cómo debe quedar el elemento en confección, además del proceso que debe ser realizado para su entrega en el proyecto, se explica también los cuidados que deben de tenerse con los materiales tales como el concreto y el acero de refuerzo, y en mayor importancia las unidades de mampostería.

Para la confección de las listas de verificación se utilizó un orden de inspección adecuado que da como resultado revisar las unidades, luego los detalles de refuerzo y su estado y terminando con los diferentes tipos de concreto, de relleno o de pega; además se incluyó una hoja con los requisitos mínimos que solicita el CSCR 2010, para los elementos confinantes como lo son los mínimos de varilla y el concreto.

Adicional a las listas de verificación para mampostería para los tres elementos principales que son los muros, las columnas y las vigas, se solicitó la lista de verificación de las pruebas que se le deben realizar a los materiales, las cuales se encuentran en una diferente con periodos de solicitud, y también se confecciona una que permitiría la fácil inspección de elementos de fundación tomando en cuenta sus diseños.

Con respecto al manual de uso cabe destacar que es importante ya que así cualquier integrante de la empresa puede ejecutar la inspección, esto también fue pensado para los profesionales nuevos que ingresen a la empresa.

En este manual se desarrolla explícitamente cómo se deben utilizar las listas, así como la forma en que se deben

complementar con la aplicación PlanGrid para llevar a cabo la inspección con los planos correspondientes del proyecto y realizar las observaciones y recomendaciones necesarias.

Validación de las listas de verificación en campo

Para este apartado se tomó en cuenta los proyectos realizados por otra empresa constructora aparte de donde se realizó la práctica profesional, esto debido a que en la empresa en el momento no se contaba con proyectos en mampostería, por lo cual se verificaron otros. Es importante mencionar que el proyecto visitado no contaba con un ingeniero estructural a cargo. En ellos, se demostró en los apartados de las listas de verificación el cumplimiento o no de las normas, como se observa en las figuras 17 y 18, con un maltrato sobre las unidades de mampostería donde se mantienen a la intemperie y algunas se encuentran dañadas, lo cual ocasiona un riesgo de ser colocadas de esa manera.

Se registran también buenas prácticas como el cambio de dimensión de unidades para poder colocar las previstas electromecánicas. Estas unidades de diferente tamaño se observaron en la figura 19. Como se demuestra en la figura 20 se alinean los muros probando así el buen proceso de confección de muros que se debe realizar con las unidades de mampostería.

Se contó con la observación del acero de refuerzo donde se visualiza corrosión aceptable, pero no se logra determinar el proveedor de los mismos, se verifican sus distancias de gancho estándar y en obra, coincidiendo con los detalles mínimos estipulados por el CSCR 2010.

Es importante identificar en estos proyectos el descuido que se observa en la colocación del acero en celda lo cual no cumple en ciertas locaciones con la distancia mínima aceptada desde el borde de la celda como se observa en la figura, además del mal acomodo de los materiales.

En lo que respecta a los elementos embebidos en la mampostería se observa como por procesos mal planificados es necesario destruir parte del muro para insertar la tubería electromecánica, estas observaciones se llevaron a cabo como notas y se deberían registrar en su

respectiva bitácora, además se observan tuberías electromecánicas en otros elementos aunque no tienen función estructural.

También se observa la elaboración del concreto en sitio sin batidora para las celdas de relleno y el mortero de pega lo cual incumple con lo estipulado por el manual de construcciones del ICCYC. Es importante recalcar la mala confección de juntas para estos proyectos como se observa en las figuras 36, 37 y 38, las cuales deberían ser reparadas o realizar capacitaciones para los obreros en este campo, ya que se encuentran altamente dañadas.

Para la inspección de los elementos confinantes como las vigas y columnas de concreto, se tomó en cuenta el detalle y los requisitos del CSCR 2010 colocados en las listas de verificación, cumpliendo con los aspectos mínimos sin ninguna observación adicional.

Se corroboró las fundaciones en su estado de confección de armadura y en las dimensiones propuestas que corresponden a las mínimas propuestas para edificaciones de dos plantas de vivienda unifamiliar estipuladas en el CSCR 2010.

Se intentó obtener resultados de pruebas y demás documentos de los materiales, pero la empresa constructora no los otorgó por políticas internas.

Conclusiones

- Se concluye a partir del análisis de la estructura que se puede realizar el diseño de elementos de mampostería y que estos se pueden analizar mediante el método dinámico estructural, con la simplicidad de un programa digital siempre corroborando los parámetros adecuados para obtener un análisis óptimo, además con la indicación de que en el diseño se consideran las condiciones del material que sean óptimas y que se cuente con una ejecución buena para la elaboración del elemento.
- El diseño realizado fue revisado por profesionales de la empresa y evaluado para ser llevado a cabo, este proceso que se desarrolló es de alta importancia, ya que los supuestos evaluados deben ser revisados en sitio.
- Con el manual elaborado por medio de este proyecto se logró establecer el procedimiento para realizar la inspección utilizando diagramas que indican qué debe solicitar un inspector y qué actividades debe llevar a cabo en el proyecto, además de cómo debe realizar las observaciones de campo.
- El uso de herramientas electrónicas para este proceso es de alta importancia ya que facilitan las observaciones; tal es el caso de la aplicación PlanGrid y del manejo de las listas de verificación en su versión de *formato de documento portátil (.pdf)*, por medio de las cuales se generan los informes y recomendaciones para el proyecto.
- La validación de las listas en inspecciones de campo dio como resultado un análisis visual del mal estado de los materiales en su almacenamiento lo cual puede perjudicar el producto final.
- Considerando la confección de elementos estructurales en mampostería, se determina que en ocasiones hay malas prácticas a la hora de la ejecución de algún proceso como es evidente en los fallos de los muros y su faltante con mortero.
- En los elementos de fundación y de confinamiento inspeccionados en los proyectos se identifica el seguimiento al CSCR 2010, pero también se entiende la falta de diseño estructural sobre estos elementos en ciertas construcciones podrían generar, problemas estructurales futuros sobre estos elementos, los cuales podrían tener problemas menores como reventaduras o colapso de los mismos dependiendo de la escala de un evento sísmico.

Recomendaciones

- Se debe realizar el mismo procedimiento para los demás materiales con los que se presentan diseños estructurales como lo son el acero, el concreto y la madera.
- Complementar con capacitaciones a los profesionales en este ámbito para mitigar el que se necesite experiencia para las inspecciones de los proyectos.
- La implementación de personal capacitado para la confección de obras en mampostería y no autorizar la construcción por ocurrencia.
- Mejorar las condiciones impuestas en el capítulo 17 del CSCR 2010 para los ingenieros que adoptan no incluir un ingeniero estructural dentro de un proyecto, esto para minimizar los problemas que podrían generar los detalles elaborados.
- Desarrollar herramientas que complementen aún más el procedimiento de inspección estructural para lograr un alcance adecuado durante todos los proyectos de construcción.
- Es necesario implementar una escala de gravedad en los diferentes criterios de los cuales fueron tomados en cuenta para desarrollar las listas de chequeo.

Apéndices

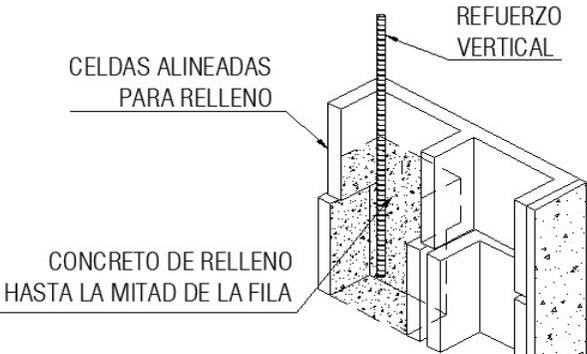
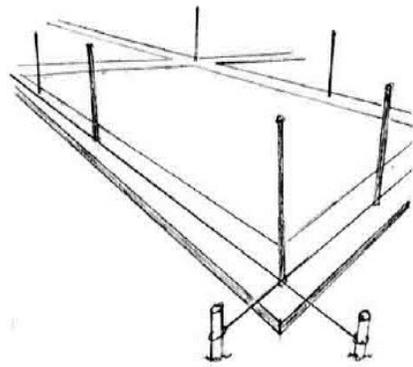
Apéndice 1. Listas de verificación para la empresa Miguel Cruz y Asociados

Apéndice 2. Manual de Inspección Estructural con base en la mampostería estructural

Minuta de inspección Mampostería estructural Elemento muro

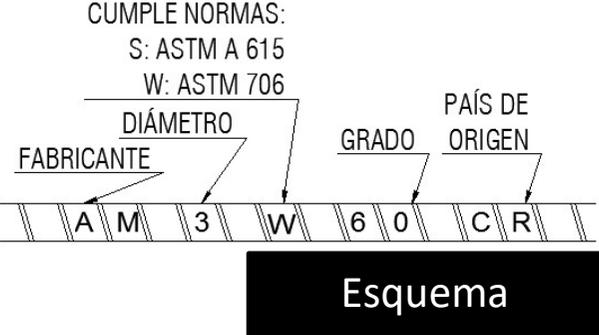
Bloques de concreto									
N° Item	Detalles a inspeccionar	Estado			Observaciones de campo	Criterio de aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Revisar el estado físico de las unidades para construcción.					Sin reventaduras o grietas y totalmente limpios.	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
2	Verificar la altura máxima de almacenamiento de bloques.					No debe sobrepasar 1.20 m de altura.	N/A		
3	Verificar la dimensión establecida en diseño para los bloques.					Dimensión establecida emçn especificaciones técnicas de los planos.	C.S.C.R 2010 Anexo A.1.1		
4	Verificar la condición de almacenamiento de las unidades.					En bodega y cubiertos con lonas secas para mantener su estado óptimo.	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		

5	Revisar el acomodo adecuado de las unidades, según los estipulado en planos.					 <p>Tesón y sogas o estiba</p>			
6	Corroborar que se cuente con la protección adecuada contra la lluvia en caso de que las unidades esten expuestas a la interperie.					Lonas, plásticos impermeabilizante o similar.	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		

7	Revisar el alineamiento de celdas, que permitan el alojamiento del acero vertical.					 <p>REFUERZO VERTICAL</p> <p>CELDAS ALINEADAS PARA RELLENO</p> <p>CONCRETO DE RELLENO HASTA LA MITAD DE LA FILA</p> <p>C.S.C.R 2010 Sección 9.2.2</p>			
8	Corroborar la existencia de las líneas de guía de los muros.					 <p>Esquema</p>	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		

Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento muro

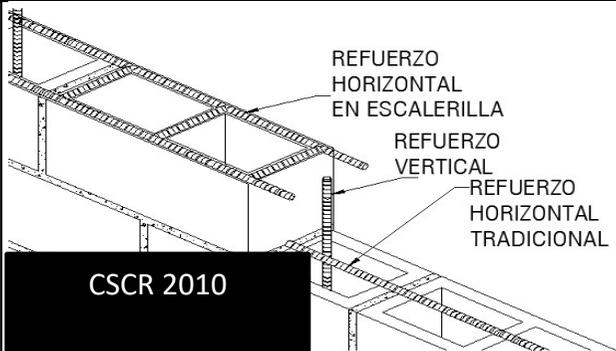
Bloques de arcilla									
N° Item	Detalles a inspeccionar	Estado			Observaciones de campo	Criterio de aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Revisar el estado físico de las unidades para construcción.					Sin reventaduras o grietas y totalmente limpios	El Concreto y otros Materiales de Construcción, Universidad Nacional de Colombia.		
2	Verificar la uniformidad del color en el bloque.					De un solo color rojizo en toda la unidad.	El Concreto y otros Materiales de Construcción, Universidad Nacional de Colombia.		
Refuerzo									
N° Item	Detalles a Inspeccionar	Aceptación			Observaciones de Campo	Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Corroborar el estado físico de las varillas					No se aceptan varillas quebradas, torcidas o contengan exceso óxido.	ASTM A-615 ASTM A-706		

2	Revisar las características de fabricación de la varilla y que coincida con lo estipulado en planos.					<p>CUMPLE NORMAS: S: ASTM A 615 W: ASTM 706</p> 			
3	Corroborar la longitud del acero vertical cumpla según lo requerido.				Continúa de apoyo a apoyo.		CSCR 2010 Apartado 9.3.1		
4	Revisar que el refuerzo en los extremos de buques de puertas y ventanas.				Mínimo varilla #4.		CSCR 2010 Apartado 9.3.1		
5	Revisar el refuerzo vertical en los extremos finales de los muros.				Mínimo varilla #4.		CSCR 2010 Apartado 9.3.1		
6	Revisar el refuerzo vertical de diseño a lo largo del muro.				Mínimo varilla #3 a lo largo @ 80 cm.		CSCR 2010 Apartado 9.3.1		

Minuta de inspección Mampostería estructural Elemento muro

7	Revisar el refuerzo horizontal mínimo en los buques.					Mínimo varilla #4 parte inferior y superior de las aberturas.	CSCR 2010 Apartado 9.3.2 (a).		
8	Verificar la extensión del refuerzo horizontal.					Deben extenderse mínimo 60 cm o 40 diámetros.	CSCR 2010 Apartado 9.3.2 (a).		
9	Verificar colocación de refuerzo horizontal en las zonas de conexión estructural con entrepiso o techo.					Mínimo varilla #4.	CSCR 2010 Apartado 9.3.2 (b).		
10	Verificar el refuerzo cerca de la fundación del muro.					Mínimo varilla #4.	CSCR 2010 Apartado 9.3.2 (c).		
11	Revisar la separación máxima del refuerzo horizontal.					Mínimo varilla #3 en la altura @ 60 cm.	CSCR 2010 Apartado 9.3.2		
12	Verificar la separación del acero horizontal.					Mínimo de $d/2$ o 40 cm.	CSCR 2010 Apartado 9.5.8 (a)		

Minuta de inspección Mampostería estructural Elemento muro

13	Revisar de la separación del acero longitudinal.				Mayor que el diámetro nominal o que 2.5 cm.	CSCR 2010 Apartado 9.3.5 (c)		
14	Corroborar la colocación del acero horizontal, en escalerilla o una varilla deformada cumpliendo el acero en planos.							
15	Verificar la distancia libre entre la superficie de la varilla y cualquier superficie de la mampostería.				Mínimo de 1.5 cm.	CSCR 2010 Apartado 9.3.5 (c)		
16	Revisar el recubrimiento de los refuerzos de la mampostería.				Totalmente recubierto a distancias no menores de 4 cm o 2.5 diámetros de varilla al borde externo de la mampostería	CSCR 2010 Apartado 9.4.3 (b) (ii)		

Minuta de inspección Mampostería estructural Elemento muro

17	Revisar el cumplimiento de las distancias de gancho estándar.					180° con extensión al menos de 4 diámetros de varilla o 6.5 cm. 135° con extensión al menos de 6 diámetros de varilla o 10 cm. 90° con extensión al menos de 12 diámetros de varilla.	CSCR 2010 Apartado 9.4.3 (c)		
18	Corroborar la distancia de anclaje del gancho estándar.					El gancho se considera efectivo si la extensión recta mas alla de la zona crítica es de por lo menos 40 diámetros de varilla.	CSCR 2010 Apartado 9.4.3 (c)		
19	Revisar los diámetros de doblez de los ganchos estándar.					Varillas #3 a #8 mínimo 6 diámetros de varilla. Varillas #8 en adelante mínimo 8 diámetros de varilla.	CSCR 2010 Apartado 9.4.3 (d)		
20	Verificar la longitud de los empalmes.					Mayores o iguales a 40 cm	CSCR 2010 Apartado 9.4.3 (f)		
21	Verificar el almacenamiento del acero de refuerzo.					1) En tarimas de madera, plataformas o vigas. 2) Cubiertas con lonas o similares.	N/A		

Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento muro

22	Revisión de como se realizan los dobleces para los ganchos.					Solamente se pueden en frío.	N/A		
23	Corroborar que no se realicen dobleces indebidos con el refuerzo.					Para insertar el bloque de mampostería no es permitido doblar la varilla	N/A		
24	Rechazar todo acero que contenga los siguientes parámetros.					Agrietado, laminado, sucio. Óxido, escamas sueltas, pintura, grasa, aceite u otro material perjudicial.	N/A		
25	Verificar si se usan anticorrosivos y si son los permitidos.					Corrostop o Corroless de Protecto.	N/A		
26	Revisar la tolerancia de la dimensión longitudinal de barras.					40 mm de más o de menos.	N/A		

Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento muro

27	Revisar la tolerancia de la dimensión longitudinal de anclajes.					10 mm de menos.	N/A		
28	Revisar la tolerancia de la dimensión longitudinal del final de los ganchos dependiendo de su ángulo.					Barras con "patas" a 90°: Para la "pata" 10 mm de menos ó 20 mm de más, medido desde la cara exterior de la porción recta restante.	N/A		
29	Revisar la tolerancia de la dimensión longitudinal del final de los ganchos dependiendo de su ángulo.					Barra con "patas" 135°: Lo mismo que para las anteriores, medido antes de doblar los últimos 45°.	N/A		

Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento muro

30	Revisar las uniones de los traslape.					No debe excederse del 50% de la longitud del traslape y ademas no permite que sea en la zona con conexión al cimiento.			
31	Revisar la tolerancia de la dimensión longitudinal de los aros fabricados.					Dimensión de aros: En dimensiones de menos de 500 mm, hasta 5 mm de más o de menos, pero con los datos paralelos sin diferir en más de 5 mm. Dimensiones de más de 500 mm hasta 10 mm de menos, 5 mm de más, pero con los lados paralelos sin diferir en más de 5 mm.	N/A		
Elementos embebidos (Tubería de cualquier tipo)									
Nº Item	Detalles a Inspeccionar	Aceptación			Observaciones de Campo	Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Verificar distancia de los elementos embebidos en la mampostería.					Mínimo a cada 6 diámetros.	CSCR 2010 Apartado 9.2.7		

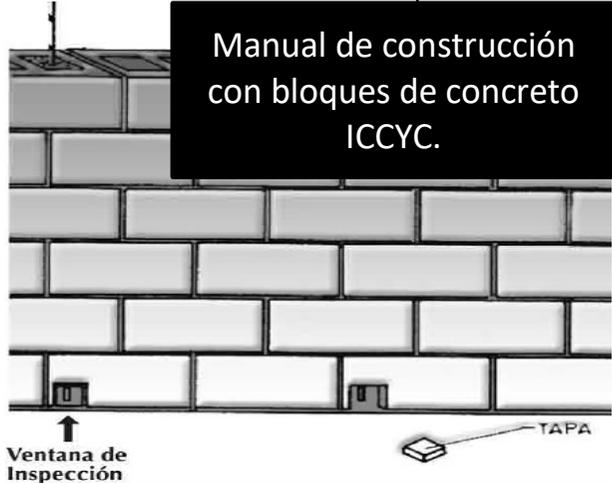
Minuta de inspección Mampostería estructural Elemento muro

2	Revisar el recubrimiento de los elementos embebidos en la mampostería.					1 cm en todo el perímetro.	CSCR 2010 Apartado 9.2.7		
3	Revisar la separación de los elementos embebidos en la mampostería con respecto al refuerzo.					Mínimo de 1 cm de cualquier varilla de refuerzo	CSCR 2010 Apartado 9.2.7		
4	Corroborar que ningún elemento embebido en la mampostería sobrepase el límite de tamaño permisible.					Toda tubería o ducto debe tener diámetro $< t/3$	CSCR 2010 Apartado 9.2.7		
5	Verificar que no se encuentren alteraciones por colocación de instalaciones electromecánicas.					Es inaceptable cualquier tipo de alteración del diseño original.	Manual de Construcción de Mampostería de Concreto, Instituto Colombiano de Productores de Cemento		

Minuta de inspección Mampostería estructural Elemento muro

Concreto de Relleno									
N° Item	Detalles a Inspeccionar	Estado			Observaciones de Campo	Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Verificar que la mampostería esté a plomo y pegada a la línea específica.					 <p style="text-align: center; background-color: black; color: white; padding: 2px;">Se tolera 5 mm en 3 m.</p>	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
2	Verificar el relleno de celdas según diseño en planos.					1) Completamente. 2) Solo donde hay refuerzo vertical.	CSCR 2010		
3	Solicitar al Contratista, un registro de las diferentes pruebas del cono de Abrahams para revisar el revenimiento.					Revenimiento aceptable: 1) Entre 20 cm y 25 cm para temperaturas ambiente (4.4°-37.5°) . 2) Entre 12 cm y 15 cm para temperaturas altas (Mayores a 37.5)	CSCR 2010 Anexo A.1.5 y manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
4	Solicitar los resultados de la prueba de flujo para concreto autocompactante.					Diámetro máximo de 85 cm.	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		

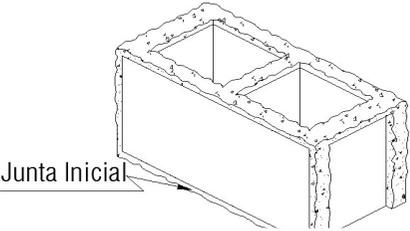
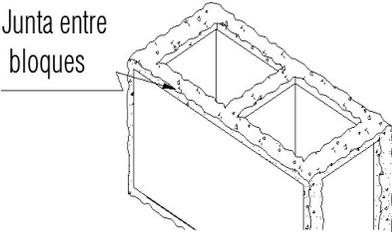
Minuta de inspección Mampostería estructural Elemento muro

5	Utilizar el vibrador adecuado según la altura de colado.				1) Utilizar vibrador con aguja de 3/8" (Cuando es mayor a 30 cm). 2) Vibración mínima con varilla #5 lisa en las celdas (Cuando es menor a 30 cm).	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
6	Solicitar el tiempo de colocación del concreto de relleno.				Colocación con menos de 45 minutos de haberse confeccionado.	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
7	Revisar la existencia de la ventana de inspección.							

Minuta de inspección Mampostería estructural Elemento muro

8	Corroborar que las celdas se llenen de forma tal que eviten juntas frías a la altura de sisas.					Se pide un relleno máximo de media altura de celda.	N/A		
Mortero									
N° Item	Detalles a Inspeccionar	Aceptación			Observaciones de Campo	Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Verificar la prueba de trabajabilidad					Con la prueba de cuchara invertida, el mortero no se despega y presenta plasticidad	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
2	Revisión de la colocación solo en las orillas del bloque.					 <p style="text-align: center;">Solo orillas</p>	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
3	Revisión de la colocación en todo el bloque.					 <p style="text-align: center;">Toda la cara</p>	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		

Minuta de inspección Mampostería estructural Elemento muro

4	Corroborar la edad de colocación del mortero.				Con menos de 45 minutos de haberse preparado debe colocarse	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
5	Revisión de la junta inicial.				 <p style="text-align: center;">De 0.6 cm a 2.5 cm</p>	CSCR 2010 Anexo A.3.2		
6	Revisión de las juntas entre bloques.				 <p style="text-align: center;">De 0.6 cm a 1.6 cm</p>	CSCR 2010 Anexo A.3.3		

7	Revisión general de las sisas, sin excesos o mal acabado de las mismas.					 <p>Sisas con buen acabado</p> <p>Sisas con mal acabado</p> <p>Masonry Handbook PCA</p>			
8	Revisar que no haya ningún exceso de mortero en las juntas entre bloques.					 <p>Limpieza de la sisa</p>	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
9	Revisión de como se realiza la limpieza de las juntas.					 <p>Limpieza mediante escobilla y los derrames con un trozo de block.</p>	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		

Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento muro

Repello y Curado									
N° Item	Detalles a Inspeccionar	Aceptación			Observaciones de Campo	Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Corroborar que se coloque el repello de la manera adecuada.					6 mm de "pringue". 6 mm de capa intermedia. 3 mm de afinado. Para un total espesor de 15 mm con tolerancia adicional de 5 mm.	N/A		
2	Verificar la protección de las paredes con repello externas e internas si no ha sido colocado el techo o entrepiso.					Cubiertas con un material impermeabilizante como plástico, mientras estén sin su acabado impermeabilizante.	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
3	Revisar con que se esta realizando el curado de juntas.					Realizarse con una brocha empapada con agua de manera que se mantengan húmedas por un periodo mínimo de 8 días	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		

Minuta de inspección Mampostería estructural Elemento muro

Mampostería Confinada									
N° Item	Detalles a Inspeccionar	Aceptación			Observaciones de Campo	Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Corroborar ancho mínimo del elemento confinante.					20 cm edificios de 2 pisos. 40 cm de más de 2 pisos.	CSCR 2010 Apartado 9.9.3		
2	Verificar el refuerzo mínimo de los elementos confinantes.					4 varillas #3 longitudinales y aros transversales #2 corrugados o usar alambrcn de 5.3 mm @ 20 cm.	CSCR 2010 Apartado 9.9.3		
3	Verificar el recubrimiento mínimo de los elementos confinantes.					Medido al borde externo de 2.5 cm.	CSCR 2010 Apartado 9.9.3		

Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento muro

4	Revisar la longitud de traslape en el elemento confinante.					52 diámetros de varilla como mínimo	CSCR 2010 Apartado 9.9.3		
5	Revisar los aros en la zona de traslape en el elemento confinante.					Separados a 10 cm como mínimo	CSCR 2010 Apartado 9.9.3		
6	Verificar la prueba de resistencia mínima del concreto para elemento confinante.					$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, medida en cilindros de 15x30 cm a los 28 cm	CSCR 2010 Apartado 9.9.3		

Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento muro

7	Verificar la separación mínima de aros en el elemento confinante.					1) #2 @ 20 cm 2 pisos 2) #3 @ 20 cm pisos o más	CSCR 2010 Apartado 9.9.3		
---	---	--	--	--	--	--	-----------------------------	--	--

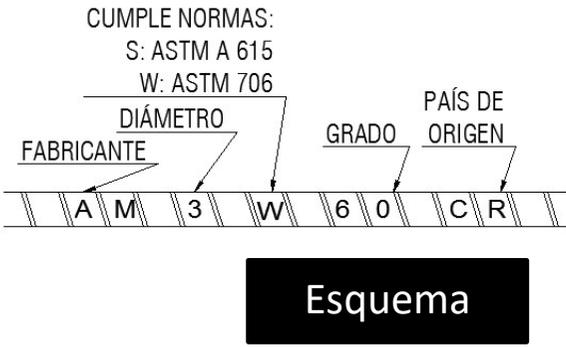
Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento columna

Bloques de concreto									
Nº Item	Detalles a inspeccionar	Estado			Observaciones de campo	Criterio de aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Revisar el estado físico de las unidades para construcción.					Sin reventaduras o grietas y totalmente limpios.	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
2	Verificar la altura máxima de almacenamiento de bloques.					No debe sobrepasar 1.20 m de altura.	N/A		
3	Verificar la dimensión establecida en diseño para los bloques.					Dimensión de planos.	C.S.C.R 2010 Anexo A.1.1		
4	Verificar la condición de almacenamiento de las unidades.					En bodega y cubiertos con lonas secas para mantener su estado óptimo.	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
5	Corroborar que se cuente con la protección adecuada contra la lluvia en caso de que las unidades estén expuestas a la interperie.					Lonas, plásticos impermeabilizante o similar.	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		

6	Revisar el alineamiento de celdas, que permitan el alojamiento del acero vertical.					 <p>REFUERZO VERTICAL</p> <p>CELDAS ALINEADAS PARA RELLENO</p> <p>CONCRETO DE RELLENO HASTA LA MITAD DE LA FILA</p> <p>C.S.C.R 2010 Sección 9.2.2</p>		
---	--	--	--	--	--	--	--	--

Bloques de arcilla

N° Item	Detalles a inspeccionar	Estado			Observaciones de campo	Criterio de aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Revisar el estado físico de las unidades para construcción.					Sin reventaduras o grietas y totalmente limpios	El Concreto y otros Materiales de Construcción, Universidad Nacional de Colombia.		
2	Verificar la uniformidad del color en el bloque.					De un solo color rojizo en toda la unidad.	El Concreto y otros Materiales de Construcción, Universidad Nacional de Colombia.		

Refuerzo									
N° Item	Detalles a Inspeccionar	Aceptación			Observaciones de Campo	Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Corroborar el estado físico de las varillas					No se aceptan varillas quebradas, torcidas o contengan exceso óxido.	ASTM A-615 ASTM A-706		
2	Revisar las características de fabricación de la varilla y que coincida con lo estipulado en planos.					<p>CUMPLE NORMAS: S: ASTM A 615 W: ASTM 706</p> 			
3	Revisar que las varillas lisas para aros.					Mínimo varilla #2 en ganchos doblados a 135°.	CSCR 2010 Apartado 9.3.5 (a)		

Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento columna

4	Corroborar que se presente el acero de confinamiento longitudinal.				Completamente confinado.	CSCR 2010		
5	Revisar la confección del acero utilizado en los aros.				Aro cerrado o con amarre suplementario.	CSCR 2010		
6	Revisar la separación de las varillas longitudinales alternas.				Varillas longitudinales alternas máximo a una separación de 20 cm.	CSCR 2010		
7	Corroborar la distancia del recubrimiento de las varillas y aros con respecto a la superficie de la mampostería.				Deben ser colocados entre 4 cm y 13 cm de la superficie externa.	CSCR 2010		

Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento columna

8	Corroborar la separación de los aros.					Máximo @ 20 cm.	CSCR 2010		
9	Revisar la terminación de los ganchos.					Terminación en gancho de 135° con longitud de 6 cm o 10 diámetros de varilla.	CSCR 2010		
10	Corroborar que el acero de refuerzo coincida con la restricción de la varilla longitudinal.					Aros varilla #2 con acero longitudinal máximo varilla #6 ó aros varilla #3 con acero longitudinal mínimo varilla #7.	ACI 318		
11	Revisar la cantidad de varillas longitudinales colocadas.					Como mínimo 4, una en cada esquina	CSCR 2010		
12	Revisar la cantidad máxima de varillas por celda.					2 unidades, con tamaño máximo de var #5	CSCR 2010		

Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento columna

13	Verificar la distancia libre entre la superficie de la varilla y cualquier superficie de la mampostería.					Mínimo de 1.5 cm.	CSCR 2010 Apartado 9.3.5 (c)		
14	Corroborar el tamaño máximo para el refuerzo vertical. (Si solo se coloca una varilla de refuerzo vertical por celda).					Este debe ser 1/8 del espesor nominal del bloque, como máximo usar varilla #9.	CSCR 2010 Apartado 9.3.3 (c).		
15	Corroborar el estado de las varillas con las que se construirá.					Verificar que las varillas no se encuentren quebradas, torcidas o contengan óxido.	ASTM A-615 ASTM A-706		
16	Verificar la colocación de varillas.					Mayor a 1.5 veces su diámetro y mayor a 4 cm	CSCR 2010 Apartado 9.4.3 (b) (i)		
17	Revisar el recubrimiento de los refuerzos de la mampostería.					Totalmente recubierto a distancias no menores de 4 cm o 2.5 diámetros de varilla al borde externo de la mampostería	CSCR 2010 Apartado 9.4.3 (b) (ii)		

Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento columna

18	Corroborar el cumplimiento de las distancias de gancho estándar.				180° con extensión al menos de 4 diámetros de varilla o 6.5 cm. 135° con extensión al menos de 6 diámetros de varilla o 10 cm. 90° con extensión al menos de 12 diámetros de varilla.	CSCR 2010 Apartado 9.4.3 (c)		
19	Corroborar la distancia de anclaje del gancho estándar.				El gancho se considera efectivo si la extensión recta más allá de la zona crítica es de por lo menos 40 diámetro de varilla.	CSCR 2010 Apartado 9.4.3 (c)		
20	Revisar el cumplimiento de los diámetros de doblez de los ganchos estándar.				Varilla #3 a #8 mínimo 6 diámetros de varilla. Varilla #8 en adelante mínimo 8 diámetros de varilla.	CSCR 2010 Apartado 9.4.3 (d)		
21	Revisión de cumplimiento de los diámetros de doblez de los ganchos suplementarios.				Con varillas menores a la #5 mínimo de 4 diámetros de varilla.	CSCR 2010 Apartado 9.4.3 (d)		

Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento columna

22	Verificación de muestras para la norma A706				Siete segmentos de 1 m de cada tipo de varilla.	ASTM A 706		
23	Revisión del certificado del acero mostrando garantía de los parámetros.				Requisitos de dobléz y de corrugación.	ASTM A 706		
24	Revisión del certificado del acero mostrando garantía del parámetro solicitado.				Esfuerzo real de cedencia.	ASTM A 706		
25	Verificación del almacenamiento del acero de refuerzo.				En tarimas de madera, plataformas o vigas.	N/A		
26	Corroborar herramienta que se usa para la corta de acero.				Con guillotina o disco.	N/A		
27	Si se corta acero con gas se debe revisar la distancia a la que se hace este corte.				Sólo si la sección donde se aplica se encuentra a más de 30 cm del inicio o del final de un dobléz.	N/A		
28	Revisión de como se realizan los dobleces para los ganchos.				Solamente se pueden en frío.	N/A		

Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento columna

29	Corroborar que no se realicen dobleces indebidos con el refuerzo.					Para incertar el bloque de mampostería no es permitido doblar la varilla	N/A		
30	Verificar como es almacenado el acero.					Lonas o similar	N/A		
31	Rechazar todo acero que contenga los siguientes parámetros.					Agrietado, laminado, sucio. Oxido, escamas sueltas, pintura, grasa, aceite u otro material perjudicial.	N/A		
32	Verificar si se usan anticorrosivos y si son los permitidos.					Corrostop o Corroless de Protecto.	N/A		
33	No se permite bajo ninguna condición la fabricación de armadura bajo la lluvia.					Se debe tener implementado un taller de armadura para este parámetro.	N/A		

Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento columna

34	Revisar la tolerancia de la dimensión longitudinal de barras.					40 mm de más o de menos.	N/A		
35	Revisar la tolerancia de la dimensión longitudinal de anclajes.					10 mm de menos.	N/A		
36	Revisar la tolerancia de la dimensión longitudinal del final de los ganchos dependiendo de su ángulo.					Barras con "patas" a 90°: Para la "pata" 10 mm de menos ó 20 mm de más, medido desde la cara exterior de la porción recta restante.	N/A		
37	Revisar la tolerancia de la dimensión longitudinal del final de los ganchos dependiendo de su ángulo.					Barra con "patas" 135°: Lo mismo que para las anteriores, medido antes de doblar los últimos 45°.	N/A		
39	Revisar la tolerancia de la dimensión longitudinal de los aros fabricados.					Dimensión de aros: En dimensiones de menos de 500 mm, hasta 5 mm de más o de menos, pero con los datos paralelos sin diferir en más de 5 mm. Dimensiones de más de 500 mm hasta 10 mm de menos, 5 mm de más, pero con los lados paralelos sin diferir en más de 5 mm.	N/A		

Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento columna

Elementos embebidos (Tubería de cualquier tipo)									
N° Item	Detalles a Inspeccionar	Aceptación			Observaciones de Campo	Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Verificar que no se encuentren alteraciones por colocación de instalaciones electromecánicas.					Es inaceptable cualquier tipo de alteración.	Manual de Construcción de Mampostería de Concreto, Instituto Colombiano de Productores de Cemento		
Concreto de Relleno									
N° Item	Detalles a Inspeccionar	Estado			Observaciones de Campo	Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Verificar que la mampostería esté a plomo y pegada a la línea específica.					 <p>Se tolera 5 mm en 3 m.</p>	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
2	Verificar el relleno de celdas según diseño en planos.					1) Completamente. 2) Solo donde hay refuerzo vertical.	CSCR 2010		

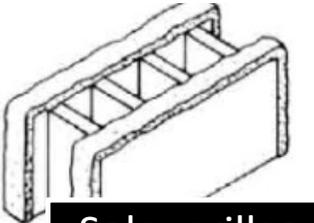
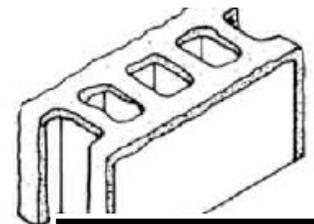
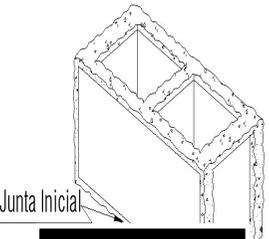
Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento columna

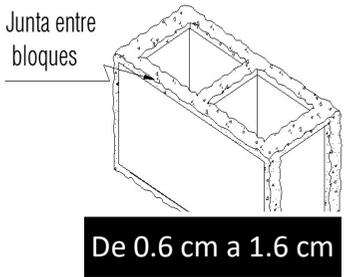
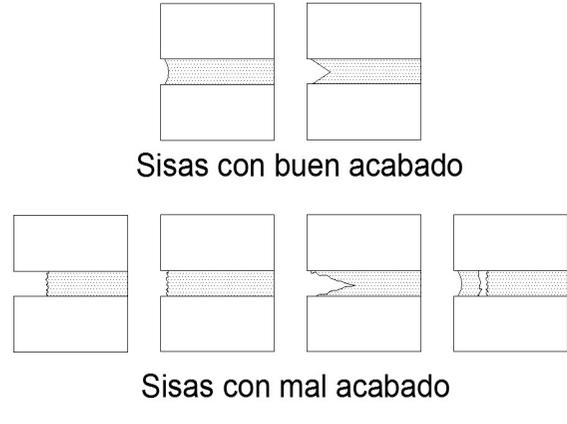
3	Solicitar los resultados de la prueba de flujo para concreto autocompactante.					Diámetro máximo de 85 cm.	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
4	Utilizar el vibrador adecuado según la altura de colado.					1) Utilizar vibrador con aguja de 3/8" (Cuando es mayor a 30 cm). 2) Vibración mínima con varilla #5 lisa en las celdas (Cuando es menor a 30 cm).	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
5	Solicitar el tiempo de colocación del concreto de relleno.					Colocación con menos de 45 minutos de haberse confeccionado.	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
6	Corroborar que las celdas se llenen de forma tal que eviten juntas frías a la altura de sisas.					Se pide un relleno máximo de media altura de celda.	N/A		

Mortero

N° Item	Detalles a Inspeccionar	Aceptación			Observaciones de Campo	Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Verificar la prueba de trabajabilidad					Con la prueba de cuchara invertida, el mortero no se despega y presenta plasticidad	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		

Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento columna

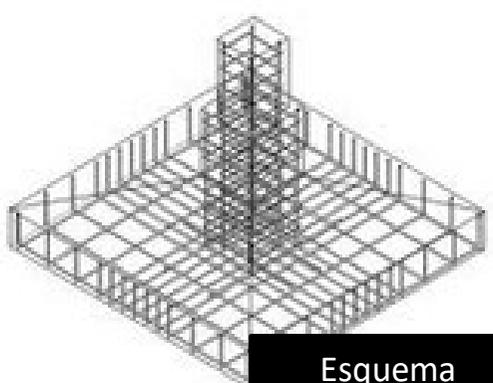
2	Revisión de la colocación solo en las orillas del bloque.					 <p>Solo orillas</p>	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
3	Revisión de la colocación en todo el bloque.					 <p>Toda la cara</p>	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
4	Corroborar la edad de colocación del mortero.					Con menos de 45 minutos de haberse preparado debe colocarse	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
5	Revisión de la junta inicial.					 <p>Junta Inicial</p> <p>De 0.6 cm a 2.5 cm</p>	CSCR 2010 Anexo A.3.2		

6	Revisión de las juntas entre bloques.						CSCR 2010 Anexo A.3.3		
7	Revisión general de las sisas, sin excesos o mal acabado de las mismas.					 <p>Sisas con buen acabado</p> <p>Sisas con mal acabado</p> <p>Masonry Handbook PCA</p>			
8	Revisar que no haya ningún exceso de mortero en las juntas entre bloques.					 <p>Limpieza de la sisa</p>	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		

9	Revisión de como se realiza la limpieza de las juntas.					 <p>Limpieza mediante escobilla y los derrames con un trozo de block.</p>	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
Repello y Curado									
N° Item	Detalles a Inspeccionar	Aceptación			Observaciones de Campo	Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Corroborar que se coloque el repello de la manera adecuada.					6 mm de "pringue". 6 mm de capa intermedia. 3 mm de afinado. Para un total espesor de 15 mm con tolerancia adicional de 5 mm.	N/A		
2	Verficar la protección de las paredes externas una vez colocado el repello.					Cubiertas con un material impermeabilizante como plástico.	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
3	Revisar con que se esta realizando el curado de juntas.					Realizarse con una brocha empapada con agua de manera que se mantengan húmedas por un periodo mínimo de 8 días	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		

Excavación Estructural y relleno de zanjas									
N° Item	Detalles a Inspeccionar	Estado			Observaciones de Campo	Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Verificar el ancho y la profundidad de la excavación.					Estipulado en planos.	N/A		
2	Revisar la aprobación del nivel de desplante definitivo.					El que se encuentre dentro del cuaderno de bitácora.	N/A		
3	Verificar que se realice la sustitución con lastre compactado.					Proporción de un saco por cada metro cúbico de lastre, y después se realizara con una proporción de once metros cúbicos de lastre por cada metro cúbico de cemento.	N/A		
4	Verificar el espesor del sello de fundación.					50 mm de espesor.	N/A		
5	Verificar la limpieza del sello de fundación.					Sin materiales gruesos ajenos, ni acero de desperdicio antes de colar el elemento fundante.	N/A		

6	Verificar que los elementos embebidos estén colocados adecuadamente.					Estos no deben interferir con el diseño establecido en planos.	N/A		
7	Verificar las longitudes de las uniones de traslape.					Estas no deben excederse del 50% del traslape.	N/A		
Placas									
N° Item	Detalles a Inspeccionar	Estado			Observaciones de Campo	Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Verificar el ancho y la profundidad de la excavación.					Estipulado en planos.	N/A		
2	Revisar el espesor del sello de fundación.					50 mm.	N/A		
3	Verificar los recubrimientos mínimos.					50 mm de fondo y 70 mm en el nivel superior y los laterales.	N/A		
4	Verificar las longitudes de las uniones de traslape.					Estas no deben excederse del 50% del traslape.	N/A		

5	Verificar que se coloquen los arranques de columnas.					 <p style="text-align: center; background-color: black; color: white; padding: 5px;">Esquema</p>			
Losa de Fundación									
N° Item	Detalles a Inspeccionar	Estado			Observaciones de Campo	Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Verificar el ancho y la profundidad de la excavación.					Estipulado en planos.	N/A		
2	Revisar el espesor del material de sustitución.					300 mm.	N/A		
3	Verificar los recubrimientos mínimos.					50 mm de fondo y 70 mm en el nivel superior y los laterales.	N/A		
4	Verificar las longitudes de las uniones de traslape.					Estas no deben excederse del 50% del traslape.	N/A		

Minuta de Inspección Fundaciones

Vigas de fundación									
N° Item	Detalles a Inspeccionar	Estado			Observaciones de Campo	Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Verificar el ancho y la profundidad de la excavación.					Estipulado en planos.	N/A		
2	Verificar las longitudes de las uniones de traslape.					Estas no deben excederse del 50% del traslape.	N/A		



**Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento viga**

Miguel Cruz y Asociados Ltda.
Tels.: (506) 2281-3361 / Fax: 2281-3340
mfcruz@racsa.co.cr
Apdo.: 13004-1000 San José, Costa Rica

Nombre del Proyecto			
Consecutivo Bitácora		Tipo de Inspección	
Nombre del Inspector		Fecha	
Nombre(s) del revisor(es)		Anexos	
Estado General de la Obra			
Acuerdos			

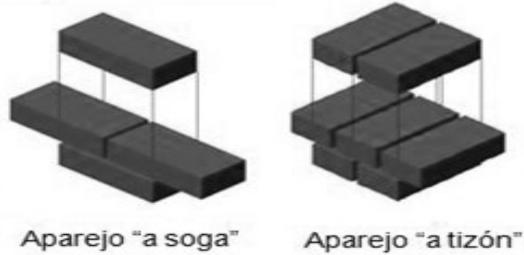
Involucrados en el Proyecto					
Nombre	Rol	Empresa o Institución	Correo Electronico	Presente	Iniciales

Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento viga

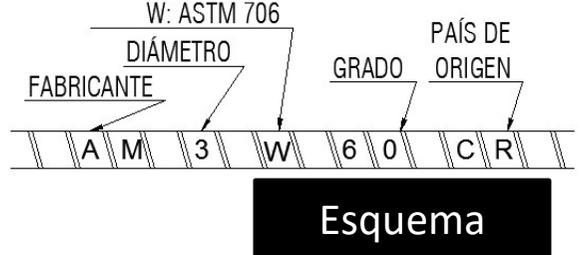
Bloques de concreto									
N° Item	Detalles a inspeccionar	Estado			Observaciones de campo	Criterio de aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Revisar el estado físico de las unidades para construcción.					Sin reventaduras o grietas y totalmente limpios.	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
2	Verificar la altura máxima de almacenamiento de bloques.					No debe sobrepasar 1.20 m de altura.	N/A		
3	Verificar la dimensión establecida en diseño para los bloques.					Dimensión de planos.	C.S.C.R 2010 Anexo A.1.1		
4	Verificar la condición de almacenamiento de las unidades.					En bodega y cubiertos con lonas secas para mantener su estado óptimo.	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
5	Corroborar que se cuente con la protección adecuada contra la lluvia en caso de que las unidades esten expuestas a la interperie.					Lonas, plásticos impermeabilizante o similar.	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		

6	Revisar el alinamiento de celdas, que permitan el alojamiento del acero vertical.					 <p>CELDA ALINEADA PARA RELLENO</p> <p>REFUERZO VERTICAL</p> <p>CONCRETO DE RELLENO HASTA LA MITAD DE LA FILA</p> <p>C.S.C.R 2010 Sección 9.2.2</p>		
---	---	--	--	--	--	---	--	--

Bloques de arcilla

N° Item	Detalles a inspeccionar	Estado			Observaciones de campo	Criterio de aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Revisar el estado físico de las unidades para construcción.					Sin reventaduras o grietas y totalmente limpios	El Concreto y otros Materiales de Construcción, Universidad Nacional de Colombia.		
2	Revisar el acomodo adecuado de las unidades, según los estipulado en planos.					 <p>Aparejo "a soga" Aparejo "a tizón"</p> <p>Esquema</p>			
3	Verificar la uniformidad del color en el bloque.					De un solo color rojizo en toda la unidad.	El Concreto y otros Materiales de Construcción, Universidad Nacional de Colombia.		

Minuta de inspección Mampostería estructural Elemento viga

Refuerzo									
N° Item	Detalles a Inspeccionar	Aceptación			Observaciones de Campo	Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Corroborar el estado físico de las varillas					No se aceptan varillas quebradas, torcidas o contengan exceso óxido.	ASTM A-615 ASTM A-706		
2	Revisar que las varillas lisas para aros.					Mínimo varilla #2 en ganchos doblados a 135°.	CSCR 2010 Apartado 9.3.5 (a)		
3	Revisar las características de fabricación de la varilla y que coincida con lo estipulado en planos.					<p style="text-align: center;">CUMPLE NORMAS: S: ASTM A 615 W: ASTM 706</p>  <p style="text-align: center;">Esquema</p>			
4	Corroborar que se presente el acero de confinamiento longitudinal.					Completamente confinado.	CSCR 2010		
5	Revisar la confección del acero utilizado en los aros.					Aro cerrado o con amarre suplementario.	CSCR 2010		
6	Revisar la separación de las varillas longitudinales alternas.					Varillas longitudinales alternas máximo a una separación de 20 cm.	CSCR 2010		

Minuta de inspección Mampostería estructural Elemento viga

7	Corroborar la distancia del recubrimiento de las varillas y aros con respecto a la superficie de la mampostería.					Deben ser colocados entre 4 cm y 13 cm de la superficie externa.	CSCR 2010		
8	Corroborar la separación de los aros.					Máximo @ 20 cm.	CSCR 2010		
9	Revisar la terminación de los ganchos.					Terminación en gancho de 135° con longitud de 6 cm o 10 diámetros de varilla.	CSCR 2010		
10	Corroborar la distancia mínima entre empalmes.					Máximo 75 cm.	CSCR 2010		
11	Revisar los tamaños de varilla utilizados.					No se permiten mas de dos tamaños diferentes.	CSCR 2010		
12	Corroborar si existen diferencias en los diámetros de varilla.					La diferencia de diámetros no debe exceder un numero de varilla	CSCR 2010		
13	Verificar las distancias de apoyo de las vigas cargador.					Apoyadas sobre una longitud mínima de 20 cm	CSCR 2010		
14	Revisar la distancia libre entre varillas.					Mayor que el diametro nominal o que 2.5 cm	CSCR 2010		

Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento viga

15	Corroborar que el acero de refuerzo coincida con la restricción de la varilla longitudinal.					Aros varilla #2 con acero longitudinal máximo varilla #6 ó aros varilla #3 con acero longitudinal mínimo varilla #7.	CSCR 2010		
16	Revisar la cantidad de varillas longitudinales colocadas.					Como mínimo 4, una en cada esquina	CSCR 2010		
17	Revisar el refuerzo por cortante.					Distancia mínima de $d/2$ o 40 cm.	CSCR 2010		
18	Revisar la cantidad máxima de varillas por celda.					2 unidades, con tamaño máximo de varilla #5.	CSCR 2010		
19	Revisar la distancia Libre entre la superficie de la varilla y cualquier superficie de la mampostería.					Distancia mínima de 1.5 cm.	CSCR 2010		
20	Revisar la distancia libre en varillas paralelas.					Mayor que el diámetro nominal o que 2.5 cm.	CSCR 2010		
21	Corroborar el recubrimiento del acero de refuerzo.					Totalmente recubierto a distancias no menores de 4 cm o 2.5 diámetro de varilla al borde externo de la mampostería	CSCR 2010 Apartado 9.4.3 (b) (ii)		

Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento viga

22	Revisar el cumplimiento de las distancias de gancho estándar.				180° con extensión al menos de 4 diámetro de varilla o 6.5 cm. 135° con extensión al menos de 6 diámetro de varilla o 10 cm. 90° con extensión al menos de 12 diámetro de varilla.	CSCR 2010 Apartado 9.4.3 (c)		
23	Corroborar la distancia de anclaje del gancho estándar.				El gancho se considera efectivo si la extensión recta mas alla de la zona crítica es de por lo menos 40 diámetro de varilla.	CSCR 2010 Apartado 9.4.3 (c)		
24	Revisar el cumplimiento de los diámetros de doblez de los ganchos estándar.				Varilla #3 a #8 mínimo 6 diámetro de varilla Varilla #8 en adelante mínimo 8 diámetro de varilla.	CSCR 2010 Apartado 9.4.3 (d)		
25	Revisar el cumplimiento de los diámetros de doblez de los ganchos suplementarios.				Con varillas menores a la #5 mínimo de 4 diámetro de varilla	CSCR 2010 Apartado 9.4.3 (d)		
26	Verificar el cumplimiento de la longitud de los empalmes.				Mayores o Iguales a 40 cm	CSCR 2010 Apartado 9.4.3 (f)		
27	Comprobar el estado de las varillas.				Verificar que las varillas no se encuentren quebradas, torcidas o contengan óxido.	ASTM A-615 ASTM A-706		

Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento viga

28	Verificar que el acero de refuerzo debe ser corrugado y tendra resistencia según designación de varilla.					#2 o alambre corrugado de 5.3 mm $f_y=4900 \text{ kg/cm}^2$ #3 a #5 $f_y=2800 \text{ kg/cm}^2$	N/A		
29	Verificar certificado de cumplimiento de norma para el refuerzo electrosoldado de alambre corrugado.					Esfuerzo mínimo de fluencia mayor a 4900 kg/cm^2 y deformación unitaria de 0.35%.	ASTM A497 M		
30	Verificar el almacenamiento del acero de refuerzo.					En tarimas de madera, plataformas o vigas, también el cubrimiento con lonas o similares	N/A		
31	Revisar como se realizan los dobleces para los ganchos.					Solamente se pueden en frío.	N/A		
32	Corroborar que no se realicen dobleces indebidos con el refuerzo.					Para incertar el bloque de mampostería no es permitido doblar la varilla	N/A		

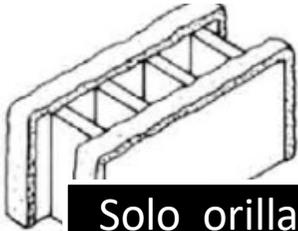
Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento viga

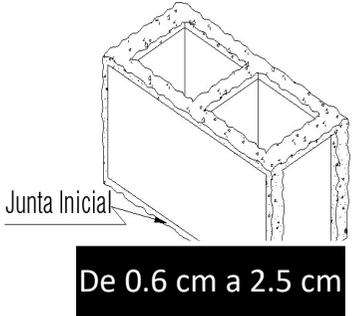
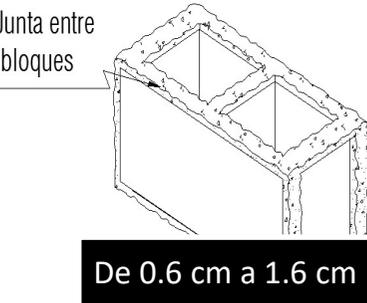
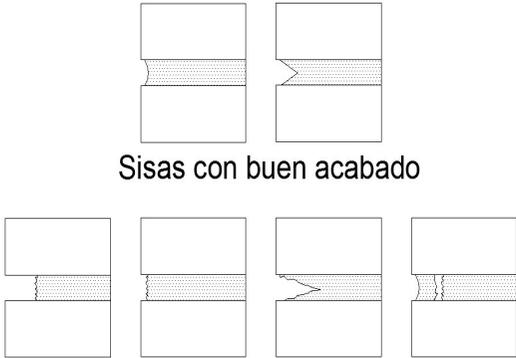
33	Rechazar todo acero que contenga los siguientes parámetros.				Agrietado, laminado, sucio. Oxido, escamas sueltas, pintura, grasa, aceite u otro material perjudicial.	N/A		
34	Verificar si se usan anticorrosivos y si son los permitidos.				Corrostop o Corroless de Protecto.	N/A		
35	No se permite bajo ninguna condición la fabricación de armadura bajo la lluvia.				No aceptable.	N/A		
36	Revisar la tolerancia de la dimensión longitudinal de barras.				40 mm de más o de menos.	N/A		
37	Revisar la tolerancia de la dimensión longitudinal de anclajes.				10 mm de menos.	N/A		
38	Revisar la tolerancia de la dimensión longitudinal del final de los ganchos dependiendo de su ángulo.				Barras con "patas" a 90°: Para la "pata" 10 mm de menos ó 20 mm de más, medido desde la cara exterior de la porción recta restante.	N/A		

Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento viga

39	Revisar la tolerancia de la dimensión longitudinal del final de los ganchos dependiendo de su ángulo.					Barra con "patas" 135°: Lo mismo que para las anteriores, medido antes de doblar los últimos 45°.	N/A		
40	Revisar la tolerancia de la dimensión longitudinal de los aros fabricados.					Dimensión de aros: En dimensiones de menos de 500 mm, hasta 5 mm de más o de menos, pero con los datos paralelos sin diferir en más de 5 mm. Dimensiones de más de 500 mm hasta 10 mm de menos, 5 mm de más, pero con los lados paralelos sin diferir en más de 5 mm.	N/A		
Elementos embebidos (Tubería de cualquier tipo)									
N° Item	Detalles a Inspeccionar	Aceptación			Observaciones de Campo	Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Verificar que no se encuentren alteraciones por colocación de instalaciones electromecánicas.					Es inaceptable cualquier tipo de alteración.	Manual de Construcción de Mampostería de Concreto, Instituto Colombiano de Productores de Cemento		

Minuta de inspección Mampostería estructural Elemento viga

Mortero									
N° Ítem	Detalles a Inspeccionar	Aceptación			Observaciones de Campo	Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Verificar la prueba de trabajabilidad					Con la prueba de cuchara invertida, el mortero no se despega y presenta plasticidad	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
2	Revisión de la colocación solo en las orillas del bloque.					 <p style="text-align: center;">Solo orillas</p>	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
3	Revisión de la colocación en todo el bloque.					 <p style="text-align: center;">Toda la cara</p>	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
4	Corroborar la edad de colocación del mortero.					Con menos de 45 minutos de haberse preparado debe colocarse	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		

5	Revisión de la junta inicial.						CSCR 2010 Anexo A.3.2		
6	Revisión de las juntas entre bloques.						CSCR 2010 Anexo A.3.3		
7	Revisión general de las sisas, sin excesos o mal acabado de las mismas.					 <p>Sisas con buen acabado</p> <p>Sisas con mal acabado</p> <p>Masonry Handbook PCA</p>			

8	Revisar que no haya ningún exceso de mortero en las juntas entre bloques.				 Limpieza de la sisa	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.			
9	Revisión de como se realiza la limpieza de las juntas.				 Limpieza mediante escobilla y los derrames con un trozo de block.	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.			
Concreto de Relleno									
N° Item	Detalles a Inspeccionar	Estado			Observaciones de Campo	Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Verificar que la mampostería esté a plomo y pegada a la línea específica.						Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
2	Verificar el relleno de celdas según diseño en planos.					1) Completamente. 2) Solo donde hay refuerzo vertical.	CSCR 2010		

Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento viga

3	Solicitar al Contratista, un registro de las diferentes pruebas del cono de Abrahams para revisar el revenimiento.					<p>Revenimiento aceptable:</p> <p>1) Entre 20 cm y 25 cm para temperaturas ambiente (4.4°-37.5°) .</p> <p>2) Entre 12 cm y 15 cm para temperaturas altas (Mayores a 37.5)</p>	CSCR 2010 Anexo A.1.5 y manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
4	Solicitar los resultados de la prueba de flujo para concreto autocompactante.					Diámetro máximo de 85 cm.	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
5	Utilizar el vibrador adecuado según la altura de colado.					<p>1) Utilizar vibrador con aguja de 3/8"(Cuando es mayor a 30 cm).</p> <p>2) Vibración mínima con varilla #5 lisa en las celdas (Cuando es menor a 30 cm).</p>	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
6	Solicitar el tiempo de colocación del concreto de relleno.					Colocación con menos de 45 minutos de haberse confeccionado.	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		

Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento viga

8	Corroborar que las celdas se llenen de forma tal que eviten juntas frías a la altura de sisas.					Se pide un relleno máximo de media altura de celda.	N/A		
Repello y Curado									
N° Item	Detalles a Inspeccionar	Aceptación			Observaciones de Campo	Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Corroborar que se coloque el repello de la manera adecuada.					6 mm de "pringue". 6 mm de capa intermedia. 3 mm de afinado. Para un total espesor de 15 mm con tolerancia adicional de 5 mm.	N/A		
2	Verificar la protección de las paredes externas una vez colocado el repello.					Cubiertas con un material impermeabilizante como plástico.	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
3	Revisar con que se esta realizando el curado de juntas.					Realizarse con una brocha empapada con agua de manera que se mantengan húmedas por un periodo mínimo de 8 días	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		

Minuta de Inspección Remisión de documentos

Documentos a solicitar										
Nº Item	Descripción	Frecuencia	Estado				Solicitado por	Responsable	Fecha de Solicitud	Fecha de entrega
			Pendiente	Revisión	Rechazado	Aprobado				
1	Estudios de suelos con 20 pruebas (mínimo). (Si el suelo es fino)	1 por proyecto								
2	Estudio de suelos con cono dinámico. (Si el suelo es saturado).	1 por proyecto								
3	Diseño de mezcla de concreto con dosificaciones.	1 por proyecto								
4	Diseño de mezcla de concreto de relleno con dosificaciones.	1 por proyecto								
5	Diseño de mezcla de mortero con dosificaciones.	1 por proyecto								
6	Diseño de mezcla de concreto lanzado con dosificaciones.	1 por proyecto								
7	Certificación de bloques de concreto, con nombre de proveedor y características físicas.	Cada vez que se disponga de diferente proveedor.								

8	Prueba de la compresión del concreto por medio de la prueba del prisma. (ASTM C109)	Cada vez que se disponga de diferente proveedor.								
9	Certificación de los bloques de arcilla con respecto a la fabricación de estos.	Cada vez que se disponga de diferente proveedor.								
10	Certificado de pruebas según la norma adecuada para el alambre de refuerzo transversal. ASTM A82	Cada vez que se disponga de diferente proveedor.								
11	Certificado del alambre negro, este de mínimo grado 16. ASTM A853	Cada vez que se disponga de diferente proveedor.								
12	Verificar certificado de cumplimiento de norma para el refuerzo electrosoldado de alambre corrugado. Norma ASTM A497 M	Cada vez que se disponga de diferente proveedor.								

13	Verificación de muestras para la norma A706. Requisitos de doblez y de corrugación	Cada vez que se disponga de diferente proveedor.								
14	Revisión del certificado del acero mostrando garantía de los parámetros. Requisitos de doblez y de corrugación.	Cada vez que se disponga de diferente proveedor.								
15	Certificado de la garantía del esfuerzo de cedencia en el acero de refuerzo. ASTM A706.	Cada vez que se disponga de diferente proveedor.								
16	Certificado del acero mostrando garantía de los parámetros del límite de rotura. Norma ASTM A706.	Cada vez que se disponga de diferente proveedor.								
17	Revisión de los certificados de producción para todo el acero, colillas o las etiquetas de producción.	Cada vez que se disponga de diferente proveedor.								



Minuta de Inspección Remisión de documentos

Miguel Cruz y Asociados Ltda.
Tels.: (506) 2281-3361 / Fax: 2281-3340
mfcruz@racsa.co.cr
Apdo.: 13004-1000 San José, Costa Rica

18	Revisión de tabla con registros de especificación de colocación de varillas en las celdas correspondientes.	Cada vez que se disponga de diferente proveedor.								
----	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--



MIGUEL CRUZ & ASOCIADOS LTDA.
INGENIERÍA ESTRUCTURAL

TEL: 2281-3361 / 2281-3378 E-MAIL: MFCR@ZONAROCKA.CO.CR

Manual de Inspección Estructural

Enfocado a la Mampostería Estructural en la
Construcción Tradicional

04/05/2017



Contenido

1.0.0	Introducción	3
1.1.0	Presentación	3
1.2.0	Objetivo Principal	3
2.0.0	Condiciones generales	4
2.1.0	Alcance	4
2.2.0	El Inspector y las especificaciones de cada proyecto	4
3.0.0	Componentes de la herramienta de diseño	5
3.1.0	Litas de verificación digitales	5
3.2.0	Elementos de las listas de verificación	9
3.2.1	Detalles de inspección	9
3.2.2	Criterios de aprobación	12
3.2.3	Observaciones	14
3.2.4	Recomendaciones	14
3.2.5	Evidencia	14
4.0.0	Procesos de inspección	15
4.1.0	Esquema de inspección ordinaria	15
4.2.0	Esquema de uso general de Plan Grid	16
5.0.0	Bibliografía	17

1.0.0 Introducción

1.1.0 Presentación

En el presente manual se presenta es una guía para realizar la inspección estructural de una manera ordenada y rigurosa. Por ello se confeccionaron listas de verificación digitales apoyadas en códigos y manuales nacionales con el objetivo de facilitar esta actividad, además de sugerir un orden deseado de los elementos a inspeccionar dentro de los proyectos.

Es importante rescatar que entre más optimizado este proceso mejor control de las obras se podrá tener y se harán recomendaciones para que el constructor pueda trabajar o continuar con la aprobación del ingeniero inspector.

1.2.0 Objetivo Principal

Se tiene como objetivo, el establecer una herramienta que ayude a la inspección del proceso constructivo de elementos de mampostería estructural, conteniendo información útil para la inspección óptima de los requisitos para materiales y su almacenaje en el sitio, para la construcción de los diferentes elementos estructurales diseñados para cada proyecto.

Contando con la implementación de herramientas informáticas en campo para que se pueda obtener un buen resultado de las actividades realizadas en el campo.

2.0.0 Condiciones generales

2.1.0 Alcance

Este rubro es la definición de los limitantes del siguiente manual y del producto al que se llegó con la investigación de códigos realizada donde se estableció la definición de construcción tradicional que es toda aquella edificación no especial tales como puentes, muelles, detalles electromecánicos o cualquier otro tipo de obra quedan por fuera del alcance de esta metodología.

Es importante destacar que se trabajó con las normativas vigentes como lo es el Código Sísmico de Costa Rica 2010 (C.S.C.R.-2010), las normas de la *Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (A.S.T.M)*, también el *Manual para Ingenieros y Arquitectos de la Asociación de Cemento Portland*, así como la revisión de los manuales recomendados como el *Manual de Bloques de Concreto del Instituto Costarricense del Concreto y el Cemento*, para el constructor a nivel nacional, se debe aclarar que ciertos parámetros se investigaron en normativa internacional para así crear un estándar de inspección, debido a que con el texto actual se encuentra limitado o no existen antecedentes.

El siguiente documento detallará como realizar una inspección en proyectos que involucren mampostería hasta su acabado de repello, los elementos de acabado arquitectónico, esto refiérase a pintura, enchapes o cualquier otro tipo de acabado arquitectónico que se le desee dar a los elementos, quedan excluidos dentro del marco de la metodología a explicar.

2.2.0 El Inspector y las especificaciones de cada proyecto

Se entiende que todo proyecto debe ser dirigido e inspeccionado por profesionales habilitados por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (C.FIA), el cual cumplirá con todo lo que se indica dentro del contrato de consultoría, además de que aplicará todo lo establecido por el reglamento del CFIA. Se deben aplicar todas las buenas prácticas de ingeniería conocidas por el profesional a cargo del proyecto y él también debe hacer valer estas prácticas en obra.

Figura 1. Lista de introducción al proyecto.

La Figura 2 muestra un extracto de cómo se deben solicitar documentos importantes para la inspección de materiales de construcción empleados en la mampostería, es importante saber de contener las fechas de solicitud y de entrega de los mismos si llegasen a ser pruebas y la frecuencia de solicitud de las mismas por ejemplo se pide una dosificación de concreto de relleno por proyecto, pero se solicita la colilla del acero cada vez que se trabaje un lote nuevo del mismo dentro del proyecto.



Minuta de Inspección
Remisión de documentos

Miguel Cruz y Asociados Ltda.
Tels.: (506) 2281-3361 / Fax: 2281-3340
mfcruz@racsa.co.cr
Apdo.: 13004-1000 San José, Costa Rica

N° Item	Descripción	Frecuencia	Estado				Solicitado por	Responsable	Fecha de Solicitud	Fecha de entrega
			Pendiente	Revisión	Rechazado	Aprobado				
1	Estudios de suelos con 20 pruebas (mínimo). (Si el suelo es fino)	1 por proyecto								
2	Estudio de suelos con cono dinámico. (Si el suelo es saturado).	1 por proyecto								
3	Diseño de mezcla de concreto con dosificaciones.	1 por proyecto								
4	Diseño de mezcla de concreto de relleno con dosificaciones.	1 por proyecto								
5	Diseño de mezcla de mortero con dosificaciones.	1 por proyecto								
6	Diseño de mezcla de concreto lanzado con dosificaciones.	1 por proyecto								
7	Certificación de bloques de concreto, con nombre de proveedor y características físicas.	Cada vez que se disponga de diferente proveedor.								

2

Figura 2. Lista de documentos a solicitar (extracto).

Las Figuras 3, 4 y 5, muestran extractos de los diferentes elementos que se pueden encontrar en las estructuras de mampostería, como adicional en la Figura 6 se da un ejemplo de las listas para las fundaciones, elementos de los cuales dependen todas estructuras.

N° Item	Detalles a Inspeccionar	Aceptación			Observaciones de Campo	Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Verificar la prueba de trabajabilidad					Con la prueba de cuchara invertida, el mortero no se despegó y presenta plasticidad	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
2	Revisión de la colocación solo en las orillas del bloque.					 Solo orillas	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
3	Revisión de la colocación en todo el bloque.					 Toda la cara	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
4	Corroborar la edad de colocación del mortero.					Con menos de 45 minutos de haberse preparado debe colocarse	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		

Figura 3. Ejemplo de lista de verificación, elemento columna.

N° Item	Detalles a Inspeccionar	Estado			Observaciones de Campo	Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
		SI	NO	Pend					
1	Verificar que la mampostería esté a plomo y pegada a la línea específica.					 Se tolera 5 mm en 3 m.	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
2	Verificar el relleno de celdas según diseño en planos.					1) Completamente. 2) Solo donde hay refuerzo vertical.	CSCR 2010		
3	Solicitar al Contratista, un registro de las diferentes pruebas del cono de Abrahams para revisar el revenimiento.					Revenimiento aceptable: 1) Entre 20 cm y 25 cm para temperaturas ambiente (4.4°-37.5°) 2) Entre 12 cm y 15 cm para temperaturas altas (Mayores a 37.5)	CSCR 2010 Anexo A.1.5 y manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		
4	Solicitar los resultados de la prueba de flujo para concreto autocompactante.					Diámetro máximo de 85 cm.	Manual de construcción con bloques de concreto ICCYC.		

Figura 4. Ejemplo de lista de verificación, elemento muro.



Minuta de inspección
Mampostería estructural
Elemento viga

Miguel Cruz y Asociados Ltda.
Tels.: (506) 2281-3361 / Fax: 2281-3340
mfacruz@racsa.co.cr
Apdo.: 13004-1000 San José, Costa Rica

Nº Item	Detalles a Inspeccionar	Aceptación			Observaciones de Campo	Refuerzo			
		SI	NO	Pend		Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
1	Corroborar el estado físico de las varillas					No se aceptan varillas quebradas, torcidas o contengan exeso óxido.	ASTM A-615 ASTM A-706		
2	Revisar que las varillas lisas para aros.					Mínimo varilla #2 en ganchos doblados a 135°.	CSCR 2010 Apartado 9.3.5 (a)		
3	Revisar las características de fabricación de la varilla y que coincida con lo estipulado en planos.					<p>CUMPLE NORMAS: S. ASTM A 615 W. ASTM 706</p>  <p>Esquema</p>			
4	Corroborar que se presente el acero de confinamiento longitudinal.					Completamente confinado.	CSCR 2010		
5	Revisar la confección del acero utilizado en los aros.					Aro cerrado o con amarré suplementario.	CSCR 2010		
6	Revisar la separación de las varillas longitudinales alternas.					Varillas logitudinales alternas máximo a una separación de 20 cm.	CSCR 2010		

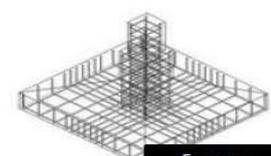
4

Figura 5. Ejemplo de lista de verificación, elemento muro.



Minuta de Inspección
Fundaciones

Miguel Cruz y Asociados Ltda.
Tels.: (506) 2281-3361 / Fax: 2281-3340
mfacruz@racsa.co.cr
Apdo.: 13004-1000 San José, Costa Rica

Nº Item	Detalles a Inspeccionar	Estado			Observaciones de Campo	Placas			
		SI	NO	Pend		Criterio de Aceptación	Normativa	Recomendaciones	Evidencia
1	Verificar el ancho y la profundidad de la excavación.					Estipulado en planos.	N/A		
2	Revisar el espesor del sello de fundación.					50 mm.	N/A		
3	Verificar los recubrimientos mínimos.					50 mm de fondo y 70 mm en el nivel superior y los laterales.	N/A		
4	Verificar las longitudes de las uniones de traslape.					Estas no deben excederse del 50% del traslape.	N/A		
5	Verificar que se coloquen los arranques de columnas.					 <p>Esquema</p>			

1

Figura 6. Ejemplo de lista de verificación, elemento fundación.

3.2.0 Elementos de las listas de verificación

3.2.1 Detalles de inspección

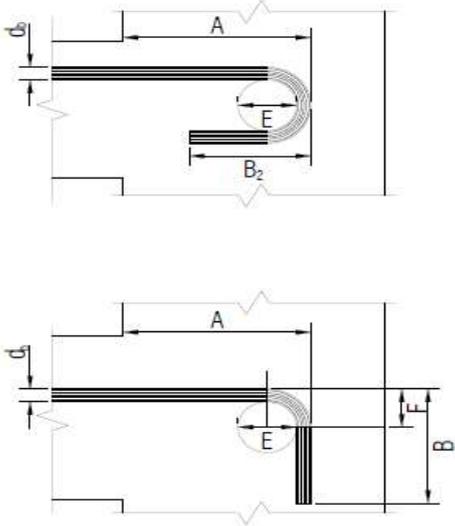
Como parte de una revisión formal se verificará que el sitio de trabajo cumpla con todos los requerimientos mínimos de trabajo, los cuales son de almacenamiento y de manipulación de los materiales, queda por fuera de estas listas de verificación el diseño de sitio para la construcción, y tampoco aplica para la productividad de la construcción.

Los elementos de mampostería serán vigas, columnas o muros, adicionalmente se adjunta una lista para la revisión de fundaciones, esto dependiendo del objetivo a llevar a cabo durante la inspección, tal forma que se diseñaron cinco tipos de lista clasificándolos por elementos estructurales, ya que se tuvo en cuenta los criterios del acero los cuales sufren variaciones importantes.

Los materiales usados siempre deberán contar con sus fichas técnicas y certificaciones de calidad esto para los concretos premezclados, esto también aplica para los concretos realizados en sitio donde sus materiales predominantes (piedra, arena y cemento) también deberán contar con sus respectivas fichas de calidad, de igual manera si se le agregase algún aditivo al concreto para cualquier función.

La mampostería ya sea de concreto tipo A o B, también contara con su respectiva ficha técnica, esto también aplica para los bloques de diferentes materiales como los de arcilla y los de vidrio, que aunque los segundos mencionados no se utilizan con fines estructurales, la normativa nacional indica que estos deben ser revisados también por el peso propio, por lo cual deben cumplir una especificación técnica.

El acero también tendrá sus respectivos certificados de calidad, este deberá de contar con la evidencia de pruebas (tracción, dobléz, corrugación) realizadas a los diferentes aceros solicitados para la construcción de los elementos estructurales, en la confección de armadura se utilizarán las herramientas adecuadas y siempre el proceso debe realizarse en frío (temperatura del medio de trabajo), con respecto a las distancias de amarre y confección de ganchos deben seguirse los parámetros de confección estipulados en el C.S.C.R.-2010, lo cuales están numerados en las listas de verificación de sitio. Adicionalmente a este documento se adjunta la figura 7 de distancias mínimas de ganchos y aros para armadura.

TABLA GANCHOS ESTANDAR PARA MAMPOSTERÍA							
DETALLE	DESIGNACION	d_b	A min	E min	F min	B min	B_2 min
	3	0.952	40	6.0	4.0	20.0	19
	4	1.270	55	8.0	5.5	25.0	20.5
	5	1.588	65	10.0	6.5	30.0	21.5
	6	1.905	80	11.5	8.0	35.0	23
	7	2.222	90	13.5	9.0	40.0	24
	8	2.540	105	15.5	10.5	45.0	25.5
	9	2.865	115	23.0	14.5	50.0	32
	10	3.226	130	26.0	16.5	55.0	35.5
	11	3.581	145	29.0	18.0	60.0	39.5

* VALORES EN CENTIMETROS

Figura 7. Representación de las diferentes dimensiones de los ganchos.

Fuente: Especificaciones estructurales de Miguel Cruz y Asociados.

La colocación de la mampostería se puede tener como se muestra en las figuras 8 y 9, lo cual es importante recalcar que también deberán someterse a una inspección de calidad para los respectivos materiales.

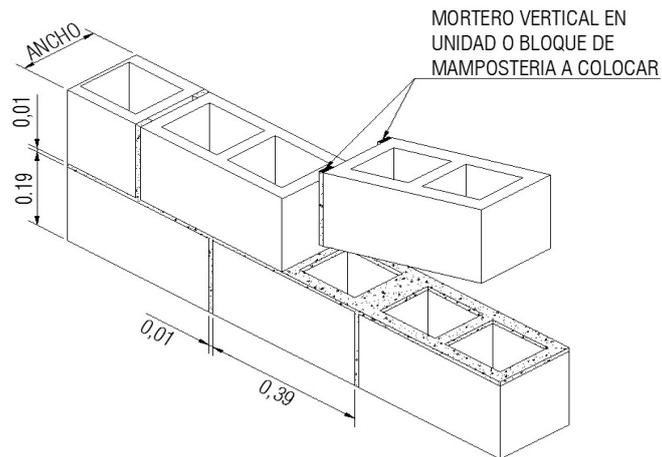


Figura 8. Colocación de las unidades de mampostería.

Fuente: Elaboración Propia



Figura 9. Colocación de las unidades de mampostería de arcilla.

Fuente: Elaboración Propia

3.2.2 Criterios de aprobación

Toda construcción será aprobada si esta cumple con las especificaciones estructurales que se tomaron para el diseño, como parte de esta actividad el Inspector debe recolectar la evidencia necesaria para comprobar la veracidad de los aspectos evaluados en las listas digitales. Para la aprobación también el profesional deberá aportar de su experiencia y conocimiento para determinar si una construcción se encuentra aprobada, se debe reconstruir o requiere una reinspección.

Por ejemplo, se determina la inspección de elementos embebidos en muros los cuales pueden estar en el interior de la mampostería o pueden quedar por fuera de esta, como se muestra en la figura 10, lo que no es permitido es la destrucción del muro para introducir tubería electromecánica como se muestra en la figura 11.

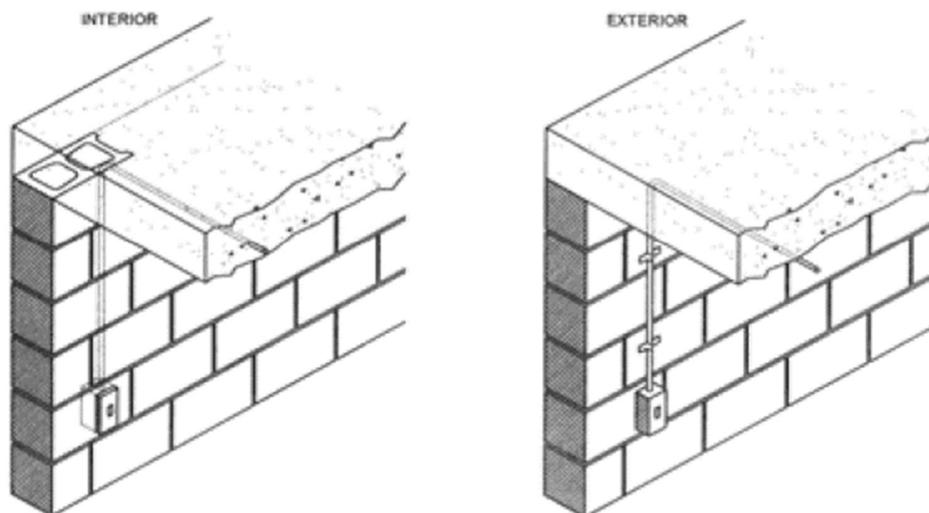


Figura 10. Forma correcta de colocación de los elementos embebidos en los muros.

Fuente: El concreto y otros materiales para la construcción.

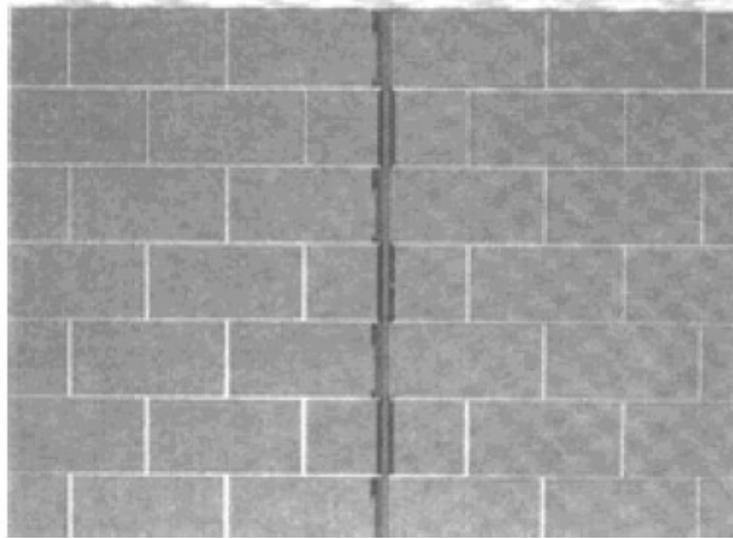


Figura 11. Muro de rechazo por estar “picado” para introducir tubería.

Fuente: El concreto y otros materiales para la construcción.

Adicionalmente se puede mencionar el ejemplo de aprobación del acero revisando ciertas varillas que coincidan dentro de lo establecido en planos y premisas de diseño, esto revisando su estado físico y su código de fabricación como se muestra en la figura 12.

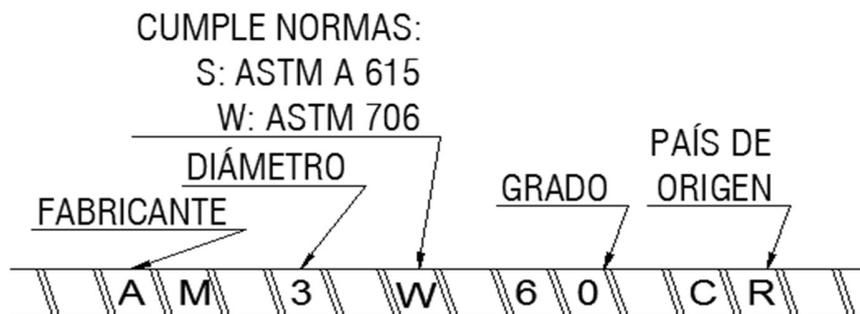


Figura 12. Código de varillas de acero.

Fuente: Elaboración propia.



3.2.3 Observaciones

Las observaciones que fueran anotadas en las listas de verificación son aquellas que se obtienen al realizar las visitas al sitio de la construcción, las cuales servirán para hacer las notas del porque se aprueba o no un elemento, en esta sección se incluirá en prosa cualquier anomalía del ítem en inspección.

3.2.4 Recomendaciones

Las recomendaciones las hace el Inspector a cargo de la obra y las facilitará al Ingeniero Residente con el fin de realizar correcciones en el proyecto y acatar los tratos hechos para cumplir con las premisas de diseño, en las cuales se basa el proyecto en construcción.

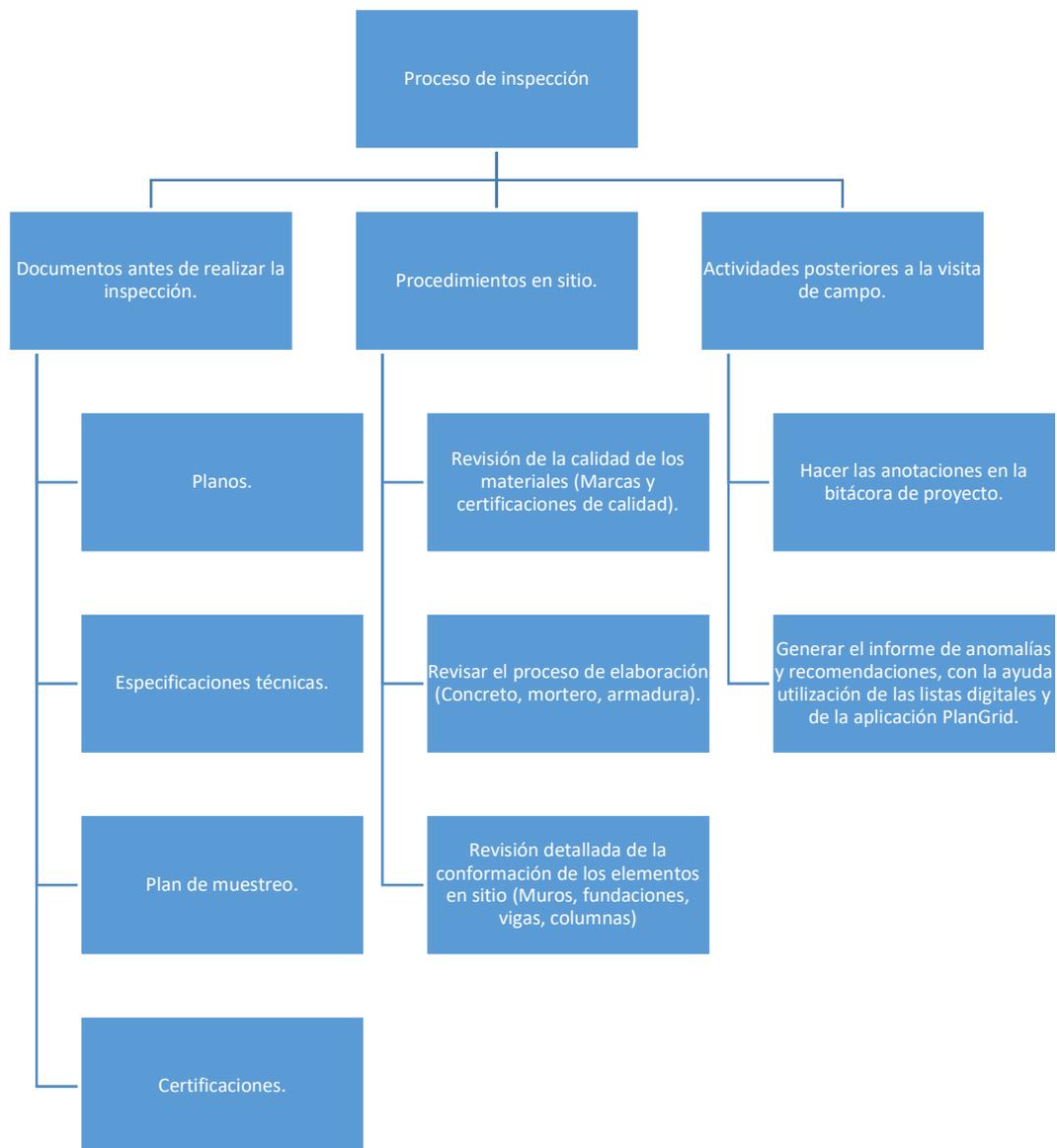
3.2.5 Evidencia

La evidencia será toda aquella fotografía en donde se demuestre porque se aprueba o no el elemento inspeccionado, es de gran importancia hacer esta notación dentro de la aplicación Plan Grid, la cual ayuda a dejar la evidencia dentro de los planos de la construcción esto para notar cambios dentro de la construcción y el seguimiento o no de los mismos.

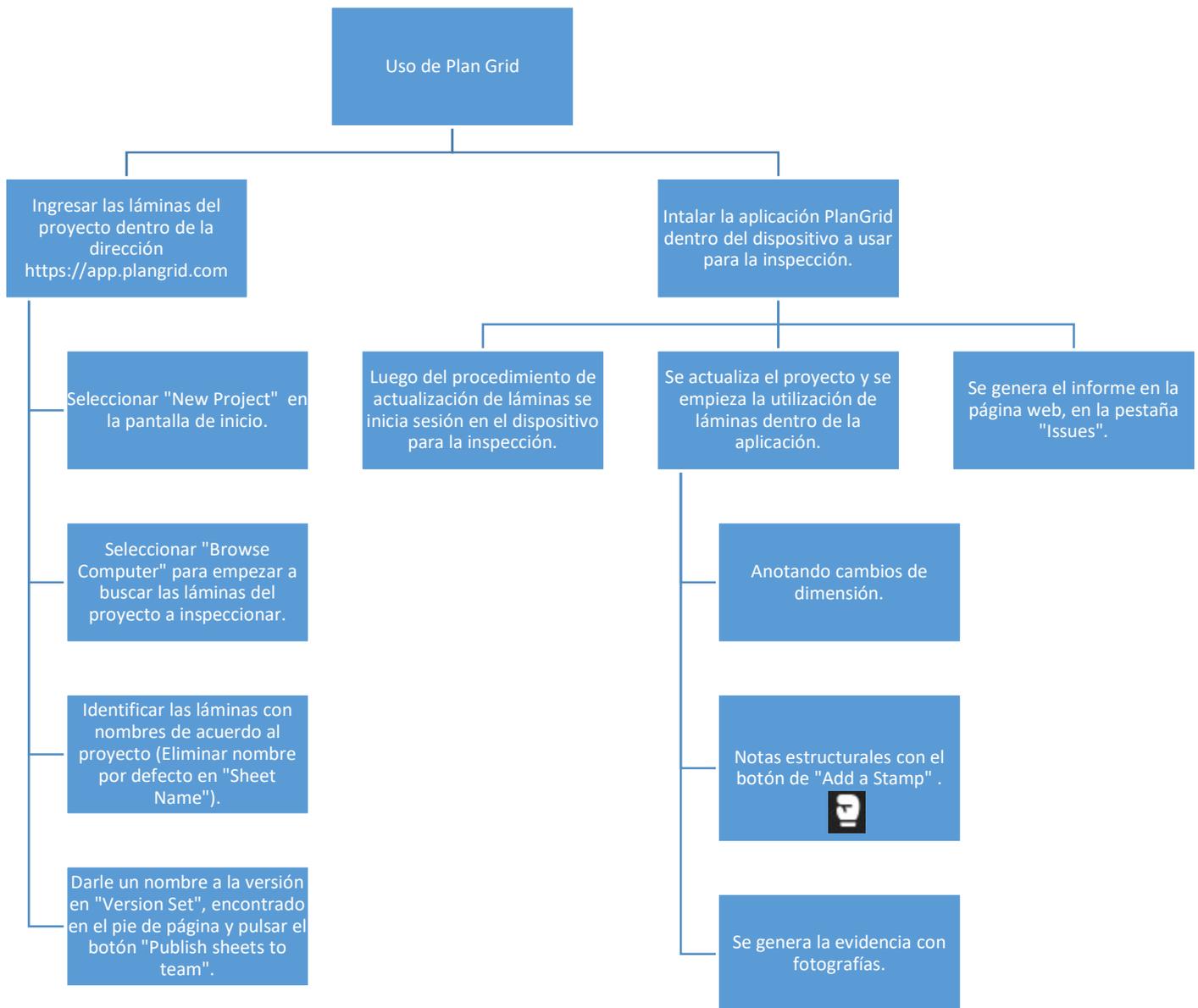
4.0.0 Procesos de inspección

En los siguientes diagramas se dan recomendaciones de cómo se debería realizar la inspección dentro de la etapa estructural.

4.1.0 Esquema de inspección ordinaria



4.2.0 Esquema de uso general de Plan Grid



5.0.0 Bibliografía

- A. H., & G. M. (s.f.). Manual de construcción de mampostería de concreto. Instituto Colombiano de Productores de Concreto.
- American Concrete Institute. (2008). Building code requirements and specifications for masonry structures. Estados Unidos: The Masonry Society.
- American Society for Testing and Materials. (2016). ASTM 706: Standard Specification for Deformed and Plain Low-Alloy Steel Bars for Concrete Reinforcement. Estados Unidos.
- American Society for Testing and Materials. (2016). ASTM C-1019: Standard test method for sampling and testing grout. Estados Unidos.
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. (2010). Código de Cimentaciones. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica.
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. (2010). Comentarios del CSCR 2010. San José: Editorial Tecnológica.
- Comité ACI 318, Capítulo Costa Rica. (2015). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-14) y Comentario (Versión en español y en sistema métrico SI). Estados Unidos: 2da Edición.
- Gobierno de Costa Rica. (1983). Reglamento de Construcciones. Costa Rica.
- International Code Council. (2009). International Building Code. Estados Unidos.
- J. L. (2007). Concrete Masonry Manual. EE UU: Concrete Manufacturers Association.
- López, L. G. (2003). El concreto y otros materiales para la construcción. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Productos de Concreto. (s.f.). Mampostería Modular Teknoblock. Costa Rica.
- Randall, F. A., W. P., & S. K. (1991). Concrete masonry handbook for Architects, Engineers, Builders. EE UU: Portland Cement Association.
- Trejos, E. B. (2007). Manual de construcción de bloques de concreto. San José, Costa Rica.: Instituto Costarricense de Cemento y Concreto.

Anexos

En esta sección se presentan 15 anexos los que incluyen:

- Memorias de cálculo
- Esquema del modelo diseñado
- Cuadros del CSCR 2010 para comparar resultados
- Fotografía y planos de los proyectos visitados

Anexo 1.

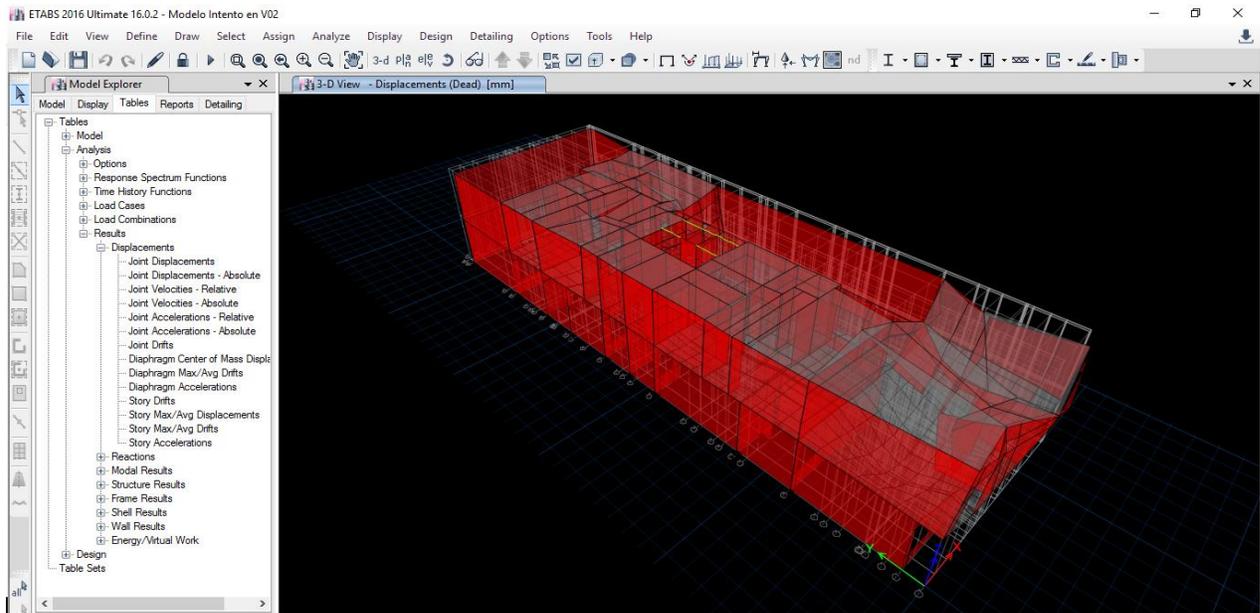
Cuadro de censo de viviendas al 2008 del INEC.

Cuadro 4					
Total de viviendas ocupadas					
Por: estado de los materiales					
Según: material predominante en paredes, techo y piso					
2003 - 2009					
Material predominante en paredes, techo y piso	Total viviendas	Estado de los materiales			
		Bueno	Regular	Malo	Ignorado
2009					
Paredes exteriores	1 256 701	694 140	411 446	151 115	-
Ladrillo-block-cemento	815 039	558 404	218 162	38 473	-
Zócalo	95 440	21 816	52 202	21 422	-
Madera	146 711	24 297	66 067	56 347	-
Prefabricado	128 674	73 640	46 170	8 864	-
Zinc	20 366	2 382	7 021	10 963	-
Otro	43 233	12 485	21 355	9 393	-
Material de desecho	7 238	1 116	469	5 653	-
Ignorado	-	-	-	-	-

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo

Anexo 2.

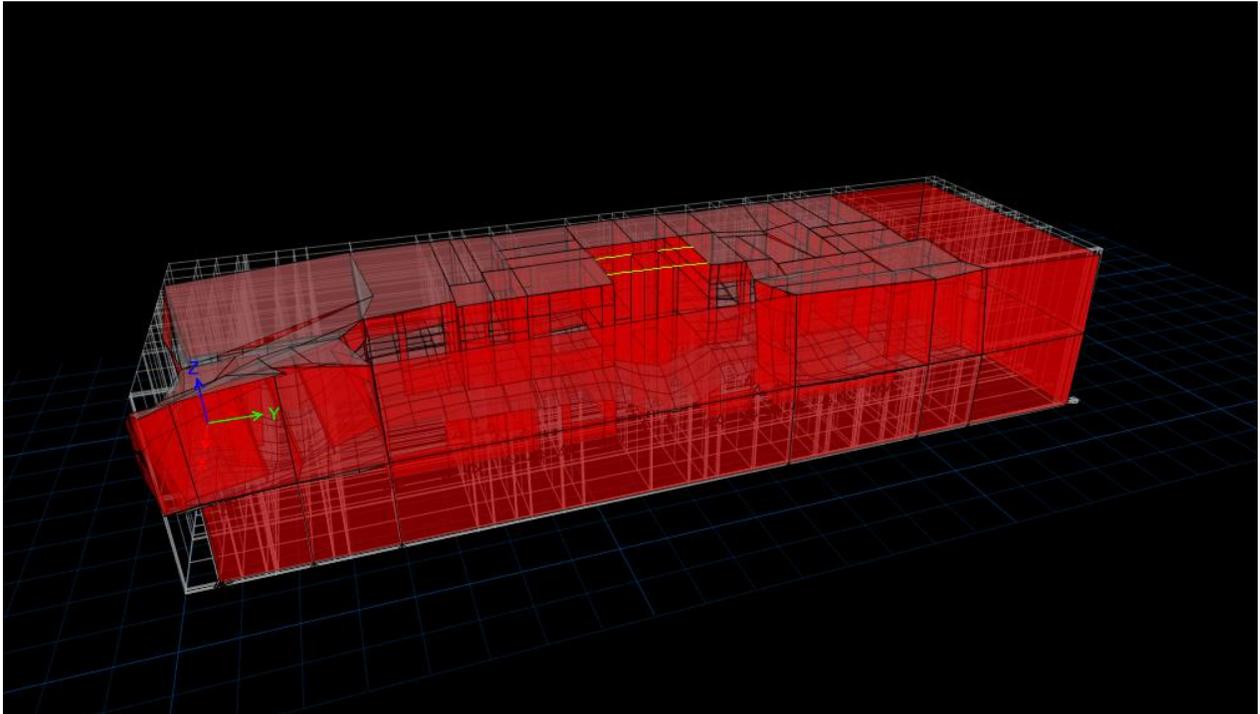
Visualización del modelo estructural en ETABS



Fuente: Extraído de ETABS 2016

Anexo 3.

Modelo estructural fallado



Fuente: Extraído de ETABS 2016

Anexo 4.

Muestra de desplazamientos mostrados por ETABS 2016

TABLE: Joint Displacements					
Story	Label	Load Case/Combo	UX mm	UY mm	UZ mm
Story2	38	Dead	0.38	-0.082	-0.249
Story2	38	Live	0	0	0
Story2	38	CP	0.051	-0.009	-0.025
Story2	38	CT_ENTREPISO	0.089	-0.007	-0.024
Story2	38	CE	0	0	0
Story2	38	CT_TECHO	0.012	-0.005	-0.012
Story2	38	CSdx Max	0.429	0.033	0.035
Story2	38	CSdy Max	0.198	0.028	0.027
Story2	38	CVx	0	0	0
Story2	38	CVy	0	0	0
Story2	38	CP_TOTAL	0.431	-0.09	-0.274
Story2	38	CT_TOTAL	0.101	-0.012	-0.037
Story2	38	CSCR-01	0.603	-0.126	-0.384
Story2	38	CSCR-02	0.679	-0.127	-0.388
Story2	38	CSCR-03x Max	0.932	-0.067	-0.271
Story2	38	CSCR-03x Min	0.074	-0.134	-0.342
Story2	38	CSCR-03y Max	0.701	-0.072	-0.28

Fuente: Extraído de ETABS 2016

Anexo 5.

Memoria de cálculo para cortante.

Ductilidad de diseño = 1.5

Asignación modelo	Tipo de muro	Dimensiones		Características de la mampostería			Configuración acero					Diseño por cortante											
		l_w (cm)	t (cm)	Clase de mampostería	f_m (kg/cm ²)	Todas las celdas rellenas	# de barra horizontal	A_{sh} (cm ²)	s_h (cm)	f_y (kg/cm ²)	P_u (ton)	M_u (ton-m)	ϕ_s	ϕV_n (ton)	V_u (ton)	Mu/Vud	Vm (ton)	Vs (ton)	Vn (ton)	Vn max (ton)	ϕV_n (ton)	Condición	Acero de refuerzo horizontal
P002	Muro	61	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.347	0.303	0.6	1.30	0.34	1.81	1.56	0.61	2.17	29.02	1.30	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P004	Muro	15	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.086	0.030	0.6	0.32	0.22	1.14	0.38	0.15	0.53	7.12	0.32	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P005	Muro	150	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.395	0.871	0.6	3.17	0.70	1.03	3.78	1.49	5.28	71.07	3.17	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P006	Muro	74	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.207	0.637	0.6	1.56	0.51	2.14	1.86	0.73	2.60	34.98	1.56	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P007	Muro	344	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	1.294	12.274	0.6	7.71	4.96	0.90	9.41	3.43	12.94	179.89	7.71	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P008	Muro	38	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.349	0.076	0.6	1.08	0.60	0.41	1.42	0.38	1.80	25.37	1.08	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P009	Muro	37	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.356	0.311	0.6	0.79	0.51	2.09	0.95	0.37	1.31	17.41	0.79	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P010	Muro	140	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.676	4.273	0.6	2.98	2.50	1.53	3.56	1.40	4.96	66.48	2.98	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P011	Muro	67	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.019	0.256	0.6	1.41	0.10	5.00	1.68	0.67	2.35	31.82	1.41	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P013	Muro	118	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.424	0.521	0.6	2.51	0.49	1.12	3.00	1.18	4.18	56.19	2.51	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P014	Muro	158	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.182	0.857	0.6	3.33	0.13	5.22	3.98	1.58	5.55	75.03	3.33	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P016	Muro	245	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.219	2.054	0.6	5.72	1.30	0.80	7.09	2.44	9.53	134.78	5.72	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P017	Muro	248	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	1.109	5.991	0.6	5.77	3.64	0.83	7.14	2.47	9.62	134.92	5.77	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P018	Muro	262	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.800	4.286	0.6	6.49	2.94	0.70	8.21	2.61	10.82	153.03	6.49	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P019	Muro	79	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.173	1.809	0.6	1.67	1.10	2.59	1.99	0.79	2.78	37.52	1.67	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P020	Muro	67	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.057	0.378	0.6	1.41	0.08	8.66	1.69	0.67	2.35	31.82	1.41	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P021	Muro	240	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.823	5.682	0.6	5.09	2.89	1.02	6.08	2.39	8.48	113.97	5.09	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P023	Muro	76.1	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.346	0.762	0.6	1.62	1.24	1.01	1.94	0.76	2.69	36.14	1.62	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P024	Muro	110.86	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.503	0.513	0.6	2.35	0.40	1.46	2.62	1.11	3.92	52.65	2.35	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P025	Muro	30	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.095	0.180	0.6	0.64	0.31	2.46	0.76	0.30	1.06	14.25	0.64	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P026	Muro	122.62	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.504	0.567	0.6	2.84	0.69	0.84	3.51	1.22	4.73	66.42	2.84	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P028	Muro	151.1	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.446	0.759	0.6	3.20	0.58	1.07	3.82	1.51	5.33	71.75	3.20	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P029	Muro	450	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.582	2.041	0.6	12.25	1.18	0.48	15.93	4.49	20.42	291.46	12.25	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P030	Muro	15.1	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.029	0.047	0.6	0.32	0.05	7.87	0.38	0.15	0.53	7.17	0.32	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P031	Muro	344	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	2.927	13.471	0.6	8.56	6.93	0.71	10.84	3.43	14.27	199.66	8.56	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P032	Muro	31.1	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.276	0.105	0.6	0.67	0.27	1.58	0.80	0.31	1.11	14.77	0.67	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P033	Muro	46.1	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.698	0.168	0.6	1.00	0.31	1.46	1.21	0.46	1.67	21.89	1.00	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P034	Muro	143	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.276	0.583	0.6	3.02	0.25	2.07	3.61	1.43	5.03	67.91	3.02	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P035	Muro	143	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.325	0.578	0.6	3.02	0.24	2.12	3.61	1.43	5.04	67.91	3.02	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P036	Muro	255	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.389	1.202	0.6	5.51	0.62	0.96	6.65	2.54	9.19	129.01	5.51	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P037	Muro	255	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.981	3.474	0.6	5.61	1.83	0.93	6.81	2.54	9.35	130.81	5.61	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P038	Muro	143	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.173	0.546	0.6	3.02	0.27	1.74	3.60	1.43	5.03	67.91	3.02	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P039	Muro	143	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.554	0.840	0.6	3.03	0.35	2.08	3.63	1.43	5.06	67.91	3.03	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P040	Muro	390	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.540	0.799	0.6	11.59	0.94	0.27	15.42	3.89	19.32	277.04	11.59	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P042	Muro	360	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	2.877	11.075	0.6	9.65	7.10	0.54	12.50	3.59	16.09	226.69	9.65	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P043	Muro	31.1	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.294	0.114	0.6	0.67	0.29	1.58	0.80	0.31	1.11	14.77	0.67	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P044	Muro	30.1	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.505	0.151	0.6	0.66	0.33	1.90	0.79	0.30	1.09	14.29	0.66	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P045	Muro	248	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.688	1.765	0.6	6.53	1.58	0.56	8.41	2.47	10.89	154.62	6.53	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P047	Muro	157.1	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.680	2.022	0.6	3.34	1.61	1.00	4.00	1.57	5.56	77.47	3.34	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P048	Muro	240	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.878	8.655	0.6	5.09	4.33	1.04	6.09	2.39	8.48	113.97	5.09	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P049	Muro	79	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.181	0.411	0.6	1.67	0.28	2.34	2.00	0.79	2.78	37.52	1.67	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P050	Muro	79	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.589	1.383	0.6	1.69	0.84	2.61	2.03	0.79	2.81	37.52	1.69	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P051	Muro	68	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.501	0.304	0.6	1.45	0.15	3.73	1.74	0.68	2.42	32.29	1.45	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P052	Muro	161	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.678	2.233	0.6	3.42	1.25	1.38	4.09	1.61	5.70	76.46	3.42	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P053	Muro	129	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	1.163	1.614	0.6	2.77	0.79	1.98	3.32	1.29	4.61	61.26	2.77	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P054	Muro	248	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	1.475	8.793	0.6	5.67	5.11	0.87	6.98	2.47	9.45	132.04	5.67	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P056	Muro	157.1	15	A	100	No	#3	0.71	20	2800	1.246	5.135	0.6	4.30	3.61	1.13	4.03	3.13	7.17	74.60	4.30	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P057	Muro	37	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.308	0.211	0.6	0.79	0.38	1.86	0.95	0.37	1.32	17.57	0.79	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P058	Muro	109.66	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	1.574	0.536	0.6	2.38	0.33	1.86	2.87	1.09	3.96	52.06	2.38	Cumple	(var #3 @ 40 cm)

P059	Muro	547.66	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.367	1.194	0.6	16.64	1.29	0.21	22.28	5.46	27.74	392.49	16.64	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P060	Muro	390	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	1.677	13.884	0.6	10.45	8.40	0.53	13.52	3.89	17.41	246.94	10.45	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P061	Muro	28.66	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.387	0.106	0.6	0.62	0.26	1.74	0.75	0.29	1.03	13.61	0.62	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P062	Muro	69	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.971	0.466	0.6	1.50	0.03	27.61	1.80	0.69	2.49	32.77	1.50	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P063	Muro	306	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	2.051	6.699	0.6	6.73	2.90	0.94	8.17	3.05	11.22	155.96	6.73	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P064	Muro	69	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.869	0.547	0.6	1.49	0.07	15.18	1.80	0.69	2.48	32.77	1.49	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P066	Muro	151.1	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.325	1.316	0.6	3.19	0.56	1.94	3.82	1.51	5.32	71.75	3.19	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P073	Muro	209.66	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	1.108	0.948	0.6	6.17	1.81	0.31	8.18	2.09	10.28	146.37	6.17	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P074	Muro	181.1	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.834	1.062	0.6	5.00	1.58	0.46	6.52	1.81	8.33	118.28	5.00	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P075	Muro	57.66	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.559	0.395	0.6	1.24	0.61	1.40	1.49	0.58	2.06	27.38	1.24	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P076	Muro	90	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	2.330	1.366	0.6	2.00	1.00	1.89	2.43	0.90	3.33	42.74	2.00	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P077	Muro	128	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	1.332	0.295	0.6	3.63	0.69	0.42	4.78	1.28	6.05	85.27	3.63	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P078	Muro	80.74	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	1.182	0.224	0.6	1.94	0.43	0.80	2.43	0.81	3.24	44.58	1.94	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P079	Muro	105	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.594	0.160	0.6	3.11	0.64	0.30	4.14	1.05	5.18	73.81	3.11	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P080	Muro	158	15	A	100	No	#4	1.27	20	2800	0.424	6.338	0.6	4.50	4.72	1.06	4.00	5.60	9.60	75.03	5.76	Cumple	(var #4 @ 20 cm)
P082	Muro	248.6	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.254	1.821	0.6	5.24	0.60	1.52	6.26	2.48	8.74	118.06	5.24	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P083	Muro	645	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	1.583	3.283	0.6	17.51	1.29	0.49	22.75	6.43	29.19	415.65	17.51	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P084	Muro	45	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.112	0.018	0.6	1.28	0.12	0.43	1.64	0.45	2.09	29.85	1.28	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P085	Muro	192.12	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.128	0.273	0.6	4.46	0.22	0.82	5.51	1.92	7.43	105.06	4.46	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P088	Muro	207.12	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	1.347	0.226	0.6	6.09	0.43	0.32	8.09	2.07	10.15	144.34	6.09	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P096	Muro	209.66	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	2.944	0.713	0.6	5.59	0.74	0.58	7.23	2.09	9.32	129.86	5.59	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P103	Muro	68	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.984	0.551	0.6	1.47	0.02	54.77	1.78	0.68	2.46	32.29	1.47	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P104	Muro	73	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.069	0.126	0.6	1.54	0.01	24.20	1.84	0.73	2.56	34.67	1.54	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P105	Muro	120	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.245	2.608	0.6	2.54	1.74	1.56	3.03	1.20	4.23	56.99	2.54	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P106	Muro	105	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.097	0.896	0.6	2.21	0.16	6.56	2.64	1.05	3.69	49.88	2.21	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P107	Muro	120	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.147	0.552	0.6	2.53	0.18	3.26	3.02	1.20	4.22	56.99	2.53	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P108	Muro	218	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.639	1.472	0.6	4.63	0.72	1.17	5.54	2.17	7.71	103.52	4.63	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P109	Muro	105	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.133	0.331	0.6	2.21	0.19	2.03	2.64	1.05	3.69	49.88	2.21	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P110	Muro	105	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.478	0.589	0.6	2.23	0.36	1.97	2.67	1.05	3.72	49.88	2.23	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P111	Muro	178	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.662	3.279	0.6	3.77	0.68	3.41	4.52	1.78	6.29	84.53	3.77	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P112	Muro	75	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.340	0.122	0.6	1.80	0.27	0.77	2.25	0.75	3.00	42.19	1.80	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P115	Muro	65.56	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.621	0.231	0.6	1.41	0.40	1.10	1.69	0.65	2.35	31.13	1.41	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P116	Muro	300	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.443	0.367	0.6	7.63	0.24	0.63	9.73	2.99	12.72	180.68	7.63	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P117	Muro	300	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	1.599	1.214	0.6	6.38	0.29	1.72	7.65	2.99	10.64	142.46	6.38	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P118	Muro	135	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.842	1.917	0.6	2.88	0.03	61.64	3.46	1.35	4.80	64.11	2.88	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P119	Muro	375	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.180	0.712	0.6	7.90	0.23	1.03	9.42	3.74	13.16	178.08	7.90	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P120	Muro	300	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	1.642	4.324	0.6	6.64	1.94	0.93	8.08	2.99	11.07	154.35	6.64	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P121	Muro	375	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	1.316	1.950	0.6	10.01	0.65	0.54	12.94	3.74	16.68	236.83	10.01	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P122	Muro	285	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	1.807	3.040	0.6	7.97	3.03	0.44	10.43	2.84	13.28	188.15	7.97	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P123	Muro	73	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.276	0.414	0.6	1.55	0.10	7.15	1.85	0.73	2.58	34.67	1.55	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P124	Muro	68	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.922	0.455	0.6	1.47	0.02	52.62	1.77	0.68	2.45	32.29	1.47	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P125	Muro	52	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.039	0.159	0.6	1.10	0.06	6.66	1.31	0.52	1.83	24.69	1.10	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P126	Muro	1164	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	1.402	3.294	0.6	24.55	0.28	1.24	29.31	11.61	40.92	552.76	24.55	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P127	Muro	1006	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	3.449	10.188	0.6	29.61	4.18	0.30	39.32	10.04	49.35	705.18	29.61	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P128	Muro	660	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	4.160	8.903	0.6	17.60	3.08	0.55	22.76	6.58	29.34	414.44	17.60	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P129	Muro	510	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	1.256	0.820	0.6	13.03	0.32	0.63	16.63	5.09	21.72	308.02	13.03	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P130	Muro	452	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	1.470	0.951	0.6	12.50	0.58	0.45	16.33	4.51	20.84	296.68	12.50	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P131	Muro	525	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	3.678	5.079	0.6	14.38	2.47	0.49	18.73	5.24	23.97	338.82	14.38	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P132	Muro	958	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	1.698	12.646	0.6	20.23	0.41	4.00	24.16	9.56	33.72	454.94	20.23	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P133	Muro	803	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	6.543	4.904	0.6	24.69	3.63	0.21	33.13	8.01	41.14	575.59	24.69	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P134	Muro	984.98	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.113	0.911	0.6	20.73	0.09	1.26	24.72	9.83	34.55	467.75	20.73	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P135	Muro	984.98	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.428	6.488	0.6	20.74	0.15	5.32	24.74	9.83	34.57	467.75	20.74	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P136	Muro	683.02	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.633	0.432	0.6	22.17	2.10	0.04	30.14	6.81	36.95	489.59	22.17	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P137	Muro	683.02	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	1.686	5.124	0.6	20.98	4.92	0.19	26.16	6.81	34.97	489.59	20.98	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P138	Muro	525.01	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.858	4.381	0.6	11.08	0.33	3.12	13.24	5.24	18.47	249.32	11.08	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P139	Muro	525.01	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	1.159	9.795	0.6	11.95	2.70	0.86	14.67	5.24	19.91	280.15	11.95	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P140	Muro	1320	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	2.120	9.575	0.6	27.87	0.58	1.56	33.28	13.17	46.44	628.88	27.87	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P141	Muro	1320	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	2.501	8.666	0.6	40.91	4.95	0.17	55.02	13.17	66.19	946.20	40.91	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P142	Muro	510.01	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	0.756	1.251	0.6	13.34	0.53	0.57	17.14	5.09	22.23	316.35	13.34	Cumple	(var #3 @ 40 cm)
P143	Muro	510.01	15	A	100	No	#3	0.71	40	2800	1.806	4.270	0.6	15.75	5.								

Anexo 6.

Memoria de cálculo para flexión.

Asignación modelo	Tipo de muro	Dimensiones		Características de la mampostería			Configuración de acero				Diseño por flexión								
		l_w (cm)	t (cm)	Clase de mampostería	f_m (kg/cm ²)	Todas las celdas rellenas	# de barra vertical	$A_{s,v}$ (cm ²)	s_v (cm)	f_y (kg/cm ²)	P_u (ton)	M_u (ton-m)	α	β	c/l_w	ϕ	ϕM_n (ton-m)	Condición	Acero de refuerzo
P002	Muro	61	15	A	100	No	#4	1.93	40	2800	0.347	0.303	0.0591	0.004	0.075	0.78	1.3	Cumple	#4@40 cm
P005	Muro	150	15	A	100	No	#4	4.74	40	2800	0.395	0.871	0.0591	0.002	0.073	0.79	7.5	Cumple	#4@40 cm
P006	Muro	74	15	A	100	No	#4	2.33	40	2800	0.207	0.637	0.0591	0.002	0.073	0.79	1.8	Cumple	#4@40 cm
P007	Muro	344	15	A	100	No	#4	10.89	40	2800	1.284	12.274	0.0591	0.002	0.073	0.79	40.0	Cumple	#4@40 cm
P010	Muro	140	15	A	100	No	#4	4.43	40	2800	0.676	4.273	0.0591	0.003	0.074	0.79	6.7	Cumple	#4@40 cm
P011	Muro	67	15	A	100	No	#4	2.12	40	2800	0.019	0.258	0.0591	0.000	0.071	0.80	1.5	Cumple	#4@40 cm
P013	Muro	118	15	A	100	No	#4	3.75	40	2800	0.424	0.521	0.0591	0.002	0.073	0.79	4.7	Cumple	#4@40 cm
P014	Muro	158	15	A	100	No	#4	5.00	40	2800	0.162	0.857	0.0591	0.001	0.071	0.80	8.3	Cumple	#4@40 cm
P016	Muro	245	15	A	100	No	#4	7.75	40	2800	0.219	2.054	0.0591	0.001	0.071	0.80	19.8	Cumple	#4@40 cm
P017	Muro	248	15	A	100	No	#4	7.85	40	2800	1.109	5.991	0.0591	0.003	0.074	0.79	20.9	Cumple	#4@40 cm
P018	Muro	262	15	A	100	No	#4	8.30	40	2800	0.800	4.286	0.0591	0.002	0.073	0.79	23.1	Cumple	#4@40 cm
P019	Muro	79	15	A	100	No	#4	2.50	40	2800	0.173	1.809	0.0591	0.001	0.072	0.79	2.1	Cumple	#4@40 cm
P020	Muro	67	15	A	100	No	#4	2.12	40	2800	0.057	0.378	0.0591	0.001	0.071	0.80	1.5	Cumple	#4@40 cm
P021	Muro	240	15	A	100	No	#4	7.60	40	2800	0.823	5.682	0.0591	0.002	0.073	0.79	19.4	Cumple	#4@40 cm
P023	Muro	76.1	15	A	100	No	#4	2.41	40	2800	0.346	0.762	0.0591	0.003	0.074	0.79	2.0	Cumple	#4@40 cm
P024	Muro	110.86	15	A	100	No	#4	3.51	40	2800	0.503	0.513	0.0591	0.003	0.074	0.79	4.2	Cumple	#4@40 cm
P026	Muro	122.62	15	A	100	No	#4	3.88	40	2800	0.504	0.567	0.0591	0.003	0.074	0.79	5.1	Cumple	#4@40 cm
P028	Muro	151.1	15	A	100	No	#4	4.79	40	2800	0.446	0.759	0.0591	0.002	0.073	0.79	7.7	Cumple	#4@40 cm
P029	Muro	450	15	A	100	No	#4	14.25	40	2800	0.582	2.041	0.0591	0.001	0.072	0.80	67.4	Cumple	#4@40 cm
P031	Muro	344	15	A	100	No	#4	10.89	40	2800	2.927	13.471	0.0591	0.006	0.077	0.78	41.2	Cumple	#4@40 cm
P032	Muro	31.1	15	A	100	No	#4	0.98	40	2800	0.276	0.105	0.0591	0.006	0.078	0.78	0.3	Cumple	#4@40 cm
P033	Muro	46.1	15	A	100	No	#4	1.46	40	2800	0.698	0.168	0.0591	0.010	0.083	0.76	0.8	Cumple	#4@40 cm
P034	Muro	143	15	A	100	No	#4	4.53	40	2800	0.276	0.583	0.0591	0.001	0.072	0.79	6.8	Cumple	#4@40 cm
P035	Muro	143	15	A	100	No	#4	4.53	40	2800	0.325	0.578	0.0591	0.002	0.072	0.79	6.8	Cumple	#4@40 cm
P036	Muro	255	15	A	100	No	#4	8.08	40	2800	0.389	1.202	0.0591	0.001	0.072	0.80	21.7	Cumple	#4@40 cm
P037	Muro	255	15	A	100	No	#4	8.08	40	2800	0.981	3.474	0.0591	0.003	0.074	0.79	22.0	Cumple	#4@40 cm
P038	Muro	143	15	A	100	No	#4	4.53	40	2800	0.173	0.546	0.0591	0.001	0.071	0.80	6.8	Cumple	#4@40 cm
P039	Muro	143	15	A	100	No	#4	4.53	40	2800	0.554	0.840	0.0591	0.003	0.074	0.79	6.9	Cumple	#4@40 cm
P040	Muro	390	15	A	100	No	#4	12.35	40	2800	0.540	0.799	0.0591	0.001	0.072	0.80	50.6	Cumple	#4@40 cm
P041	Muro	28.66	15	A	100	No	#4	0.91	40	2800	0.090	0.020	0.0591	0.002	0.073	0.79	0.3	Cumple	#4@40 cm
P042	Muro	360	15	A	100	No	#4	11.40	40	2800	2.877	11.075	0.0591	0.005	0.077	0.78	45.0	Cumple	#4@40 cm
P043	Muro	31.1	15	A	100	No	#4	0.98	40	2800	0.284	0.114	0.0591	0.006	0.078	0.78	0.3	Cumple	#4@40 cm
P044	Muro	30.1	15	A	100	No	#4	0.95	40	2800	0.505	0.151	0.0591	0.011	0.084	0.76	0.3	Cumple	#4@40 cm
P045	Muro	248	15	A	100	No	#4	7.85	40	2800	0.688	1.765	0.0591	0.002	0.073	0.79	20.7	Cumple	#4@40 cm
P047	Muro	157.1	15	A	100	No	#4	4.98	40	2800	0.680	2.022	0.0591	0.003	0.074	0.79	8.4	Cumple	#4@40 cm
P048	Muro	240	15	A	100	No	#4	7.60	40	2800	0.878	8.655	0.0591	0.002	0.073	0.79	19.5	Cumple	#4@40 cm
P049	Muro	79	15	A	100	No	#4	2.50	40	2800	0.181	0.411	0.0591	0.002	0.072	0.79	2.1	Cumple	#4@40 cm

P051	Muro	68	15	A	100	No	#4	2.15	40	2800	0.501	0.304	0.0591	0.005	0.076	0.78	1.6	Cumple	#4@40 cm
P052	Muro	161	15	A	100	No	#4	5.10	40	2800	0.676	2.233	0.0591	0.003	0.074	0.79	8.8	Cumple	#4@40 cm
P053	Muro	129	15	A	100	No	#4	4.09	40	2800	1.163	1.614	0.0591	0.006	0.078	0.78	5.8	Cumple	#4@40 cm
P054	Muro	248	15	A	100	No	#4	7.85	40	2800	1.475	8.793	0.0591	0.004	0.075	0.78	21.1	Cumple	#4@40 cm
P056	Muro	157.1	15	A	100	No	#4	4.98	40	2800	1.246	5.135	0.0591	0.005	0.077	0.78	8.6	Cumple	#4@40 cm
P057	Muro	37	15	A	100	No	#4	1.17	40	2800	0.308	0.211	0.0591	0.006	0.077	0.78	0.5	Cumple	#4@40 cm
P058	Muro	109.66	15	A	100	No	#4	3.47	40	2800	1.574	0.539	0.0591	0.010	0.082	0.76	4.3	Cumple	#4@40 cm
P059	Muro	547.56	15	A	100	No	#4	17.34	40	2800	0.367	1.194	0.0591	0.000	0.071	0.80	99.3	Cumple	#4@40 cm
P060	Muro	390	15	A	100	No	#4	12.35	40	2800	1.677	13.884	0.0591	0.003	0.074	0.79	51.6	Cumple	#4@40 cm
P061	Muro	28.66	15	A	100	No	#4	0.91	40	2800	0.387	0.106	0.0591	0.009	0.081	0.76	0.3	Cumple	#4@40 cm
P062	Muro	69	15	A	100	No	#4	2.19	40	2800	0.971	0.466	0.0591	0.009	0.082	0.76	1.7	Cumple	#4@40 cm
P063	Muro	306	15	A	100	No	#4	9.69	40	2800	2.051	6.699	0.0591	0.004	0.076	0.78	32.3	Cumple	#4@40 cm
P064	Muro	69	15	A	100	No	#4	2.19	40	2800	0.869	0.547	0.0591	0.008	0.081	0.77	1.7	Cumple	#4@40 cm
P066	Muro	151.1	15	A	100	No	#4	4.79	40	2800	0.325	1.316	0.0591	0.001	0.072	0.79	7.6	Cumple	#4@40 cm
P073	Muro	209.66	15	A	100	No	#4	6.64	40	2800	1.108	0.948	0.0591	0.004	0.075	0.79	15.0	Cumple	#4@40 cm
P074	Muro	181.1	15	A	100	No	#4	5.74	40	2800	0.834	1.062	0.0591	0.003	0.074	0.79	11.2	Cumple	#4@40 cm
P075	Muro	57.66	15	A	100	No	#4	1.83	40	2800	0.559	0.395	0.0591	0.006	0.078	0.77	1.2	Cumple	#4@40 cm
P076	Muro	90	15	A	100	No	#4	2.85	40	2800	2.330	1.366	0.0591	0.017	0.091	0.73	3.1	Cumple	#4@40 cm
P077	Muro	128	15	A	100	No	#4	4.05	40	2800	1.332	0.295	0.0591	0.007	0.079	0.77	5.8	Cumple	#4@40 cm
P078	Muro	80.74	15	A	100	No	#4	2.56	40	2800	1.182	0.224	0.0591	0.010	0.082	0.76	2.4	Cumple	#4@40 cm
P079	Muro	105	15	A	100	No	#4	3.33	40	2800	0.594	0.160	0.0591	0.004	0.075	0.78	3.8	Cumple	#4@40 cm
P080	Muro	158	15	A	100	No	#4	5.00	40	2800	0.424	6.338	0.0591	0.002	0.073	0.79	8.4	Cumple	#4@20 cm
P082	Muro	248.6	15	A	100	No	#4	7.87	40	2800	0.254	1.821	0.0591	0.001	0.071	0.80	20.5	Cumple	#4@40 cm
P083	Muro	645	15	A	100	No	#4	20.43	40	2800	1.583	3.283	0.0591	0.002	0.072	0.79	139.5	Cumple	#4@40 cm
P084	Muro	45	15	A	100	No	#4	1.43	40	2800	0.112	0.018	0.0591	0.002	0.073	0.79	0.7	Cumple	#4@40 cm
P085	Muro	192.12	15	A	100	No	#4	6.08	40	2800	0.128	0.273	0.0591	0.000	0.071	0.80	12.2	Cumple	#4@40 cm
P087	Muro	45	15	A	100	No	#4	1.43	40	2800	0.294	0.028	0.0591	0.004	0.076	0.78	0.7	Cumple	#4@40 cm
P088	Muro	207.12	15	A	100	No	#4	6.56	40	2800	1.347	0.226	0.0591	0.004	0.076	0.78	14.8	Cumple	#4@40 cm
P095	Muro	209.82	15	A	100	No	#4	6.64	40	2800	2.944	0.713	0.0591	0.009	0.082	0.76	15.8	Cumple	#4@40 cm
P103	Muro	68	15	A	100	No	#4	2.15	40	2800	0.984	0.551	0.0591	0.010	0.082	0.76	1.7	Cumple	#4@40 cm
P104	Muro	73	15	A	100	No	#4	2.31	40	2800	0.069	0.126	0.0591	0.001	0.071	0.80	1.8	Cumple	#4@40 cm
P105	Muro	120	15	A	100	No	#4	3.80	40	2800	0.245	2.608	0.0591	0.001	0.072	0.79	4.8	Cumple	#4@40 cm
P106	Muro	105	15	A	100	No	#4	3.33	40	2800	0.097	0.896	0.0591	0.001	0.071	0.80	3.7	Cumple	#4@40 cm
P107	Muro	120	15	A	100	No	#4	3.80	40	2800	0.147	0.552	0.0591	0.001	0.071	0.80	4.8	Cumple	#4@40 cm
P108	Muro	218	15	A	100	No	#4	6.90	40	2800	0.939	1.472	0.0591	0.003	0.074	0.79	16.1	Cumple	#4@40 cm
P109	Muro	105	15	A	100	No	#4	3.33	40	2800	0.133	0.331	0.0591	0.001	0.072	0.80	3.7	Cumple	#4@40 cm
P110	Muro	105	15	A	100	No	#4	3.33	40	2800	0.478	0.589	0.0591	0.003	0.074	0.79	3.7	Cumple	#4@40 cm
P111	Muro	178	15	A	100	No	#4	5.64	40	2800	0.662	3.279	0.0591	0.002	0.073	0.79	10.7	Cumple	#4@40 cm
P112	Muro	75	15	A	100	No	#4	2.38	40	2800	0.340	0.122	0.0591	0.003	0.074	0.79	1.9	Cumple	#4@40 cm
P115	Muro	65.56	15	A	100	No	#4	2.08	40	2800	0.621	0.231	0.0591	0.006	0.078	0.77	1.5	Cumple	#4@40 cm
P116	Muro	300	15	A	100	No	#4	9.50	40	2800	0.443	0.367	0.0591	0.001	0.072	0.80	30.0	Cumple	#4@40 cm

P117	Muro	300	15	A	100	No	#4	9.50	40	2800	1.599	1.214	0.0591	0.004	0.075	0.79	30.8	Cumple	#4@40 cm
P118	Muro	135	15	A	100	No	#4	4.28	40	2800	0.842	1.917	0.0591	0.004	0.075	0.78	6.3	Cumple	#4@40 cm
P119	Muro	375	15	A	100	No	#4	11.88	40	2800	0.180	0.712	0.0591	0.000	0.071	0.80	46.5	Cumple	#4@40 cm
P120	Muro	300	15	A	100	No	#4	9.50	40	2800	1.642	4.324	0.0591	0.004	0.075	0.79	30.8	Cumple	#4@40 cm
P121	Muro	375	15	A	100	No	#4	11.88	40	2800	1.316	1.050	0.0591	0.002	0.073	0.79	47.5	Cumple	#4@40 cm
P122	Muro	285	15	A	100	No	#4	9.03	40	2800	1.807	3.040	0.0591	0.004	0.076	0.78	27.9	Cumple	#4@40 cm
P123	Muro	73	15	A	100	No	#4	2.31	40	2800	0.276	0.414	0.0591	0.003	0.074	0.79	1.8	Cumple	#4@40 cm
P124	Muro	68	15	A	100	No	#4	2.15	40	2800	0.922	0.455	0.0591	0.009	0.081	0.76	1.7	Cumple	#4@40 cm
P125	Muro	52	15	A	100	No	#4	1.65	40	2800	0.039	0.159	0.0591	0.000	0.071	0.80	0.9	Cumple	#4@40 cm
P126	Muro	1164	15	A	100	No	#4	36.86	40	2800	1.402	3.294	0.0591	0.001	0.071	0.80	450.5	Cumple	#4@40 cm
P127	Muro	1006	15	A	100	No	#4	31.86	40	2800	3.449	10.188	0.0591	0.002	0.073	0.79	341.6	Cumple	#4@40 cm
P128	Muro	660	15	A	100	No	#4	20.90	40	2800	4.160	8.903	0.0591	0.004	0.076	0.78	149.8	Cumple	#4@40 cm
P129	Muro	510	15	A	100	No	#4	16.15	40	2800	1.256	0.820	0.0591	0.002	0.072	0.79	87.2	Cumple	#4@40 cm
P130	Muro	452	15	A	100	No	#4	14.31	40	2800	1.470	0.951	0.0591	0.002	0.073	0.79	68.9	Cumple	#4@40 cm
P131	Muro	525	15	A	100	No	#4	16.63	40	2800	3.678	5.079	0.0591	0.005	0.076	0.78	95.2	Cumple	#4@40 cm
P132	Muro	958	15	A	100	No	#4	30.34	40	2800	1.698	12.646	0.0591	0.001	0.072	0.80	306.3	Cumple	#4@40 cm
P133	Muro	803	15	A	100	No	#4	25.43	40	2800	6.543	4.904	0.0591	0.005	0.077	0.78	224.2	Cumple	#4@40 cm
P134	Muro	984.98	15	A	100	No	#4	31.19	40	2800	0.113	0.911	0.0591	0.000	0.071	0.80	320.1	Cumple	#4@40 cm
P135	Muro	984.98	15	A	100	No	#4	31.19	40	2800	0.428	6.488	0.0591	0.000	0.071	0.80	320.8	Cumple	#4@40 cm
P136	Muro	683.02	15	A	100	No	#4	21.63	40	2800	0.633	0.432	0.0591	0.001	0.071	0.80	154.8	Cumple	#4@40 cm
P137	Muro	683.02	15	A	100	No	#4	21.63	40	2800	1.686	5.124	0.0591	0.002	0.072	0.79	156.4	Cumple	#4@40 cm
P138	Muro	525.01	15	A	100	No	#4	16.63	40	2800	0.858	4.381	0.0591	0.001	0.072	0.80	91.9	Cumple	#4@40 cm
P139	Muro	525.01	15	A	100	No	#4	16.63	40	2800	1.159	9.795	0.0591	0.001	0.072	0.79	92.3	Cumple	#4@40 cm
P140	Muro	1320.04	15	A	100	No	#4	41.80	40	2800	2.120	9.575	0.0591	0.001	0.072	0.80	580.9	Cumple	#4@40 cm
P141	Muro	1320.04	15	A	100	No	#4	41.80	40	2800	2.501	8.656	0.0591	0.001	0.072	0.79	582.1	Cumple	#4@40 cm
P142	Muro	510.01	15	A	100	No	#4	16.15	40	2800	0.756	1.251	0.0591	0.001	0.072	0.80	86.6	Cumple	#4@40 cm
P143	Muro	510.01	15	A	100	No	#4	16.15	40	2800	1.806	4.270	0.0591	0.002	0.073	0.79	87.9	Cumple	#4@40 cm

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7.

Tabla de límites de derivas permitidos por código.

TABLA 7.2. Límite superior de la razón de deriva inelástica, Δ_i / H_i ⁽¹⁾, según categoría de edificación y sistema estructural.

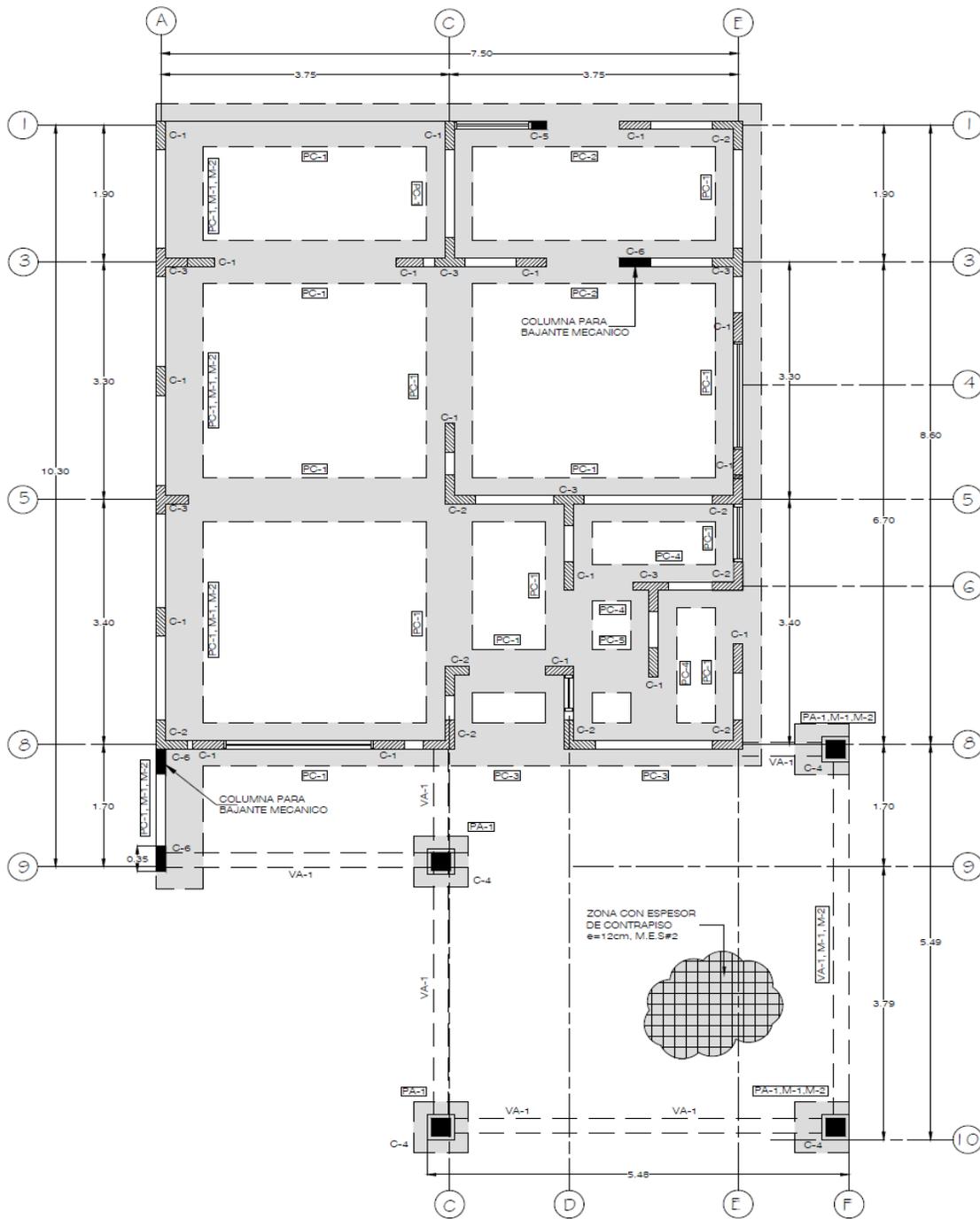
Sistema estructural (según artículo 4.2)	Edificaciones A y C (Limitación especial según artículo 4.1)	Edificaciones B, D y E (Limitación normal según artículo 4.1)
tipo marco	0.0125	0.020
tipo dual	0.0125	0.018
tipo muro	0.0100	0.010
tipo voladizo	0.0125	0.020
tipo otros	0.0065	0.010

⁽¹⁾ Nota: $H_i = h_j - h_{i-1}$, altura entre el nivel del piso i y el nivel adyacente inferior.

Fuente: Código Sísmico de Costa Rica 2010

Anexo 8.

Planta de cimientos de proyectos visitados.

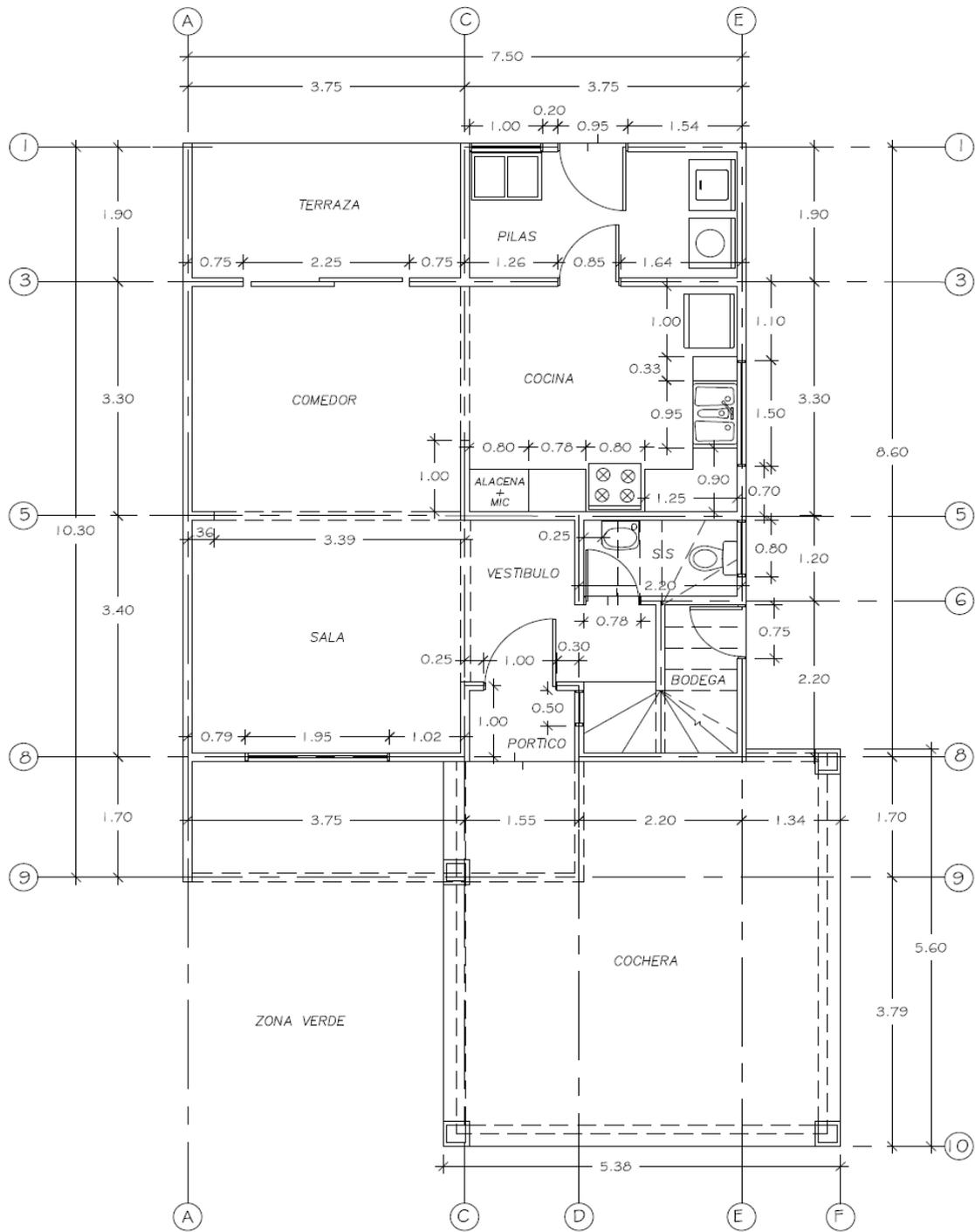


**PLANTA DE CIMIENTOS Y COLUMNAS
PRIMER NIVEL**
ESCALA _____ 1:75

Fuente: Suministrado por empresa constructora.

Anexo 9.

Primera planta arquitectónica de los proyectos visitados.

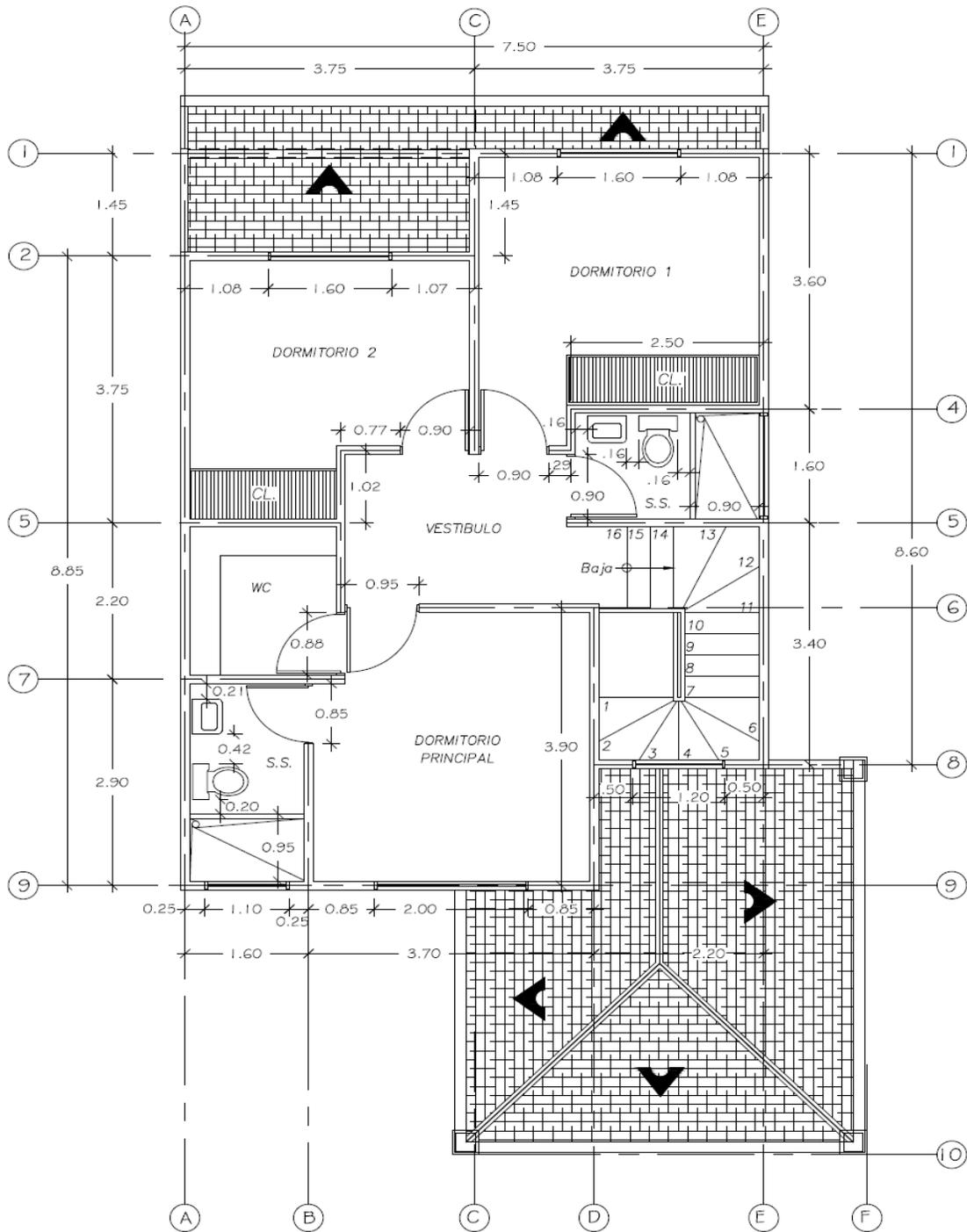


DISTRIBUCION ARQUITECTONICA PRIMER NIVEL
SAN FRANCISCO _____ esc 1:75

Fuente: Suministrado por empresa constructora.

Anexo 10.

Segunda planta arquitectónica de los proyectos visitados.

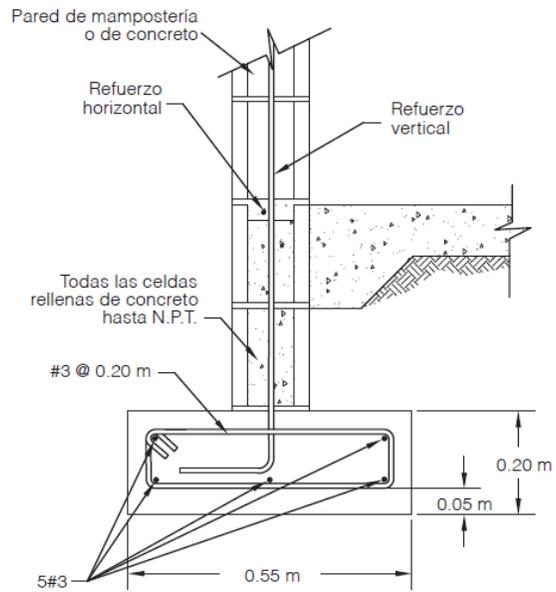


DISTRIBUCION ARQUITECTONICA SEGUNDO NIVEL
SAN FRANCISCO _____ esc 1:75

Fuente: Suministrado por empresa constructora.

Anexo 11.

Detalle de cimiento que propuso la empresa constructora en los proyectos visitados.



Fuente: Código Sísmico de Costa Rica.

Anexo 12.

Proyecto visitado número 1.



Fuente: Tomada en sitio.

Anexo 13.

Proyecto visitado número 2.



Fuente: Tomada en sitio.

Anexo 14.

Proyecto visitado número 3.



Fuente: Tomada en sitio.

Anexo 15.

Proyecto visitado número 4.



Fuente: Tomada en sitio.

Referencias

- A. H., & G. M. (s.f.). *Manual de construcción de mampostería de concreto*. Colombia: Instituto Colombiano de Productores de Cemento.
- Abarca, A. C. (2009). *La Supervisión en los Proyectos de Construcción*.
- Adell, J. (2007). *Manual Técnico Norma Bloc*. España.
- American Concrete Institute. (2008). *Building code requirements and specifications for masonry structures*. Estados Unidos ACI 530-08. Estados Unidos: The Masonry Society.
- American Concrete Institute. (2014). *Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318-14)*. Estados Unidos.
- American Society for Testing and Materials. (2016). *ASTM 706: Standard Specification for Deformed and Plain Low-Alloy Steel Bars for Concrete Reinforcement*. Estados Unidos.
- American Society for Testing and Materials. (2016). *ASTM C-1019: Standard test method for sampling and testing grout*. Estados Unidos.
- American Society of Civil Engineers. (2007). *Standard calculation methods for structural fire protection*. Estados Unidos.
- Carcaño, R. S. (2004). *La supervisión de la obra*. Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos . (2010). *Código de Cimentaciones* . Cartago, Costa Rica : Editorial Tecnológica.
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. (2010). *Código Sísmico de Costa Rica*. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Feld, J. (1964). *Lessons from Failures of Concrete Structures*. Detroit: ACI.
- Gómez, G. (18 de Junio de 2005). Un bajo nivel de supervisión puede afectar su construcción. *La Nación*. Obtenido de <http://www.nacion.com/ambitos/2005/junio/18/nota1.html>
- Gordillo, T. (s.f.). *Bloques de hormigón*. Chile: Alubry San Luis.
- Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto. (2007). *Manual de consejos prácticos sobre el concreto*. San Pedro, Costa Rica.
- Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto. (2007). *Manual de construcción con bloques de concreto*. San Pedro, Costa Rica.
- Instituto del cemento y del hormigón de Chile. (2010). *Manual del albañil de ladrillos cerámicos*. Santiago, Chile.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2016). *Censos al 2011*. Obtenido de INEC Costa Rica: http://www.inec.go.cr/censos/censos-2011?keys=material&at=34&prd=All&field_anio_documento_value%5Bvalue%5D%5Bdate%5D=
- Instituto Nacional de Normalización. (2009). *Albañilería armada - Requisitos para el diseño y cálculo*. Santiago, Chile.
- Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo. (1983). *Reglamento de Construcciones*. San José, Costa Rica.
- International Code Council. (2009). *International Building Code*. Estados Unidos.
- López, L. G. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*. Colombia.
- Matthys, J. (1990). *Masonry: Components to Asemblages*. Estados Unidos: American Society for Testing Materials.
- Ministerio de Economía, Industria y Comercio. (1973). *Norma Oficial para Elementos de Mampostería Hueca de Concreto N°6293-MEIC*. Costa Rica.
- Navarro, Á. (2014). *Diagnóstico de procedimientos de inspección estructural*

- y propuesta de herramientas de estandarización.* Cartago, Costa Rica.
- Páez, D. F. (2006). *Comportamiento de la mampostería bajo esfuerzos cortantes debido a efectos sísmicos.* Bogotá.
- Portland Cement Association. (1991). *Concrete Masonry Handbook for Architects, Engineers, Builders.* Illinois, Estados Unidos.
- Portland Cement Association. (2004). *Hot weather masonry construction.* Illinois, Estados Unidos.
- Portland Cement Association. (2008). *Cold weather masonry construction.* Illinois, Estados Unidos.