

PATOLOGIAS DE LA CONSTRUCCION EN LAS COMUNAS NOR-ORIENTALES
DEL MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA.

RENNE ALEXANDER PACHECO REYES
LUIS ERNESTO SANTANDER PABON

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA

2011

PATOLOGIAS DE LA CONSTRUCCION EN LAS COMUNAS NOR-ORIENTALES
DEL MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA.

RENNE ALEXANDER PACHECO REYES
LUIS ERNESTO SANTANDER PABON

PROYECTO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL TITULO DE INGENIERO CIVIL

DIRECTOR: GUSTAVO CHIO CHO.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA

2011

DEDICATORIA.

Dedico este triunfo a:

Dios por permitirme alcanzar una meta más en mi vida.

A mi hija María José y a mi esposa Elizabeth, las amo de corazón.

A mis padres José Ignacio y Ofelia y a mis hermanos Fabio Andrés y Oscar Ignacio, Dios los bendiga.

Al Ingeniero Gustavo Chío Cho por su valioso aporte y dirección de este trabajo, gratitud eterna con él.

RENNE A. PACHECO

Dedico este triunfo a:

Dios por darme la vida y la oportunidad de obtener éste logro.

A mi hija Karol Valentina y a mi esposa Karol Marcella, por todo su amor y apoyo.

A mis “madres Tulia y Ercilia” por todo su sacrificio y paciencia y a mis hermanas Ingrid y Adriana.

A mis suegros Antonio y Melba, a mis cuñados, Felipe, Julián y Catalina y a todos mis amigos, gracias.

Al Ingeniero Gustavo Chío Cho, muchas pero muchas gracias por toda su colaboración y entrega.

LUIS E. SANTANDER

TABLA DE CONTENIDO

	PAG
INTRODUCCION	15
1 TEORIA DE PATOLOGIAS EN EL CONCRETO.....	18
1.1 ASIENTO PLASTICO.....	20
1.2 RETRACCION PLASTICA.....	22
1.3 CONTRACCION TERMICA INICIAL.	23
1.3.1 COACCION INTERNA.	25
1.3.2 COACCION EXTERNA.	26
1.4 RETRACCION HIDRAULICA	26
1.5 FISURACION EN MAPA.	27
2 TEORIA DE SISMO-RESISTENCIA.	28
2.1 PRINCIPIOS DE LA SISMO RESISTENCIA.	29
2.1.1 FORMA REGULAR.	29
2.1.2 BAJO PESO.	29
2.1.3 MAYOR RIGIDEZ.....	29
2.1.4 BUENA CIMENTACION Y SUELO FIRME.	29
2.1.5 ESTRUCTURA APROPIADA.	29
2.1.6 CALIDAD DE LOS MATERIALES	30
2.1.7 CAPACIDAD DE DISIPAR ENERGIA	30
2.1.8 FIJACION DE ACABADOS E INSTALACIONES..	30
2.2 MUROS	31
2.2.1 ABERTURA EN LOS MUROS.....	31
2.2.2 COLUMNAS Y VIGAS DE CONFINAMIENTO.....	32
3 ZONA DE ESTUDIO MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA	34
3.1 GENERALIDADES MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA.....	34

3.1.1	BREVE RESEÑA HISTORICA.	35
3.1.2	CONDICIONES FISIOGRAFICA Y TOPOGRAFICA.....	35
3.1.3	AREA METROPOLITANA.....	36
3.1.4	ECONOMIA.....	36
3.2	PROYECTO “METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO DEBIDO A AMENAZAS NATURALES EN ZONAS URBANAS DE CIUDADES COLOMBIANA, CASO DE ESTUDIO FLORIDABLANCA” ..	37
3.2.1	INFORMACION SUMINISTRADA POR LA ALCALDIA.....	38
3.2.2	INFORMACION RECOLECTADA EN CAMPO.	39
3.2.3	DESCRIPCION DEL FORMULARIO PARA EL INVENTARIO DE LAS CASAS: FASE	39
3.2.3.1	DESCRIPCION GENERAL ZONA DE ESTUDIO, FASE I.....	44
3.2.3.2	BIBLIOGRAFIA ESPECILIZADA.....	48
4	PATOLOGIAS MAS COMUNES EN EL MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA.....	49
4.1	NO CONTINUIDAD DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN TODA LA ESTRUCTURA.	53
4.2	CIMENTACIONES CON COLUMNAS ESBELTAS.....	57
4.3	ELEMENTOS EN VOLADIZO SIN AMARRE ESTRUCTURAL.....	60
4.4	MUROS DE MAMPOSTERIA CON VARIOS TIPOS DE LADRILLOS O BLOQUES.....	63
4.5	COLUMNAS O VIGAS NO ALINEADAS.....	66
4.6	VOLADIZOS CON APOYOS EXTERNOS.	68
4.7	EXCESO DE VACIOS EN EL MORTERO DE PEGA DE LA MAMPOSTERIA E IRREGULAR DISTRIBUCION DE LOS BLOQUES....	71
4.8	ELEMENTOS DE GRAN PESO EN NIVELES SUPERIORES.....	74
4.9	EFECTO DE COLUMNA CORTA ENTRE EDIFICACIONES VECINAS..	76

4.10	MAL USO DE PIEZAS PREFABRICADAS.....	77
4.11	AUSENCIA DE VIGAS Y/O COLUMNAS.....	82
4.12	ALIGERAMIENTOS PESADOS EN PLACAS.....	84
4.13	EDIFICACIONES CON EMPUJE LATERAL DE TIERRA.....	86
4.14	AUSENCIA DE ALCANTARRILLADO, MANEJO DE AGUAS LLUVIAS Y/O NEGRAS E INVASION DE CAUCES.....	88
4.15	IRREGULARIDADES GEOMETRICAS.....	91
5	EVALUACION CUALITATIVA DE UNA VIVIENDA TIPO	93
5.1	CARACTERISTICAS TECNICAS Y GENERALES DE LA EDIFICACION.....	93
6	CONCLUSIONES.....	98
7	BIBLIOGRAFIA.....	101

LISTA DE FIGURAS:

Figura 1-1 Esquema efectos de asiento plástico.	22
Figura 1-2a,b Esquemas de fisuración por retracción plástica	23
Figura 1-3a Curvas de enfriamiento del hormigón vs. Medio ambiente con contenido de cemento 250 kg/cm ³	24
Figura 1-3b Curvas de enfriamiento del hormigón vs. Medio ambiente con contenido de cemento 400 kg/cm ³	25
Figura 1-4 Esquema de fisuración en mapa.	27
Figura 3-1 Sección 1 de formulario.	40
Figura 3-2 Sección 2: Uso de la Edificación.	41
Figura 3-3 Sección 3: Características Edificación.	42
Figura 3-4 Sección 4: Información Mampostería.	43
Figura 3-5 Sección 5: Observaciones.	44
Figura 3-6 Zona de Estudio (Nor-Oriente)	45
Figura 3-7 Plano tipo sectores de trabajo.	46
Figura 3-8 Plano Tipo de las Manzanas	47
Figura 4-1 Ejemplo de la no continuidad del sistema estructural	55
Figura 4-2 Pisos inferiores sin amarre estructural.....	56
Figura 4-3 Cimentación en Zancos.	59
Figura 4-4 Ejemplo de voladizo sin amarre.....	62
Figura 4-5 Voladizo sin carga W de fachada, solo el balcón.	62
Figura 4-6 Dos tipos de mampostería, en un mismo muro.	65
Figura 4-7 Nótese el pegue entre ladrillos y el no confinamiento.....	65
Figura 4-8 Mal alineación entre las vigas.....	67
Figura 4-9 Mala alineación de columna.	68
Figura 4-10 Ver par de apoyos externos.....	69
Figura 4-11 Ver dimensión de la columna.	70
Figura 4-12 Ver apoyo externo metálico.	71

Figura 4-13	Nótese el exceso de vacíos.....	73
Figura 4-14	Vea la mala distribución del ladrillo H-10 en el muro.....	73
Figura 4-15	Tanques en parte superior de la vivienda.....	74
Figura 4-16	Ver elemento de gran peso en terraza.....	74
Figura 4-17	Ver delta de altura entre losas vecinas.....	77
Figura 4-18	Ver vigas canaleta.....	78
Figura 4-19	Viguetas Tipo T.....	79
Figura 4-20	Ver vigueta tipo T.....	81
Figura 4-21	Detalle vigueta tipo T.....	81
Figura 4-22	Ausencia de viga corona de confinamiento.....	83
Figura 4-23	Ver talud detrás de la vivienda.....	87
Figura 4-24	Ver talud superior a la vivienda.....	88
Figura 4-25	Ver manejo de agua lluvia.....	90
Figura 4-26	Ver forma geométrica de la vivienda.....	92
Figura 5-1	Vista general de vivienda a modelar.....	94
Figura 5-2	Muro de carga lateral.....	95
Figura 5-3	Viguetas prefabricadas tipo bovedilla.....	96
Figura 5-4	Elementos de gran peso en terraza.....	96
Figura 5-5	Vigueta de apoyo para voladizo.....	97
Figura 5-6	Humedad presente en cimientos.....	97

LISTA DE TABLAS:

Tabla 3-1 Clasificación Información dada por la Alcaldía de Floridablanca. 38

Tabla 3-2 Formato lista de manzanas por semana para cada encuestador. 47

RESUMEN ESPAÑOL.

TITULO: PATOLOGIAS DE LA CONSTRUCCION EN LAS COMUNAS NOR-ORIENTALES DEL MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA.

AUTORES: Renné Alexander Pacheco Reyes, Luis Ernesto Santander Pabón.

PALABRAS CLAVES: Patologías de la Construcción, Comunas Nor-Orientales de Floridablanca.

Dentro del Convenio Inter-Administrativo entre la Alcaldía de Floridablanca y la Universidad Industrial de Santander para la Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica del municipio sus comunas más humildes y vulnerables, los autores de esta obra detectaron durante sus jornadas de investigación y recolección de datos de las estructuras allí presentes, tipo vivienda, que se repetían varios casos de Patologías de la Construcción, con lo cual se decidió recopilarlas y analizar el efecto que estas producen en las construcciones analizadas. El objetivo de esta investigación fue tratar de ilustrar y sensibilizar a todas aquellas personas técnicos y maestros que intervienen en la construcción y desarrollo de estas edificaciones a no repetir las patologías y buscar que cada vez sus construcciones sean más Sismo-resistentes y cumplan los parámetros de la Norma Colombiana de Construcciones NSR-10. Durante muchos años el desarrollo de la Comuna Nor-Oriental del municipio fue irregular y no contó con el acompañamiento del estado por lo cual carecen de algunos servicios públicos creando condiciones inapropiadas para las estructuras y para las personas que viven en esta zona. El grupo INME de investigación de la Universidad Industrial de Santander lidero el convenio interadministrativo para el Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica en el Municipio de Floridablanca y toda la información y archivos recolectados en esta investigación sirvieron para enriquecer y fortalecer los modelos desarrollados por el grupo INME.

*PROYECTO DE GRADO: PATOLOGIAS DE LA CONSTRUCCION EN LAS COMUNAS NOR-ORIENTALES DEL MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA.

**FACULTAD CIENCIAS FISICO-MECANICAS, ESCUELA INGENIERIA CIVIL, DIRECTOR GUSTAVO CHIO CHO.

SUMMARY IN ENGLISH

TITLE: CONSTRUCTION PATHOLOGIES IN THE NORTH-ORIENTAL COMMUNITIES OF THE FLORIDABLANCA MUNICIPALITY.

AUTHORS: Renné Alexander Pacheco Reyes, Luis Ernesto Santander Pabón.

KEY WORDS: Pathologies Construction, North-Oriental communities of Floridablanca.

Within the inter-administrative agreement between the city hall of Floridablanca and the University Industrial de Santander to evaluate the seismic vulnerability of the municipality, its poor and vulnerable communities, the authors of this study detected during their investigation and recollection of data of the structures and type of housing located in this area that several cases of construction pathology were repeated. The decision of collecting and analyzing the effect those persons create on the studied constructions was made. The objective of this investigation was to try to illustrate and raise awareness to those people, technicians, or teachers that intervene in the construction and development of such buildings so that the pathologies are not repeated and seek the completion of the parameters of the Colombian Guidelines and Rules for Construction Seismic-resistant NSR-10. For many years the development of the North-oriental communities of the Floridablanca municipality did not follow proper regulations and did not count with the state's support which resulted in constructions with precarious public services thus creating inappropriate conditions for the structures and for the people who inhabit them in this area. The INME researching group of the University of Santander led the inter-administrative agreement in order to analyze the seismic vulnerability in the municipality of Floridablanca and all the information and files collected in this research served as tools to make rich and strengthen the models developed by the INME group.

*GRADE PROJECT: CONSTRUCTION PATHOLOGIES IN THE NORTH-ORIENTAL COMMUNITIES OF THE FLORIDABLANCA.

** FACULTY OF PHYSICAL-MECHANICAL, SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING, DIRECTOR GUSTAVO CHIO CHO.

INTRODUCCION.

El bienestar y el desarrollo urbano de un municipio se refleja en su infraestructura como vías, hospitales y por supuesto en la calidad de vida que tengan sus habitantes, esto último se relaciona directamente con la vivienda y por supuesto por la capacidad que tiene el estado, en este caso, las Alcaldías para ofrecer soluciones de vivienda y desarrollo social digno a todos sus habitantes, en especial aquellos menos favorecidos y de recursos económicos limitados, que en Colombia y en nuestro municipio representan un alto porcentaje de la población, base de la pirámide social, conformada por los estratos uno, dos y tres y un nuevo grupo social como los desplazados y reubicados de otras zonas de Santander y Colombia.

Floridablanca es un municipio moderno con excelentes servicios públicos y de transporte, el cual se ha desarrollado a gran escala en las últimas décadas, (setenta, ochenta y noventa) e incluso en lo corrido de este nuevo siglo ha mantenido esta curva de crecimiento, grandes clínicas, universidades y empresas tiene su sede en este municipio, nuevos conjuntos residenciales y zonas habitacionales se han creado, pero las viviendas de interés social o prioritario han sido frenadas en sus desarrollo en los últimos años, el desarrollo a favorecido ampliamente los sectores más privilegiados del municipio.

Un desarrollo urbano ecuánime no solo debe ser sinónimo de vivienda de interés social, también tiene que serlo de infraestructura, parques, centros de salud, zonas recreativas y lo más importante servicios públicos, el conjunto de estas obras es desarrollo urbano sostenido para un municipio y para sus clases menos favorecidas, en las últimas décadas del siglo pasado en Floridablanca y en especial en el nor-orienté del municipio se dio un desarrollo habitacional fuerte de

vivienda económica, pero desafortunadamente no estuvo acompañada de políticas de estado claras en materia de obras públicas básicas, como alcantarillado, vías, obras de estabilización, canalizaciones etcétera, razón por la cual estos desarrollos son vulnerables a las fuerzas de la naturaleza y no satisfacen a plenitud las necesidades de estas comunidades.

Los POT o Planes de Ordenamiento Territorial, que para el municipio de Floridablanca se aprobaron según acuerdo 036 de noviembre del 2001 son herramientas creadas por el gobierno nacional para evitar a futuro un desarrollo arbitrario y no planificado como el sucedido en este municipio y que ha tenido las consecuencias sociales ya conocidas.

Si miramos atrás en el tiempo años setenta, ochenta y noventa las viviendas construidas por auto-construcción no solo muestran deficiencias en la parte de infraestructura urbanística sino lo que es más crítico deficiencias estructurales y sismo-resistentes en las viviendas como tal, ante lo cual no se puede garantizar la estabilidad y seguridad en caso de presentarse un evento sísmico de magnitud considerable, suceso que podría darse en un mes, un año o tal vez muchos años en Bucaramanga y su Área Metropolitana ya que como es conocido nuestros municipios están ubicados en Zona Sísmica Alta.

Ubicados en este panorama un poco incierto la Alcaldía de Floridablanca en Convenio Inter-administrativo N° 12061 de 2005 junto con la Universidad Industrial de Santander desarrollaron el trabajo de investigación “ METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DEL RIESGO DEBIDO A AMENAZAS NATURALES EN ZONAS URBANAS DE CIUDADES COLOMBIANAS, CASO FLORIDABLANCA” donde se estudió a fondo la vulnerabilidad de la infraestructura urbana y social que tiene el municipio ante las diferentes amenazas de la naturaleza a las cuales está expuesta la mayoría de su población.

Los autores de este trabajo de grado fueron parte activa en el desarrollo de esta investigación anteriormente citada, participando primero en un foro con todos los líderes comunales de las zonas a estudiar para concientizarlos e informarles de las actividades a realizar durante la investigación, en lo cual por supuesto la colaboración de estos líderes es importante, a paso seguido se realizaron labores de campo, como recolección de la información técnica estructural de las viviendas, reconocimiento y recorrido de la zona de estudio buscando punto más críticos o susceptibles a fallar en casos de sismos o deslizamientos de tierra, todas estas labores coordinadas por el grupo INME de investigación, el cual pertenece a la Universidad Industrial de Santander Escuela de Ingeniería Civil.

Producto de la experiencia y conocimientos adquiridos en el desarrollo de esta importante investigación, el amplio conocimiento que de la zona se tiene, experiencias anteriores como funcionarios de la Electrificadora de Santander ESSA, del Acueducto Municipal de Bucaramanga AMB en labores de inventario y supervisión de redes, además de 4 años de experiencia conjunta en procesos de residencia de obras civiles e interventorías de edificaciones surgió la inquietud técnica de profundizar en los tipos o “técnicas “ usadas por los oficiales o maestros en la construcción de innumerables unidades de vivienda social o de bajos recursos, esto durante el fuerte desarrollo que se dio y se está dando en el municipio de Floridablanca, preocupa que se detectaron fallas importantes en los conceptos básicos de estructuras sismo-resistentes por lo cual el objetivo primordial de este aporte es aprender de los errores pasados para mirar el futuro con más claridad y objetividad técnica.

Este Proyecto de Grado se titula “Patologías de la Construcción en Floridablanca” y busca replantear en quienes desarrollan estos sencillos pero importantes proyectos de vivienda popular viejos paradigmas en la construcción de pequeñas vivienda buscando aportar consejos técnicos e ingenieriles que mejoren la calidad de todas las obras civiles que se construyan en los próximos años.

1 TEORIA DE PATOLOGIAS

Ciertamente la expresión “Patología” incluso la de “Patología de la Construcción”, son gramaticalmente incorrectas. Su uso en construcción es probablemente de origen francés y aunque se ha intentado encontrar expresiones gramaticalmente más correctas, la realidad es que el poder evocador del nombre y su brevedad han hecho fortuna y pueden considerarse definitivamente acuñados¹. Si se piensa detenidamente el número de casos de Patologías de la Construcción es probable que en los últimos años haya crecido y estos ocasionados muchos accidentes, lo cual no necesariamente indica que el nivel de la ingeniería en Colombia halla desmejorado, es más bien, un indicativo del crecimiento de la industria de la construcción, cada vez se construyen muchos más proyectos al año y con características técnicas cada vez más ambiciosas, nuevos materiales etc. este fenómeno se ha dado en Colombia y en muchos países en vía de desarrollo.

Sin embargo el caso que nos ocupa en este estudio es un poco más difícil de entender, pues se da en un núcleo social complejo, y toca de forma directa lo más importante en la vida de muchas familias, su vivienda, se trata de una serie de patologías dadas en la construcción de vivienda familiar de dos o tres plantas en el Municipio de Floridablanca, más exactamente en el nor-orienté del municipio, polo de desarrollo popular del Área Metropolitana de Bucaramanga, donde el grueso de sus habitantes pertenecen a los estratos sociales uno y dos, y en menor cantidad tres, de lo cual podemos concluir que sus construcciones no tiene en la gran

1 CALAVERA José. Patologías de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado, Tomo 1, España, Editorial INTEMAC Pág. 9.

mayoría de los casos un acompañamiento técnico, y se realizan obras con presupuestos ajustados sin estudios y diseños estructurales donde fácilmente se cometen errores ya sea por “economía” o por desconocimiento de las normas de construcción sismo-resistente.

Investigando el problema a fondo y con base en la experiencia adquirida en el desarrollo de proyectos investigativos relaciones con la materia se puede concluir que la causa que ocasiona cualquier patología, puede variar de acuerdo al tipo de falla que se presente, algunas se dan por la acción de cargas desconocidas para quien construye, otras se dan en la etapa de diseño de la obra y otras ya son propias de algunas anomalías que se cometen en el momento de ejecución de los proyectos, de acuerdo al origen de la falla se pueden clasificar. Reflexionando al respecto es claro que cualquiera que sea el origen de la Patología, todas tienen como común denominador la falta de experiencia, capacitación, asistencia técnica e ignorancia de quien desarrolla una obra civil, ya sea en su etapa de diseño o en la ejecución de la obra.

Explorar la teoría o tratar de buscar una explicación científica de la ocurrencia de este fenómeno es una labor difícil, pues imaginar el origen teórico de una patología que se da, en la etapa de diseño o en la etapa de ejecución de obra es complejo y la causa pasa en su mayoría de veces por la inexperiencia de quien ejecuta, cuando el origen es por la acción de cargas desconocidas las cuales se convierten en **mecanismos de daño** del hormigón armado y demás estructuras propias de la construcción de vivienda, es conveniente definir estas cargas, como base para un planteamiento general del problema, estudiar varias de estas cargas que aparecen necesariamente cuando se trabaja con concreto y que en algunos casos no se tiene en cuenta sus efectos es fundamental para tratar de controlar sus efectos en las obras civiles.

Se van a estudiar algunos mecanismos de daño del hormigón y sus estructuras, estas cargas en su mayoría de casos desconocidas ocasionan daños en el concreto y en su aspecto aunque es muy probable que ninguna de estas pueda hacer fallar un elemento estructural de la vivienda, si van a afectar el buen aspecto de una obra y en menor porcentaje sus propiedades mecánicas, estos mecanismos de daño se relacionan a continuación:

1.1 ASIENTO PLASTICO.

El asiento plástico es un fenómeno experimentado por el hormigón cuando en el, se produce la exudación, por lo general se produce en las primeras cuatro horas de vida del elemento aunque esto depende de la temperatura ambiente. La exudación es un fenómeno inherente al hormigón armado que consiste en el ascenso del agua del hormigón hacia la superficie de este, debido a una tendencia natural de clasificación de los componentes por densidad, presentándose en el concreto una especie de sedimentación², entre otras por acción de la gravedad y el cual se da desde el mismo momento de vertido del concreto hasta la etapa de endurecimiento es decir en su etapa plástica (aproximadamente 8 horas), este fenómeno no se puede evitar pero si se pueden controlar sus efectos, en temporadas de humedad y frío se puede ver el agua que brota en elemento producto de la exudación.

La exudación del concreto puede controlarse a través de los siguientes métodos:

- Más cantidad de cemento.

2 CALAVERA José. Patologías de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado, Tomo 1, España, Editorial INTEMAC Pág. 29.

- Adiciones en el cemento o en el hormigón de finuras comparable a la del cemento.
- Reducción de la relación agua/cemento.
- Control riguroso del tipo y calidad si se usan retardadores.
- Empleo de agentes aireantes³.

Los efectos que en el concreto produce el asiento plástico son variados pero en general se trata de fisuras amplias y poco profundas, cuyo impacto en lo estructural no es relevante, pero afectan la estética y la sensación de bienestar en quien ocupa la estructura, este fenómeno es más importante en piezas cuya altura sea considerable y en elementos de superficie grande.

La grafica 1.1 ilustra el efecto del asiento plástico en una pieza de concreto armado, cuya escala vertical esta deformada para favorecer el ejemplo, en ella después de fundida la pieza y alisada su superficie la resultante será A-B, el proceso de exudación tiende a producir un asiento plástico Δ igual en toda la superficie, sin embargo si la barra ϕ_1 está debidamente colocada esta altera el asiento plástico induciendo en la superficie A-B una curvatura irregular, la cual justo sobre la varilla de refuerzo podrá presentar fisuración⁴.

3, 4 CALAVERA José. Patologías de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado, Tomo 1, España, Editorial INTEMAC Pág. 29, 30.

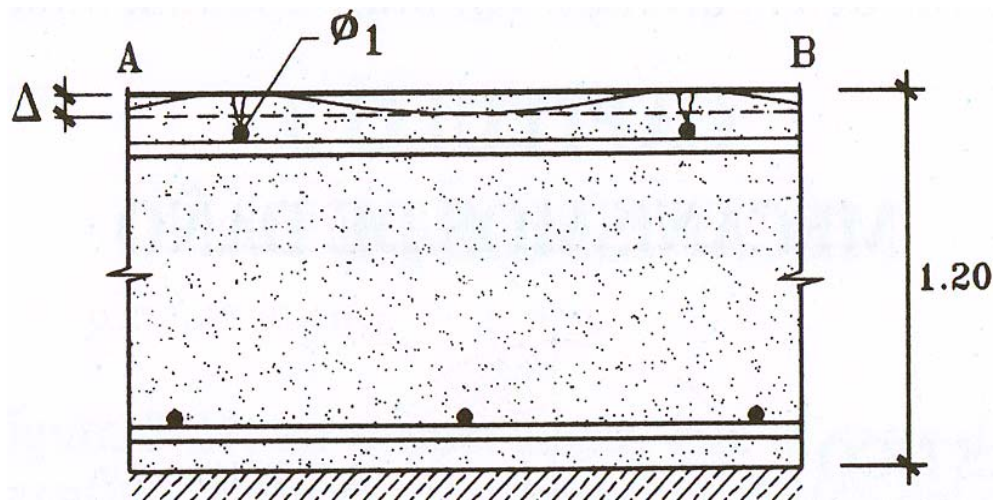


Figura 1-1 Esquema efectos de asiento plástico.

Fuente Calavera J. 1996.

1.2 RETRACCION PLASTICA

Se da principalmente entre la primera y la sexta hora de haberse fundido la pieza, es decir, en la etapa plástica de la pieza, sus daños son frecuentes en elementos superficiales como losas y muros, ocurre cuando en la pieza la evaporación del agua exudada es más rápida que la velocidad de acudida del agua de la masa interna a la superficie, la cual se afecta por la acción capilar de los poros del hormigón⁵. Los efectos de este fenómeno se agravan si la pieza no recibe un buen curado durante sus primeras horas de vida, las medidas de control de este fenómeno son las mismas que las del asiento plástico visto en el título 1.1

Generalmente son fisuras amplias y poco profundas (<30mm) y pueden ser eliminadas a la vista resanando con pañete la superficie afectada, son de escasa

5 CALAVERA José. Patologías de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado, Tomo 1, España, Editorial INTEMAC Pág. 30.

trascendencia estructural, las fisuras plásticas también se pueden producir por movimientos prematuros de las formaletas, cerchas, cimbras o apuntalamientos.

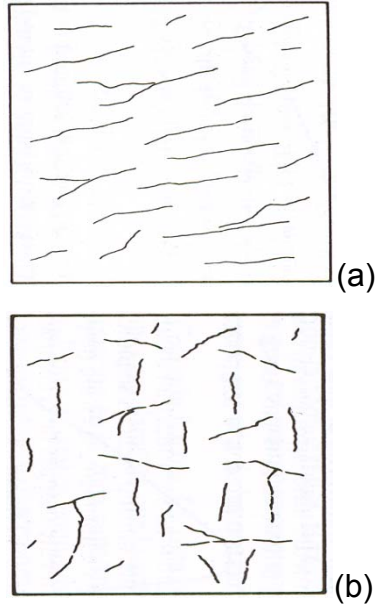


Figura 1-2 Esquemas de fisuración por retracción plástica

Fuente Calavera J, 1996.

Las figuras 1.2a y 1.2b muestran esquemas típicos de fisuración.

1.3 CONTRACCION TERMICA INICIAL.

Se produce por el calor de hidratación derivado de la reacción de hidratación del cemento. En condiciones normales de temperatura y humedad la pieza de hormigón no es capaz de disipar calor a suficiente velocidad y alcanza temperaturas más altas que la del ambiente, las figuras 1.3a y 1.3b tomada del Cuaderno de INTEMAC N^o 14 indica los rasgos fundamentales del fenómeno y el

plazo de varios días que el hormigón, sobre todo el del núcleo de la pieza tarda en igualar su temperatura con la del ambiente⁶.

Si la contracción térmica es controlada se corre el riesgo potencial de fisuración del hormigón entre el primero y el quinto día de edad, y en la práctica casi siempre el fenómeno de Contracción térmica está limitado, por una de dos razones, la Coacción Interna y la Coacción Externa, las cuales se especifican en el siguiente párrafo.

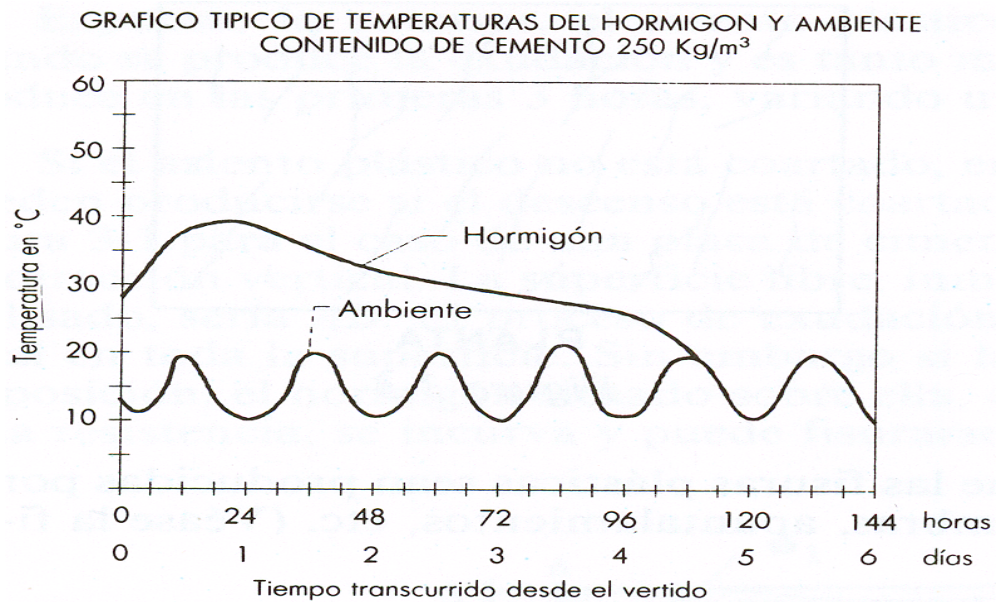


Figura 1-3a Curvas de enfriamiento del hormigón vs. Medio ambiente

Fuente Calavera J, 1996.

6 CALAVERA José. Patologías de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado, Tomo 1, España, Editorial INTEMAC Pág. 31

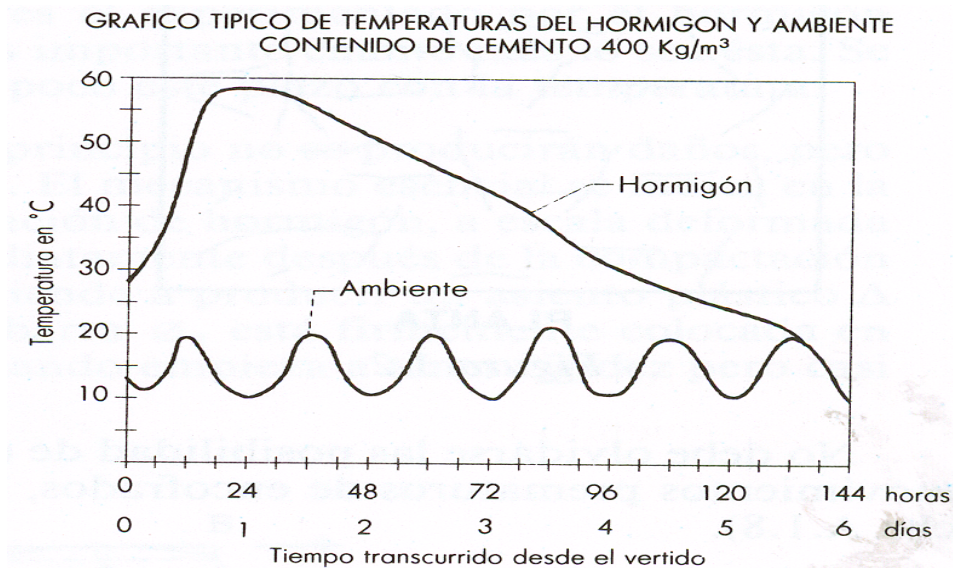


Figura 1-3b Curvas de enfriamiento del hormigón vs. Medio ambiente

Fuente Calavera J, 1996.

1.3.1 COACCION INTERNA.

La diferencia térmica entre la superficie de la pieza y el núcleo provoca un estado de tracción en la superficie y compresión en el núcleo, la resultante de ambos conjuntos tensionales es nula, al estar estos en equilibrio puesto que no hay acciones ni reacciones exteriores. El enfriamiento de la zona superficial produce tracción en esta zona de la pieza por tanto produce fisuras en la pieza. Este problema se recomienda tratarlo de la siguiente forma.

- Reduciendo la velocidad de enfriamiento mediante el uso de moldes adecuados.
- Reduciendo un poco el contenido de cemento.
- Empleando cementos de bajo calor de hidratación y áridos de bajo coeficiente de dilatación.
- Curando adecuadamente⁷.

⁷ CALAVERA José. Patologías de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado, Tomo 1, España, Editorial INTEMAC Pág. 33.

1.3.2 COACCION EXTERNA.

Es la creada en el hormigón recién vertido por el previamente existente o por el terreno, este problema se puede controlar de la siguiente forma:

- Disponiendo juntas de contracción adecuadas.
- Disponiendo armaduras para repartir las fisuras.
- Reduciendo el tiempo entre el hormigonado de partes superpuestas⁸.

1.4 RETRACCION HIDRAULICA

El fenómeno consiste en la disminución de volumen que experimenta el hormigón endurecido, cuando está expuesto al ambiente con humedad no saturada, es debido simultáneamente a reacciones químicas y a la reducción de humedad⁹.

El no observar atentamente el hormigón en los primeros días hace que en muchos casos, la observación tardía de fisuras tempranas debidas a retracción plástica o contracción térmica, hace que estas sean clasificadas como fisuras de retracción hidráulica. La retracción hidráulica crece con la relación agua/cemento, con el contenido de cemento y con la sequedad ambiente. Puede ser modificado en ambos sentidos por el uso de aditivos. Crece también con la relación superficie/volumen de la pieza, que suele expresarse por el espesor ficticio $h = (2A_c)/U$, donde A_c es el área de la sección transversal y U es el perímetro en contacto con la atmósfera. Por supuesto una armadura adecuada y bien dispuesta controla la separación y ancho de las posibles fisuras. El curado es una solución indirecta pero muy eficaz, ya que, aunque a largo plazo no modifica la retracción total, mejora a corto plazo la resistencia y la deformabilidad del hormigón a

8,9 CALAVERA José. Patologías de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensad, Tomo 1, España, Editorial INTEMAC Pág. 33.

tracción, y reduce el riesgo de fisuración¹⁰. La fisuración debida a la retracción hidráulica coartada se produce entre 15 días y un año, generalmente presenta una época propicia para esto, que son la de alto calor ambiental. Suelen ser fisuras finas, pero que afectan en profundidad a la pieza y por tanto su trascendencia estructural no debe ser ignorada.

1.5 FISURACION EN MAPA.

Es una fisuración que afecta superficialmente a la pieza de hormigón y aparece entre 1 y 15 días de vertido, la profundidad rara vez llega al centímetro y por tanto tiene poca trascendencia estructural. Su origen está en las tensiones superficiales motivadas por un alto contenido de humedad, sobre todo cuando el gradiente de humedad en sentido normal a la superficie es muy fuerte¹¹. Puede darse en superficies encofradas con encofrados de poca permeabilidad. El esquema de este tipo de fisuras puede verse en la figura 1.4.

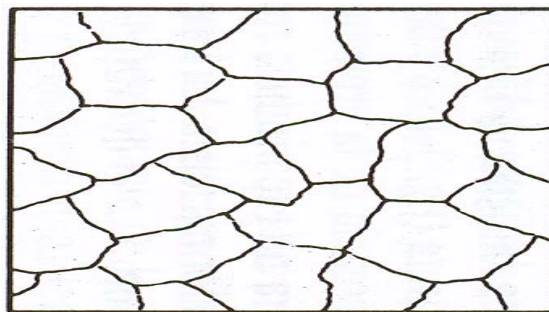


Figura 1-4 Esquema de fisuración en mapa.

Fuente Calavera J, 1996.

10,11 CALAVERA José. Patologías de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado, Tomo 1, España, Editorial INTEMAC Pág. 34, 35

2 TEORIA DE SISMO-RESISTENCIA.

Una edificación es sismo resistente cuando se diseña y se construye con una adecuada configuración estructural, dentro de los parámetros de la NSR-10 o Normas Sismo Resistentes Colombianas de 2010, con componentes de dimensiones apropiadas y materiales con una proporción y resistencia suficientes para soportar la acción de fuerzas causadas por sismos frecuentes. Aun cuando se diseñe y construya una edificación cumpliendo con todos los requisitos que indican las normas de diseño y construcción sismo resistente, siempre existe la posibilidad de que se presente un terremoto aun más fuerte del previsto el cual puede ocasionar daños a la edificación pero estos terremotos deben ser resistidos por la edificación sin que ocurran colapsos totales o parciales que puedan ocasionar la pérdida de vidas o de los bienes de las personas que allí habitan¹.

Una vivienda no sismo resistente es propensa a la falla ya sea total o parcial de su estructura, lo cual puede arrojar pérdidas humanas y materiales, ante eventos sísmicos no muy fuertes, es por eso que es necesario darle en el momento de la construcción a todas las viviendas características sismo resistentes, lo cual incrementa los costos en un porcentaje no muy alto, pero mucho menores a las pérdidas que podría dejar un colapso total en la estructura por no ser sismo resistente, y sobre todo su importancia para salvar vidas es grande.

1 AIS, Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismo-Resistente de Viviendas Mampostería. Ed. Carrera 7a Ltda. Pág. 1-3

2.1 PRINCIPIOS DE LA SISMO-RESISTENCIA.

2.1.1 FORMA REGULAR.

La geometría de edificación debe ser simple tanto en planta como en altura. Las formas complejas, las irregularidades o asimetrías en el diseño de una estructura inducen un mal comportamiento cuando la edificación sea estimulada por un movimiento sísmico.

2.1.2 BAJO PESO.

Una estructura liviana soportara una fuerza menor en caso de presentarse un movimiento sísmico y viceversa, estructuras de gran peso se mueven con mayor severidad al ser estimuladas por un movimiento sísmico y por lo tanto la exigencia de la fuerza actuante será mayor sobre las bases de la edificación.

2.1.3 MAYOR RIGIDEZ.

La condición ideal de una estructura es que ante un movimiento sísmico esta se deforme de manera controlada y en una pequeña proporción, es decir tenga una rigidez considerable.

2.1.4 BUENA CIMENTACION Y SUELO FIRME.

Las edificaciones deben ser firmes y conservar su estabilidad cuando son sometidas a las vibraciones de un terremoto. Una buena cimentación evitara un deslizamiento o una volcadura de la estructura.

2.1.5 ESTRUCTURA APROPIADA.

Una estructura compacta, solida, simétrica soporta de mejor forma un movimiento sísmico. Variaciones fuertes en sus dimensiones, en su rigidez, falta de

continuidad, una configuración estructural desordenada o voladizos excesivos facilitan la concentración de fuerzas nocivas.

2.1.6 CALIDAD DE LOS MATERIALES

Todos los materiales con los que se construye una estructura como cemento, agregados, acero y bloques deben ser de calidad ya que esto repercute en la capacidad de la estructura para absorber y disipar la energía que un sismo le otorga a la edificación.

2.1.7 CAPACIDAD DE DISIPAR ENERGIA.

Una estructura debe ser capaz de soportar deformaciones en sus componentes sin que se dañen gravemente o se degrade su resistencia. Cuando una estructura no es dúctil y tenaz se rompe fácilmente al iniciar su deformación por la acción sísmica.

2.1.8 ACABADOS E INSTALACIONES ARQUITECTONICAS.

Elementos no estructurales como divisorios, acabados arquitectónicos, fachadas, ventanas, puertas etcétera deben estar bien instalados y conectados y no deben interactuar con la estructura.²

² AIS, Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismo-Resistente de Viviendas Mampostería. Ed. Carrera 7a Ltda. Pág. 1-4 – 1-5.

2.2 MUROS

En toda estructura tipo vivienda se requieren muros que completen las divisiones y las estructuras, los muros estructurales cumplen esa doble función tanto arquitectónica como estructural. Los muros estructurales en las viviendas son aquellos encargados de transmitir las cargas verticales y horizontales hasta la cimentación, de los muros estructurales depende la estabilidad de la construcción, todos los muros estructurales deben cumplir requerimientos de refuerzo, como se ve los muros estructurales son el esqueleto de una vivienda por lo tanto estos se deben construir bien, continuos en altura y confinados a través de vigas y columnas en concreto reforzado. Los muros deben construirse con ladrillos trabados y no en petaca, con un espesor de mortero de pega de entre 7 y 13 m.m. con un ideal de 10m.m.³

2.2.1 ABERTURA EN LOS MUROS.

Los vanos en los muros estructurales deben ser en lo posible pequeños, bien espaciados y ubicados lejos de las esquinas. O aristas de los muros. El área total de los vacíos de un muro no debe ser mayor al 35% del área total del muro, también debe haber una distancia suficiente entre los vanos de un mismo muro (50 cm. mínimo) y en todo caso debe ser mayor que la mitad de la dimensión menor de la abertura⁴. Se deben reforzar los vanos con vigas y columnas alrededor de los mismos y la longitud total de los vanos no debe ser mayor a que la mitad de la longitud total del muro.

Cualquier vacío en las aristas de los muros confinados incide manera negativa en el comportamiento estructural de estos, pues en caso de movimiento sísmico se puede inducir sobre la columna o viga un cortante o una concentración de esfuerzos en el tramo sin muro de la columna lo cual produce el efecto de columna

3-4 AIS, Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismo-Resistente de Viviendas Mampostería. Ed. Carrera 7a Ltda. Pág. 1-23, 1-28.

corta que puede llegar a hacer fallar la estructura. Los muros deben quedar apoyados sobre las vigas de cimentación sobre-cimientos y deben estar coronados por vigas de confinamiento a nivel de la cubierta o del entrepiso cuando la vivienda es de dos pisos o de uno pero con cubierta de losa esto va a garantizar que las viviendas en caso de sismo se muevan como una unidad monolítica y se respuesta es mejor y más segura.

2.2.2 COLUMNAS Y VIGAS DE CONFINAMIENTO.

El confinamiento de los muros mediante vigas y columnas de amarre es fundamental para que los muros soporten las fuerzas inducidas por los sismos, las columnas y vigas se construyen después de haber levantado en su totalidad el muro que van a confinar. Todos los muros estructurales deben amarrarse entre sí mediante una viga de corona en la parte superior de los mismos o embebidos en la losa de entrepiso, la viga de amarre debe ser al menos del mismo espesor del muro y de mínimo 15 cm. de altura.

Se deben construir columnas de confinamiento en los extremos de los muros, en la intersección de muros estructurales y en puntos intermedios a distancias no mayores de 35 veces el espesor del muro o 1.5 veces la distancia entre amarres verticales o máximo 4 metros.⁵

Una columna de confinamiento de poseer un mínimo de refuerzo, la sección mínima de las columnas de confinamiento debe ser de 200 cm², y su ancho mínimo debe ser igual al ancho del muro⁶. No se deben doblar las varillas que se encuentren embebidas en el concreto recién fraguado o endurecido. El acero debe tener una resistencia mínima de 2400 kg/cm. Las columnas deben ir de la viga de cimentación o zapata hasta la viga superior y su armadura debe contar con los anclajes y traslajos de sus varillas de manera que

5, 6 AIS, Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismo-Resistente de Viviendas Mampostería. Ed. Carrera 7a Ltda. Pág. 1-30, 1-33.

se logre la continuidad de los elementos de confinamiento. El doblado de los estribos debe ser de mínimo 10 cm. en ambos extremos y el amarre mediante alambre debe ser seguro este se conoce como pata de gallina. Debe utilizarse alambre # 18 acerado, los estribos deben estar bien amarrados para lograr un buen confinamiento del concreto al interior de la columna o la viga de amarre. Si los estribos quedan mal doblados o anclados su función de confinar en el momento de un sismo se perderá, el núcleo de la viga o columna se debilita y se crea en este punto una posible falla, perdiendo el elemento estructural su capacidad de carga.

La armadura o canasta de las vigas de confinamiento es similar a la de las columnas, con la diferencia que todos los estribos pueden estar separados máximo 20 cm. entre sí. En los cruces de los muros las varillas deben formar ángulos rectos y sus traslapes deben tener una longitud de 40 veces el diámetro de la varilla que se traslapa o 50 cm.

Las formaletas de las columnas podrán retirarse 24 horas después de haberse vaciado el concreto, en caso de presentarse hormigüeo rellénelos con mortero tan pronto como sea posible para evitar la entrada de humedad.

3 ZONA DE ESTUDIO MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA

3.1 GENERALIDADES MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA

3.1.1 BREVE RESEÑA HISTORICA.

Floridablanca cobra vida jurídica a partir del 7 de noviembre de 1817 y fue erigida en Parroquia por desagregación de los sitios de Bucarica, Mano del Negro, Zapamanga y Los Cauchos que pertenecía a Girón; recibió el nombre de San Juan de Nepomuceno en advocación a este Santo Patrón y en honor a Don José Moñino, Conde de Floridablanca y perteneciente a la corte española del rey Carlos III, el terreno donde está ubicada fue dominado en la época Pre-hispánica por el cacique Guane, y conquistado hacia 1540 por Martín Galeano venciendo a los indígenas¹.

En 1917, Floridablanca recibió el premio departamental al municipio con mayor número de asistentes a las escuelas en relación con su población, tres años después en 1920 se puso en servicio la carretera intermunicipal Floridablanca-Piedecuesta aumentando el intercambio comercial con este municipio, para 1923 se inicia en el municipio el servicio postal aéreo y de pasajeros entre Bucaramanga y Barrancabermeja, en 1927 se inicio la construcción del acueducto municipal y se presento una gran epidemia de Tifo la cual cobra muchas víctimas; en 1930 se construye el matadero municipal dentro del casco antiguo de Floridablanca y el cual desarrolla labores hasta los años 90, el Palacio Municipal el cual es remodelado en su totalidad en los años 80, y el hospital San Juan de Dios

¹ Enciclopedia Wikipedia, www.wikipedia.com

el cual aun funciona. En 1932 se ratifico el titulo de Floridablanca al municipio y no Florida como otras poblaciones colombianas.

El 24 de agosto de 1945 el municipio dono a la Empresa Licorera de Santander todo el servicio del antiguo acueducto y se inicia la construcción del alcantarillado municipal, en 1954 se inauguró el Colegio José Elías Puyana aun en funcionamiento, en 1973 se instalo el alumbrado de mercurio en el parque principal y se fundó el colegio Vicente Azuero, en 1975 se posesiona por primera vez una mujer alcalde y en 1977 se crea la bandera que identifica al municipio.

3.1.2 CONDICIONES FISIOGRAFICA Y TOPOGRAFICA

Floridablanca se encuentra enclavada en la Cordillera Oriental colombiana perteneciente al sistema andino, al sur de la meseta de Bucaramanga, de topografía muy quebrada posee diferentes pisos térmicos y por lo tanto diferentes climas, cálido un 28% del territorio con una temperatura aproximada de 23° centígrados; templado el 49% con una temperatura promedio de 17,5° centígrados y frío el 23% con una temperatura promedio de 12° centígrados, además posee una gran riqueza hídrica representada por las sub-cuencas del Rio Frio y Rio de Oro bajo y medio la primera está conformada por las micro-cuencas de Rio Frio Alto y Bajo, Zapamanga, Aranzoque y Mensulí y la segunda por la micro-cuenca de Ruitoque. .

La altura media sobre el nivel del mar es de 925 metros, sobre una extensión territorial de 100.35 Kilómetros cuadrados aproximadamente, distribuidos en ocho comunas y tres corregimientos. Su población total es de 253.568 habitantes de los cuales el 92% pertenece a los estratos 1,2, y 3 y el 7.6% a los estratos 4, 5 y 6. La densidad territorial es de 2526.83 habitantes por kilómetro cuadrado.

Dentro de su jurisdicción Floridablanca posee tres zonas que le brinda variedad fisiográfica y paisajística como lo son el Macizo de Santander, la Mesa de Ruitoque y el Valle Aluvio-Diluvial, donde se encuentra el casco urbano.

Floridablanca se encuentra localizada ocho kilómetros al sur de Bucaramanga, capital de Santander. Al norte limita con los municipios de Bucaramanga y Tona, al oriente con Tona y Piedecuesta, al sur con Piedecuesta y al occidente con Girón y Bucaramanga. Su categoría como municipio es primera gracias a que se encuentra certificado para administrar autónomamente la educación y la salud.

3.1.3 AREA METROPOLITANA

El Área Metropolitana de Bucaramanga está conformada actualmente por los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta. Fue creada mediante la ordenanza N° 020 del 15 de Diciembre de 1981 por la Asamblea Departamental de Santander, en la cual se ponía en funcionamiento un área metropolitana, conformada por Bucaramanga como gran centro urbano y las poblaciones de Floridablanca y Girón.

En el año de 1984, se expidió la ordenanza N° 048 en la cual se autoriza la entrada del Municipio de Piedecuesta al Área Metropolitana de Bucaramanga, lo cual fue formalizado mediante el Decreto 0332 del 2 de marzo de 1985.

3.1.4 ECONOMIA

Existe una gran variedad de actividades económicas en el municipio, para el año de 1998 se observó que cinco actividades contribuían con el 66% del recaudo municipal por concepto de IVA, siendo en su orden: comercio minorista no vehicular con el 26%, comercio mayorista no vehicular con el 13%, otras actividades empresariales 11%, la industria de vestidos con un 9.6% y la de alimentos y bebidas con un 7%.

El sector más importante de la economía de Floridablanca es el terciario, especialmente la actividad comercial. En el sector industrial el 50% se dedica a la fabricación de alimentos, el 14% a la fabricación de prendas de vestir y otro 14% a la fabricación de minerales no metálicos, lo cual suma en estos ítems el 80% de la industria del municipio.

La actividad minera es prácticamente inexistente en el municipio, la actividad constructora para 1998 se concentro el 90% en los estratos II, III y IV, distribuida así 39,8% en el estrato III, 25% en estrato IV Y 24.7% en el estrato II.

3.2 PROYECTO “METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO DEBIDO A AMENAZAS NATURALES EN ZONAS URBANAS DE CIUDADES COLOMBIANAS, CASO DE ESTUDIO FLORIDABLANCA”.

El 31 de enero de 2006 se dio inicio al proyecto “METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO DEBIDO A AMENAZAS NATURALES EN ZONAS URBANAS DE CIUDADES COLOMBIANAS, Caso de estudio: Floridablanca”, celebrado entre la Alcaldía de Floridablanca (Santander) y la Universidad Industrial de Santander según convenio inter-administrativo 12-061 de 2005. Como primer paso se estudio todos los riesgos que se presentan por sismo, etapa de mayor interés para este trabajo de grado.

La información necesaria para la ejecución del proyecto puede dividirse en tres: Una primera parte disponible y suministrada por la Secretaria de Planeación de Floridablanca (Cartografía, POT), la segunda se obtiene en campo, para lo cual el grupo INME de la UIS contrata estudiantes de último nivel de la carrera de Ingeniería Civil quienes poseen conocimientos técnicos adecuados para la

evaluación estructural de las viviendas objeto de estudio y por último la bibliografía, con base en la cual se definirá la metodología a seguir en la evaluación del riesgo debido a sismos.

3.2.1 INFORMACION SUMINISTRADA POR LA ALCALDIA.

La Alcaldía de Floridablanca ha suministrado una buena cantidad de información, relacionada en la tabla 3.1.

	INFORMACION	FORMATO
GENERAL	POT	Archivo Texto
	Modelos de objeto POT	Hoja Excel
	Áreas Construidas	Hoja Excel
	Año de Creación	Verbal
CARTOGRAFIA TEMATICA	Cartografía Básica	Shape
	Zona de Estudio	Shape
	Fallas Geológicas	Shape
	Uso de Suelo Urbano	Shape
	Zonificación Geotécnica	Shape
	Comunas	Shape
	Barrios	Shape
	Pedios	Shape
	Pedios Zona de Estudio	Shape

Tabla 3-1 Clasificación Información dada por la Alcaldía.

Fuente. Grupo INME.

Sin embargo, se está en la búsqueda del plano 1:25000 del estudio de Microzonificación Sísmica del Área Metropolitana de Bucaramanga y de algunos planos estructurales de edificaciones de concreto y mampostería, necesarios para continuar con el proyecto.

3.2.2 INFORMACION RECOLECTADA EN CAMPO.

Todo proyecto de evaluación de riesgo requiere conocer las características de las edificaciones que hacen parte de la zona de estudio. Por lo tanto, se planeó realizar un inventario de edificaciones, el cual se debe ejecutar en dos fases. En la primera se levantarán la totalidad de las edificaciones existentes en la zona de estudio, con el fin de identificar las características generales de las diferentes tipologías que se encuentran en la zona. Para la Fase II se realizará un levantamiento detallado de una muestra de casas que abarque todos los rangos de características de las tipologías antes mencionadas. Los miembros de este trabajo de grado participaron en las dos etapas antes mencionadas.

Para las actividades desarrolladas en campo el grupo INME de investigación adaptó un formulario utilizado en una investigación preliminar de vulnerabilidad sísmica realizado en el 2002 en la ciudad de Bucaramanga (Convenio UIS-Ciudad Digital) para facilitar la toma de datos y su posterior digitalización

3.2.3 DESCRIPCIÓN DEL FORMULARIO PARA EL INVENTARIO DE LAS CASAS: FASE I.

Los ítems que conformaron el formulario cumplen las siguientes condiciones: primero, están relacionados directamente a los parámetros que involucra la metodología de estudio y segundo son de fácil observación, ya que el formulario fue pensado desde un comienzo para que fuera llenado totalmente sin tener que ingresar a las edificaciones. El Formulario facilita la toma organizada de la información, para ello se divide en 5 grandes secciones:

1. Codificación Formulario

En esta parte el encuestador apunta el código correspondiente a la manzana y al barrio que está levantado (estos códigos son asignados por el SIG). A su vez, a

cada predio se le asigna un número comenzando desde 1 y en orden ascendente. A partir de la introducción de estos datos a una hoja de cálculo, la cual sirve como puente hacia el SIG, se forma un código único para cada vivienda.

Los otros datos que conforman esta sección sirven simplemente como ayuda a la organización, manejo y control de la información. Ver figura 3.1.

FORMULARIO PARA EL INVENTARIO DE EDIFICACIONES MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA, SANTANDER

NOMBRE DEL ENCUESTADOR: _____ CODIGO: _____	
FECHA: _____ HORA DE INICIO: _____ HORA DE TERMINACION: _____	

ZONA _____ BARRIO (Cod): _____ MANZANA (Cod): _____	Hoja __ de __
-----------------------------------------------------	---------------








Figura 3-1 Sección 1 de formulario.

Fuente. Grupo INME

2. Uso de la Edificación

Esta información es importante para la estimación de pérdidas tanto de vidas humanas como económicas. Además de apoyo para la definición de los planes para atención de desastres (ver Figura 3-22).

3. Características de la Edificación.

En esta parte se define el tipo de sistema estructural resistente a cargas laterales, el tipo de proceso constructivo, el año de construcción, y el tipo de irregularidades que presenta la estructura (Ver Figura 3-33). Lo anterior con el objetivo de definir las tipologías estructurales presentes en la zona.

PARTE A: USOS DE LA EDIFICACION (Marcar solo una)

RESIDENCIAL		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Morada Pemanente (sin negocio)																
2	Morada Pemanente (con negocio)																
3	Alojamiento temporal																
4	Casa institucional de grupo																
COMERCIAL		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Negocio al detal																
2	Negocio al pormayor																
3	Servicio Profesional, técnico, de negocios y financiero																
4	Servicio de Cuidado médico																
5	Entretenimiento y recreación																
6	Parqueadero																
INDUSTRIAL		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Fabricación y ensamble pesado																
2	Fabricación y ensamble liviano																
3	Procesamiento de comidas																
4	Procesamiento de químicos																
RELIGION		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Iglesia Católica																
2	Síno de Oración																
EDUCACION		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Jardín Infantil																
2	Escuela-Colegio																
3	Universidad																
4	Instituto de enseñanza																
5	Bibliotecas y centros culturales																
SALUD		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Hospital																
2	Clínica																
3	Puesto de Salud																
GOBIERNO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Servicios generales																
2	Servicios de respuesta de emergencias																
OTRO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Solar																
2	Edificación en construcción																

Figura 3-2 Sección 2: Uso de la Edificación.

Fuente. Grupo INME

PARTE B: CARACTERISTICAS DE LA EDIFICACION

MATERIAL		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Mampostería de ladrillo o bloque																
2	Mampostería de tapia o adobe																
3	Concreto																
4	Metálica																
5	Otro																
PROCESO CONSTRUCTIVO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Autoconstrucción																
2	Proyecto de urbanización																
3	Dirigido por ingenieros o arquitectos																
AÑO DE CONSTRUCCION		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Antes de 1960																
2	Después de 1960 y antes de 1984																
3	Después de 1984 y antes de 1998																
4	Después de 1998																
GEOMETRIA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Tipo de irregularidad en planta (ver instrucciones)																
2	Tipo irregularidad en altura (ver instrucciones)																

Figura 3-3 Sección 3: Características Edificación.

Fuente. Grupo INME.

4. Datos Mampostería.

En la zona de estudio el sistema que predomina es la mampostería confinada y no confinada, por consiguiente, la información está centrada alrededor de este tipo de sistema estructural, sin desconocer la posible existencia de otros sistemas (Ver Figura 3-44).

Mampostería

I. Organización del sistema resistente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Presenta vigas y columnas de confinamiento en todas las plantas -Vigas de confinamiento sin columnas; o -Columnas sin vigas de confinamiento; o -Posee vigas y columnas de confinamiento pero no en todas las plantas.																
No posee confinamiento en ninguna de las plantas																
II. Estado de conservación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Muros en buena condición, sin fisuras visibles																
Muros que presentan fisuras no extendidas																
Muros con fisuras de tamaño medio entre 2 a 3 mm de ancho o que presenten un estado mediocre de conservación.																
Muros que presenten un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes o fisuras de más de 3 mm de ancho																
III. Calidad del sistema resistente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
HOMOGENEIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
- Todas las unidades de mampostería dentro del muro son del mismo tipo, y posee dimensiones constantes y correcta colocación. - Existen dos tipos de unidades mampostería dentro del muro, o - Menos del 50 % de las unidades tienen dimensiones diferentes o incorrecta colocación. - Existen tres tipos de unidades o mas dentro de los muros, o - Más del 50 % de las unidades del muro tiene dimensiones diferentes o incorrecta colocación.																
LIGAMENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Presencia de buen ligamento																
El mortero evidencia separación con las piezas de mampostería																
No existen juntas con mortero verticales u horizontales en algunas zonas del muro																
IV. Elementos No estructurales	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Ausencia de elementos no estructurales Existen estructuras en la parte superior de pequeña dimensión y de peso modesto (Ej. Tanques elevados de plástico) - Edificación con balcones salidos menos de 1m - Existen estructuras en la parte superior de peso significativo. (Ej. Tanques elevados de asbesto o concreto). - Edificación con balcones salidos más de 1m.																
V. Diafragma Horizontal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Losa Maciza (Espesor entre 0.1m y 0.20m)																
Losa Aligerada (Espesor mayor de 0.20m)																
Losa Prefabricada (Sección tipo T)																
Sin Diafragma																
VI. Tipo de Cubierta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Losa de concreto																
Liviana, con zinc o <u>eternit</u> .																
Pesada con teja de barro																
VII. Datos Numéricos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Número de pisos																
Altura 1er piso (m)																
VIII. Cimentación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
La fundación esta ubicada a una misma cota																
La diferencia máxima de las cotas de fundación es inferior a un 1m																
La diferencia máxima de las cotas de fundación es superior a un 1m																
IX. Entorno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén																
Ausencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén																

Figura 3-4 Sección 4: Información Mampostería.

Fuente. Grupo INME

5. Observaciones y Dibujo del Recorrido

En este espacio el encuestador anexa cualquier comentario que a su juicio considere importante, así como esquemas del recorrido. (Ver Figura 3.5)

OBSERVACIONES

DIBUJO DEL RECORRIDO.

Figura 3-5 Sección 5: Observaciones.

Fuente. Grupo INME.

3.2.3.1 DESCRIPCION GENERAL ZONA DE ESTUDIO, FASE I.

La zona de estudio comprende un total de 78 barrios, con 760 manzanas y 11000 predios aproximadamente (Ver Figura 3.6). Conformada por las comunas Caldas-Reposo con un 60% de los predios, Valencia-Santana con un 20%, La Cumbre-El Carmen con un 15% y el otro 5% distribuido en las comunas restantes. Inicialmente se realizo una visita conjunta entre los profesionales de planeación del municipio y el equipo de trabajo de la UIS (Grupo INME) para un reconocimiento de la zona de estudio. Lo que permitió conocer y definir más concretamente los predios a incluir en el estudio.

Antes de empezar el inventario se realizo una reunión con todos los presidentes de las Juntas de Acción Comunal de los barrios en cuestión. En ella, se presento el proyecto con el fin de dar a conocer a la comunidad la presencia de los encuestadores en la zona y la importancia del proyecto.

Para el levantamiento de las edificaciones se emplearon un total de 5 encuestadores y un coordinador de las labores de campo, los cuales fueron estudiantes de último semestre de Ingeniería Civil de la UIS. Estos estudiantes

presentaban los conocimientos técnicos necesarios para un levantamiento correcto y confiable de la información.

La programación se realizó pretendiendo que los encuestadores levantaran un promedio de 500 casas diarias, trabajando media jornada. Para ello, se definieron “sectores”, los cuales, fueron determinados con base a la proximidad entre los predios y que en lo posible se estuviera dentro del mismo barrio, por razones de seguridad. Con la definición de los sectores se tenía la programación por días, que a su vez permitía llevar control sobre la información que se iba levantando. En la Figura 3-7 se muestra un sector tipo.

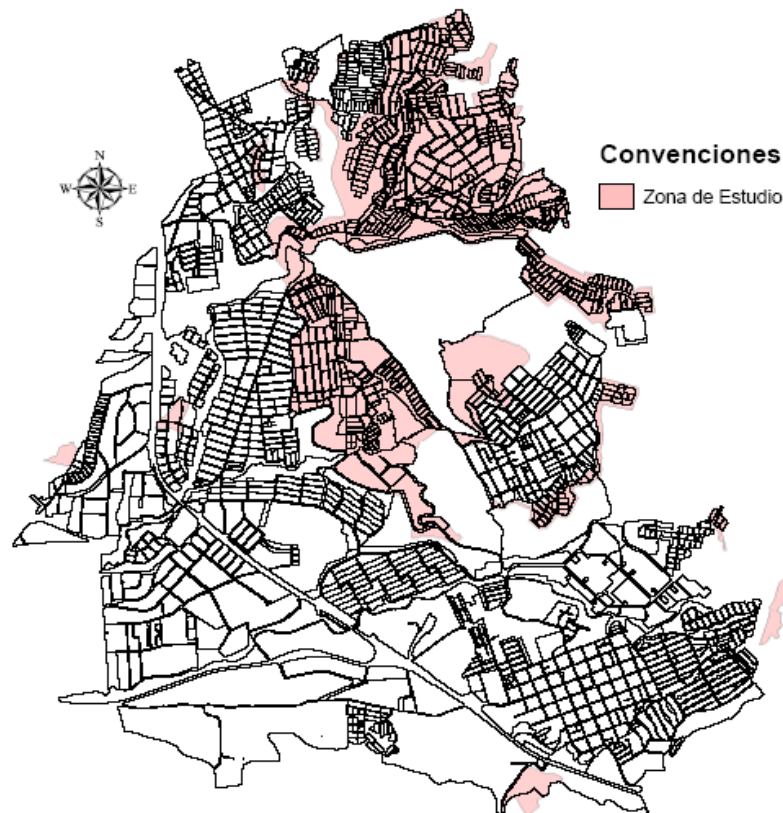


Figura 3-6 Zona de Estudio, (Nor-Oriente)

Fuente. Grupo INME.

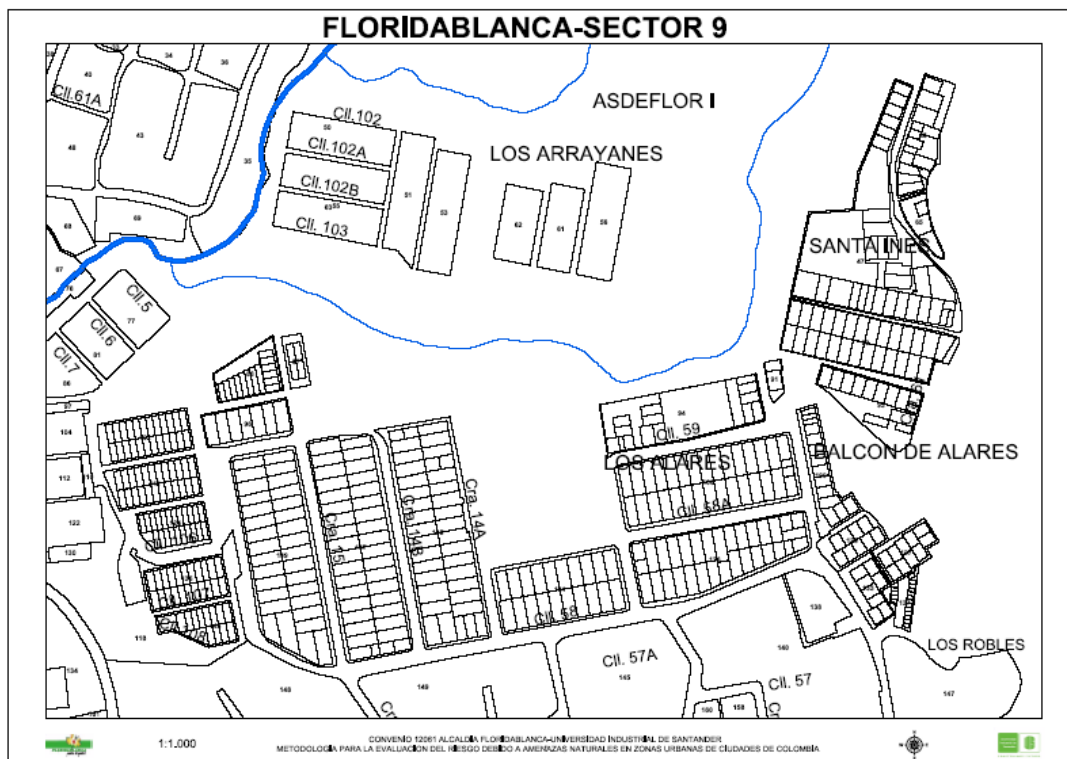


Figura 3-7 Plano tipo sectores de trabajo.

Fuente. Grupo INME

A cada encuestador se le entregó, cada semana, una lista con los sectores y las manzanas que le correspondía inventariar; en la Tabla 3.2 se muestra un ejemplo de la programación de una semana para un encuestador. Así mismo, el plano de cada manzana, el cual contenía el nombre del encuestador, el número del sector, el respectivo código de manzana y barrio, y el número total de planos que le correspondían para ese sector (Ver Figura 3-8) y un plano general del sector que se está trabajando para tener una ubicación general.

El inventario se inicio el 6 de Marzo, el control de la información recolectada por los encuestadores es realizado por parte de los ingenieros que participan en el proyecto, y que a su vez, apoyan las labores de campo.

Nombre Encuestador	Cantidad de Planos	Manzanas	Plano	Archivo
Sector 14	3	458-467	1	1410
		491	2	1411
		486	3	1412
Sector 15	3	501-502-503	1	1509
		507-509	2	1510
		512	3	1511
Sector 16	1	524-534	1	1607
Sector 17	2	563	1	1710
		555-547	2	1711
Sector 18	2	556-574	1	1805
		590	2	1806

Tabla 3-2 Formato lista de manzanas por semana para cada encuestador

Fuente. Grupo INME

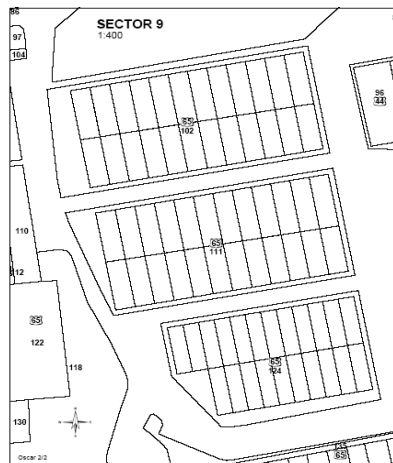


Figura 3-8 Plano Tipo de las Manzanas

Fuente. Grupo INME.

3.2.3.2 BIBLIOGRAFIA ESPECIALIZADA.

Se recopiló información bibliográfica sobre las diferentes metodologías de análisis de vulnerabilidad y riesgo, y su aplicación en distintas ciudades del mundo. A su vez, se ha indagado sobre los trabajos más recientes de los expertos en el tema, tales como F. Yépez, D. Benedetti, V. Petroni, D. P. Abrams, N. Sitar, etc. Además, se ha explorado información concerniente al planteamiento de problemas particulares como el efecto ladera en la respuesta sísmica, en fin se busca toda la bibliografía existente acerca del tema para tomar decisiones más acertadas.

4 PATOLOGIAS DE LA CONSTRUCCION MÁS COMUNES EN EL MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA

Cuando hablamos de Patologías en la construcción se debe entender este término como una serie de equivocadas practicas y de errores en conceptos técnicos, en procesos propios de la construcción, actitudes de trabajo no productivas y toda suerte de situaciones que se presentan en una obra civil las cuales están por fuera de los conceptos técnicos básicos y la NSR-10 y que a largo plazo afectan la calidad o estabilidad de la obra.

Esta investigación sobre patologías en la construcción de edificaciones de tamaño menor, entiéndase viviendas de dos o tres pisos en zonas urbanas, se realizo dentro del marco de una investigación desarrollada por el grupo INME perteneciente a la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander, el cual realiza investigaciones en el área de estructuras, y que mediante convenio inter-institucional UIS-Alcaldía de Floridablanca desarrollo el proyecto “Metodología para la Evaluación del Riesgo Debido a Amenazas Naturales en Zonas Urbanas de Ciudades Colombianas. Caso de Estudio Floridablanca “ en los meses de marzo a diciembre del año 2006, con este marco y en desarrollo de las actividades propias del convenio antes mencionado se vio la posibilidad de hacer una profundización en el área de Patologías de la Construcción, ya que se detectaron y se conocieron de primera mano en el terreno, con esto se busca aportar a la investigación y a la sociedad no solo de Floridablanca sino de todo Bucaramanga y su área Metropolitana, conceptos y herramientas técnicas ingenieriles en el área del Hormigón armado y en todo lo relacionado con construcción de vivienda urbana sismo-resistente, el objetivo número uno de este aporte son todas aquellas personas involucradas en procesos de construcción de obras civiles que trabajan en esta zona y en Bucaramanga en general, personas que han aportado con su trabajo y conocimientos soluciones de

vivienda a las clases menos favorecidas en zonas sub-normales del municipio, pero que por desconocimiento de algunos conceptos técnicos cometen fácilmente errores en sus construcciones, por fortuna no siempre se convierten en fallas o colapso de las estructuras, lo cual traería pérdidas humanas e incertidumbre en quienes las habitan, muchas de estas construcciones permanecen por largo tiempo funcionando normalmente sin mostrar aparentemente riesgo para sus habitantes, los problemas pueden llegar a surgir cuando eventos sísmicos de considerable magnitud, movimientos de tierra e inundaciones se presenten en Bucaramanga y sus área Metropolitana, hechos que afortunadamente no se han presentado de manera crítica en muchos años pero que en cualquier momento podrían ocurrir, pues sabemos que nuestra ciudad se encuentra en zona de alta actividad sísmica y es susceptible de deslizamientos e inundaciones grandes.

Los autores de este aporte participaron dentro del grupo INME de manera activa en el desarrollo de esta investigación orientando y recolectando información directamente en campo, aprovechando el amplio conocimiento geográfico de la zona de estudio; este proceso se prolongo por cuatro meses, durante los cuales se recorrió toda la zona nor-oriental del Municipio Floridablanca, área donde se ubica el grueso de las comunas objeto de este proyecto, se recorrió la zona prácticamente casa por casa, tomando datos de las estructuras, tipos de vivienda se buscaron indicadores de riesgo sísmico en todas ellas, ya fueran por causas inherentes al tipo de construcción con la que se realizo la edificación o por el terreno en el que se encuentran las mismas, los aspectos específicos que se consultaron, están relacionados en un formulario que desarrollo el grupo INME para esta investigación (Ver Capitulo 2.2.2.1) y en el cual se indaga sobre aspectos técnicos que posee la zona, también otras preguntas fueron más generales, como en la parte A del formulario, pero tienen un enfoque social y sirven de orientación a las autoridades de atención de desastres en la elaboración de estrategias de contingencia en casos de sismo o cualquier otro tipo de desastres naturales; la parte B de este se divide en dos ítem, la primera consulta

sobre las características generales de la construcción, año y proceso constructivo y la segunda parte se refiere a el estado de la mampostería, cubiertas, cimentaciones y todos los elementos estructurales de la vivienda, aspectos más técnicos y que ocupan el grueso del formato.

Como se menciona anteriormente, el estar trabajando el convenio UIS-Alcaldía de Floridablanca crea la inquietud de realizar una profundización en la parte de Patologías de la construcción, durante los constantes recorridos por la zona de estudio se detecto que estas eran muy comunes existía un patrón entre ellas y por lo general ignoradas por su riesgo potencial, por lo tanto merecen un capítulo aparte por fuera de la investigación anteriormente citada, esto con el fin de explorar estas “técnicas”, mirar que tanto afectan la sismo-resistencia y buscar en quienes construyen una conciencia de trabajo más técnica, pero sobre todo mas sismo-resistente y por tanto más social y seguro para la comunidad, este trabajo pretende ilustrar más que marginar o señalar a quienes han realizado todas estas edificaciones, para estos oficiales o maestros de construcción está enfocada esta investigación buscando aportar elementos de juicio valiosos y criterios técnicos en las próximas obras a desarrollar, lo que redundara en beneficios para toda la comunidad y para ellos mismos.

Tradicionalmente en Bucaramanga y su área metropolitana la auto-construcción de vivienda familiar en la zonas menos favorecidas o subnormales, se ha realizado de forma más informal que técnica sin la supervisión de una oficina municipal que haga cumplir las mínimas normas de construcción sismo-resistente y brinde un acompañamiento durante el desarrollo de estos proyectos, esta situación se ha repetido infinidad de veces, una familia que desea construir o mejorar su vivienda, por lo general inicia adquiriendo o invadiendo un lote y a partir de este punto en la gran mayoría de los casos las personas recurren a su maestro de construcción de confianza quien los orienta y mediante común acuerdo deciden los detalles del proyecto e iniciar la obra, basados en la “reconocida” experiencia del maestro en

el campo de la construcción, a lo cual debemos sumar los aportes arquitectónicos que en la obra haga el dueño de la misma y su familia, esta serie de situaciones conjugadas con la experiencia del maestro producen una vivienda que en efecto funciona, pero que no posee los estudios técnicos de rigor, y sin las especificaciones sismo-resistentes que garanticen durabilidad, estabilidad y calidad, un estudio de suelos, un diseño arquitectónico, hidráulico ó eléctrico, brillan por su ausencia en este tipo de proyectos y la improvisación es una de las herramientas de trabajo lo cual puede resultar a largo plazo contraproducente para estas familias

El sistema constructivo lo decide el maestro puede ser utilizando piezas prefabricadas de fácil adquisición y relativa economía apoyadas sobre algunas viguetas ó columnas pequeñas pero rara vez sobre las dos a la vez, otra opción es fundiendo un sistema de vigas y columnas, y en algunos casos simplemente se trabaja con ladrillos de mampostería puestos en soga que actúa como “muro de carga” mas piezas prefabricadas, en fin se presentan tantos sistemas constructivos como maestros y propietarios deseen crear.

Con estos antecedentes decidimos aportar a esta realidad de la construcción un estudio con las fallas más frecuentes (patologías) realizadas en la construcción de viviendas por maestros de la construcción, la meta es que se tengan en cuenta y a partir de este pequeño aporte se pueda realizar a futuro construcciones con más criterio técnico por iniciativa misma del constructor, no esperemos a que ocurran las tragedias para tomar cartas en el asunto, mejor creemos una cultura de construir sismo-resistente y relativamente económico que es más seguro y social.

Como resultado de nuestro estudio se clasificaron las patologías más comunes y a su vez más críticas, 16 categorías o tipos de patologías comunes en este tipo de construcciones, las cuales se relacionan a continuación.

4.1 NO CONTINUIDAD DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN TODA LA ESTRUCTURA.

La parte nor-oriental del Municipio de Floridablanca es una zona de estratos uno, dos en su mayoría y tres en contados casos, es decir allí habitan familias de clase económica baja y media baja, otra característica muy importante de esta comuna es su topografía bastante pronunciada, en esta zona es fácil ver calles con pendientes de más del 100% es decir calles cuya inclinación está entre 45 y mas grados, el 62.05% de las viviendas está ubicada sobre pendientes superiores al 30%, según dato del grupo INME de investigación, lo cual muestra la alta topografía que presenta esta zona, en estas condiciones construir vivienda se hace un trabajo que demanda más cuidado por parte del constructor pues no se puede ignorar las condiciones del terreno, el factor que genera más riesgo en esta situación no es que el propietario construya su vivienda en estas pendientes, el riesgo viene cuando decide construirla de dos, tres y hasta cuatro plantas, en este caso pasa de ser una sencilla casa de un nivel a ser un edificio de tres o cuatro pisos, donde el gran peso de la estructura es un factor en contra de la estabilidad de la misma, caso en el cual se requiere de un estudio de suelos y una cimentación diseñada de acuerdo a estos estudios, también se requiere un diseño estructural que este pensado en las condiciones del terreno y cargas de la estructura, aquí radica lo critico, pues se detecto que en gran cantidad de estas viviendas estos estudios no se realizan, para complementar las situaciones desfavorables, también debemos pensar que muchas de estas comunidades no poseen manejo de aguas lluvias y hasta residuales o negras lo cual por supuesto afecta directamente la calidad del suelo y por tanto la estabilidad del terreno y de las estructuras que allí se establezcan.

La no continuidad de sistemas constructivos en toda la estructura fue detectada en nuestras labores de campo, es práctica generalizada que el nivel superior de las viviendas de dos, tres y hasta cuatro pisos no posea continuidad en el sistema estructural que los compacte estructuralmente y que garanticen un proceso eficaz de transmisión de cargas de la edificación, al suelo, ver figura 4.1, en estos niveles se suele construir colocando simplemente una pila de ladrillos en las que no hay continuidad de las vigas, columnas o cualquier sistema estructural que se halla diseñado en los niveles inferiores, técnicamente la estructura no se comportara como un edificio, como un todo, en un evento sísmico esta estructura será susceptible de falla y su comportamiento estructural no es el ideal, pues estos niveles no acoplados a la estructura general, crearan serios problemas a toda la vivienda, estos niveles superiores pasaran a ser grandes masas adicionales que las estructuras deberá soportar y para lo cual el edificio no fue diseñado.

Esta situación se hace más grave cuando no solo uno, sino hasta dos pisos superiores presentan la misma patología, y como anécdota se dio el caso contrario al citado, en el cual los pisos superiores están estructuralmente mejor elaborados y sus sistemas estructurales no tienen continuidad en los pisos inferiores y cimientos, situación que parece inaudita pero que se da en la realidad ver figura 4.2.



Figura 4-1 Ejemplo de la no continuidad del sistema estructural

Fuente. Grupo INME.

Cualquiera de las anteriores situaciones desde el punto de vista estructural son irregulares y pueden causar daño en la totalidad de la edificación, en caso de un evento sísmico fuerte la falla parcial o total de estos pisos superiores sin duda será de gran peligro para quienes habitan allí y para las edificaciones vecinas.

Esta patología se multiplica n veces, en la zona nor-oriental del municipio de Floridablanca causa preocupación pues muestra un vacío en la supervisión y control de los estamentos municipales encargados de controlar el desarrollo y progreso del municipio, situación que se ha favorecido por que en Bucaramanga y su Área Metropolitana no se han presentado eventos sísmicos de magnitud considerable que desnuden estos errores y encienda las alarmas hacia una mejora en los procesos de construcción, además indagando un grupo de maestros de construcción y/o vecinos del sector estos plantean que sus construcciones nunca han tenido problemas, lo cual puede ser cierto pero no se descarta que ante

un evento sísmico de magnitud considerable estas estructuras fallen, ya que su comportamiento no será sismo-resistente.



Figura 4-2 Pisos inferiores sin amarre estructural.

Fuente. Grupo INME.

Un diseño bien hecho desde el punto de vista Sismo-resistente supone unidad estructural en toda la edificación, en otras palabras el sistema estructural que se diseñe en la edificación debe estar presente en todos sus niveles y mantener la unidad de la edificación, esto con el fin de optimizar la capacidad de respuesta de la edificación a un evento sísmico, lo contrario supone un comportamiento altamente peligroso para la edificación ya que si cada piso de esta actúa de forma independiente ante la estimulación sísmica la edificación corre riesgo de fallar parcial o totalmente.

En la zona de estudio se encontró de manera reiterada que las viviendas de más de un nivel suelen construirse con su piso superior por fuera de la estructura general de la edificación, en la práctica se colocan muros de ladrillo de forma vertical y una cubierta en asbesto cemento en algunos casos en otros en prefabricado lo cierto es que estos muros son solo un ladrillo encima de el otro sea

en soga o sea vertical y no se encuentran confinados. Este nivel superior al que hacemos referencia puesto en un modelo dinámico se representara como una gran masa en la parte superior de la edificación y producirá un efecto de péndulo invertido capaz de inducir falla en la edificación, además esta serie de muros no confinados ni reforzados durante un evento sísmico empezaran a vibrar con gran frecuencia y pueden llegar a fisurarse con facilidad o en el peor de los casos fallar total o parcialmente sin que esto implique que el resto de la edificación también falle, pues como mencionábamos anteriormente entre este piso superior y el cuerpo general de la edificación no existe conexión como estructura.

4.2 CIMENTACION CON COLUMNAS ESBELTAS.

La condición topográfica del municipio de Floridablanca es como se menciona en el capítulo anterior, muy irregular; pues el municipio está localizado en la cordillera Oriental de Colombia la cual está caracterizada por lo quebrado de sus montañas, dentro de esta irregularidad topográfica se ha desarrollado el municipio, la zona nor-oriental es tal vez la más irregular de todo Floridablanca y donde sus habitantes han tenido que sortear esta dificultad al momento de construir sus viviendas.

Consecuencia de lo anterior, surge una gran dificultad en el desarrollo de edificaciones en esta zona, la cimentación de edificaciones ubicadas en zonas de alta pendiente requiere de un estudio técnico. Las diferencias de cota que se presentan en un mismo lote y a su vez en una misma edificación hace que su cimentación requiera de un estudio de un geotecnista, el cual seguramente va a sugerir algunas obras de estabilización de la zona; como la construcción de terrazas, estabilización de los taludes cercanos, manejo de aguas y el control de la erosión y los deslizamientos, lo anterior propiciara una zona en condiciones ideales para la construcción, el costo de estos estudio y obras adicionales a la

estructura harán inviable la construcción de una vivienda económica y cambio de esto se decide cimentar con columnas están deben llevar un diseño sismo-resistente y también anexo a esto realizar algunas obras de estabilización de los taludes cercanos, buscando compensar el desnivel del suelo con concreto esta técnica del todo no es equivocada, el error está en que estas columnas de gran longitud o zancos no se entierren o profundizan a suelo firme y no se enlazan entre sí con vigas de amarre de cimentación y simplemente se apoyan unos centímetros en el suelo lo cual no va a garantizar la estabilidad de la cimentación esta es la segunda patología y se conoce como Cimientos en Zancos.

Las zapatas de cimentación en su mayoría y basados en información recogida en terreno, no se construyen con su respectivo estudio de suelos que indiquen a que profundidad se deben fundir sino que simplemente se funden sobre excavaciones de no más de un metro de profundidad, las cuales no me garantizan suelo firme, estas zapatas poseen también dimensiones amañadas basadas en el conocimiento empírico del maestro de construcción, lo que acumula una serie de errores que afectan el sistema de cimentación de la vivienda, y por tanto la estabilidad de la misma.

Este sistema de cimentación en caso de un movimiento de tierra en masa fallara y desestabilizara la estructura de la vivienda.

La figura 4.3 ilustra claramente el caso, aunque este no sea tan crítico, en ella se ve como la vivienda de un solo piso tiene su parte trasera apoyada sobre cuatro columnas (25*25) de aproximadamente 4 metros de altura a la vista, las cuales apenas ingresan unos pocos centímetros en el suelo se convierten en zapatas, este caso en particular tiene a su favor que es una vivienda pequeña y solo posee un piso es decir su peso por masa es pequeño, se referencia este caso por su buena toma fotográfica, añadiendo que se presentan n casos más en condiciones más críticas, como algunas casas de hasta cuatro niveles apoyados sobre zancos en pendientes de más de 35 grados, situación ampliamente crítica, a esta situación en la gran mayoría de los casos se debe agregar el no manejo de las

aguas lluvias en esta zona, que en periodos de invierno pueden presentarse deslizamientos, vale anotar que tres o cuatro barrios de la zona no tiene alcantarillado.

Esta patología es común cuando se construye a ambos lados de la divisoria de aguas o sobre el borde de una meseta o escarpa. Si a una vivienda construida con esta deficiencia (cimientos en zancos) le sumamos que su parte estructural es deficiente, ya sea por no poseer un sistema estructural que la soporte en sus diferentes niveles, la situación del peligro por sus cimientos en zancos no sería el único riesgo al cual se expone esta vivienda sino sería uno más que se suma.



Figura 4-3 Cimentación en Zancos.

Fuente. Grupo INME.

4.3 ELEMENTOS EN VOLADIZO SIN AMARRE ESTRUCTURAL.

Las vigas en voladizo son una herramienta estructural que se utiliza con mucha frecuencia en la construcción de vivienda y benefician a estas pues dan la posibilidad de ganar unos metros de área en planta. Esta ganancia de área se da a partir del segundo nivel de una vivienda gracias a un sistema de vigas en voladizo por lo general en todo el frente de la vivienda o en el frente y lateralmente si es una vivienda esquinera, los cuales por lo regular tienen como fin servir de balcón o simplemente como ampliación del área en planta de este piso.

Antes de entrar en la patología debemos distinguir dos casos diferentes de usos de estos voladizos, el primero menos crítico desde el punto de vista sismo-resistente se da cuando este voladizo sirve como base para un balcón o mirador sin la ampliación de la fachada de la vivienda hasta el extremo del voladizo, sino simplemente se remata este con una reja metálica de seguridad, ver figura 4.5; el segundo caso más crítico es cuando este elemento pasa de ser no estructural a serlo, pues entra a formar parte del circuito de transmisión de cargas de la edificación debido a el desplazamiento hacia fuera de la fachada, es decir el peso W de la fachada empieza a actuar justo sobre el extremo del voladizo y genera sobre la columna del nivel anterior una excentricidad en la transmisión de cargas que induce un efecto de volcamiento en la estructura columna-voladizo, ver figura 4.4 y de forma más clara figura 4.1 donde en el extremo del voladizo se aplica la carga W de el peso de la fachada de 2 pisos (justo encima del parasol azul.) y se debe tener en cuenta esta carga W en el diseño de la viga voladizo y el resto de la estructura.

Hay dos aspectos no técnicos que se detectaron son de uso común en la construcción y desarrollo de estos elementos en voladizo, el primero consiste en que la viga en voladizo que sostiene esta ampliación no se encuentra amarrada a el sistema estructural de la vivienda, es más, se da que la viga si tiene una longitud de x metros en voladizo esta entra en el cuerpo de la vivienda esa misma

longitud x metros y el equilibrio se da por el peso W de el muro que sobre este elemento se levanta ver figura 4-4; el segundo aspecto que perjudica ampliamente el voladizo es que no exista una columna en la fachada de piso que la sostiene y la viga se descargue sobre un muro simple de ladrillo, en otras palabras el voladizo hace parte de un “equilibrio estático” no muy convencional, lo cual claramente es una patología de la construcción y genera riesgo sobre la estructura.

En la figura 4.4 podemos ver una clara ilustración de esta patología, en ella se ve como la viga que sostiene el voladizo del segundo nivel(ver flecha azul) entra en la estructura de la vivienda como si hiciera parte del sistema estructural de la misma, pero es cortada a mitad de muro (ver flecha roja) y sobre ella se descargan un muro completo de mampostería haciendo las veces de contrapeso; nótese que en este ejemplo en particular el propietario de la vivienda instala un tubo en forma de columna como apoyo en la parte extrema del voladizo, para reforzar este falso equilibrio estático, también se nota doble tipo de mampostería en el muro (ver circulo) y una mala disposición de los ladrillos en el mismo, elementos también negativos en la construcción y que trataremos más adelante, en este caso el propietario de la vivienda no solo construyo el voladizo sino que también desplazo su fachada induciendo en el sistema viga-columna efectos de volcamiento.



Figura 4-4 Ejemplo de voladizo sin amarre

Fuente. Grupo INME.



Figura 4-5 Voladizo sin carga W de fachada, solo el balcón.

Fuente. Grupo INME.

Esta patología no es fácil de detectar en campo, porque en muchos casos los muros de la vivienda vecina impiden la posibilidad de verla, pero el fenómeno es muy común, este trabajo busca que a futuro no se repitan estas patologías y se realicen construcciones más seguras.

4.4 MUROS DE MAMPOSTERIA CON VARIOS TIPOS DE LADRILLOS O BLOQUES.

Los muros de mampostería de una edificación son elementos no estructurales que cumplen funciones arquitectónicas muy importantes. Un muro de mampostería debe ser uniforme, conformado por un solo tipo de ladrillos o bloques con pegues en traslapo a media traba y con buena cantidad de mortero de pega que lo haga estable, uniforme y seguro. Durante los recorridos en la zona de estudio se detecto que en la práctica los muro de mampostería asumen mas funciones dentro de la estructura para las cuales no está diseñada, estos muros de mampostería se construyen para soportar las cargas de la edificación o para transmitir las estando conectados en los ciclos de transmisión de carga de la vivienda, ante la ausencia de vigas, columnas o muros de carga lo cual los hace de una importancia fundamental en la estabilidad de la edificación, por tanto así su diseño no sea el ideal se debe procurar en la práctica que estos muros de carga sean lo más regular y bien contruidos, se debe recordar que el espesor ideal de mezcla o mortero de pega entre ladrillo y ladrillo o bloque y bloque es de 7 mm a 13 mm, si tenemos en cuenta que muchas de las viviendas que conforman nuestra zona de investigación no tiene otro sistema estructural distinto al de muros de mampostería trabajando como muros de carga sin refuerzo y no confinados, este error de edificar muros con varios tipos de ladrillos o bloques toma importancia pues afectan directamente la parte estructural de la vivienda, esta nueva patología es

tan crítica como las anteriores e influye directamente en la estabilidad de la estructura.

Analizando la incidencia negativa de la existencia de diferentes tipos de ladrillos en un muro, pasa por que cada ladrillo tiene su diferente modulo de rigidez y sus características físico-mecánicas también son diferentes, lo cual supone que ante un evento sísmico cada ladrillo responderá de forma diferente y en muro se crearan planos de falla justo en el pegue de los dos tipos de ladrillo, al levantar un muro con varios tipos de ladrillo este va a presentar irregularidad en su comportamiento dinámico y las zonas donde existan las uniones entre los diferentes tipos se convertirán en zonas propensas a la falla, las razones por las que se da este fenómeno pasa por la improvisación de los oficiales de construcción y también por la parte económica, si a esto le sumamos la escasa e intermitente mezcla de concreto con que se acostumbra a pegar los ladrillos por parte de nuestros maestros entonces tendremos la suma de varios errores que pueden llegar a afectar esta estructura, las figuras 4.6 y 4.7 muestran ejemplos claros.

En la figura 4.6 se observa el uso de dos tipos de ladrillos en un mismo muro, por una parte el H-15, color naranja, y por otro lado el ladrillo de concreto, color gris, además se ven claros vacíos en varia zonas de unión de los ladrillos e irregularidad en el orden de las hiladas del muro, estos deben ir traslapados entre sí, la foto 4.7 presenta un problema igual de 2 tipos de bloques en un mismo muro, sin columnas de confinamiento.

En esta patología como en los casos anteriores se debe tener en cuenta que la frecuencia con que se detecto en campo puede aumentar considerablemente si se asumen la cantidad de muros que poseen acabados, (pañetes) y no se puede ver estos defectos a simple vista o que los muros vecinos también lo oculta.



Figura 4-6 Dos tipos de mampostería, en un mismo muro.

Fuente. Grupo INME.



Figura 4-7 Nótese el pegue entre ladrillos y el no confinamiento.

Fuente. Grupo INME.

4.5 COLUMNAS O VIGAS NO ALINEADAS.

Esta patología es cien por ciento producto de la mala práctica, no se da en el diseño, es propia del proceso de ejecución de obra, puede ocurrir por varias razones, a saber: poca experiencia del maestro de construcción, mal apuntaladas o mal montaje de las formaletas, asentamientos diferenciales del piso que sostiene las formaletas, descuido, en fin errores todos dados en el momento de ejecución de la obra y se supone no de diseño, dos elementos contiguos llámese vigas o columnas que no se encuentren bien alineados entre sí, sino que presenten una diferencia de alineación, producirán un delta entre los centros de inercia de los dos elementos, induciendo en los nodos cercanos esfuerzos adicionales no previstos en diseño y una mala transmisión de esfuerzos entre estos elementos, y por tanto se afectara el sistema de transmisión de cargas en la estructura, para ilustrar este caso la figura 4.8 muestra un nodo donde dos vigas continuas presentan un delta de alineación de aproximadamente 15 a 20cm, en la figura se puede notar que el elemento antes del nodo (Viga A) y el elemento que esta después (Viga B) están mal alineadas entre si, en el nodo existe entre estos un delta de alineación que da como resultado que en este nodo se generen unos esfuerzos adicionales que van a ser recibidos por la columna que pasan por el nodo y estas a su vez van a transmitir estos esfuerzos al resto de la estructura, como resultado tendremos una estructura descompensada por un pre-esfuerzo negativo.

Otro ejemplo que ilustra esta patología se ve en la figura 4.9 donde podemos observar en la parte inferior-izquierda de la misma (primer nivel de la vivienda), como la columna 1 presenta una inclinación, lo cual por supuesto hace que entre las dos columnas contiguas halla una excentricidad, que se hace más notoria entre mas se aleje la columna del nodo, este caso en particular es bien critico pues se trata de una columna perteneciente al primer nivel de la estructura y la

masa que hay en los pisos superiores es bastante considerable contribuyendo de manera negativa a aumentar los esfuerzos en dicho nodo; el escenario más crítico de esta situación sucedería si la columna fallara, haciendo por supuesto que falle toda la edificación.

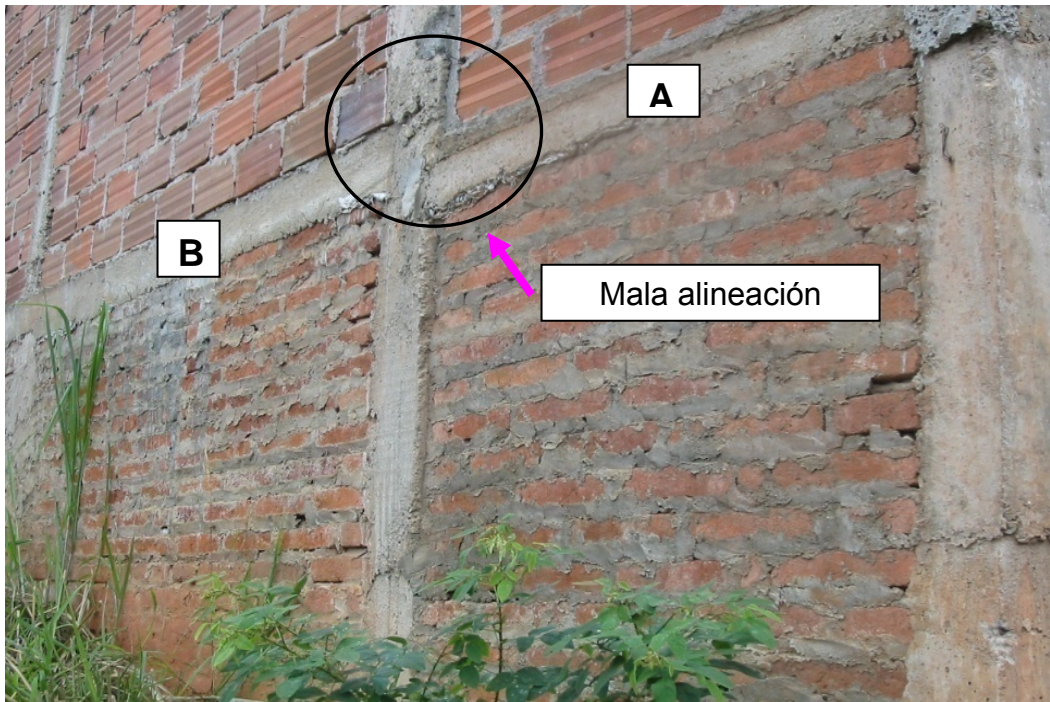


Figura 4-8 Mal alineación entre las vigas.

Fuente. Grupo INME.



Figura 4-9 Mala alineación de columna.

Fuente. Grupo INME.

4.6 VOLADIZOS CON APOYOS EXTERNOS.

Como se mencionó en el título 4.3 construir una estructura tipo vivienda con voladizo requiere de un diseño estructural donde se consideren las cargas W que sobre este se instalen y unir estructuralmente el elemento a la estructura de la vivienda, no puede ser un elemento aislado desde el punto de vista estructural. Se presentan varios casos dentro de la zona de estudio donde el voladizo de una vivienda se le instala un apoyo en columnas metálicas y/o de concreto que obstaculizan el espacio público esto tiene dos implicaciones, la primera es un desconocimiento de las normas urbanas de construcción, al obstaculizar el espacio público de manera permanente con un elemento físico, como en este caso con una "columna" que soporta el elemento en voladizo de la vivienda, y la segunda implicación habla de una proyección de la obra con ausencia total de un

ingeniero diseñador en el diseño, esta patología como la muestra la figura 4.10 y 4.11 no es muy común en la zona de investigación, es más común que el apoyo externo del voladizo sea una columna metálica, que no invade físicamente la visual y el espacio público, como lo muestra la figura 4.12 esta patología no es muy frecuente en la zona de estudio, pero se dio en varios casos y debido a esto se menciona.

De manera ideal cuando se diseña un voladizo por su misma definición no debe poseer apoyos externos, y preferiblemente que la carga sobre este ser mínima, las normas de construcción recomiendan que los voladizos deben tener una longitud recomendada de 1 metro, casos como los descritos en esta patología se presentan por el desconocimiento de las normas y el exceso de carga W sobre el elemento en voladizo, para lo cual el constructor por evitar una posible falla, asegura su voladizo con una pequeña columna, metálica o de concreto.



Figura 4-10 Ver par de apoyos externos.

Fuente. Grupo INME.

Un voladizo de una vivienda bien diseñado no requiere de apoyo externo, unas vigas bien diseñadas y ancladas a la estructura son suficiente, en las fotos 4.10 y 4.11 vemos un ejemplo claro de esta situación, donde el voladizo presenta dos apoyos externos a la vivienda, se trata de dos “columnas” externas a la vivienda que sostienen el voladizo, en la foto 4.11 vemos más claro el detalle del ángulo de inclinación de estas columnas y como obstaculizan el paso peatonal.

Esta patología sucede por el exceso de carga sobre el elemento en voladizo, no afecta la parte estructural de la vivienda, acá el problema pasa por la normatividad acerca el espacio público, aunque este error en una estructura permite suponer inexperiencia por parte del maestro de construcción.



Nótese la
invasión a la
peatonal

Figura 4-11 Ver dimensión de la columna.

Fuente Grupo INME.



Figura 4-12 Ver apoyo externo metálico.

Fuente. Grupo INME.

4.7 EXCESO DE VACIOS EN EL MORTERO DE PEGA DE LA MAMPOSTERIA Y MALA DISTRIBUCION DE LOS LADRILLOS O BLOQUES.

Cuando se construye un muro de mampostería en una edificación se busca que esté presente la mayor regularidad en la distribución de sus unidades, ladrillos, bloques y un mortero de pega uniforme y constante en todo el área de contacto entre bloques o ladrillos, en espesor recomendado entre 7 – 13 mm, esto con el fin de garantizar en el muro la mayor resistencia, rigidez que responda de manera eficaz ante un evento sísmico. Muchos muros de mampostería vistos en la zona de investigación presentan exceso de vacíos o ausencia de mortero de pega, y una mala disposición de los ladrillos o bloques hilada tras hilada, estos factores son bastante comunes y además de ser una patología de la construcción es una costumbre de vieja data en los maestros de construcción vista con gran frecuencia en la zona de estudio, este caso como es lógico se da en la etapa de ejecución de obra, debido a los bajos presupuestos manejados para estas obras y la falta de

supervisión de un ingeniero de obra, se permiten levantar muros con clara insuficiencia de mortero de pega, distribuido y uniforme en un espesor diferente al rango aconsejado de entre 0,7 y 1,3 centímetros sobre la cara de los ladrillos y en todas sus aristas. El cemento con el cual se hace la mezcla ligante es el material más costoso en obra por lo cual se adhiere muy poco mortero de pega entre ladrillo y ladrillo, quedando estos muros con muchos claros, lo cual genera puntos débiles en el muro, y por lo tanto si se presentara un movimiento sísmico estos muros estarían propensos a la falla, recordando del título 4.4 la importancia de los muros en estas viviendas.

En esta patología se falla tanto por defecto como por exceso, según la NSR 98 la medida justa está entre 0,7 y 1,3 centímetros de mortero de manera uniforme sobre toda la cara a unir del ladrillo y ladrillos dispuestos hilada tras hilada en traslazo permanente, esta patología se suele “camuflar” pues en la gran mayoría de los casos las paredes están pañetadas, frisadas o pintadas y no permiten ver a simple vista el fenómeno.

Si a la ausencia de mortero de pega le agregamos una mala distribución de los ladrillos o bloques en la pared y dos o tres tipos de ladrillos acoplados de forma asimétrica, este muro no se comportaran homogéneamente y estará descompensado y ante un caso de movimiento sísmico será propenso a fallar, las figuras 4.13 y 4.14 muestran ejemplos claros de lo anterior; ya que en ellas se puede observar la asimetría en las hiladas de los bloques, la figura 4.13 muestra una gran cantidad de vacíos o claros y la figura 4.14 muestra en la parte de los ladrillos H-10 (color naranja) una incorrecta colocación de los bloques y varios claros, esta zona estará propensa a la falla y afectara al resto del muro, como agravante se debe tener en cuenta que esta franja naranja sostiene el peso del tanque de agua, en este muro también se tiene dos tipos de bloques lo cual ya se vio que afecta de forma directa la rigidez del muro.

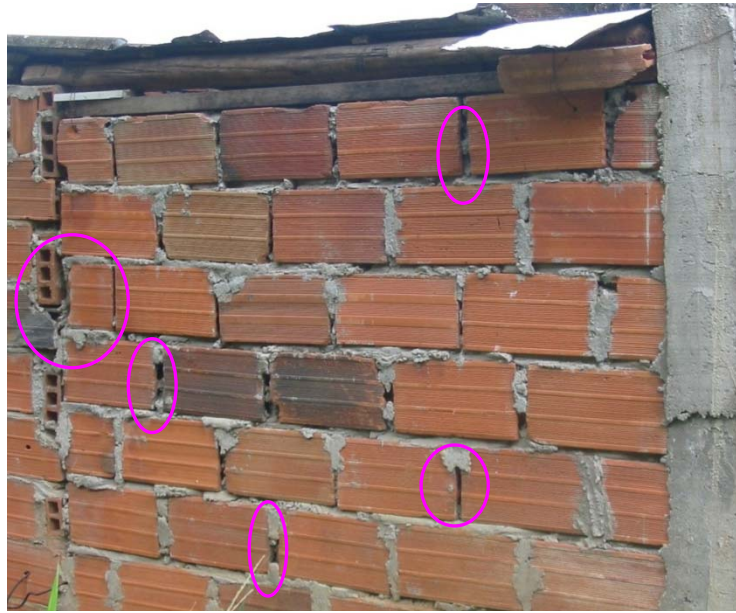


Figura 4-13 Nótese el exceso de vacíos.

Fuente. Grupo INME



Figura 4-14 Vea la mala distribución del ladrillo H-10 en el muro.

Fuente. Grupo INME.

4.8 ELEMENTOS DE GRAN PESO EN NIVELES SUPERIORES.



Figura 4-15 Tanques en parte superior de la vivienda.

Fuente. Grupo INME.



Figura 4-16 Ver elemento de gran peso en terraza.

Fuente. Grupo INME.

La instalación de pesados tanques de agua y casetas de ropa en pisos superiores es una práctica común en toda Bucaramanga y su Área Metropolitana y por lo

tanto en nuestra zona de estudio, instalar tanques de agua o pequeños cuartos de ropa en la parte superior de la vivienda como se ve en las figuras 4.15 y 4.16, generan en la estructura de la vivienda una carga W por peso muerto de estos elementos de magnitud considerable y con la desventaja de estar en la parte más alta de la estructura, el problema radica que en la mayoría de los casos la estructura no tiene en cuenta en su diseño la carga por peso muerto que pueden generar estos tanques (aprox. 0,6 Ton por tanque ó 2,2 Ton por cuarto), sino que simplemente los tanques se descargan sobre una pequeña repisa puesta en la parte superior de algún muro lindero de la vivienda, y en caso de los cuartos se hacen pequeños y sirven para el aseo de la casa, con el perjuicio de ser una gran carga muerta W , la mayoría de estos casos se pueden notar desde el exterior de la vivienda,

Esta patología es bastante nociva para estabilidad de la vivienda pues se trata de grandes pesos o cargas, que transmiten su peso a los niveles inferiores, efecto que se agudiza si consideramos estos elementos en el momento de un sismo pues pasan a ser una carga dinámica sobre la vivienda, a esto se le suma su ubicación en la altura el efecto de estas cargas se hará notorio y de incidencia negativa sobre todo en la columnas o muros que soporten la estructura, en el caso de los tanques aéreos de agua en muchos casos estos están sostenidos en la parte alta de la vivienda en “equilibrio” y en un movimiento sísmico pueden llegar a caer sin necesidad que falle el resto de la vivienda, pero significando un gran riesgo para las personas o elementos que estén por debajo de ellos y estructuras vecinas.

Si se tiene en cuenta la primera patología mencionada en el título 4.1 donde se describe como el nivel superior de las viviendas por lo regular carecen de elementos estructurales que las mantenga unidas de forma monolítica con el resto de la estructura, a esto sumamos un peso adicional nocivo por concepto de tanques o pequeñas habitaciones superiores, las situaciones que ya de hecho son

criticas se hacen aun mas, pues el peso de estos elementos se suma al del nivel anterior y ante un evento sísmico es más peso muerto vibrando con un modulo de rigidez menor, dando como resultado una amplitud de vibración mayor y por tanto una fuerza cortante en la base de la estructura mayor.

4.9 EFECTO DE COLUMNA CORTA ENTRE EDIFICACIONES VECINAS.

Se tiene un efecto de Columna Corta en ingeniería cuando hay dos cortantes actuando en sentidos opuestos sobre un mismo elemento (columna) en una distancia muy corta, este efecto se debe considerar como una patología de la construcción, aunque se puede evitar no se toman las precauciones necesarias. En la zona de estudio por su topografía es común encontrar que entre edificaciones vecinas se de esta patología, sucede con mucha frecuencia en terrenos con pendiente pronunciada donde entre edificaciones vecinas puede existir una diferencia de cota considerable, de algunos centímetros hasta casi dos (2) metros y entre ellas no existe una separación física recomendada que les permita vibrar libre e independientemente en caso de un evento sísmico, esta separación está recomendada en el 1% de la altura de cada vivienda aproximadamente, a cada lado de la línea divisoria del lote, se encontró que casi siempre esta separación prudente entre viviendas vecinas no se presenta, esto combinado con una pendiente fuerte del terreno produce el efecto de columna corta; pues cuando las losas de entrepiso vibren por estimulación sísmica estas golpearan en el tramo intermedio de las columnas vecinas produciendo una fuerza cortante transversal a las columnas, la cual junto con el cortante generado por la losa propia, producen el efecto de columna corta nocivo sobre este elemento.

La figura 4.17 ilustra claramente el caso al cual se refiere esta patología, en ella se observa la parte posterior de dos viviendas vecinas donde entre ellas se presenta

una diferencia de cota de aproximadamente 80 centímetros consecuencia de la pendiente del terreno, el círculo rojo destaca el delta de altura existente entre las losas y como un desplazamiento transversal de las mismas producirían un inminente golpe sobre la columna vecina, ocasionando el efecto de columna corta y produciendo una serie de esfuerzos adicionales en las estructuras vecinas, lo cual claramente modifica las consideraciones iniciales de cálculo de diseño de cualquier vivienda.

Este efecto también se puede dar en el caso que las viviendas estén unidas por su parte trasera, en manzanas pequeñas.



Figura 4-17 Ver delta de altura entre losas vecinas.

Fuente. Grupo INME.

4.10 MAL USO DE PIEZAS PREFABRICADAS.

El uso de piezas prefabricadas en la construcción de vivienda urbana de estratos medio bajo y bajo, es muy común y nuestra zona de estudio es un claro ejemplo

de esto, pues estas piezas de construcción tienen la ventaja de permitir montajes más limpios y rápidos, no requieren de formaleta y otra serie de estructuras auxiliares en la elaboración de losas de entrepiso y un coste menor versus losas fundidas “in situ”. Piezas prefabricadas de concreto se producen de varios tipos, y sus características físicas y mecánicas se pueden ajustar a las necesidades de quien construye además el precio es accesible a la economía popular, el problema es que estas piezas en su mayoría se han elaborado de manera artesanal, con unos estándares de calidad medios y de ella se hace un uso irregular. En construcción de vivienda urbana se utilizan con bastante frecuencia las mismas tres o cuatro piezas prefabricadas a saber : Viga en Bovedilla, la vigueta en forma de T, y las lozas de 0.5*2 metros, la figura 4.18 nos muestra un ejemplo de cómo se suelen usar las vigas canaleta para construir losas de entrepiso prefabricadas, la forma como se instalaron las vigas canaleta en esta foto no es la más adecuada, se le podrían hacer algunas correcciones, pero el objeto de este ejemplo es dar a conocer la pieza prefabricada como tal, tiene forma rectangular hueca y su parte superior sirve como base para fundir el mortero de piso, en este ejemplo se une a lo largo 2 vigas cada una de 3 m de aproximadamente.



Figura 4-18 Ver vigas canaleta.

Fuente Grupo INME.

Otra pieza prefabricada muy usada en la construcción en el municipio de Floridablanca es la vigueta tipo T, la cual se puede ver en la figura 4.19 donde observamos una pila de estas viguetas, nótese en ellas el detalle de las varillas de refuerzo, 3 barras de acero de 3/8, y aproximadamente 20 centímetros más de refuerzo después del cuerpo de la viga en cada lado, pensados para el anclaje de estas piezas a la estructura de la vivienda donde se montaran, otro detalle son los estribos en alambre acerado, estas piezas del ejemplo tienen una longitud de aproximadamente 3 metros, esta componente puede variar según la necesidad de la obra. Estas viguetas son usadas para construir losas de entrepiso.



Figura 4-19 Viguetas Tipo T.

Fuente. Grupo INME.

El problema de los elementos prefabricados es el montaje inadecuado que se realiza con estas piezas y es ahí cuando se convierten en patologías de la construcción, por ejemplo, en el caso de los entrepisos o losas formadas por

viguetas tipo T, estas son montadas de forma invertida lo cual está en contravía del diseño del elemento, la pieza está diseñada para trabajar con las aletas transversales hacia abajo recibiendo los esfuerzos de tracción en esta zona con doble refuerzo de acero, una más se instala en el lado opuesto el cual será sometido a esfuerzos de compresión y menores de tracción. La figura 4.20 ilustra este problema de mejor forma, en ella se ve una losa de entrepiso hecha con viguetas tipo T, (ver flechas rojas), pero en la cual estas viguetas están mal instaladas y su posición es invertida, de cómo fueron diseñadas para funcionar la losa la completan unas mini-placas o planchones (ver flechas azules) que se descargan sobre las viguetas, y sirven de base para el mortero de piso a partir de ahí se levantan los muros de mampostería, entre las viguetas y los planchones no existe un amarre estructural, estos están simplemente apoyados sobre las viguetas y en un evento sísmico se comportaran de forma independiente, otro detalle de la mala instalación es que las viguetas no están unidas entre sí, sus ganchos de anclaje fueron cortados y el montaje de la losa se hizo sobre el muro de mampostería del primer nivel, es decir no sobre vigas que soporte y transmitan la carga de la losa al cimiento, en este caso esa tarea la realizan los muros de mampostería que no han sido diseñadas para este trabajo.

La figura 4.21 muestra la forma correcta de uso para esta viguetas, en cuanto la posición y el complemento de bloques de concreto huecos (ver flecha azul) para conformar la losa de entrepiso, estos bloques cumplen la función de aligeramiento, en este ejemplo falta anclar las viguetas entre sí con una viga perimetral, nótese que las viguetas T presentan tres barras de refuerzo en la parte inferior(ver flechas rojas), diferente al caso anterior que solo presentaba dos barras, lo cual quiere decir que la longitud de esta vigueta es mayor.



Figura 4-20 Ver vigueta tipo T
Fuente Grupo INME.



Figura 4-21 Detalle vigueta tipo T
Fuente Grupo INME.

4.11 AUSENCIA DE VIGAS Y/O COLUMNAS.

La ausencia de algún elemento estructural, llámese viga o columna dentro de una estructura que se diseña originalmente como porticada produce efectos contrarios a los de diseño y afecta el sistema de transmisión de cargas de la estructura, en condiciones de un evento sísmico, la respuesta de esta estructura a los esfuerzos que los sismos producen no será óptima y acorde con lo diseñado, pues la descompensación producto de elementos ausentes podrá inducir en la estructura una falla parcial o total de la misma dependiendo de la importancia de estos elementos en la estabilidad total de la edificación; la foto 4.22 ilustra este caso de forma clara, como muestra el recuadro rojo la edificación carece de una viga de amarre en el segundo nivel y todas las columnas están trabajando de forma independiente afectando la rigidez de este muro y de todo el segundo nivel de la edificación, esta patología puede llegar a ser crítica si el elemento ausente pertenece a los niveles inferiores de una vivienda los cuales comprometen la estabilidad de la edificación, el caso observado en la figura 4.22 no es tan crítico en cuanto a la estabilidad total de la estructura pues la viga ausente pertenece al último nivel de la vivienda, y la cubierta es de teja de asbesto-cemento de peso relativo bajo, lo cual reduce su carga versus una losa como cubierta, en el evento supuesto de un sismo fuerte la posible falla de esta estructura no hará colapsar totalmente, es probable que la falla sea parcial y localizada en el segundo nivel, pero igual va a significar un riesgo alto para quienes habitan esta vivienda y para las edificaciones vecinas.



Figura 4-22 Ausencia de viga corona de confinamiento

Fuente. Grupo INME.

La construcción en el municipio de Floridablanca y en general en toda el área metropolitana de Bucaramanga atravesó durante muchos años atrás por una falta de control, todo este tipo de irregularidades que hoy día vemos en la construcción, tuvo su desarrollo en la década de los 70,80 y parte de los 90, gracias hoy día existe una entidad como la Curaduría Municipal y Planeación Municipal, los cuales velan por que estos errores no se repitan y la construcción de vivienda se realiza con un sentido mas de responsabilidad desde el punto de vista estructural y técnica lo cual redundo en beneficios para la sociedad y para el gobierno, so pena de lo anterior aun se siguen cometiendo algunas irregularidades y por la cuales se realiza este trabajo de orientación de nuestros maestros de construcción, quienes en últimas son los que toman las decisiones en muchas de estas pequeñas obras. En Bucaramanga y su área metropolitana por fortuna no se ha presentado un evento sísmico fuerte (temblor o terremoto) de consecuencias impensables para nuestro municipio en los últimos 80 años, favoreciendo y a la vez incentivado la

cultura de la construcción irregular, en palabras textuales dicen como no se ha “caído” nada todo está bien, es la filosofía de algunos maestros de construcción, que siguen repitiendo sus errores n veces basándose en la anterior premisa, la idea de este trabajo es evitar que se siga propagando esa onda de irregularidades y estar mejor preparados ante eventuales eventos sísmicos.

En muchas ocasiones se pueden observar dentro de la zona de estudio edificaciones de dos, tres y hasta cuatro niveles en las que si hay columnas no hay vigas o viceversa, en las que las placas de entrepiso se construyen en su mayoría con elementos prefabricados mal instalados, losas rígidas o aligeradas mal diseñadas, muros de mampostería haciendo veces de muros de carga, en fin un sin número de arbitrariedades estructurales, que en un evento sísmico de magnitud considerable probablemente no soporten en pie.

4.12 ALIGERAMIENTOS PESADOS EN PLACAS.

Las losas aligeradas son un posibilidad de entrepiso en edificios de varios niveles; este elemento se caracteriza porque en ellas se elimina, por medio de casetones o aligeramientos masa del cuerpo de la losa y por tanto peso muerto en ella, ya que los aligeramientos crean vacíos dentro del cuerpo de las losas, que disminuyen el peso y coste de la placa a la vez que optimizan su funcionamiento estructural, lo cual redundando como es lógico en menos inversión de dinero, también disminuye el peso que la placa le transfiere al resto de la estructura, columnas, vigas, muros y cimientos por tanto todos estos elementos estructurales podrán tener menor tamaño hecho que incide de forma directa en el presupuesto general de la obra, el cual se verá favorecido, factor como se menciona anteriormente muy importante en la construcción de vivienda, como aclaración vale la pena acotar que este tipo

de placas no son las más usadas en el área de estudio, sin embargo se encontraron un buen porcentaje.

Una placa o losa de entrepiso se aligera como se menciono antes con casetones, sencillos elementos en forma de cubos alargados y huecos hechos sobre medidas, de madera y fibra sintética, que se instalan dentro de la placa antes de fundirla y que después de este proceso quedan totalmente inmersas en la placa, creando vacíos dentro de ella, lógicamente estos casetones se diseñan previamente de tal forma que el resultado de una placa aligerada no es más que una gran parrilla recubierta por una capa de mortero, con vacíos que fueron generados por los casetones.

Una variación de placa aligerada se presenta como patología de la construcción y tiene que ver con el aligeramiento, ocurre cuando para su aligeramiento no se usan casetones sino ladrillo macizo (temosa), que formados en bloque realizan el mismo trabajo de un casetón pero con la gran diferencia en la masa, pues el peso de estos ladrillos puede estar alrededor de 5 kilos por ladrillo y el aligeramiento ya no lo será, pasara a ser un peso adicional en la placa de considerable magnitud, pero el cual no se tuvo en cuenta en el diseño tanto de la placa como de los demás elementos estructurales conectados a ella, luego cuando esta placa transmita sus esfuerzos a las columnas, vigas o muros que la soportan, existe la posibilidad de que el sobrepeso haga fallar la estructura, como elemento crítico vale la pena aclarar que en muchos casos visto en campo no existen algunos elementos estructurales(vigas, columnas, muros) que transfieren esta carga a los cimientos y estos a su vez a el suelo, como se ve todo el sistema de transmisión de cargas en un edificio es acoplado y diseñado de tal forma que un exceso de carga como la mencionada anteriormente afecta la estructura total y la descompensa para responder a eventos de carácter sísmico.

4.13 EDIFICACIONES CON EMPUJE LATERAL DE TIERRA.

Esta patología se considera común en nuestra zona de estudio e inherente a la fuerte topografía de estos terrenos, se encontró barrios con pendientes muy superiores al 40% donde por fuerza mayor las viviendas presenta esta patología, es decir las viviendas ya sea por los costados o por la parte trasera reciben la fuerza que ejercen estos taludes, que en la gran mayoría de los casos no se tiene en cuenta en el diseño de estas viviendas y lo que es peor no se ven trabajos de protección u obras de estabilización que puedan en determinado momentos proteger las viviendas y a su vez proteger la vida de sus ocupantes.

La diferencia de cota entre edificaciones vecinas se da por las altas pendientes y esa diferencia se traduce en muros de tierra(taludes), que van a generar un empuje sobre los muros laterales o traseros de la vivienda y que se traduce en fuerzas cortantes sobre mis columnas y muros linderos, lo cual afecta como es lógico la estabilidad general de la vivienda, además de las fuerzas horizontales estos muros de tierra me generan en la vivienda problemas de humedad, pues de estos suelos brota agua que los muros absorben, esta humedad permanente en mis muros debilita la mampostería y produce condiciones de vida nocivas en las personas que habitan la vivienda.

La figura 4.23 ilustra el caso, en ella se como la vivienda de la parte inferior (A) recibe en su parte trasera todo el peso que ejerce el muro de tierra (talud) que se encuentra justo tras de ella, si este talud llegara a fallar sepultaría la vivienda (A) y las viviendas de la parte alta (B) fallarían junto con él, esta situación crítica podría producir pérdidas humanas y cuantiosos daños materiales, todo esto se puede llegar a evitar con un muro de contención o con obras de estabilización del talud , y como se observa en la fotografía ninguno de estos dos correctivos se han aplicado y por el contrario el talud está totalmente expuesto a la intemperie (lluvia, vientos) que genera socavación y desgastan el talud, sin contar el efecto de los constantes temblores en nuestra ciudad que le pueden inducir fracturas internas.

La presión permanente que ejercen las fuerzas horizontales generadas por los taludes, ocasionan constantemente fracturas en la mampostería sin que los taludes y muros tengan que fallar, la figura 4.24 ilustra este caso, ya que en ella se ve como en la parte alta del talud pasa una vía la cual produce sobre la vivienda un constante empuje y además vibración cuando sobre la vía circulen vehículos lo que resulta en una mampostería agrietada, y permanente sensación de zozobra respecto de la estabilidad de la casa en los habitantes no solo de esta casa sino de las vecinas que en caso de falla se verían seriamente afectadas.



Figura 4-23 Ver talud detrás de la vivienda.

Fuente. Grupo INME.



Figura 4-24 Ver talud superior a la vivienda.

Fuente. Grupo INME.

En este caso en particular los muros laterales (Figura 4.24) de la vivienda son quienes reciben el empuje del talud y teniendo en cuenta el efecto domino esta vivienda transmite los mismos efectos a su vecino inmediato.

4.14 AUSENCIA DE ALCANTARRILLADO Y MANEJO DE AGUAS LLUVIAS E INVASION DE CAUCES.

El mal manejo de las aguas lluvias y/o negras en una zona de viviendas afecta directamente no solo la salud y la armonía ambiental de las personas de la zona, sino que en el caso de barrios enteros sin este servicio sumado a un terreno en pendiente forman una combinación muy nociva para la estabilidad de los suelos y por ende de las viviendas que tengan asiento sobre estos terrenos, esta patología no es una conducta estructuralmente equivocada desde la óptica meramente sismo-resistente, el error pasa por el efecto de la falta de control y planeación de las autoridades municipales en zonas de la periferia municipal donde se realizan

procesos de auto-construcción de vivienda en estratos bajos en los cuales no se construyen sistemas para el manejo de aguas residuales y/o lluvias, en estos terrenos se permite construir sin planeación alguna en lotes que en muchos casos no son de quien construye, de esta forma se construyen muchos barrios que poco a poco se normalizan en su parte legal, pero que sus obras de infraestructura comunales no se realizan, es normal ver en esta zona barrios con algunas calles no pavimentadas, sin salones comunales sin algunos servicios públicos y lo peor sin alcantarillado y sin manejo de aguas lluvias que son los servicios que nos interesan, y es la ausencia de estos quienes generan condiciones adversas en los cimientos de las viviendas construidas, en la estabilidad de los terrenos, pues las aguas tanto lluvias como negras, al no tener un manejo adecuado empiezan a filtrarse y a erosionar elevando el nivel freático y perjudicando la estabilidad de los suelos y por tanto de las viviendas, aparte del inconveniente técnico que generan las aguas lluvias y negras, se debe agregar el inconveniente social y de salud, el mal aspecto, malos olores y enfermedades que en estos barrios se producen por esta causa. En la figura 4.25 se puede observar como en el barrio los Laureles del nor-orienté del municipio de Floridablanca no se ha canalizado un hilo de agua que corre por sus calles y se advierte como se construyen viviendas casi sobre el mismo cauce de este arroyo, no advirtiendo que este pueda subir su nivel en temporada invernal o que este nivel de agua tan cercano a las viviendas mantiene los suelos cercanos a él con un porcentaje de agua muy alto, se requiere cimentaciones en las viviendas de una profundidad considerable, en busca de suelo firme, obras que no se realizaron y que pueden ser vitales en la estabilidad de las viviendas cercanas al cauce de este pequeño arroyo, una canalización del arroyo sería una solución a este problema.



Figura 4-25 Ver manejo de agua lluvia.

Fuente Grupo INME.

Varios barrios de la zona de estudio no poseen el servicio de alcantarillado y manejo de aguas lluvias, ocasionando que esta agua fluya libremente por todos lados y subiendo el nivel freático del suelo los prejuicios que causa esto en las viviendas son claros pues en un suelo muy húmedo se altera la capacidad de este para soportar todas las viviendas que sobre él se cimienten, suponiendo que los cimientos están bien diseñados, que es poco probable, lo común es que la cimentación se realice a una profundidad no mayor de 1 metro, y ahí es cuando vienen los problemas pues los cimientos no están sobre suelo firme y el exceso de agua puede afectarlos.

Una vivienda mal cimentada es propensa a la falla, como sabemos los cimientos son la parte final de la cadena de transmisión de esfuerzos de la vivienda al suelo y si a esto le agregamos condiciones de suelo adversas por un mal o no existente manejo de aguas, todo crea un escenario crítico para la estabilidad de estas viviendas y se producirán asentamientos diferenciales en la estructura.

Una estructura expuesta permanentemente a la humedad se verá afectada en su estética, pañetes, pinturas, estructuras metálicas, etcétera.

4.15 IRREGULARIDADES GEOMETRICAS

Las irregularidades geométricas en construcciones las hay de dos tipos, en planta o en altura, ambos casos son nocivos para la estabilidad de cualquier estructura, si nos referimos a viviendas normales que es lo que nos compete en este estudio, una vivienda como la que muestra la figura 4.26 en donde se ve un caso de irregularidad geométrica en planta, ya que esta vivienda posee una forma irregular de cuña o triángulo, lo que se conoce como Sistema no Paralelo, las deficiencias estructurales de esta vivienda se pondría de manifiesto en el caso que se produjera en esta zona un evento sísmico que golpeará la vivienda, para dar un ejemplo se supone que este evento sísmico golpea la vivienda en el sentido derecha izquierda como indican las flechas (ver figura 4.26), las cargas de este evento sísmico va a ser repartidas dentro del sistema estructural de las viviendas de manera proporcional a las rigidez, si analizamos el lado más rígido de la vivienda es el que limita con la casa vecina que en la foto se ve detrás de nuestra vivienda de estudio, este lado posee un sistema de tres columnas que comparado con la parte extrema frontal donde solo hay una columna, la rigidez es mayor en el primer caso, si en el mismo momento del sismo se hiciera un sistema de fuerzas con respecto al centro de torsión de la vivienda se notaría que la vivienda tiende a girar en sentido contrario a las manecillas del reloj (ccw) pues el equilibrio estático se rompe en este momento, pero es este mismo quien produce un par de momentos para buscar de nuevo el equilibrio estático de la vivienda, y se produce un par de momentos que en el lado más rígido actúan en sentido plenamente contrario a el del sismo y en el lado menos rígido en el mismo sentido del sismo, los cuales renuevan el equilibrio estático de la vivienda y evitan que esta colapse, situación que si llegara a suceder muy seguramente sucedería por el lado menos rígido, que es la punta del triángulo.



Figura 4-26 Ver forma geométrica de la vivienda.

Fuente Grupo INME.

5 EVALUACION CUALITATIVA DE VIVIENDAS TIPO. LAS CUALES PRESENTAN ALGUNAS PATOLOGIAS.

Después de detectar en terreno las diferentes patologías, sus incidencias en la parte estructural de las viviendas, el posible origen de estas, las diferentes recomendaciones basadas en principios de sismo resistencia para la construcción etcétera, es claro que las incidencias negativas de las patologías en estas edificaciones no se pueden tomar a la ligera ya que sus efectos son considerables y en el peor de los casos pueden llegar hasta hacer fallar las edificaciones, se decide modelar para el estudio una edificación tipo, con el fin de conocer de forma concreta y técnica los alcances negativos de estas patologías, el comportamiento de estas estructuras en caso de un evento sísmico, las incidencias de la topografía y el medio ambiente de la vivienda, los efectos de algunas patologías menores en la estética y presentación de la vivienda lo cual afecta directamente la sensación de bienestar en los residentes, en caso de falla las consecuencias de esta, en fin todas las repercusiones positivas y negativas que pueda tener una edificación construida sin control y sin asesoría técnica.

La edificación objeto de la investigación se tomo pensando en el número de patologías presente en ella y en lo común de sus características estructurales.

5.1 CARACTERISTICAS TECNICAS Y GENERALES DE LA EDIFICACION.

La edificación se encuentra ubicada en el Barrio Caldas de la Comuna Caldas-Reposo, del nor-orient de Floridablanca en la calle 109 con carrera 33a justo sobre una vía peatonal de pendiente aproximada 80% la cual corre transversal a la edificación, ver figura 5.1.



Figura 5-1 Vista general de vivienda a modelar.

Fuente. Archivo personal

Barrio de estrato 2 desarrollado por autoconstrucción aproximadamente en los primeros años de la década de los 70, con presencia aun de un número considerable de casas en adobe, edificación de dos pisos con losas armadas a partir de elementos prefabricados y cubierta pesada del mismo tipo (ver figura 5.1), estructuralmente la vivienda posee tres muros de carga que corren longitudinales a la vivienda, dos en los extremos laterales y uno por el centro del lote, estos muros no están confinados ni son en mampostería reforzada simplemente son de ladrillo cocido tipo temosa puesto en sogá (ver figura 5.2).



Figura 5-2 Muro de carga lateral.

Fuente. Archivo personal.

Los elementos prefabricados que forman las losas son de tipo bovedilla (ver figura 5.3), los muros no estructurales se levantaron con ladrillo H-10, posee elementos de gran peso en su parte alta (una habitación) y un tanque de 500 litros (ver figura 5.4). También sufre el efecto del empuje lateral de tierra presente por la fuerte pendiente del terreno por lo cual también se puede presentar el efecto de columna corta entre edificaciones, hay exceso de claros y ventanales e irregularidad en planta, además presenta un voladizo de 1,15 metros apoyado sobre tres vigas de 25 * 25 cm. (ver figura 5.5) las cuales no están ancladas a la estructura de la vivienda, sino que simplemente son vigas sobre los muros de carga y se mantiene estables por el peso de la mampostería del segundo piso (ver título 4.3).



Figura 5-3 Viguetas prefabricadas tipo bovedilla.
Fuente Archivo personal.



Figura 5-4 Elementos de gran peso en terraza.
Fuente Archivo personal.



Figura 5-5 Vigüeta de apoyo para voladizo.

Fuente Archivo personal.

Otra característica estructural son los muros de mampostería con varios tipos de ladrillo y mala distribución. El nivel freático parece estar muy cerca a los cimientos de la vivienda pues se ven algunos arbustos crecer en sus muros inferiores (ver figura 5.6). Desde el punto de vista estructural este tipo de vivienda es muy común en la zona de investigación y la fuerte pendiente del terreno es común de la topografía del nor.-oriente del municipio.



Figura 5-6 Humedad presente en cimientos.

Fuente Archivo personal.

6. CONCLUSIONES.

1. La construcción de vivienda popular en Bucaramanga y su área metropolitana en los últimos treinta años, presento un vertiginoso crecimiento producto de un éxodo anormal de población hacia las grandes ciudades, como consecuencia de lo anterior se desarrollaron en Bucaramanga y toda su área metropolitana proyectos de vivienda popular muy conocidos y financiados por instituciones gubernamentales como I.C.T. y el INURBE, desafortunadamente este desarrollo, aunque importante no ha tenido la cobertura total para la población más humilde y de estratos bajos, quienes poco a poco han venido poblando las periferias de la ciudad y han generado grandes asentamientos humanos, en donde desafortunadamente el estado colombiano no hizo presencia con entidades estatales que orienten este desarrollo y brinden acompañamiento técnico en la construcción de vivienda popular.
2. Producto de este desarrollo arbitrario se presentan en Floridablanca barrios enteros donde muchos ciudadanos compran un lote para su familia y tienen que recurrir a la autoconstrucción de vivienda, la cual se desarrolla sin muchos argumentos técnicos y estructurales sino simplemente se basa en el conocimiento pragmático de maestros y oficiales de la construcción, producto de esto se desarrollaron barrios completos sin las mínimas condiciones de sismo-resistencia, irregularidades que en este estudio se denominan Patologías de la Construcción de Vivienda Popular, algunas de las cuales de mucho cuidado y que pudiesen afectar directamente la estabilidad de las viviendas, otras no son criticas pero se manifiestan en una vivienda en defectos como grietas, asentamientos diferenciales, daños en la mampostería etcétera pero no afectan de manera directa a la

estructura y su estabilidad. Una salvedad que cabe hacer en este estudio es que todas estas irregularidades presentes en muchas viviendas a lo largo y ancho de Bucaramanga y su área Metropolitana, no han sido puestas en evidencia, pues en nuestra ciudad ya han pasado muchos años tal vez mas de cien, en los que no se presenta un terremoto o un temblor de magnitud considerable lo cual pudiera poner en evidencia muchas fallas técnicas en este documento expuestas.

3. Las Patologías de la Construcción de Vivienda Popular, se pueden dividir en dos grupos, el primero es Patologías Mayores o Críticas y el segundo Patologías Menores. Las Patologías Mayores son aquellas que afectan directamente la capacidad estructural de la vivienda y las cuales en un caso critico pueden llegar a hacer fallar la vivienda de manera parcial o total generando un alto riesgo para quien la habita y para Sus vecinos, mientras que las Patologías Menores inciden en la estructura de la vivienda levemente, su principal efecto se ve en la mampostería de la vivienda paredes, pañetes, ventanas etc., pero estos elementos no son críticos para la estabilidad de la vivienda aunque dentro de ellas y para quienes las habitan se genera una sensación de malestar e inseguridad.
4. Las patologías aquí tratadas no solo hacen referencia a errores presentes en las estructuras de las viviendas, también se generan otras patologías o errores que inciden directamente en la estabilidad de una estructura como lo son los taludes que rodean la vivienda, los sistemas de desagüe o alcantarillado deficientes, usos de suelos empuje lateral de tierras etc. elementos que pueden repercutir directamente en el bienestar de una o varias edificaciones, casos como se este se presentan con mucha frecuencia en nuestra ciudad y en nuestro país

5. La gravedad con la que se puede clasificar una patología se expresa en la medida que esta afecte directamente la rigidez de una edificación, entre mas se afecte la rigidez mayor será el riesgo para la edificación.
6. Una patología que solo produce el colapso parcial de una estructura por ejemplo la caída de un muro, se puede considerar menor, el problema está en que este hecho pueda causar lesiones graves en quienes habitan la vivienda.
7. Muchas viviendas de la zona de estudio presentan no solo una sino varias patologías en ella, lo cual por supuesto las hace de mayor riesgo ante un movimiento sísmico.
8. En dialogo con esta comunidad se noto por parte de la gente un total desconocimiento de medidas de emergencia a tomar en caso de evento sísmico no se conocen zonas seguras, rutas de evacuación no se tiene botiquines y demás elementos muy importantes para afrontar dificultades.

7. BIBLIOGRAFIA

- **Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica** Manual de construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismo Resistente de Viviendas de Mampostería. 1 Edición Editorial Carrera 7 Ltda. Colombia.
- **Calavera J**, Patología de Estructura de Hormigón Armado y Pretensado Tomo I, 2 Edición. ED. INTEMAC. España 1997
- **Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica**. Normas de Diseño y construcción Sismo Resistente 1998.
- www.wikipedia.com.
- **Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica**. Normas de Diseño y construcción Sismo Resistente 2010.