# ESTUDIO PATOLÓGICO DEL EDIFICIO BIENESTAR INSTITUCIONAL DE LA FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

BRAYAN FERNEY HERREÑO PARDO

PAOLA ANDREA SANCHEZ BENAVIDES

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES CIVILES

2015

# ESTUDIO PATOLÓGICO DEL EDIFICIO BIENESTAR INSTITUCIONAL DE LA FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

BRAYAN FERNEY HERREÑO PARDO

PAOLA ANDREA SANCHEZ BENAVIDES

Proyecto de grado para optar al título de tecnólogos en construcciones civiles

Tutor

Ing. Milton Mena Serna

Magister en construcción

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLOGICA

TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES CIVILES

2015

**RESUMEN**

Este proyecto de grado parte en primera instancia de un reconocimiento teórico de los diferentes métodos para la elaboración de un estudio patológico expuestos por diferentes autores, posteriormente un reconocimiento general del edificio afectado (Bienestar institucional, Facultad de Medio ambiente y recursos naturales), este reconocimiento comprende una caracterización de la zona y del micro y macro clima al que se encuentra expuesta la edificación, una inspección visual de las acciones físicas, mecánicas y químicas implícitas, generando una recolección de patologías para liego generar un análisis que ayude a determinar el tipo y nivel de las patologías en el edificio y su manera más adecuada de tratar. Finalmente conforme a lo estipulado por la NSR-10 capitulo A-10 una evaluación de vulnerabilidad sísmica, con la finalidad de generar a mediano plazo una ayuda para la tomar decisiones futuras que pueden ayudar a conservar la vida útil de la estructura y su óptimo funcionamiento dentro de la universidad pensando en términos de rentabilidad, seguridad y funcionalidad.

**PALABRAS CLAVE:** Fisuración, normatividad, patología del concreto, diagnostico, vulnerabilidad sísmica.

**ABSTRACT**

This graduation project at first instance of a theoretical recognition of the different methods for the preparation of a pathological study presented by different authors, then a general recognition of the affected building (institutional Welfare, Faculty of Environment and Natural Resources), this recognition It comprises a characterization of the area and the micro and macro climate that is exposed to the building, a visual inspection of the physical, mechanical and chemical actions implied, creating a collection of conditions for liego generate an analysis to help determine the type and pathologies level in the building and how best to treat. Finally according to the stipulations of the NSR-10 chapter A-10 An evaluation of seismic vulnerability, in order to generate a medium-term support for future decisions that can help preserve the life of the structure and optimum performance within the university thinking in terms of profitability, safety and functionality.

KEYWORDS: Cracking, regulations, specific pathology, diagnosis, seismic vulnerability.

## INTRODUCCIÓN

Pese a que toda estructura de concreto se diseña y se construye con el fin de satisfacer un conjunto de requisitos funcionales, de comportamiento, estabilidad, seguridad y estética, en la satisfacción de dichos requisitos intervienen múltiples factores adicionales como lo son el paso del tiempo y las condiciones de exposición a las que esté sometida (intervención de acciones de tipo mecánico, químico, físico y bilógico) entre otros, es decir que toda estructura posee un tiempo de vida útil finito que en muchos casos puede prolongarse con un adecuado mantenimiento bien sea correctivo o preventivo según sea el caso, en este sentido el estudio patológico juega un papel indispensable como estudio de los procesos y características de los daños o defectos que pueda tener la estructura.

Los daños presenten en estructuras de concreto o enfermedades se manifiestan mediante síntomas que están generalmente representados en fenómenos que son perceptibles en el concreto como cambios de color, hinchamiento, fisuras, perdidas de masa, exposición de agregados, entre otros. Debido a que un número amplio de estos síntomas perceptibles se han manifestado en el edifico Bienestar Institucional, Facultad de Medio Ambiente y Recursos naturales de la Universidad Distrital se puede decir que el edificio atraviesa problemas patológicos serios que pueden generar un riesgo en aspectos de seguridad, funcionalidad y apariencia donde a su vez se involucran aspectos económicos que deben ser evaluados, en el transcurso de este proyecto se pretende generar un análisis que ayude a determinar el tipo y nivel de las patologías en el edificio y su manera más adecuada de tratar apoyados en sustentos teóricos y una evaluación de vulnerabilidad sísmica conforme las especificaciones otorgadas por la Norma DE Sismo Resistencia colombiana NSR10 en específico, capitulo A-10, Este estudio pretende servir como base para toma de decisiones futuras que ayuden a conservar la vida útil de la estructura y su óptimo funcionamiento dentro de la universidad pensando en términos de rentabilidad.

Debido a que toda construcción debe cumplir con ciertos requisitos para su funcionabilidad, muy variables de acuerdo a factores como el tipo de uso que tenga la estructura, con el paso del tiempo se hace imprescindible la implementación de prácticas de mantenimiento

que no solo sirvan para corregir daños o deterioros ya presentes en la edificación sino que además eviten futuras complicaciones o patologías posibles, todo esto con respecto a las condiciones que el edificio requiera para su funcionamiento,

# TABLA DE CONTENIDO


1. ANTECEDENTES ..... 9

***1.1 Justificación*** ..... 9

***1.2 Alcance*** ..... 10

***1.3 Objetivos*** ..... 10

**1.3.1** Objetivo general ..... 10

**1.3.2** Objetivos específicos ..... 10

***1.4 Aspectos conceptuales*** ..... 11

**1.4.1** Amenaza sísmica ..... 11

**1.4.2** Patología del concreto ..... 11

**1.4.3** Diagnóstico ..... 12

***1.5 Normatividad*** ..... 12

**1.5.1** Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente. NSR-10. ..... 12

**1.5.2** Guide for Evaluation of Concrete Structures Prior to Rehabilitation ACI 364 1R-94. 13

**1.5.3** Concrete Repair Guide ACI 546R-96 ..... 13

**1.5.4** Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE y Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS. Guía Técnica para la Inspección Después del Sismo. 14

**1.5.5** Building Code Requirement for Structural Concrete ACI-318-2011. ..... 15

2. INVESTIGACIÓN PRELIMINAR ..... 16

***2.1 Información básica del proyecto*** ..... 17

***2.2 Ubicación del proyecto*** ..... 17

**2.2.1** Consideraciones Bogotá como ubicación geográfica ..... 19

**2.2.2** Consideraciones Localidad Candelaria como ubicación geográfica ..... 21

***2.3 Datos generales del proyecto*** ..... 25

**2.3.1** Datos generales de la construcción ..... 25

**2.3.2** Datos previos sobre los materiales ..... 26

**2.3.3** Uso de la edificación ..... 27

***2.4 Inspecciones realizadas al edificio*** ..... 28

**2.4.1** Inspección visual general ..... 28

**2.4.2** Otras inspecciones ..... 31

3. Investigación profunda .....32
***3.1*** *Adquisición de planos* .....32
***3.2*** *Tipo de lesiones* .....34
***3.3*** *Ensayos recomendados* .....35
4. Evaluaciones de la capacidad estructural. .....37
**4.1** Proceso de evaluación .....37
5. Conclusiones .....51

# 1. ANTECEDENTES

En este capítulo se pretende dar las bases teóricas que fundamentan el estudio patológico realizado en el edificio Bienestar Institucional

## *1.1 Justificación*

En Colombia conforme a su actividad sísmica, se cuenta con la NSR-10 norma que regula la construcción sismo resistente, proporcionando pautas para que la construcción cumpla no solo con los requisitos de funcionalidad y estética para los que se diseñó sino que además se abarquen aspectos de seguridad y estabilidad en los procesos de diseño, construcción y evaluación, en condiciones normales (antes), durante y después de un sismo, conforme a esta norma, en específico capítulos A-2, K-2 se ha determinado que el tipo de uso de la edificación a evaluar es del grupo III *Edificaciones de atención a la comunidad* y su grupo de ocupación i *Grupo de ocupación institucional*, dicho esto la edificación a evaluar cuenta con requisitos altos en su funcionabilidad, seguridad, estabilidad y apariencia.

Conociendo el alto nivel de calidad que demanda un edificio con las características del edificio Bienestar Institucional de la Universidad Distrital y por inspección visual (hallazgo de los múltiples signos de patologías presentes) se ha determinado que el estado de las instalaciones no es el adecuado para las funciones que desempeña, dicha estructura está expuesta a factores de agentes patógenos que promueven el aumento de biorreseptividad , humedad, patinas y corrosión, además se pueden hallar elementos como fisuras, grietas y columnas cortas alrededor de toda la instalación, ello conlleva a que no se satisface ni se asegura un opimo comportamiento, funcionalidad, estabilidad y seguridad de la estructura. La presente investigación se justifica en la importancia de reconocer y recolectar todas las patologías del edifico de Bienestar Institucional y en la realización de una evaluación de vulnerabilidad, para que con estudios futuros se pueda determinar la mejor solución en la conservación del edificio.

Este trabajo pretende realizar una inspección, análisis de estudios y un registro fotográfico para determinar las posibles causas de ciertas patologías que se encuentran en el

edificio Bienestar Institucional, Facultad de Medio Ambiente y Recursos naturales de la Universidad Distrital. La inspección se realiza en la dirección que aparece en catastro como la Carrera 5 Este # 15 - 82, en la localidad de Candelaria, de la ciudad de Bogotá D.C.

## *1.2 Alcance*

Realizar una inspección y un registro fotográfico para determinar las posibles causas de ciertas patologías que se encuentran en el Edificio Bienestar Institucional Facultad de Medio Ambiente y Recursos naturales.

Luego de haber realizado el registro fotográfico se determina realizar una matriz de daños por consiguiente utilizamos el conocimiento teórico práctico dado por el docente.

Determinar la vida útil de la estructura garantizando factores como seguridad, funcionalidad, estética y economía.

## *1.3 Objetivos*

### ***1.3.1*** *Objetivo general*

-Identificar y sistematizar las patologías presentes en el edificio Bienestar institucional para su uso como base teórica en toma de decisiones futuras que afecten en la menor medida posible la condición operacional de éste.

### ***1.3.2*** *Objetivos específicos*

-Realizar ensayos no destructivos que determinen la condición general de la edificación

-Recolectar y sistematizar todas las patologías presentes en el edificio.

- Realizar una evaluación de vulnerabilidad sísmica conforme lo indicado en el capítulo A-10 de la NSR-10.

## *1.4 Aspectos conceptuales*

Antes de profundizar en el estudio y evaluación de las patologías presente en el edificio de Bienestar Institucional de la Universidad Distrital, Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales, es importante tener en cuenta algunos conceptos y definiciones básicas en la realización de un estudio de patología constructiva.

### *1.4.1 Amenaza sísmica*

Probabilidad de ocurrencia de un sismo dentro de determinado lugar y tiempo, un aspecto a tener en cuenta es que toda edificación intervenida o para construcción debe localizarse dentro de una de las zonas de amenaza sísmica que se definen en la sección A.2.3de la NSR-10.

### *1.4.2 Patología del concreto*

Según el diccionario de la Real Academia Española (RAE) la palabra patología hace referencia al estudio de síntomas de una enfermedad, esta palabra procede del griego “pathos” enfermedad, y “logos” estudio. Al trasladar semánticamente el termino patología al campo de acción de la ingeniería civil, se puede observar que hay una gran relación, como el cupo humano se puede enfermar o lesionar también se puede observar como una estructura puede presentar daños , frente a estos síntomas se estudian sus mecanismos, sus causas y sus orígenes para buscar un diagnóstico, en la literatura una definición más próxima se encierra en “estudio sistemático de procesos y características de las enfermedades o los defectos y daños que pueda sufrir el concreto, sus causas, sus consecuencias y sus remedios” (Sanchez De Guzman, 2011).

### *1.4.3 Diagnóstico*

Es el resultado de un estudio previo que determina el grado de afectación y las causas del proceso patológico en relación a su estabilidad, funcionalidad, seguridad y aspecto en la edificación.

## *1.5 Normatividad*

En esta sección se citara el principal referente normativo empleado en el estudio patológico realizado al edificio de Bienestar Institucional, incluyendo una breve reseña de su contenido.

### *1.5.1 Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente. NSR-10.*

El origen de una normativa para la construcción sismo resistente en el territorio de Colombia es muy reciente, fue solo hasta comienzos del año 1984 donde el primer Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes el Decreto Ley 1400 apareció, este decreto aplicó en forma obligatoria durante un poco más de 13 años en el territorio nacional, luego con la aparición de la ley 400 de agosto de 1997 y sus decretos reglamentarios, esta tuvo ciertos ajustes, y se abrió paso el 8 de enero de 1999 al establecimiento de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistentes – NSR-98 por las cuales se fijan los requisitos que deben cumplir las edificaciones nuevas y las edificaciones existentes que son intervenidas estructuralmente por diversos factores como cambio de uso. (Diaz, 2014)

Actualmente y por expedición del Decreto 926 del 2010 el reglamento colombiano que hoy rige la construcción sismo resistente es la NSR-10 (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente).

La presente actualización de la norma sismo resistente tiene como principal objetivo preservar la vida en caso de sismo, como efecto de esto se pretende preservar la construcción o garantizarle ciertas condiciones físicas y mecánicas dependiendo de la magnitud del sismo. En

la norma se contemplan principalmente observaciones en cuanto a diseño y construcción en sus títulos de requisitos generales, cargas, concreto estructural, mampostería estructural, casas de uno y dos pisos, estructura metálica, estructura en madera y guadua, estudio geotécnico, supervisión técnica, requisitos de protección contra incendios y edificaciones, requisitos complementarios. En este caso para la realización del estudio patológico y su respectiva evaluación de vulnerabilidad se hizo uso del capítulo A-10 el cual establece los requisitos y procedimientos que se deben seguir para la evaluación de vulnerabilidad sísmica, adición, modificación o remodelación de elementos estructurales en edificaciones construidas antes de entrar en vigencia la versión actual de la Norma Sismo Resistente.

### ***1.5.2*** *Guide for Evaluation of Concrete Structures Prior to Rehabilitation ACI 364 1R-94.*

En esta guía se describen ciertos procedimientos adecuados de los que se puede hacer uso para una correcta evaluación de las estructuras en concreto antes de ser intervenidas (reparadas) y así poderse crear un diagnóstico para una posible rehabilitación.

Este trabajo de evaluación comprendido por la (ACI-364.1, 1994) , se realiza principalmente para determinar si es viable el cambio de uso para una estructura, ampliación o cambio de apariencia, para determinar la adecuación estructural, también para evaluar los problemas estructurales que resultan de cargas inusuales o condiciones de exposición, diseño o prácticas de construcción inadecuadas.

### ***1.5.3*** *Concrete Repair Guide ACI 546R-96*

Esta guía de reparación de concreto tiene por objeto proporcionar recomendaciones para la adecuada selección de materiales y métodos para la reparación además de su aplicación, tiene por objeto también proporcionar pautas para la protección y el fortalecimiento de las estructuras

de concreto. Lo suministrado en esta guía es aplicable a la reparación de daños o adaptación de una estructura para nuevos usos que no estén contemplados por el diseño que tenga la estructura. Además, establece la metodología para la reparación, donde lo importante es entender las causas principales o de fondo de los problemas que presenta el concreto para realizar evaluaciones y reparaciones exitosas (ACI-546R, 1996).

### ***1.5.4*** *Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE y Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS. Guía Técnica para la Inspección Después del Sismo.*

La Guía Técnica para la inspección Después del Sismo formulada por la AIS (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica) especifica los aspectos que intervienen en la vulnerabilidad en una edificación, como lo son la geometría de la estructura, aspectos constructivos y aspectos estructurales. La AIS presenta una guía que da línea técnica para que el inspector en campo diligencie el formato único, teniendo en cuenta las siguientes categorías:

Identificación de la edificación Estado de la edificación Daños en los elementos arquitectónicos Descripción estructural, desglosada en sistemas estructurales y en los tipos de entrepiso. Daños en los elementos estructurales Recomendaciones La calificación se asignará dependiendo de lo que el evaluador observe que predomina en la edificación, pues siempre será posible encontrar elementos con diferentes niveles de daño en diferentes pisos. El Procedimiento de inspección requiere de la Identificación de la edificación y el levantamiento del daño para lo cual observa los daños en los elementos arquitectónicos, la descripción estructural, desglosada en sistemas estructurales y en los tipos de entrepiso, los daños en los elementos estructurales. Los criterios de evaluación que establece la AIS para valorar el daño y clasificar la habitabilidad en la edificación se basa en la metodología propuesta por el ATC-13 (Applied Technology Council, 1985), que tiene como variables relaciones demanda contra capacidad en términos de rigidez, resistencia y disipación de energía. (Diaz, 2014)

### ***1.5.5*** *Building Code Requirement for Structural Concrete ACI-318-2011.*

En el Código (ACI-318, 2011) los conceptos contenidos hacen referencia al diseño y materiales en las edificaciones de concreto. Específicamente, da línea técnica para la inspección de materiales, requisitos de durabilidad, calidad del concreto, mezclado y colación, encofrados, tuberías embebidas, juntas de construcción, detalles de refuerzo, resistencia y capacidad de servicio, cargas de flexión y axial, cortante y torsión, desarrollo y empalmes de refuerzo, sistemas de losa, muros, zapatas, concreto prefabricado; compuestos miembros flexionados, de hormigón pretensado, conchas y miembros cruzados placa; evaluación de la resistencia de las estructuras existentes, la disposición para el diseño sísmico (ACI-318, 2011).

La calidad y el ensayo de los materiales usados en las edificaciones de concreto estructural están cubiertos por referencia a las especificaciones de la ASTM estándar apropiadas. La soldadura de refuerzo está cubierto por referencia a la apropiada American Welding Society (AWS) estándar. Sin embargo, establece requisitos para la evaluación y aceptación del concreto con procedimientos en campo para realizar pruebas en el concreto fresco, preparar especímenes requeridos para curado bajo condiciones de campo y exige preparar muestras necesarias para el ensayo en el laboratorio (ACI-318, 2011).

## 2. INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

Como en la naturaleza los seres vivos, el concreto y las estructuras pueden sufrir daños, enfermedades o defectos que afectan su estructura y su comportamiento, estos daños al igual que en los organismos y como se mostrara más adelante por el modelo de procesos propuesto por Fernández Cánovas y adaptado a la patología del concreto por Diego Sánchez de Guzmán y Asocreto, pueden identificarse a través de una serie de síntomas que pueden hacerse notorios en fenómenos propios del concreto como lo son las manchas, los cambios de color, los hinchamientos, entre otros. Luego de presentarse varios síntomas o uno solo de vital importancia es oportuno realizar un estudio al enfermo (una investigación de la estructura) para de esta forma llegar a un diagnostico

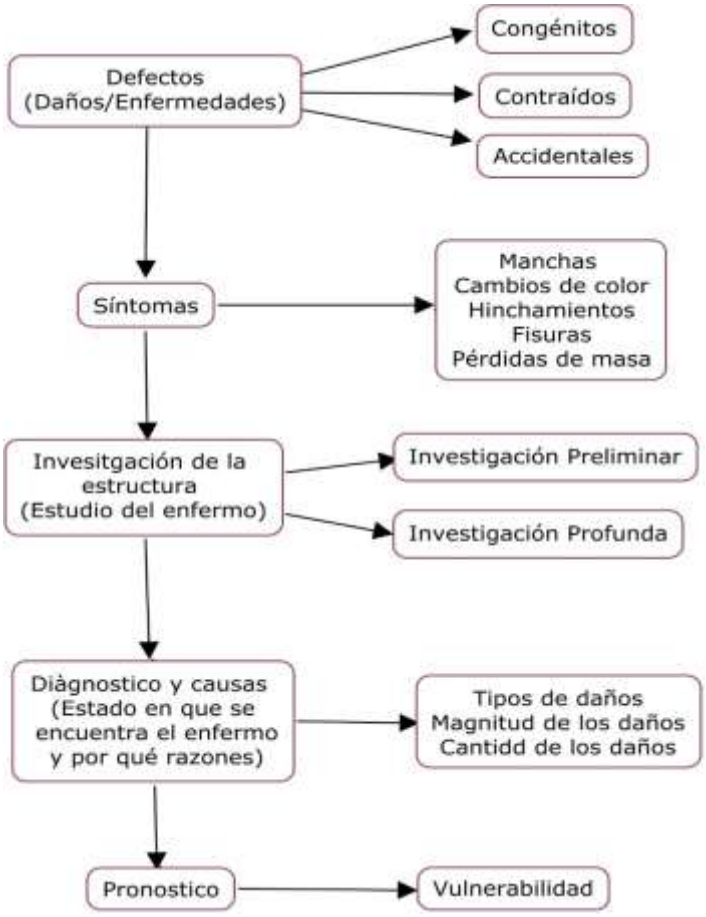



*Figura 1. Modelo secuencial de los procesos que sigue la patología del concreto según la segunda edición de Durabilidad y Patología del concreto (Sánchez de Guzmán, 2004)*

En consecuencia un estudio patológico debe seguir un proceso sistemático y ordenado que lleve a recolectar la mayor cantidad posible de información de la construcción, información que sea pertinente para llegar a un diagnostico lo más acertado posible, debido a esto es de gran importancia que el estudio patológico de una estructura incluya una investigación preliminar que abarque un conocimiento previo del edificio. Antecedentes como la ubicación geográfica, el macro y microclima, condiciones actuales, cronología de daños entre otros son los componentes principales de una investigación preliminar.

## ***2.1*** *Información básica del proyecto*

Levantamiento preliminar

*Nombre del paciente:* Edificio Bienestar Institucional FAMARENA, U.D
*Propietario:* Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
*Dirección:* Carrera 5 Este # 15 - 82.
*Localización:* Localidad la Candelaria, Distrito Capital, Colombia.
*Uso:* Edificio Público (Universidad)

## ***2.2*** *Ubicación del proyecto*

Colombia es un país que presenta un nivel de actividad sísmica considerable, sismos constantes como en el territorio de La Mesa de los Santos en el departamento de Santander (se registran en promedio 20 en un solo día) (El Tiempo, 2015), y terremotos de gran magnitud como el ocurrido en el eje cafetero en 1999, hacen necesaria la reglamentación de una norma para la construcción de edificaciones con niveles de seguridad apropiados a esta característica, teniendo en cuenta que en dichos casos la mayoría de daños y pérdidas están relacionadas con problemas con construcciones deficientes. Conforme a esto existe el Reglamento de Construcción Sismo Resistente NSR-10 para Colombia y la localización del edificio de Bienestar

Institucional dentro del territorio nacional hace obligatorio el cumplimiento de esta en su intervención.

Ya está claro que Colombia es un país con una actividad sísmica importante, pero esta actividad no es uniforme a nivel nacional, varía dependiendo de las condiciones geomorfológicas de cada región, como por ejemplo no se puede hablar de igual condición de vulnerabilidad sísmica para una edificación con idénticas características, dimensiones, calidad de material y mano de obra ubicada en Leticia y otra ubicada en Popayán, estas edificaciones se encuentran ubicadas en "micro-zonas" de actividad sísmica diferente. Un aspecto importante de la ubicación de la edificación destacado en la norma es la microzonificación de amenaza sísmica.

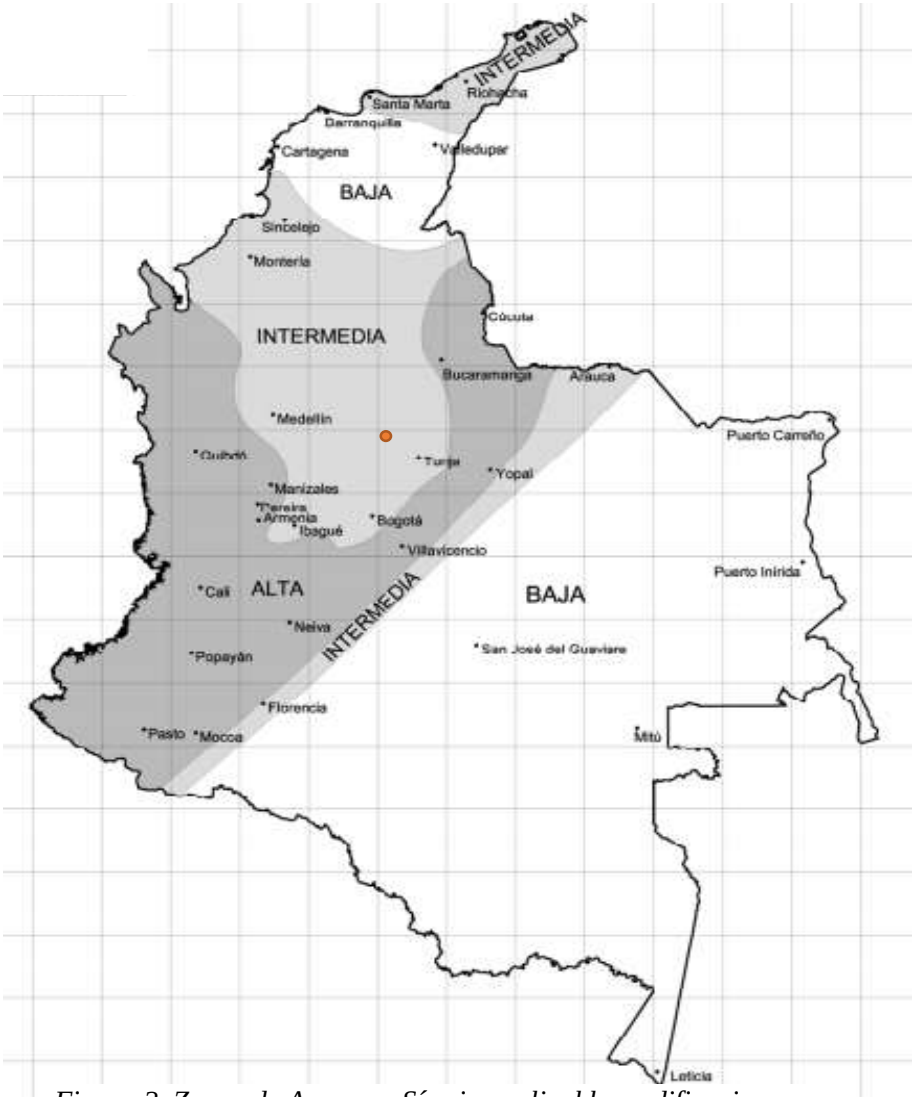



*Figura 2 Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de Aa y Av*

### ***2.2.1*** *Consideraciones Bogotá como ubicación geográfica*

El edificio de Bienestar Institucional se encuentra ubicado en la ciudad de Bogotá, y Bogotá como se ve en el mapa proporcionado por la NSR-10 cuenta con una amenaza sísmica intermedia, este aspecto es importante en la construcción debido a que se establecen diferentes condiciones cuantitativas en el diseño lo que es más que lógico debido a que aquellos requisitos que pueden ser suficientes para una edificación en una zona de amenaza sísmica baja pueden significar una carencia importante o quedarse cortos para un edificio cuya amenaza sísmica sea mayor. Un edificio construido en Quibdó o Popayán debe ser diseñado de forma diferente a uno con idénticas características, dimensiones, tipo de suelo, materiales y mano de obra en Yopal o el Amazonas.

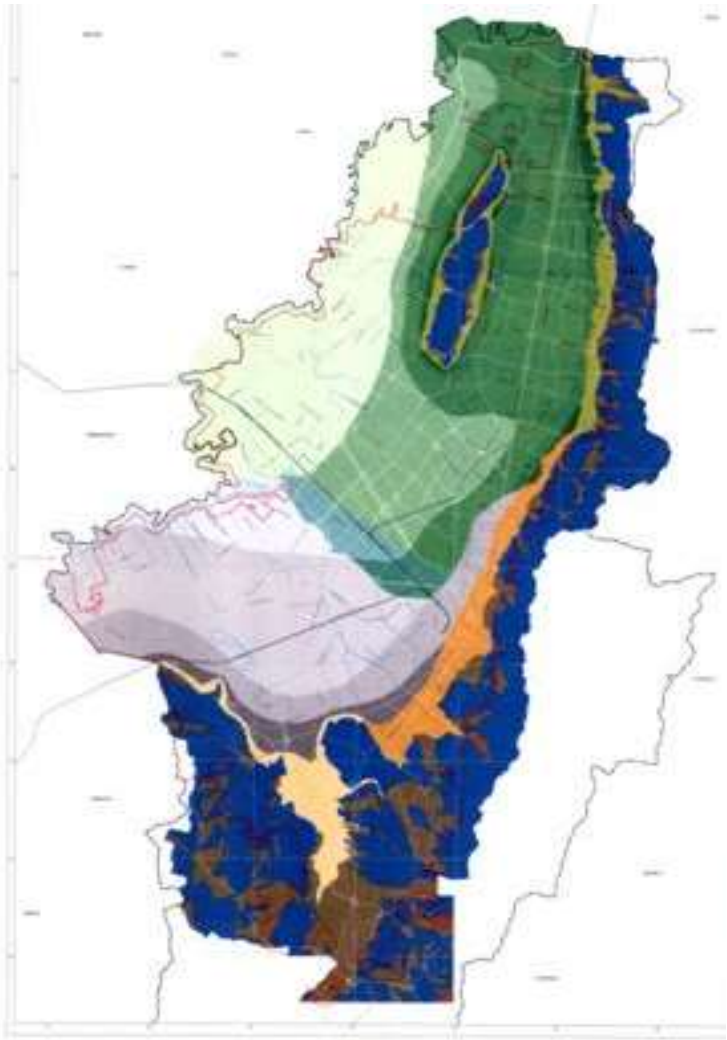


*Figura 3 Zonas de respuesta sísmica, Bogotá (Secretaria Distrital de Planeación)*

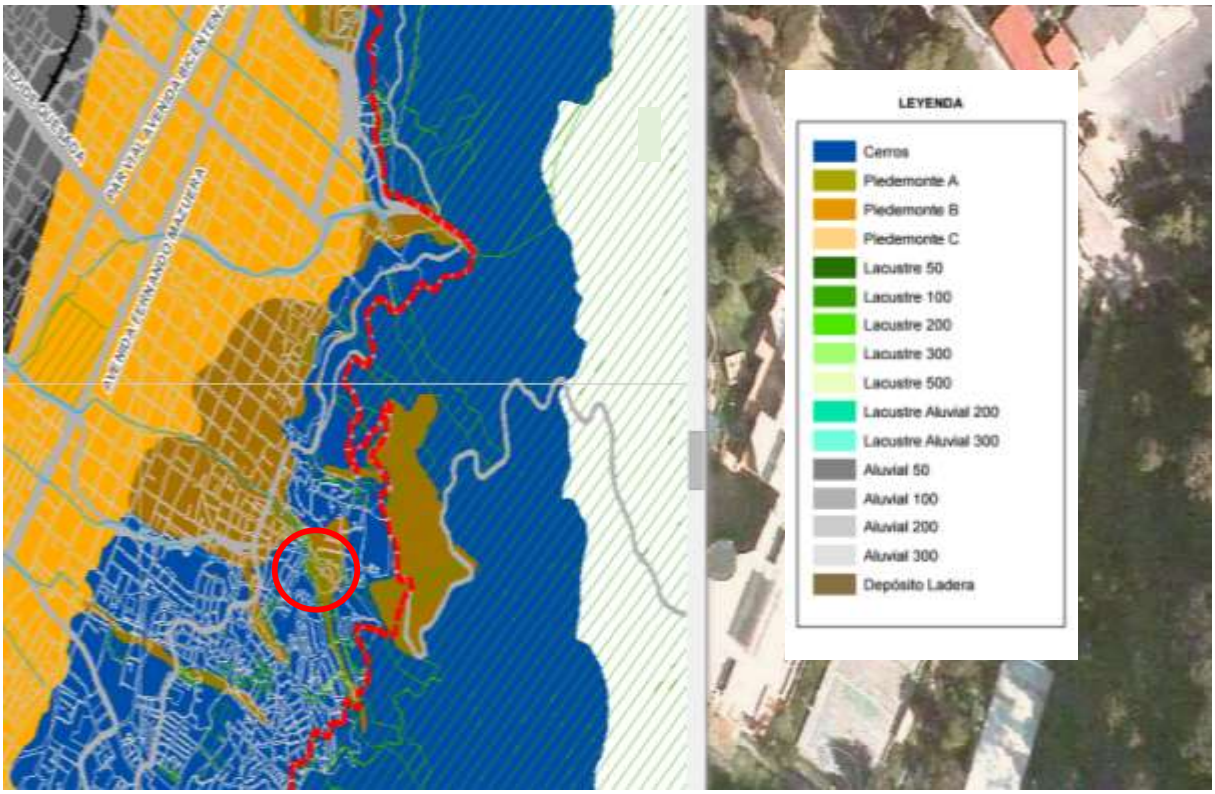



*Figura 4 A cercamiento Zonas de respuesta sísmica, Bogotá (Secretaria Distrital de Planeación)*

Otras características que interfieren bastante en las propiedades de la estructura y de sus materiales que se derivan de la ubicación geográfica son la temperatura y la humedad relativa. Debido a sus condiciones geográficas Bogotá representa un relieve plano hacia el norte, que corresponde a la sabana de Bogotá y una zona montañosa al sur, este territorio comprende los ríos Bogotá, Tunjuelo, Chisacá, Sumapaz. La temperatura promedio de Bogotá fluctúa entre los 4° y los 4°C, por estar situada en el piso térmico frio. Las lluvias alcanzan un promedio anual de 2500mm. (Rengifo, Suárez, & Marti, 2004)

Ahora, en un estudio más personalizado gracias a la funcionaria Julia Esperanza Pardo del Grupo de Agrometeorología y Subdirección de Meteorología del IDEAM obtuvimos un cuadro de datos promedio en algunos sectores bogotanos y aledaños a la capital, que nos permite saber la humedad relativa y la temperatura aproximada para el Distrito Capital y según sus estimados de la zona con una temperatura promedio de 11|C y una humedad relativa de 95%.

| ESTACIÓN | TEMPERATURA °C | ELEVACIÓN msnm | HUMEDAD RELATIVA % | LONGITUD | LATITUD |
|---|---|---|---|---|---|
| Apto El Dorado | 13,7 | 2547 | 80 | -74,1506667 | 4,7055833 |
| Apto Guaymaral | 13,4 | 2560 | 78 | -74,0833333 | 4,8166667 |
| C.Univ.Agrop-Udca | 13,9 | 2570 | 90 | -74,0497222 | 4,7986389 |
| Eldorado Didactica | 14,0 | 2546 | 79 | -74,1500000 | 4,7000000 |
| Esc Col Ingenieria | 14,1 | 2650 | 80 | -74,0455556 | 4,7883333 |
| Jardin Botanico | 15,1 | 2552 | 84 | -74,1026667 | 4,6693333 |
| Taques Los | 9,2 | 3150 | 94 | -74,1909444 | 4,1966667 |
| Univ Nacional | 14,9 | 2556 | 78 | -74,0890833 | 4,6380833 |
| Vegas Las Hda | 13,6 | 2543 | 85 | -74,1514194 | 4,6616667 |
| Venado Oro Vivero | 13,0 | 2725 | 81 | -74,0615556 | 4,5983611 |

*Tabla 1 Humedad relativa y temperatura, Bogotá Cundinamarca (IDEAM)*

### ***2.2.2*** *Consideraciones Localidad Candelaria como ubicación geográfica*

Según el mapa *Zonas de respuesta sísmica* suministrado por la Secretaria Distrital de Planeación, el terreno sobre el cual se encuentra ubicada la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales de La Universidad Distrital donde se encuentra el edificio de Bienestar Institucional afectado es un terreno de cerros, depósitos y pie de monte principalmente, lo que según se explica por el Decreto 523 de 2010 (Por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C.) es un terreno competente de buena y media capacidad portante. Pero todas estas son especificaciones muy generales y superficiales que sirven para determinar zonas de respuesta sísmica a nivel distrital pero que como se verá más adelante en el capítulo de investigación profunda, para un estudio patológico en el cual se determine de importancia realizar un estudio de suelos para identificar el origen de diversas anomalías o daños será importante realizar varios sondeos en el terreno en observación, estos pueden incluir laboratorios petrográficos, registro fotográfico, perfil estratigráfico, caracterizaciones de material y/o todo lo que el ingeniero patólogo considere adecuado para realizar de la manera más completa y efectiva el respectivo estudio patológico al edificio afectado.

| Geotecnia | Geología | Geomorfología | Composición principal | Comportamiento geotécnico general | Descripción |
|---|---|---|---|---|---|
| **Cerros A** | Roca de arenisca | Formaciones de Areniscas | Cerros de alta pendiente | Areniscas duras | Rocas competentes y resistentes a la meteorización, eventuales problemas de estabilidad de taludes en excavaciones a cielo abierto, principalmente cuando estén fracturadas o con intercalaciones de arcillolitas blandas |
| **Cerros B** | Roca de arcillolita | Formaciones de Arcillolitas | Cerros de moderada a alta pendiente | Arcillolitas blandas | Rocas de moderada competencia y susceptibles a la meteorización, problemas de estabilidad de taludes en excavaciones a cielo abierto |
| **Piedemonte A** | Suelo coluvial y aluvial norte | Coluviones y Complejo de Conos Aluviales | Piedemonte | Gravas arcillo arenosas compactas | Suelos de alta capacidad portante pero pueden presentar problemas de inestabilidad en excavaciones abiertas |
| **Piedemonte B** | Suelo coluvial y aluvial centro | | | Gravas areno arcillosas compactas | |
| **Piedemonte C** | Suelo coluvial y aluvial sur | | | Gravas areno arcillosas compactas | |
| **Depósitos** | Suelo de ladera | Depósitos de Ladera | Cerros | Gravas areno arcillosas compactas | Suelos de mediana capacidad portante susceptibles a problemas de estabilidad de taludes |

*Tabla 2 Descripción de las zonas geotécnicas de Bogotá- Decreto 523 de 2010*

Pese a que conocer el nivel de amenaza sísmica de Bogotá puede contextualizar al lector mejor a cerca de las condiciones del edificio, es importante decir que en Bogotá tampoco se cuenta con condiciones uniformes para cada una de sus Localidades, Barrios o UPZ, además de la variación de la amenaza sísmica se pueden ver otras características del terreno que dependen de su ubicación como lo son la amenaza por inundación y la amenaza por remoción en masa

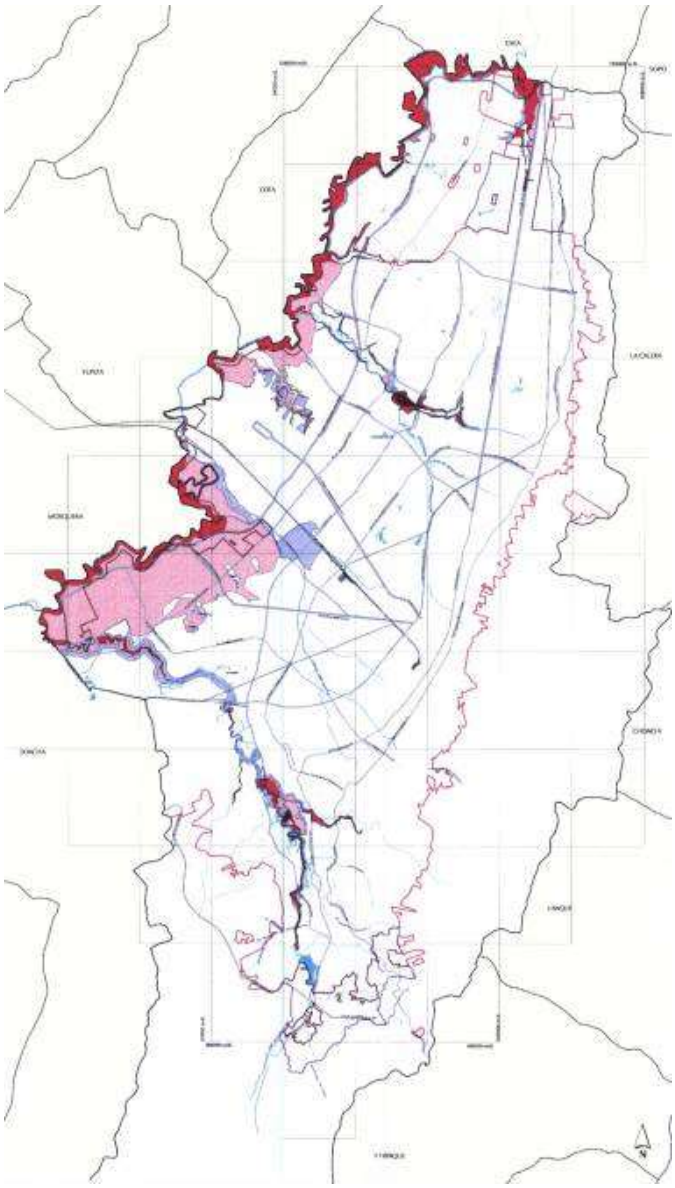


*Figura 5Mapa amenaza por inundación, Bogotá (Instituto de estudios urbanos)*

El edificio de Bienestar Institucional FAMARENA UD, se encuentra ubicado en la ciudad de Bogotá, Colombia en la Carrera 5 Este # 15 - 82.Localidad la Candelaria. Este territorio pese a no contar con amenaza por inundación por obvias razones, si posee un nivel de amenaza por remoción en masa importante

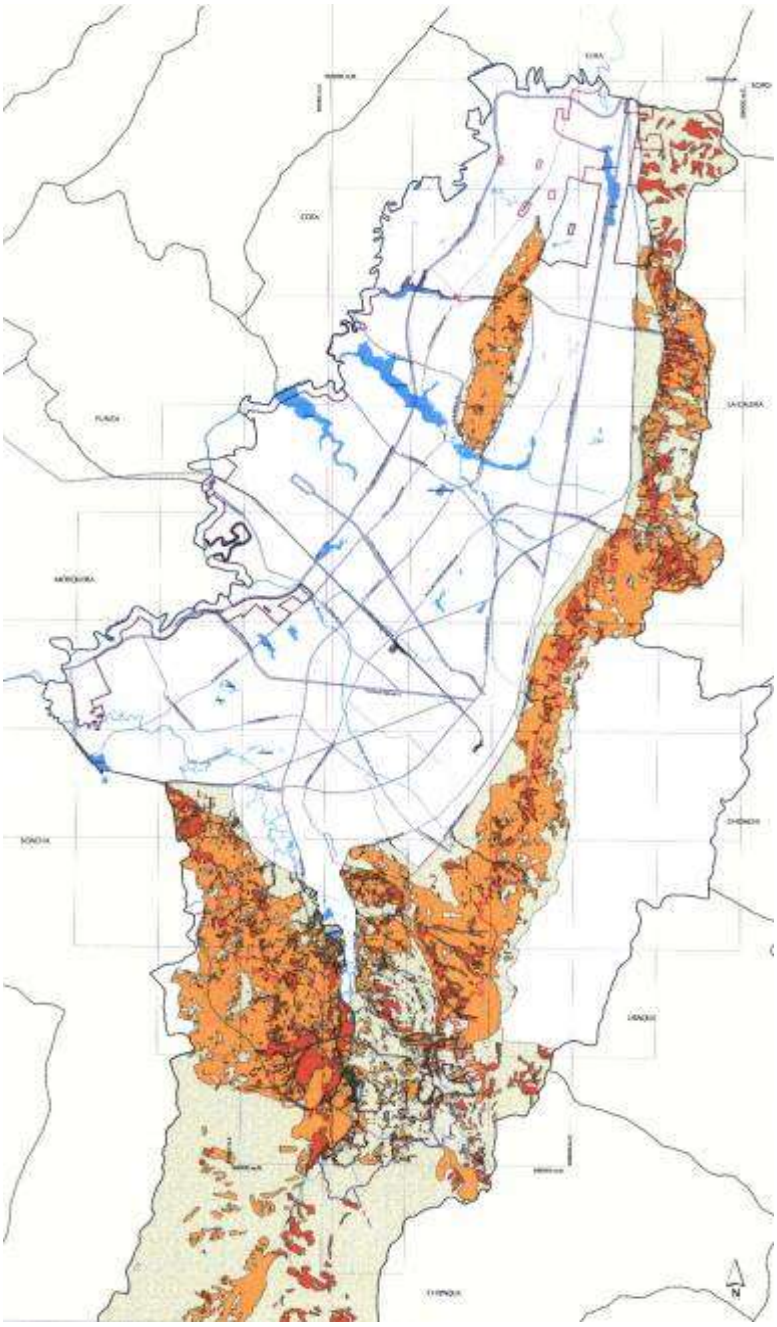


*Figura 6Mapa amenaza por remoción en masa, Bogotá (Instituto de estudios urbanos)*

Según el Documento Técnico de la Revisión del POT año 2011, una de las localidades con mayor afectación residencial y comercial por efectos de remoción en masa en Bogotá es Candelaria, factor que puede evidenciarse en el mapa donde las zonas en amarillo y rojo son zonas que cuentan con un nivel de amenaza por remoción en masa medio y alto respectivamente, en el caso de la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales como se muestra en la figura, la amenaza por remoción en masa es de nivel medio y sus zonas aledañas de nivel alto.



*Figura 7Amenaza por remoción en masa, Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climatico - IDIGER*

## *2.3 Datos generales del proyecto*

### *2.3.1 Datos generales de la construcción*

| DATOS GENERALES DE LA CONSTRUCCIÓN | |
|---|---|
| **PROPIETARIO:** | Universidad Distrital Francisco José de Caldas |
| **USO ACTUAL:** | Edificio público (Universidad) |
| **USO PREVISTO:** | Edificio público (Universidad) |
| **CON VOLADIZOS Y BALCONES** | No |
| **FECHA DE CONSTRUCCIÓN:** | 1998 |
| **IMPORTANCIA (Edif. Histórico, edif. Público, teatro, etc.).** | Edificio público (Universidad) |
| **NORMATIVA (Técnica, Urbana, etc.). Aplicada según la fecha de construcción.** | Ley 400 de 1997 |

Tabla 3 Datos generales

Pese a que la historia de la universidad Distrital y en especial la de la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales no cuenta con registros abiertos al público y es poco divulgada por parte de sus directivas se pudo hacer un estimado de la fecha de construcción del edificio gracias a la colaboración de varios trabajadores de la facultad y registros de la contraloría distrital se encontró que esta edificación posee una edad aproximada de 17 años.

### *2.3.2 Datos previos sobre los materiales*

| **MATERIAL CONSTRUCTIVO PREDOMINANTE (Visible ó supuesto) - (concreto, madera, acero, arcilla)-** | |
|---|---|
| **CUBIERTA:** | Plástica |
| **VIGAS, COLUMNAS Y LOSAS:** | Concreto reforzado |
| **TUBERÍAS SANITARIAS SUBTERRÁNEAS** | PVC |
| **FACHADA:** | Arcilla (mampuesto-ladrillo común) |
| **MUROS INTERNOS:** | Arcilla (mampuesto-ladrillo común) |
| **CIMENTACIÓN:** | zapata corrida |
| **TRANSFORMACIONES ANTERIORES (Visibles ó supuestas)** | |
| **TIPO DE TRANSFORMACIÓN:** | Adición de muro no estructural segundo piso |
| **FECHA DE REALIZACIÓN:** | 2010 |

*Tabla 4Material constructivo predominante*

Los materiales en la patología juegan un papel determinante debido a que además de influir en el peso de la estructura y por lo tanto en su vulnerabilidad ante un sismo, su condición puede afectar en algunos casos toda la estructura, si en alguno se presenta algún tipo de lesión o daño, ésta podría poner en riesgo las condiciones óptimas de servicio de toda la construcción como por ejemplo el mal estado de la canaleta que sirve como sistema de tratamiento de aguas lluvias que

no solo afecta la estética sino que además deteriora el concreto usado en los elementos estructurales.

En cuanto a los antecedentes de materiales nuevos o transformados dentro de la construccion, durante el transcurso del año 2010 se realizó una intervención sobre la segunda planta de la estructura en la cual se le adiciono peso por medio de un muro hecho en drywall, este peso entre a formas

### ***2.3.3*** *Uso de la edificación*

En cuanto a su uso este edificio pertenece a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas desde el momento de su construcción hasta la fecha y está destinado a prestar servicios de psicología, enfermería, medicina, odontología y dirección de bienestar institucional, a estudiantes de diferentes carreras como tecnología en topografía, saneamiento ambiental, administración ambiental, ingeniería ambiental e ingeniería forestal entre otras, carreras pioneras a nivel Latinoamérica.

El uso de esta edificación según la NSR-10, inciso A.2.5.1, pertenece al Grupo III — Edificaciones de atención a la comunidad, a su vez y dentro de este se encuentra en el subgrupo (d) Guarderías, escuelas, colegios, universidades y otros centros de enseñanza,



*Figura 8 Division fisica de la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales*

## *2.4 Inspecciones realizadas al edificio*

### *2.4.1 Inspección visual general*

La inspección visual permitió detectar, identificar y aislar las lesiones presentes en la edificación de acuerdo a las diferentes acciones a las que se encuentra expuesta



*Figura 9 Grietas en antepechos*



*Figura 10Biorreceptividad en relleno de cimentación y parte posterior de la estructura*




*Figura 11Patinas por polución en el lado posterior del muro*





*Figura 12 Inclinación de toda la estructura*



*Figura 14 Oquedades ene enlucido*



*Figura 13 Discontinuidad en columna*

### *2.4.2 Otras inspecciones*

#### *2.4.2.1 Inspección realizada el 19 de agosto del año 2013*

El día 19 de Agosto del año 2013, 4 funcionarios de la universidad realizaron una inspección visual en el primer y segundo nivel del edificio encontrando en éste fallas a 45 grados en los muros de fachada, grietas que cuentan con varios años de antigüedad según lo visto por funcionarios del edificio; se encontraron arreglos incompletos realizados en el transcurso del año 2010 que cubrían únicamente la adecuación de pisos y cielo raso además de una capa de pintura sobre los daños sin intervención en elementos estructurales, se reportó también que el edificio cuenta con una inclinación hacia el lado de ladera que ha estado durante varios años como muchos de las fallas encontradas, se informó además de la estabilización de talud hecha con gavión en la parte posterior del edificio y la canalización de agua con una cuneta con profundidad inferior a los 5cm.

#### *2.4.2.2 Actualización sobre el estado del Edificio Bienestar Institucional, 2 de septiembre del año 2013*

El día 2 de septiembre del año 2013 se envía el oficio Actualización sobre el estado del Edificio Bienestar Institucional Facultad de medio ambiente y recursos naturales a los jefes de las áreas de bienestar y división de recursos físicos de la universidad, el cual contenía un diagnostico producto de la visita realizada, allí la oficina asesora de planeación y control sugiere realizar un estudio de conveniencia y oportunidad para intervenir el edificio de forma urgente teniendo en cuenta la construcción de un muro de contención al costado occidental del edificio para que puedan ser absorbidas las fuerzas laterales que se producen en el suelo por la edificación, canalización de aguas lluvias en el contorno del edificio para evitar que el suelo continúe sobresaturado, demolición y construcción de muros de fachada incluyendo en esto anclaje de elementos estructurales y dilataciones, tratamiento de humedad subterránea para evitar daño en pisos y muros de primer nivel, dilatación de elementos de diferente material o diferente condición estructural para evitar que se presenten grietas futuras, construcción de sistemas de carga en cubierta

## 3. Investigación profunda

### *3.1* *Adquisición de planos*

Contar con planos al momento de realiza un estudio patológico es de vital importancia, ya que por una parte y hablando de planos puramente arquitectónicos estos pueden servir para la representación gráfica de los daños y su ubicación para un mejor tratamiento, y por otra parte los planos estructurales son de vital importancia debido a que proporcionan gran cantidad de los datos que se necesitan para realizar un análisis de vulnerabilidad sísmica.

El sistema estructural de la edificación es un sistema de pórticos, el cual presenta una estructura en concreto, una cubierta liviana con cerchas metálicas, se puede ver que hay intervenciones de carácter antrópico sobre la estructura para tratar de solventar las grietas a cuarenta y cinco grados en gran parte de la estructura. Además de ello se pudo constatar que la edificación no cuenta con ningún tipo de diseños arquitectónicos, ni estructurales, por lo cual se opta a realizar un levantamiento de la construcción.

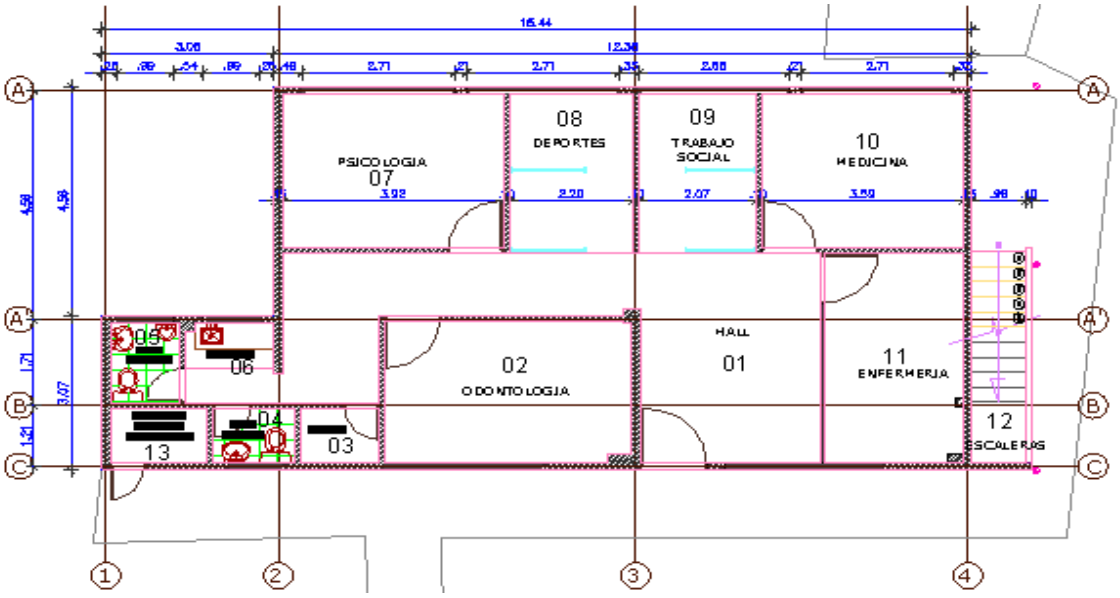



*Figura 15 Levantamiento estructural del edificio Bienestar institucional*

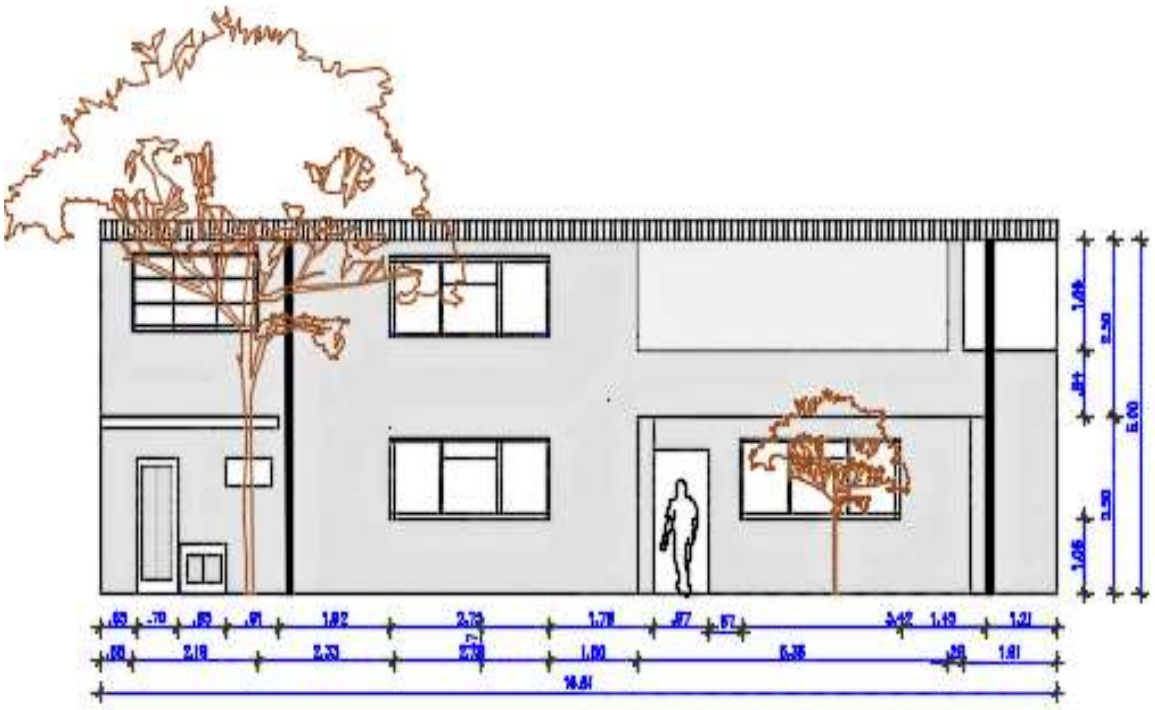


*Figura 16 Muestra de plano de fachada*

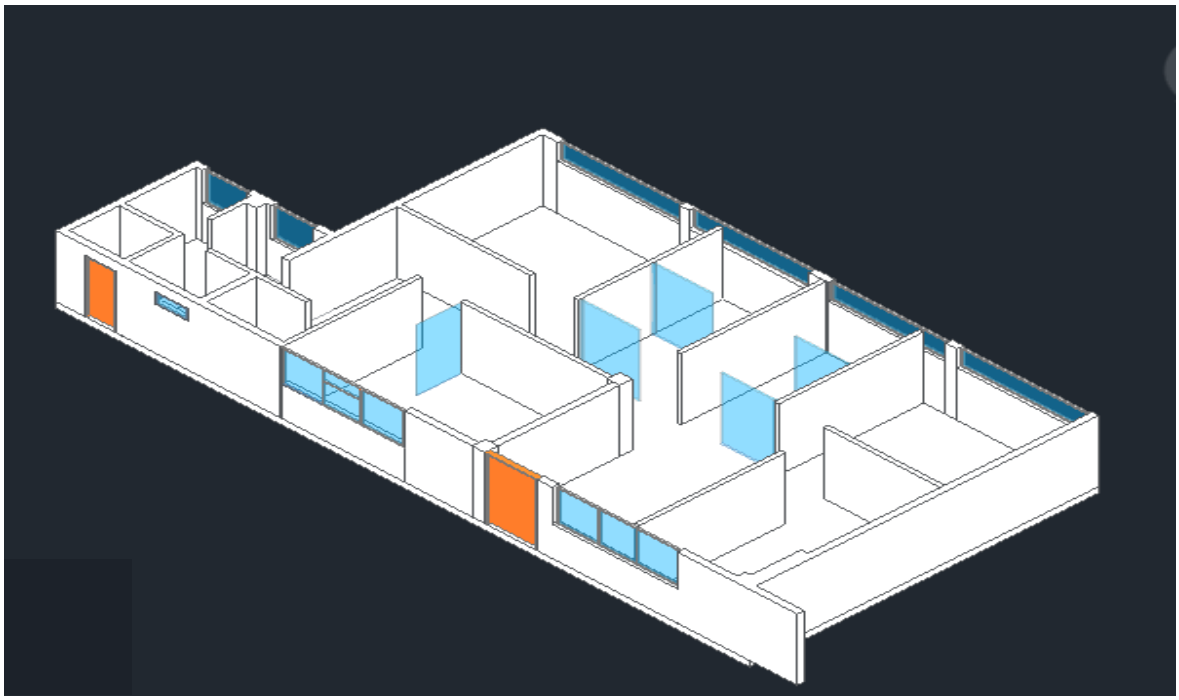


*Figura 17 Modelamiento 3D AutoCAD - Primera planta del edificio*

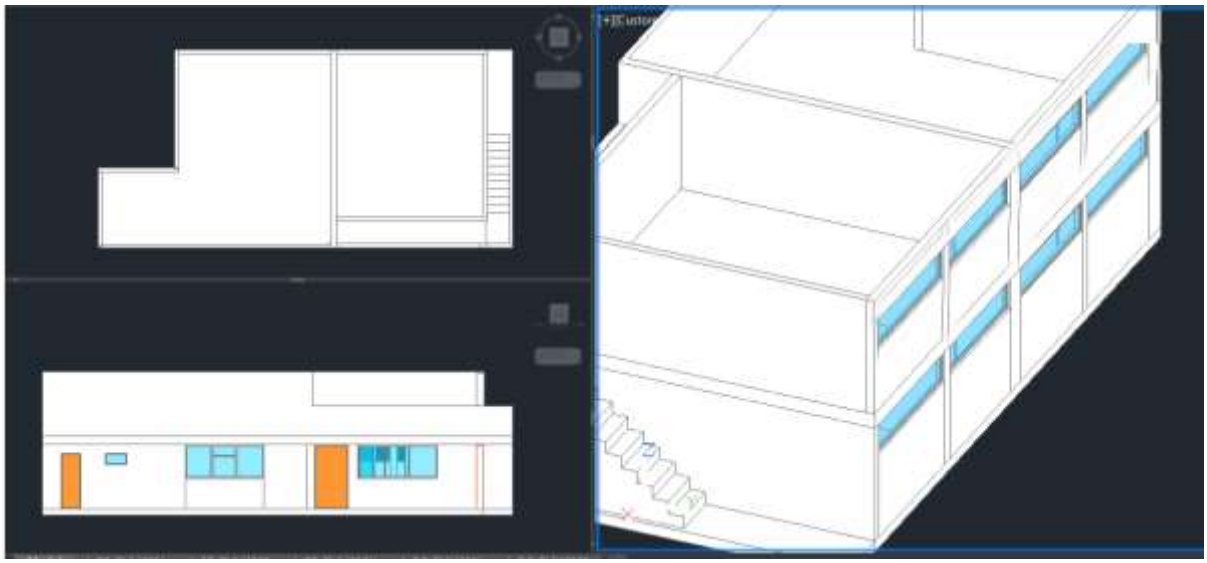


*Figura 18Vista trasera, de planta segundo piso y de fachada*

### ***3.2*** *Tipo de lesiones*

La inspección visual ayudo a detectar  e identificar el tipo de patologías presentes en la edificación como se evidencia en la siguiente tabla.

| Lesiones | |
|---|---|
| Tipo de Lesiones | |
| Físicas | Humedad |
| | Polución |
| | Erosión |
| | Manchas |
| Mecánicas | Deformaciones |
| | Columna corta |
| | Fisuras- Grietas |
| Químicas | Eflorescencias |
| Biológicas | Biorreseptividad |

*Tabla 5 Lesiones en la estructura*

Permitiendo sistematizar en matrices de daño las diferentes patologías, siendo quizás las fisuras el factor más constante tanto en elementos estructurales como en los no estructurales, a este caso se suma el hecho que la zona cuenta con una humedad relativa mayor al 75%, lo genera mayor preocupación debido a que en teoría la vida útil de la estructura se acorta, este porcentaje tan alto de humedad es propicio para generar biorreseptividad alrededor de la estructura, además de poder interactuar con las figuras o grietas lo que generaría posible corrosión en la armadura.

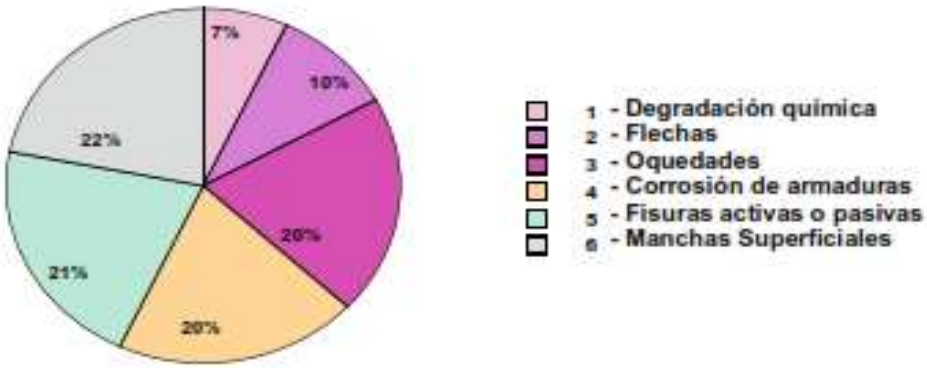



*Figura 19 Manifestaciones patológicas más usuales en estructuras de hormigón (Helene & Pereia, 2003)*

### ***3.3*** *Ensayos recomendados*

Al comienzo del proyecto *Estudio Patológico del edificio Bienestar Institucional*, el objetivo primordial era realizar un estudio patológico exhaustivo que comprendiera estudios petrográficos, de detección de refuerzos, de resistencia a la compresión del concreto, entre otros pero debido a la larga y sin embargo infructuosa gestión de recursos, y al silencio por parte del propietario del edificio, la solución que se plantea es hacer la recomendación de los ensayos que pueden ser útiles para un estudio patológico más detallado y minucioso, además de estudios que son de vital importancia debido a que involucra aspectos sumamente deteriorados del edificio

- Debido al carácter de las grietas y fisuras presentes en casi toda la estructura y la inclinación general de esta hacia la zona de ladera, se recomienda a la oficina de recursos físicos realizar de forma inmediata un estudio de suelos para verificar el tipo de suelo sobre el cual está la edificación y su debida capacidad portante.

- Detección de esfuerzo con equipo Ferroscan, este laboratorio es importante para tener un conocimiento más amplio a cerca de la disposición de los refuerzos en las vigas y columnas que hacen parte del sistema estructural de la construcción, tener este conocimiento hace que la evaluación de vulnerabilidad sísmica sea mucho más confiable.

## 4. Evaluaciones de la capacidad estructural.

La modelación del comportamiento de la estructura se fundamentos en el uso del software SAP 2000, El método de análisis utilizado fue Fuerza horizontal equivalente, considerando la estructura en 3D con un diafragma rígido en ambos niveles, se modelaron las columnas y vigas como elementos tipos Frame. Con un sistema empotrado en la base.

### **4.1** Proceso de evaluación

En esta etapa se desarrolla la ejecución de un nuevo modelo ya sea utilizando una plantilla base o iniciando un modelo desde cero , se definen las unidades en que se trabajara, las propiedades de los materiales, las secciones de diseño , las combinaciones de carga, la asignación de capas, en esta etapa se configura las opciones de análisis.

- Paso 1

Se califica el estado del sistema estructural en términos de vulnerabilidad (seguridad, funcionalidad, estética), de acuerdo con el capítulo A. 10.2.2.1, la calidad del diseño y la construcción), se establece según el estado de las lesiones y su gravedad, que afectan la funcionalidad de la estructura; se puede clasificar en bueno, regular o malo. Como resultado de la matriz de daños (anexo 1), se puede dar como MALO el estado actual de la estructura.

- Paso 2

Se genera una malla de trabajo acorde a la estructura que se desea analizar donde se editan las alturas y número de pisos, esto se hace haciendo clic derecho dos veces, si se desea insertar o eliminar alguno de estos factores, aparecerá en la pantalla un rcuerdro como se muestra:

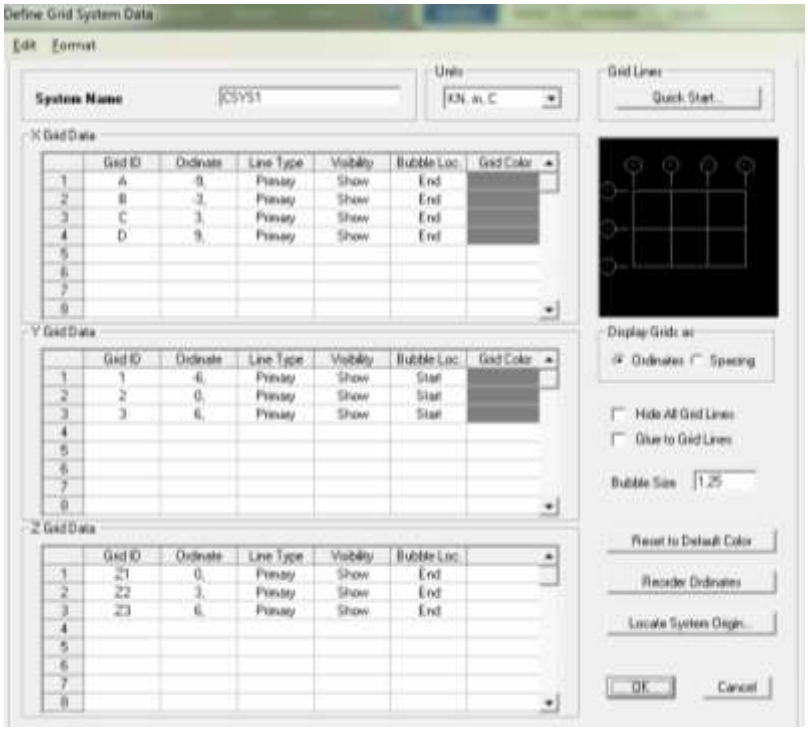



*Tabla 6 Modificación de las dimensiones de la estructura.*

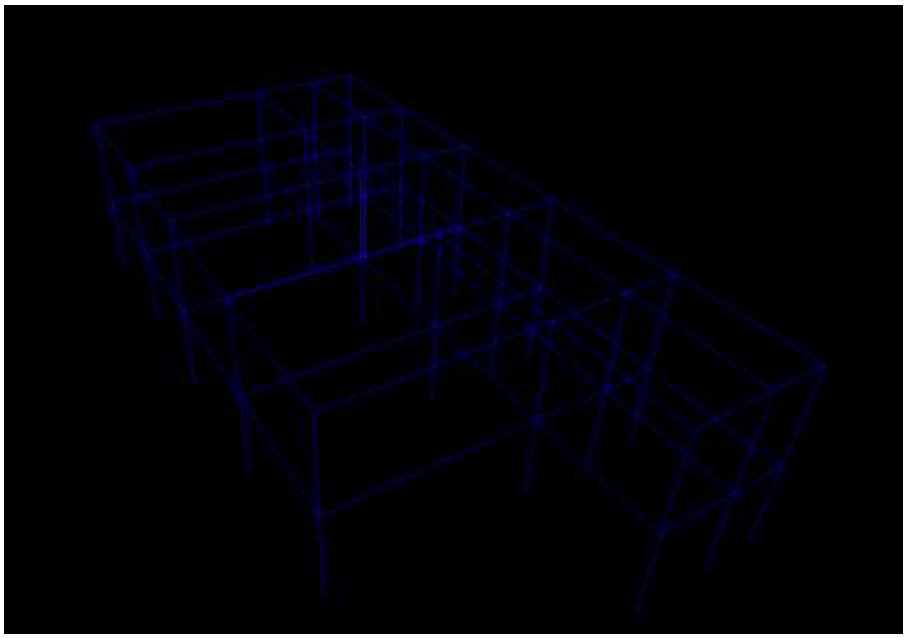


*Figura 20Malla básica de trabajo.*

- Paso 3

Se procede a definir las propiedades de los materiales que se usaran en el modelo, dando clic en menú "*Define",* y luego en la opción "*MaterialProperty"*, allí se delegara el siguiente recuadro

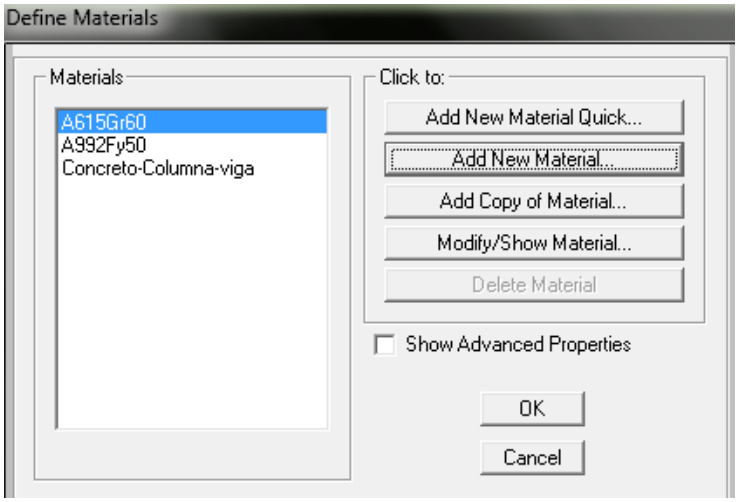



*Figura 21Cuadro de dialogo para definición de materiales*

Se da clic en *"Add New Material"* y posteriormente a esto aparece otro recuadro en el cual se definen las características mecánicas de los materiales

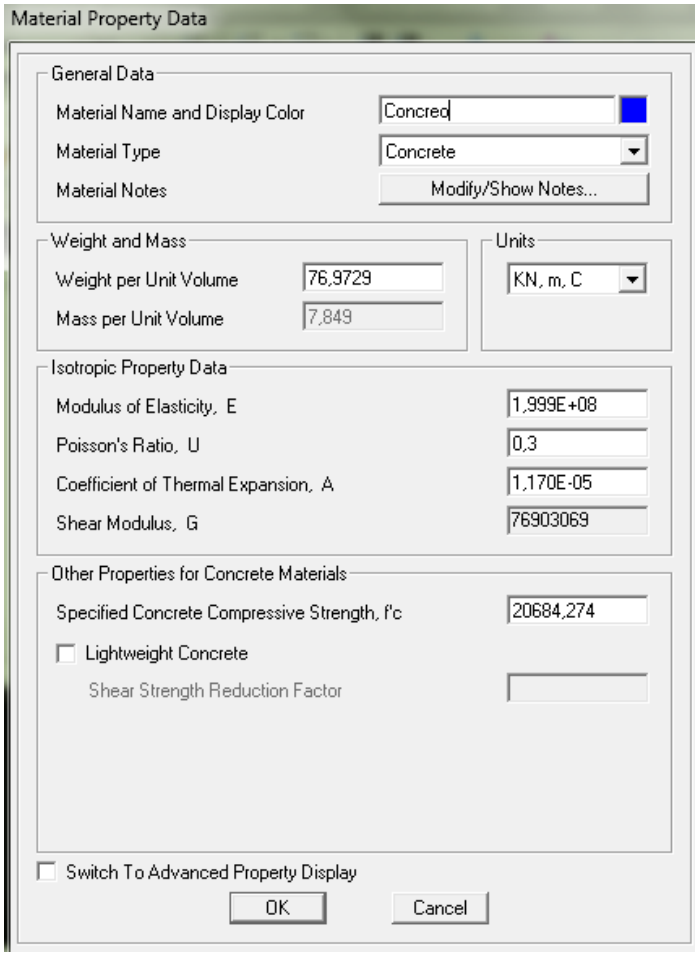



*Figura 22Propiedades de los materiales.*

- Paso 4

Para definir las secciones que interactúan en la edificación se hará clic en *"Define"*, luego aparecerá una opción llamada *"Frame section"* aparecerá el cuadro a continuación

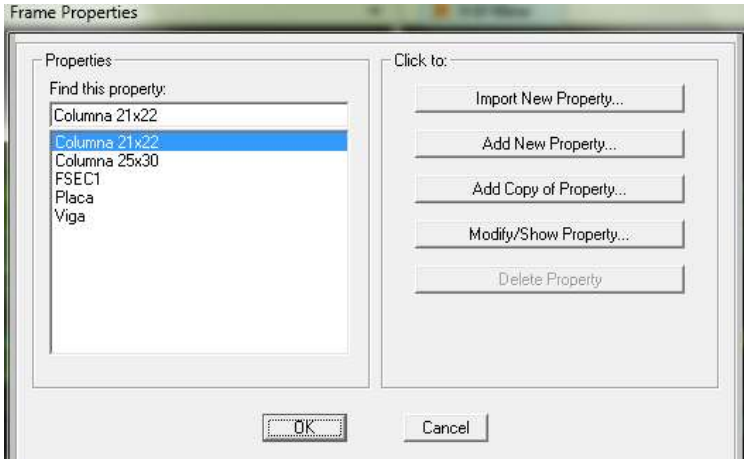



*Figura 23Agregar sección al diseño.*

Donde se definen las propiedades se la selección ya sean vigas, columnas, placa, viga u otro elemento, en la opción *"add new propety"*.

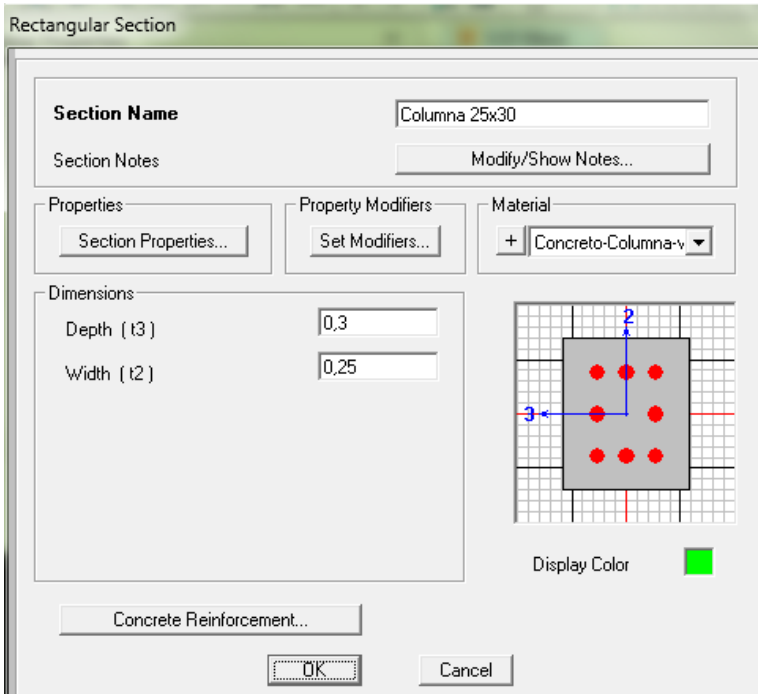



*Figura 24Definición de propiedades de una columna*

- Paso 5

Luego se pasa a definir las secciones de losa y cubierta se da clic en el menú *"define"*, elegir "*área sections"* allí aparecerá un cuadro de dialogo como lo muestra la figura siguiente,

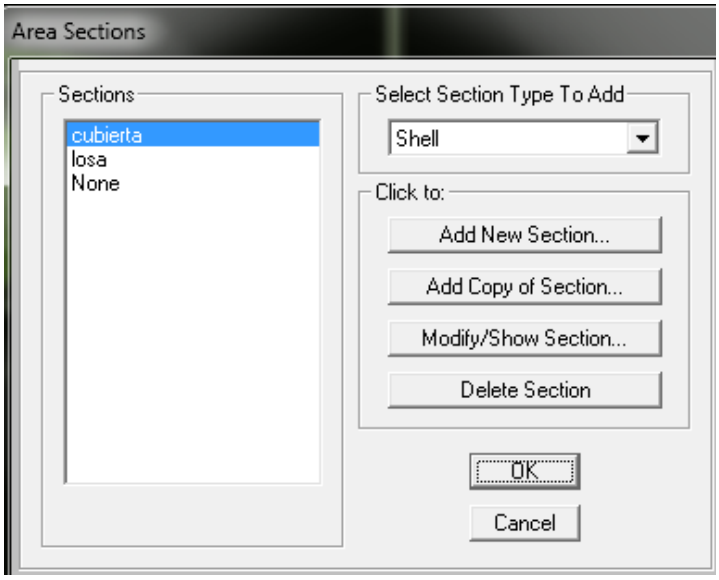



*Figura 25Agregar una sección*

se da clic en *"add New Section"* se agrega una nueva losa, la cual será de tipo *"Membrane"*, allí con los *frames* ya establecidos se configura las propiedades de la losa.

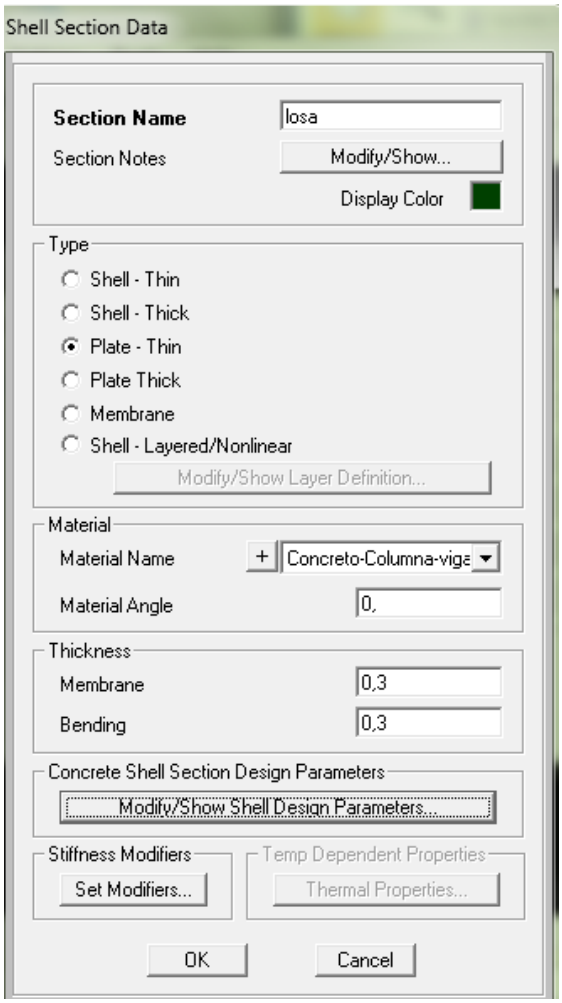



*Figura 26Definición de sección de la losa*

- Paso 6

Para configurar todo esto en la malla ya establecida, se hará clic en el menú *"Draw"*, luego aparecerá un recuadro en el cual podemos seleccionar los objetos con características similares ejemplo, Columnas de 20x25, Columnas de 22x26, Vigas, etc.

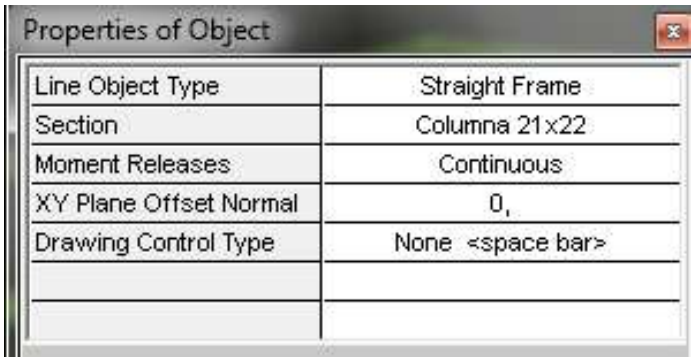



*Figura 27Asignación de Propiedades a los elementos de la malla*

- Paso 7

Se dibuja las losa y la cubierta del modelo estas se pueden añadir dando clic en el menú *"Draw",* "Draw *Poly Area"* donde aparece un cuadro de dialogo, donde indicara el Shell seleccionado y los nodos a los cuales se quiere aplicar.

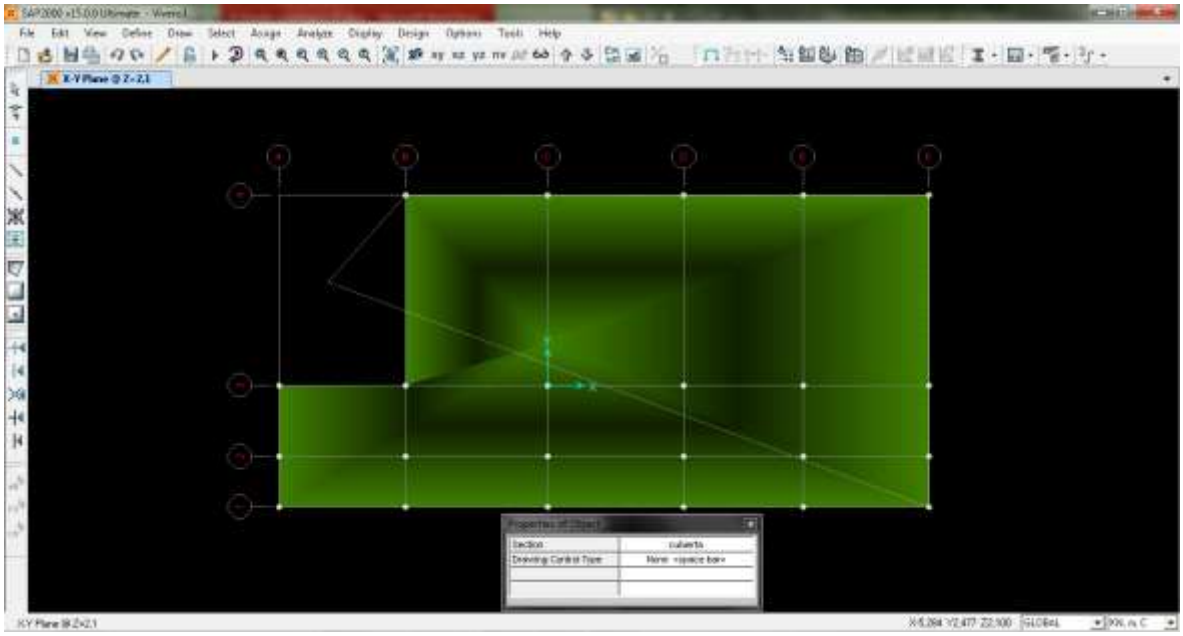


*Figura 28Pantalla Principal del modelo, con losa dibujada.*

- Paso 8

Se debe asignar el tipo de apoyos que tendrá el edificio, se seleccionan los puntos en los cuales se hara esta configuración y luego se da clic en menú *"Asing"*, *"restraints"*.

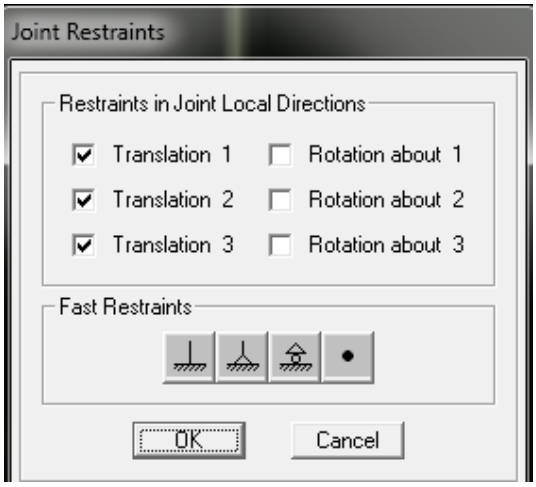



*Figura 29Asignación de tipo de apoyo*

- Paso 9

Se debe elegir el tipo de comportamiento de la lisa, es decir si se comporta como un diafragma rígido o semi rígido, este se asignada seleccionando el entrepiso del nivel, dando clic en *"Assing",* opción *"Joint"* y luego *"constraints"*.

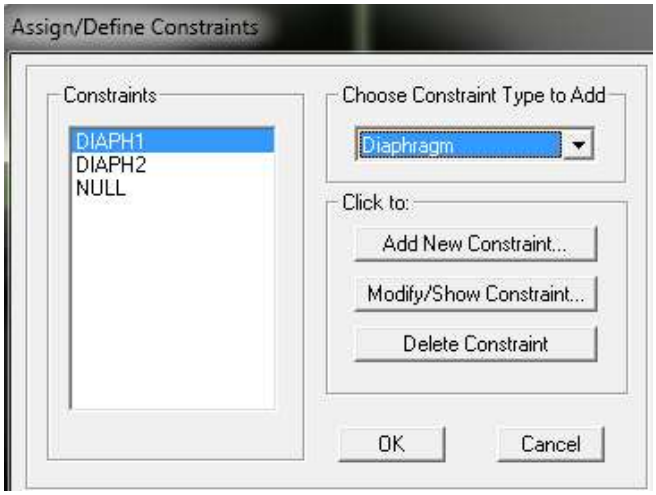



*Figura 30 Asignación de diafragma entrepiso.*

- Paso 10

Se determina el tipo de cargas que actúan en la estructura de acuerdo a los requisitos del capítulo A.10.3.2 y el Titulo B de la NSR-10. Lo que permite obtener calcular el índice de sobreesfuerzo.

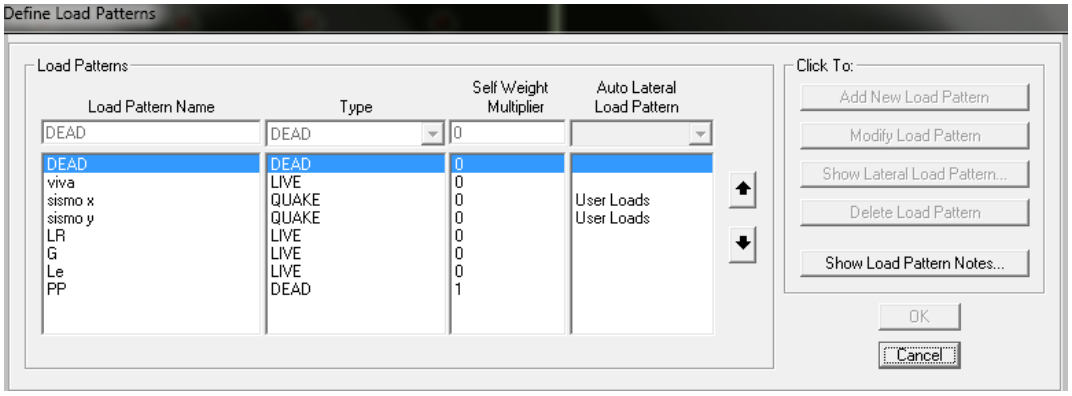



*Figura 31Tipos de carga*

*Tabla 17. Tipos de carga*

Los casos de carga que se usaran en el modelo son: Carga muerta, Carga viva, Cargas de sismo, Carga de Viento, Graniso.

- Paso 11

Se generan diferentes tipos de solicitaciones equivalentes de acuerdo a los requisitos del Capitulo B.2 de la NSR 10, así como la selección de las combinaciones de diseño, cada una de ellas recibe una etiqueta diferente:

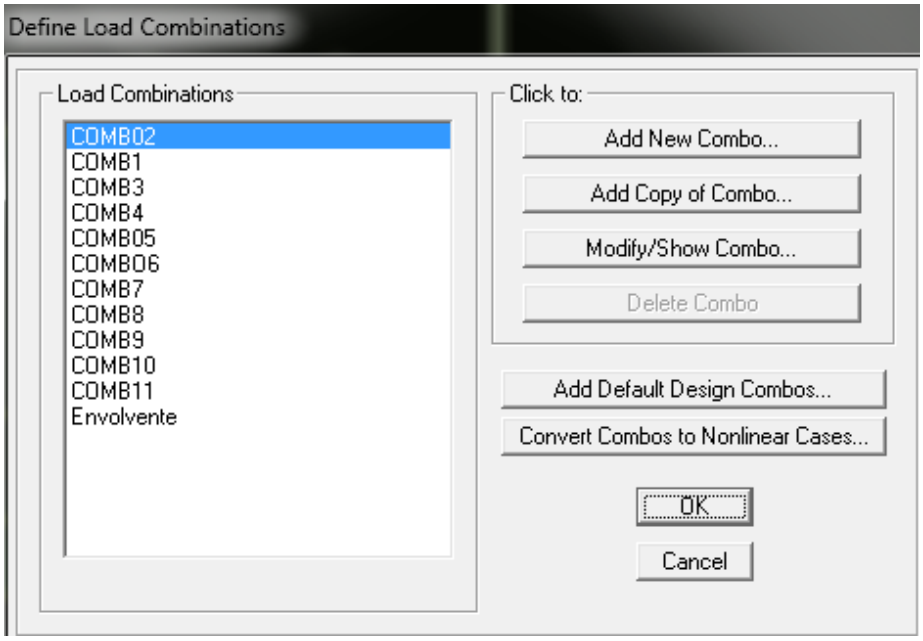



*Tabla 7Tipos de combinaciones de cargas*

Por último se crea una etiqueta llamada "Envolvente" en ella se encuentra la sumatoria de todas las combinaciones creadas. Para luego asignarla al diseño previamente establecido en el software y generar una simulación del comportamiento de la estructura.

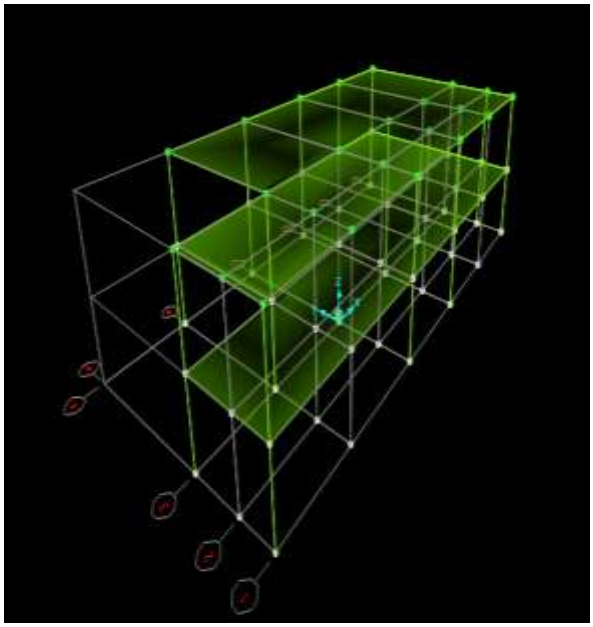


*Figura 32Asignación de características al modelo estructural*

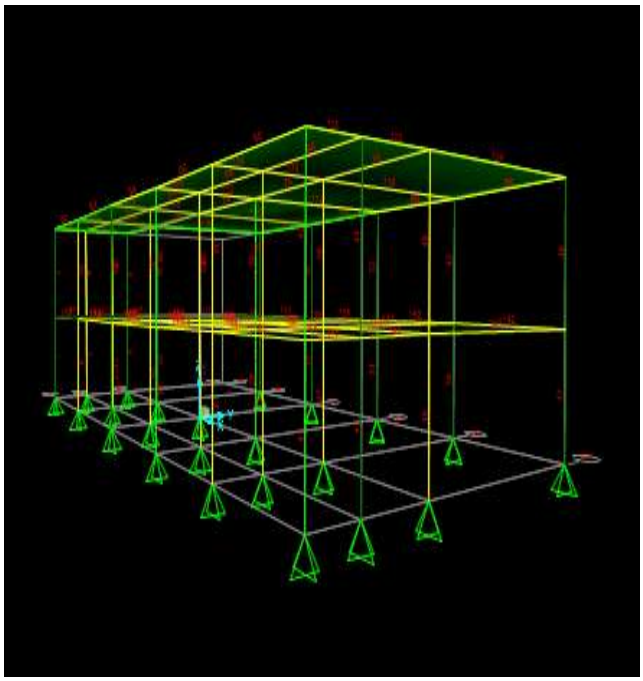


*Figura 33 Vista 3d del diseño con sus respectivos nodos*

Luego de cargar *los Frames, Load Cases, Load Combination* y demás componentes, se puede obtener un diseño similar a la Figura anterior.

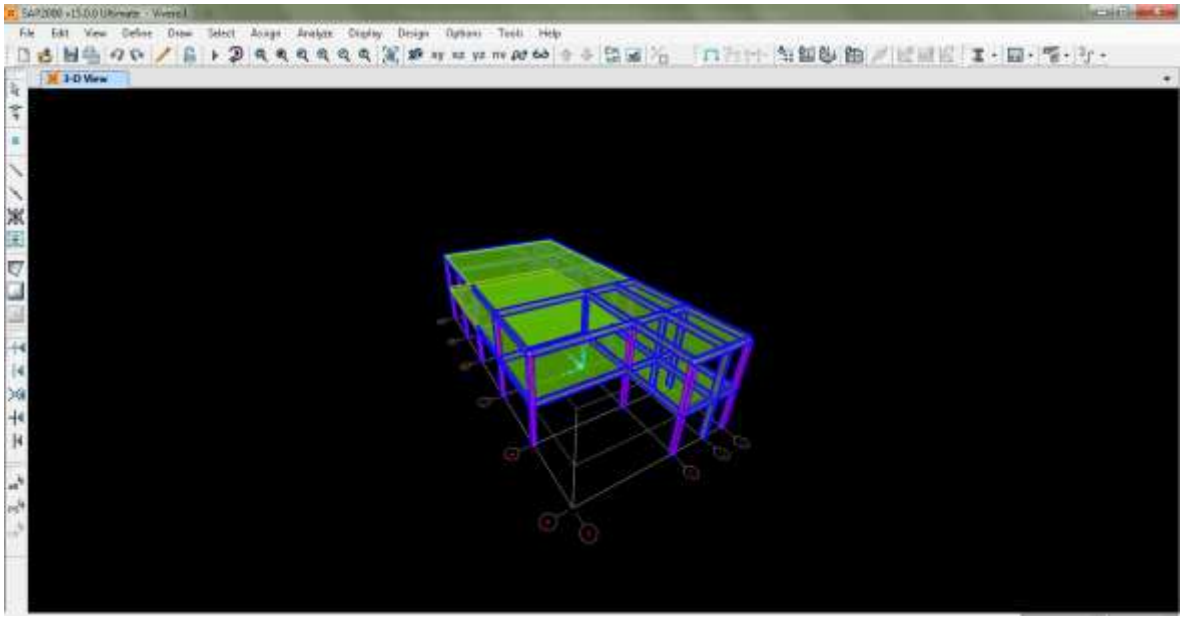


*Figura 34 Diseño Extruido en 3D*

- Paso 12

Para ver los resultados del análisis sísmicos después de haber corrido el programa, se hace clic en menú "*Display"*, opción "*Show forces"*, donde muestra los despeamientos que implican aplicar una carga sostenida sobre los nodos, y sus respectivos esfuerzos.

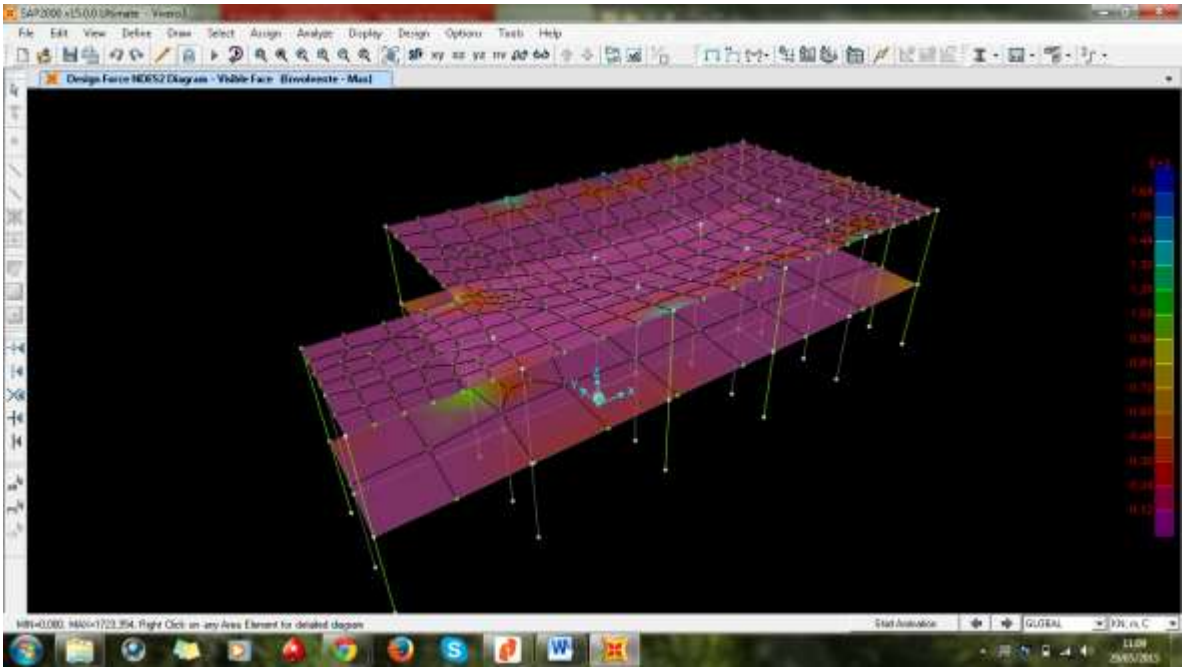


*Figura 345Visualización de los puntos de sobre esfuerzo en la estructura.*

En la cual se puede ver que el punto de mayor cuidado se ejerce sobre a cubierta debido a que está en su centro no está soportada por ninguna viga y las columnas

está bastante separadas para distribuir las fuerzas que en ella se ejercen.

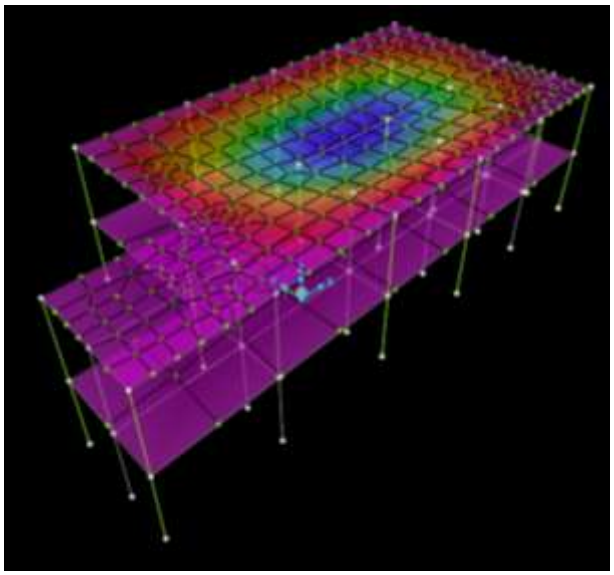


*Figura 35Fuerzas que actúan sobre la cubierta*

El programa genera una tabla que da cuenta del estado de cada nodo y luego se hace un análisis que busca simular las vibraciones en una construcción por la acción sísmica, generando fuerzas de inercia en correspondencia con sus masas, esas fuerzas tiene dirección predominantemente horizontal, generando deformación y esfuerzos que provocan daños en elementos no estructurales además de comprometer la estabilidad de toda la construcción.

## 5. CONCLUSIONES

- La edificación requiere de forma inmediata estudios geotécnicos como estudios de consolidación, compactación, permeabilidad, entre otros, que especifiquen las condiciones del suelo de fundación, dadas las principales patologías presentes como lo son grietas y fisuras alrededor de todo su entorno, además de la inclinación de toda la estructura hacia el costado occidental.

- Un buen análisis puede completarse con algunas consideraciones sobre las consecuencias del problema en el comportamiento general de una estructura, debido a que estas están fuertemente arraigadas en términos de seguridad, higiene, estética, condiciones de servicio y funcionalidad, al realizar el análisis con el programa Sap 2000 se puede constatar que la estructura en sí a pesar de su diseño, es funcional en su parte estructural, por lo cual es debido hacer un mantenimiento para solventar temas como la polución, las eflorescencias y la biorreseptividad.

- En general gran parte de los problemas patológicos son evolutivos y tienenden a agravarse al transcurrir el tiempo, debido a que una patología puede ser causante de otra; una fisura puede ser causante de corrosión de armaduras, es importante tomar medidas frete al estado la estructura cuanto antes, ya que pone en riego a los estudiantes y trabajadores que día a día hacen uso de las instalaciones de este edificio. Generar un plan de acción donde se tenga en cuenta no solamente el aspecto estructural sino también la durabilidad y la consecución de la vida útil de esta.

## 6. Bibliografía


Diaz, P. (2014). *Pontificia Universidad Javeriana*. Obtenido de http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/12694/1/DiazBarreiroPatricia2014.pdf

El Tiempo, C. (11 de Marzo de 2015). Vivir en La Mesa de los Santos, el segundo nido sísmico del mundo. *El Tiempo*.

Rengifo, B., Suárez, C., & Marti, A. (2004). Colombia. En B. Rengifo, C. Suárez, & A. Marti, *Colombia* (pág. 84). Bogotá: Norma.

Sanchez De Guzman, D. (2011). *Durabilidad y Patología del concreto.* Bogotá: Asocreto.

Structures, G. f. (1994). *ACI-364.1*.

Structures, G. f. (1996). ACI-546R.

Structures, G. f. (2011). ACI-318.

## 7. ANEXOS

PLANOS ARQUITECTONICOS

(Formato Autocad)

PLANOS ESTRUCTURALES

(Formato Autocad)

MATRIZ DE SINTOMAS

(Formato Excel)

PESOS TOTALES ESTRUCTURAS

(Formato Excel)

EVALUACIÓN DE NODOS

(Formato Excel)

IMÁGENES Y PROCEDIMIENTO SAP2000

(Formato Word)