



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TÍTULO:

**REVISIÓN ESTRUCTURAL DE UN BLOQUE DE LA UNIDAD
EDUCATIVA SANTA MARIANA DE JESÚS
PARTE 1**

AUTORA:

HIDALGO CHIANG, SAHARA BRIGGITTE

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERA CIVIL**

TUTOR:

ING. BARROS CABEZAS, JOSÉ ANDRÉS

**GUAYAQUIL, ECUADOR
06 de Marzo del 2018**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Hidalgo Chiang, Sahara Brigitte**, como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniera Civil**.

TUTOR

f. _____

Ing. Barros Cabezas, José Andrés M.Sc

DIRECTORA DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Alcívar Bastidas, Stefany Esther M.Sc

Guayaquil, a los 06 del mes de Marzo del año 2018



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Hidalgo Chiang, Sahara Brigitte**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Revisión Estructural de un Bloque de la Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús – Parte 1** previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación, de tipo de **caso** referido.

Guayaquil, a los 06 del mes de Marzo del año 2018

AUTORA

f. _____

Hidalgo Chiang, Sahara Brigitte



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

AUTORIZACIÓN

Yo, **Hidalgo Chiang, Sahara Brigitte**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación **Revisión Estructural de un Bloque de la Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús – Parte 1**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 06 del mes de Marzo del año 2018

AUTORA

f. _____

Hidalgo Chiang, Sahara Brigitte

REPORTE DE URKUND



Urkund Analysis Result

Analysed Document: 2018-02-20 Sahara Hidalgo.docx (D35934363)
Submitted: 2/26/2018 4:43:00 PM
Submitted By: jose.barros@cu.ucsg.edu.ec
Significance: 0 %

Sources included in the report:

Instances where selected sources appear:

0

AGRADECIMIENTO

A Dios, por concederme la salud y fortaleza, por iluminarme en el camino y darme voluntad en los momentos más difíciles y permitirme cumplir otra meta más.

A mis padres, Arq. Jimmy Hidalgo y la Arq. Kenia Chiang por su amor, trabajo y sacrificios, ya que muchos de mis logros se los debo a ellos.

Al Ing. José Barros M.Sc, tutor de este Trabajo de Titulación, por su aportación y dedicación como mi guía en este presente documento.

Al Ing. Pedro Rojas, M.Sc, Ph.D, por darme la oportunidad de trabajar en CONSULTOLA CIA. LTDA.

A la Madre Superiora, Lcda. Angela Chamba por darme su apoyo y permitirme el ingreso a la Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús.

A la “Universidad Católica de Santiago de Guayaquil” por el propicio entorno científico y facilidades tecnológicas y humanas que nos brinda para el adecuado desarrollo de nuestras actividades académicas.

Sahara Brigitte Hidalgo Chiang

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres por apoyarme hasta el final de este camino e inicio de otro y mis profesores que han ayudado en mi formación profesional.

Sahara Brigitte Hidalgo Chiang



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Ing. Barros Cabezas, José Andrés M.Sc

TUTOR

f. _____

Ing. Alcívar Bastidas, Stefany Esther M.Sc

DIRECTORA DE CARRERA

f. _____

Ing. Hernández Barredo, Jaime Francisco M.Sc

DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Villacrés Sánchez, Alex Raúl M.Sc

OPONENTE



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CALIFICACIÓN

f. _____	10
Ing. Barros Cabezas, José Andrés M.Sc	
TUTOR	
f. _____	10
Ing. Alcívar Bastidas, Stefany Esther M.Sc	
DIRECTORA DE CARRERA	
f. _____	10
Ing. Hernández Barredo, Jaime Francisco M.Sc	
DOCENTE DE LA CARRERA	
f. _____	9
Ing. Villacrés Sánchez, Alex Raúl M.Sc	
OPONENTE	
PROMEDIO PONDERADO	9,75

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES Y GENERALIDADES	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Ubicación de la UESMJG.....	5
1.3 Historia UESMJG	5
1.4 Historia del Bloque de UESMJG	6
1.5 Justificación.....	7
1.6 Objetivos	7
1.6.1 Objetivos Específicos.....	7
CAPÍTULO 2: LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL Y RESISTENCIA DE MATERIALES	8
2.1 Introducción.....	8
2.2 Inspección Visual	8
2.3 Levantamiento.....	9
2.4 Resistencia de Materiales	10
2.5 Tipo de Construcción	16
2.6 Análisis Dinámico Lineal	17
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	22
3.1 Introducción.....	22
3.2 Modelo Estructural	22
3.3 Descripción General de la Estructura.....	24
3.4 Materiales.....	24
3.5 Cargas Aplicadas	25
3.5.1 Carga Muerta (PP y SD).....	25
3.5.2 Carga Viva (LL).....	26
3.5.3 Carga Sísmica (EQ).....	28
3.5.4 Combinaciones de Cargas.....	31
CAPÍTULO 4: RESULTADOS.....	32
4.1 Introducción.....	32
4.2 Resultados del Análisis Estructural	32
4.2.1 Fuerzas Sísmicas	32

4.2.2 Derivas.....	35
4.2.3 Efecto P- Δ	42
4.2.4 Irregularidad Torsional	43
4.2.5 Criterio de Aceptación para Procedimiento Lineal	44
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
BIBLIOGRAFÍA.....	59
ANEXOS.....	62
APÉNDICE A.....	63
EVALUACIÓN SÍSMICA DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTA MARIANA DE JESÚS POR EL SISMO DEL 16 DE ABRIL 2016	63
APÉNDICE B.....	64
FOTOS DE LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL	64
APÉNDICE C	66
FOTOS DE BLOQUE DE UESMJG	66
APÉNDICE D	76
PLANOS Y REGISTRO DE CONSTRUCCIÓN DEL MUNICIPIO DE GUAYAQUIL	76
APÉNDICE E.....	87
PLANOS DEL BLOQUE DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTA MARIANA DE JESÚS.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados de ensayo del Esclerómetro	12
Tabla 2. Resumen de Acero de refuerzo	15
Tabla 3. Peso Unitarios de Materiales de Construcción según NEC-15.....	26
Tabla 4. Cargas Vivas Uniformemente Distribuidas y Concentradas según NEC-15	27
Tabla 5. Clasificación de Tipo de Perfil según NEC-15	28
Tabla 6. Tipo de suelo y factores de sitio Fa según NEC-15.....	29
Tabla 7. Tipo de suelo y factores de sitio Fd según NEC-15.....	29
Tabla 8. Tipo de suelo y factores de sitio Fs según NEC-15.....	29
Tabla 9. Tipo de uso, destino e importancia de la estructura según NEC-15	30
Tabla 10. Combinaciones de Cargas según ASCE/SEI 41-13	31
Tabla 11. Coeficiente que depende del tipo de estructura según NEC-15..	32
Tabla 12. Resumen de resultados de Derivas en dirección X sin mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)	37
Tabla 13. Resumen de resultados de Derivas en dirección Y sin mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)	38
Tabla 14. Resumen de resultados de Derivas en dirección X con mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)	39
Tabla 15. Resumen de resultados de Derivas en dirección Y con mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)	39
Tabla 16. Resumen de resultados de Derivas en dirección X con mampostería excepto PB (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)	40
Tabla 17. Resumen de resultados de Derivas en dirección Y con mampostería excepto PB (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)	41
Tabla 18. Resumen de resultados de Efecto P- Δ sin mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)	42
Tabla 19. Resumen de resultados de Efecto P- Δ con mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)	42
Tabla 20. Resumen de resultados de Efecto P- Δ con mampostería excepto PB (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)	43

Tabla 21. Resumen de resultados de Torsión sin mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)	43
Tabla 22. Resumen de resultados de Torsión con mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)	44
Tabla 23. Resumen de resultados de Torsión con mampostería excepto PB (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)	44
Tabla 24. Requisitos de recolección de datos según ASCE/SEI 41-13.....	45
Tabla 25. Síntesis de Filosofía de Diseño según NEC-15.....	46
Tabla 26. Detalles de refuerzo transversal para columnas según ASCE/SEI 41-13.....	46
Tabla 27. Factor m para columnas de concreto reforzado según ASCE/SEI 41-13.....	47
Tabla 28. Factor m para vigas de concreto reforzado según ASCE/SEI 41-13	54
Tabla 29. Factor m para nudos de columnas y vigas de concreto reforzado según ASCE/SEI 41-13	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Edificio de la esquina Ayacucho y García Moreno en Guayaquil, antes del evento de 16 de abril de 2016. Fuente: Google Earth	3
Figura 2. Edificio de la esquina Ayacucho y García Moreno en Guayaquil, después del evento de 16 de abril de 2016 (RADIO MORENA, 2016)	3
Figura 3. Daño de mampostería externa del hospital SOLCA (ESPOL STANFORD, 2016)	4
Figura 4. Implantación del inmueble	5
Figura 5. Esclerómetro de la UCSG utilizado en los ensayos	11
Figura 6. Ubicación de Ensayo del Esclerómetro en Vigas del Primer Piso	11
Figura 7. Gráfica de Correlación – Hammer Rebound	12
Figura 8. Ferroskan PS200 HILTI de la UCSG	15
Figura 9. Ubicación de Columna y Viga Ala Norte –Planta Baja	16
Figura 10. Ubicación de Columna y Viga Ala Este –Segundo Piso.....	16
Figura 11. Modelo tridimensional de Análisis Estructural sin Mampostería	22
Figura 12. Modelo tridimensional de Análisis Estructural con Mampostería	23
Figura 13. Modelo tridimensional de Análisis Estructural con Mampostería excepto PB.....	23
Figura 14. Espectro sísmico elástico de aceleraciones según NEC-15	30
Figura 15. Espectro sísmico elástico de aceleraciones.....	31
Figura 16. Cortante Basal sin mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017).....	34
Figura 17. Cortante Basal con mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017).....	34
Figura 18. Cortante Basal con mampostería excepto PB (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017).....	34
Figura 19. Estado de Daño tipo 1 en mampostería después del sismo en Ecuador 2016 (CHIOZZI A. Y MIRANDA E., 2017)	35
Figura 20. Gráfica de Derivas correspondiente al Estado de Daño tipo 1 (CHIOZZI A. Y MIRANDA E., 2017)	35
Figura 21. Estado de Daño tipo 2 en mampostería después del sismo en Ecuador 2016 (CHIOZZI A. Y MIRANDA E., 2017)	36

Figura 22. Gráfica de Derivas correspondiente al Estado de Daño tipo 2 (CHIOZZI A. Y MIRANDA E., 2017)	36
Figura 23. Estado de Daño tipo 3 en mampostería después del sismo en Ecuador 2016 (CHIOZZI A. Y MIRANDA E., 2017)	37
Figura 24. Gráfica de Derivas correspondiente al Estado de Daño tipo 3 (CHIOZZI A. Y MIRANDA E., 2017)	37
Figura 25. Gráfica de resultados de Derivas en dirección X sin mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)	38
Figura 26. Gráfica de resultados de Derivas en dirección Y sin mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)	38
Figura 27. Gráfica de resultados de Derivas en dirección X con mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)	39
Figura 28. Gráfica de resultados de Derivas en dirección Y con mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)	40
Figura 29. Gráfica de resultados de Derivas en dirección X con mampostería excepto PB (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017).....	40
Figura 30. Gráfica de resultados de Derivas en dirección Y con mampostería excepto PB (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017).....	41
Figura 31. Diagrama de interacción PB en dirección X sin mampostería ...	48
Figura 32. Diagrama de interacción PB en dirección Y sin mampostería ...	48
Figura 33. Diagrama de interacción P2 en dirección X sin mampostería....	49
Figura 34. Diagrama de interacción P2 en dirección Y sin mampostería....	49
Figura 35. Diagrama de interacción PB en dirección X con mampostería ..	50
Figura 36. Diagrama de interacción PB en dirección Y con mampostería ..	50
Figura 37. Diagrama de interacción P2 en dirección X con mampostería...	51
Figura 38. Diagrama de interacción P2 en dirección Y con mampostería...	51
Figura 39. Diagrama de interacción PB en dirección X con mampostería excepto PB.....	52
Figura 40. Diagrama de interacción PB en dirección Y con mampostería excepto PB.....	52
Figura 41. Diagrama de interacción P2 en dirección X con mampostería excepto PB.....	53
Figura 42. Diagrama de interacción P2 en dirección Y con mampostería excepto PB.....	53

RESUMEN

Esta es la primera parte de una investigación que tiene como objetivo generar un procedimiento para la revisión estructural de una edificación antigua típica de la ciudad de Guayaquil.

En esta parte se propone el uso de equipos especializados para realizar levamientos estructurales y no estructurales, con el objetivo de obtener suficiente información para un análisis adecuado, sin necesidad de afectar a la estructura durante el proceso; esto como primer paso de un estudio de rehabilitación estructural.

Se incluye también un procedimiento simplificado para la revisión estructural que será comparado con metodologías más complejas en la siguiente parte de la investigación siguiendo las recomendaciones de los códigos ASCE/SEI 41-13 y NEC-15.

Se proponen dos modelos elástico-lineales con mampostería y sin mampostería, se realiza un análisis modal espectral y se verifica las condiciones de deformación y otras exigencias de la norma. De los resultados del modelo estructural con mampostería y en base a las investigaciones de otros autores se concluye que en Planta Baja se va a perder la rigidez de la mampostería. Por lo tanto el comportamiento para un sismo raro más se asemeja al modelo con mampostería en pisos superiores y no en planta baja; por lo que se realizó un tercer modelo para revisar esta condición. Se concluye que es muy probable que ocurra la condición de piso suave.

Palabras Claves: revisión estructural, levamiento estructural, rehabilitación estructural.

ABSTRACT

This is the first part of an investigation that contains like object, generate a process for structural review of one typical ancient edification in Guayaquil city.

In this part we propose to use specialize equipment to realize structural and not structural surveys, with the purpose to obtain enough information for proper analysis, without affect structural during the process; this like a first step of a rehabilitation structural studio.

It's also include an simplified process for structural review that's going to compared with more complex methodologies in the next investigation part following the ASCE/SEI 41-13 and NEC-15 codes.

It propose two elastic-lineal types with masonry and without it, then we realize a spectrum modal and deformations conditions are verified with another's rules. Of the structural model results with masonry and based on the research of other authors, it is concluded that in the first floor it's going to lost the masonry stiffness. Therefore for a rare earthquake it's similar to the model with masonry on upper floors and not on the first floor, so a third model was made to review this condition. It is concluded that the soft floor condition is very probably to occur.

Keywords: structural review, structural survey, structural rehabilitation.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

El sábado 16 de abril del 2016 a las 18h58, Ecuador fue afectado por un evento sísmico severo de magnitud 7.8 en la escala de Richter con epicentro en el cantón Pedernales provincia de Manabí.

En Guayaquil, aproximadamente con tres millones de habitantes constituye la ciudad más poblada del país (INEC, 2010) por lo que se debe considerar que “Los terremotos no matan; las edificaciones mal construidas, la falta de preparación y planificación son las que segan las vidas” (RADIUS, 1999).

Varias estructuras resultaron afectadas tanto a nivel estructural como no estructural y entre las cuales se enlista el puente de la Avenida de las Américas que colapsó sobre un vehículo, registrándose dos víctimas fatales.

“La Corporación de Seguridad Ciudadana de Guayaquil (CSCG), en su primer reporte tras el sismo, informó que en total fueron 5 casas las colapsadas y 67 las viviendas con daños estructurales, además de postes de alumbrado eléctrico. El 75% de estas propiedades correspondió al suburbio, donde la mayoría de inmuebles es de construcción mixta” (EL TELÉGRAFO, 2017).

Una de las casas que colapsaron estaba ubicada entre Ayacucho y García Moreno, la misma que se observa en la Figura 1 y Figura 2. Dicho edificio colapsó por varias causas probables:

- Posibles problemas de columnas cortas.
- Volados excesivos que provocan problemas de torsión en planta.
- Posible problema de piso suave.



Figura 1. Edificio de la esquina Ayacucho y García Moreno en Guayaquil, antes del evento de 16 de abril de 2016. Fuente: Google Earth



Figura 2. Edificio de la esquina Ayacucho y García Moreno en Guayaquil, después del evento de 16 de abril de 2016 (RADIO MORENA, 2016)

En varios centros comerciales, como San Marino Shopping se registraron colapsos en los tumbados, en otras edificaciones se registraron incendios por problemas en el suministro eléctrico, muchos supermercados de los casi 30 centros comerciales de la ciudad de Guayaquil también se vieron afectados. (EL PAÍS, 2016).

Hubieron evaluaciones de las estructuras de la ciudad de Guayaquil como la Clínica Guayaquil, Hospital Clínica Kennedy en Samborondón, el hospital

SOLCA entre otras estructuras tanto antiguas como nuevas. Estos lugares presentaron algunos daños no estructurales, en particular el hospital de SOLCA se vio muy afectado por estos daños, tal como lo indica un informe de inspección de la universidad de Stanford junto con la ESPOL:

“El hospital SOLCA fue uno de los más afectados en la ciudad de Guayaquil debido al sismo. La estructura original era a base de columnas y losas planas de hormigón pero fue reforzada con agrandamiento de algunas columnas y la adición de trabes en las fachadas longitudinales de la torre. El único daño estructural que se observó fue un agrietamiento incipiente de penetración alrededor de algunas de las columnas y del muro en las escaleras exteriores. La torre presentaba daños significativos en elementos no estructurales de muros de mampostería tanto internos como externos. Los daños no estructurales se debían a que la estructura posee mucha flexibilidad, que produce importantes deformaciones en la estructura resultando dañados los elementos no estructurales con baja capacidad de deformación. En estos casos se propone un reforzamiento que rigidice la estructura, como muros de hormigón en ambas direcciones colocados estratégicamente.” (ESPOL STANFORD, 2016)

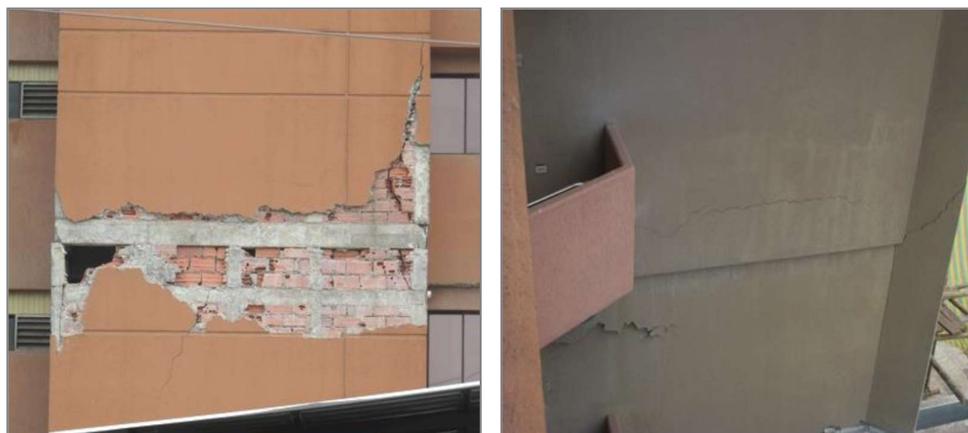


Figura 3. Daño de mampostería externa del hospital SOLCA (ESPOL STANFORD, 2016)

En el caso de la Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús se recomendó reparar fisuras en elementos no estructurales dañados y durante las reparaciones tener cuidado con respecto a las juntas. También se recomienda una evaluación detallada por tratarse de una construcción antigua. Se anexa el reporte de inspección realizado después del evento, por uno de los docentes de la UCSG (APÉNDICE A). Esta evaluación brindará la información del Bloque de la Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús para realizar un estudio más sofisticado en una segunda entrega.

1.2 Ubicación de la UESMJG

El inmueble del presente estudio se encuentra ubicado en la provincia del Guayas, en el centro de la zona urbana y comercial del cantón Guayaquil, en la Calle Chimborazo 1819 y Maldonado.



Figura 4. Implantación del inmueble

Fuente: Google Earth

1.3 Historia UESMJG

“El 18 de octubre de 1906, la Comunidad de Hermanas Marianitas se traslada a la hospitalaria y culta ciudad de Guayaquil con el objeto dedicarse a la educación de las niñas desvalidas y de las niñas huérfanas de la época.

En 1935, los padres de familia solicitan la Hermana Superiora la Madre María Luisa de la Concepción Ortiz le solicitaron que fundará una escuela, la misma que se inauguró el 30 de abril de 1936 con el nombre de “Mercedes de Jesús Molina”, en honor a nuestra Madre Fundadora que fue una ilustre mujer y santa guayaquileña. La escuela tenía 2 secciones: internas y externas.

El 4 de octubre de 1989 la Hermana Rectora Teresa Chauvin Hidalgo y de acuerdo al Art. 62 del Reglamento General de Educación, vigente solicitó a la Dirección Provincial de Educación del Guayas, se incorpore a la razón social de dicho establecimiento la denominación de UNIDAD EDUCATIVA SANTA MARIANA DE JESÚS. Dicha solicitud fue atendida con el Oficio No. 0658 y acuerdo al No. 0020 del 11 de enero del 2000 e incorporó al Jardín Mixto, Escuela y Colegio particulares de niñas como UNIDAD EDUCATIVA PARTICULAR SANTA MARIANA DE JESÚS DE GUAYAQUIL, firma Abg. Juan Suárez Méndez Director Provincial de Educación y Cultura del Guayas.

La Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús a lo largo de sus años de servicio a la comunidad guayaquileña, ha entregado a la sociedad Bachilleres Técnicas en Comercio y Administración, Bachilleratos en Ciencias Unificadas. En la actualidad Bachilleres Técnicas en Comercio y Administración Especialización Contabilidad y Administración. Y a partir del año lectivo 2012 – 2013 la aplicación de Bachillerato General Unificado, iniciando con Primero de Bachillerato” (UESMJG, 2016).

1.4 Historia del Bloque de UESMJG

El Bloque fue la primera parte que se construyó de toda la Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús.

La base catastral del Municipio de Guayaquil no contiene información sobre el año de construcción. Se consiguieron copia de planos, correspondiente al registro de construcción, modificaciones y ampliación, de fecha 01 de junio de 1996, que se otorgó a la Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús, que edificó en el solar No. 001 al 007, manzana No. 0022, parroquia Ayacucho (los documento se puede observar en el APÉNDICE D).

Solamente se conoce que el edificio tiene más de veinte años según los registros por la historia (ver sección 1.3) se estima del orden de 40 años.

1.5 Justificación

La idea está en realizar un documento que sirva de guía, aplicando la metodología ASCE/SEI 41-13, para elaborar estudios de rehabilitación en edificaciones antiguas en Guayaquil.

1.6 Objetivos

El objetivo principal de esta parte de la investigación es revisar la estructura de un Bloque de la Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús para dar a conocer el estado actual de la estructura por el paso de los años.

1.6.1 Objetivos Específicos

- a) Realizar un levantamiento estructural y dibujo de planos estructurales y arquitectónicos de la condición actual de la estructura.
- b) Realizar un análisis simplificado por medio del programa ETABS, siguiendo con la metodología propuesta por ASCE/SEI 41-13.

CAPÍTULO 2: LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL Y RESISTENCIA DE MATERIALES

2.1 Introducción

Este capítulo abarca el levantamiento del bloque del Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús en su parte estructural, ya que los planos estructurales y arquitectónicos no existen en la actualidad.

Se procedió a levantar los tamaños de columnas, vigas y del sistema de losa; se utilizó cinta métrica y flexómetro digital láser. También se levantaron las paredes de mampostería para considerar estos elementos en los distintos análisis que se van a realizar.

2.2 Inspección Visual

En el sitio se encontraron problemas de configuración estructural que no se recomiendan en la NEC-15:

- *Irregularidad en elevación*
 - Ejes verticales discontinuos o muros soportados por columnas.
 - Irregularidad geométrica de retroceso en pisos superiores.
 - Columnas Cortas.
 - Viga Fuerte – Columnas Débiles.
- *Irregularidad en planta*
 - Retroceso excesivo en las esquinas, edificio en forma de “L”.

Como observación el bloque presenta asentamientos, fisuras en mampostería, tal como puede observarse en las fotos del APÉNDICE C.

2.3 Levantamiento

Se realizó un levantamiento para constatar el tamaño de los elementos estructurales, la ubicación de las particiones de mampostería, junto con localizar las posibles zonas que pudieran representar problemas estructurales como los de columna corta. Para realizar el levantamiento se utilizaron los siguientes implementos:

- *Cinta Métrica*

Es un instrumento de medida que consiste en una cinta flexible graduada. Sirve para medir líneas y superficies curvas (ECURED, 2011).

- *Flexómetro Digital Láser*

“Está diseñado para medir longitudes, especialmente medir distancias complicadas de medir con una cinta métrica, sobre todo cuando el lugar a medir tiene superficies o espacios que pueden resultar incómodos o incluso peligrosos” (FERREPAT, 2016).

“Se trata de un dispositivo óptico que puede medir las distancias mediante el uso de un haz de luz láser o infrarrojas que se proyectan desde la herramienta sobre un objetivo que refleja el haz de luz. El tiempo entre la transmisión y la recepción de la luz permite que el dispositivo calcule la distancia del dispositivo con respecto al objetivo” (FERREPAT, 2016).

2.4 Resistencia de Materiales

Para determinar la resistencia de hormigón el método más eficaz es mediante la perforación y la toma de núcleos. Los núcleos se rompen mediante la prueba de compresión simple y se determina su resistencia ($f'c$). Para conocer el acero de refuerzo de los diferentes elementos se pueden realizar las auscultaciones, es decir, se pica hasta llegar al acero de refuerzo, ambos métodos son destructivos y no fueron permitidos.

Por esto, se optó por utilizar el esclerómetro y ferroscañ. Para obtener valores aproximados de la resistencia en el hormigón y diámetro, la información del acero de refuerzo. Estos métodos son no destructivos y se explican a continuación:

- *Esclerómetro*

Para determinar la resistencia del hormigón se optó por realizar el ensayo esclerométrico o índice de rebote.

“La diseñó y desarrolló el ingeniero suizo Ernest Schmidt en los años 40. Patentado como martillo SCHMIDT, siendo su valor “R” (índice de rebote) una unidad adimensional que relaciona la dureza superficial del hormigón con su resistencia de modo experimental” (PATOLOGÍA, CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN, 2016).

“Los principios en los que trabaja se basan en el impacto de rebote de un martillo sobre un pistón que descansa contra la superficie del hormigón: a mayor resistencia del hormigón, mayor es el impacto de rebote. Al leer este impacto de rebote en una escala y relacionarlo con las curvas en los gráficos provistos con el instrumento, se puede encontrar la resistencia a la compresión en MPa o PSI. La prueba permite conocer la fuerza del impacto, que depende de la resistencia del hormigón en ausencia de grumos inertes o

cúmulos de arena o grava” (PATOLOGÍA, CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN, 2016)

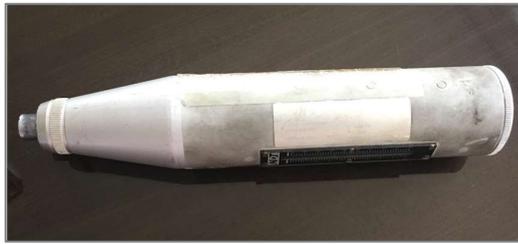


Figura 5. Esclerómetro de la UCSG utilizado en los ensayos

En la estructura que se presenta en esta investigación, se tomaron doce puntos de lectura de los que se elimina el menor y el mayor valor, de ahí se calcula un promedio para obtener un valor confiable.

Sin embargo, en el manual del esclerómetro menciona que mediante experimentos realizados previamente, se ha demostrado que los hormigones que son muy antiguos tienen una superficie exterior más dura que en el interior y dan lecturas de impacto de rebote que son más altas de lo que deberían ser por lo cual el resultado pudiera no ser confiable (JAMES INSTRUMENT INC, 1984).

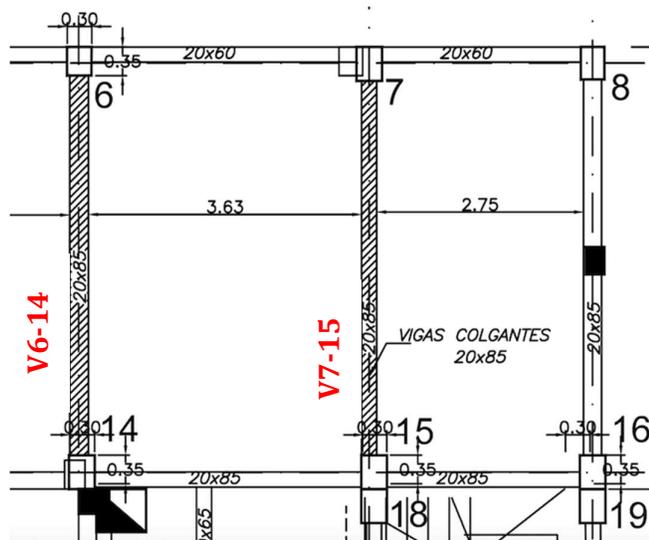


Figura 6. Ubicación de Ensayo del Esclerómetro en Vigas del Primer Piso

Fuente: Elaboración propia

N	HAMMER REBOUND	
	V6-14	V7-15
1	39	40
2	42	35
3	39	40
4	44	37
5	43	35
6	42	37
7	50	37
8	44	42
9	24	38
10	42	40
11	39	40
12	41	38
PROMEDIO	42	39
ANGULO	90	90
fc'Psi (curva)	5250	4500
Δ	930	850
fc max=fc+Δ	6180	5350
fc min=fc-Δ	4320	3650
fc' (kg/cm2)	369,11	316,38

Tabla 1. Resultados de ensayo del Esclerómetro

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 1 muestra las lecturas del rebote del pistón que se obtuvieron con el esclerómetro. Usando la gráfica de correlación (ver figura 7) y considerando la inclinación del esclerómetro durante los ensayos se obtiene $f'c$ en psi, al cual hay que reducirlo por el factor Δ que se encuentra en la parte derecha de la misma gráfica (JAMES INSTRUMENTS INC, 1984).

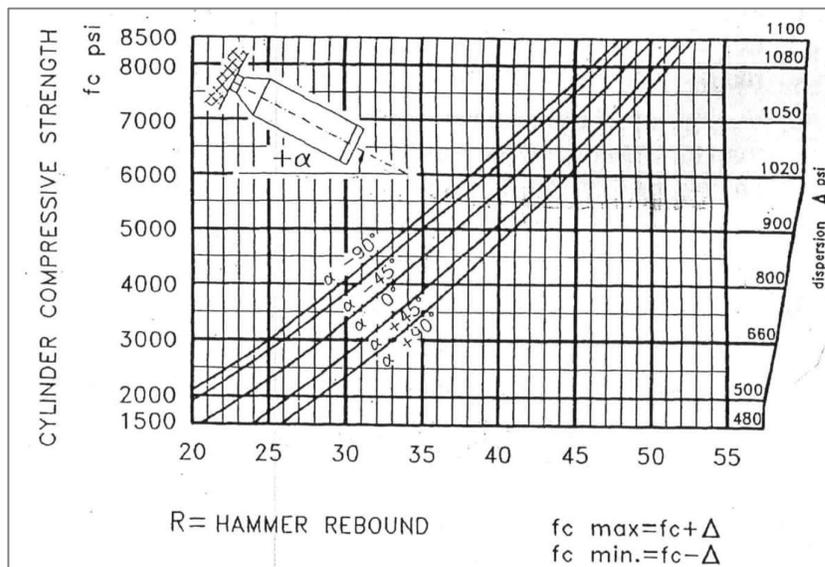


Figura 7. Gráfica de Correlación – Hammer Rebound

(JAMES INSTRUMENTS INC, 1984).

- *Ferrosan*

El equipo se puede utilizar para diferentes aplicaciones de detección para armaduras en el hormigón. *El sistema funciona de modo que el escáner se mueve directamente sobre la superficie del elemento de construcción y los datos se almacenan en el escáner hasta que se puedan transferir al monitor.*

Los datos obtenidos en el campo se los utiliza en el análisis de la estructura. Estos datos se pueden descargar mediante el software. El software ofrece opciones de análisis avanzadas y la posibilidad de imprimir rápidamente informes completos así como archivar datos.

Quickscan

El escáner se desplaza verticalmente a los hierros de armadura por encima de la superficie. La posición y profundidad de los hierros de armadura se pueden definir y marcar sobre la superficie.

Imagenscan

En la zona de interés se fija una retícula de papel mediante la cinta adhesiva suministrada. Tras seleccionar el modo Imagescan en el escáner se exploran las filas y las columnas de la retícula según las instrucciones mostradas en la pantalla. Los datos se transfieren al monitor, desde el que la imagen se puede visualizar. La posición de las varillas de armadura se puede relacionar con la superficie, se pueden determinar el diámetro y la profundidad.

El sistema HILTI Ferrosan asigna el diámetro correspondiente a cada varilla, siendo el mínimo diámetro de varilla #3 (10mm).

Se deben cumplir las siguientes condiciones para obtener valores de medición fiables:

- *Superficie del hormigón lisa y plana.*
- *Aceros de armadura sin corrosión significativa.*
- *La armadura debe estar casi paralela respecto a la superficie.*
- *El hormigón no contiene áridos o componentes con propiedades magnéticas.*
- *Los aceros de armadura deben estar exactamente a $\pm 5^\circ$ en perpendicular respecto a la dirección de exploración.*
- *Los aceros de armadura no están soldados.*
- *Los aceros adyacentes tienen un diámetro similar.*
- *Los aceros adyacentes tienen la misma profundidad.*
- *No debe haber interferencias de campos magnéticos externos u objetos cercanos con propiedades magnéticas.*
- *Las ruedas del escáner están limpias de arena o cualquier tipo de suciedad similar.*
- *Las 4 ruedas del escáner se dirigen al objeto que se pretende medir.*

Blockscan

En la zona de interés se fija una retícula de papel mediante la cinta adhesiva suministrada. Tras seleccionar el modo Blockscan, el usuario deberá indicar la primera zona que debe explorarse. A continuación, se ejecuta un Imagescan.

Tras finalizar el Imagescan, el usuario deberá seleccionar la siguiente zona de exploración. Esta zona deberá agregarse a la zona anterior. Desplace la retícula y explore a continuación tal como se ha procedido anteriormente. Este proceso se puede repetir hasta para 3×3 Imagescans. Los datos se transfieren al monitor.

Los Imagescans se unen automáticamente obteniéndose de esta forma una imagen final de gran tamaño. La disposición de los hierros de armadura se pueden visualizar sobre una zona amplia. Además, se pueden seleccionar Imagescans individuales, realizar zooms y evaluar la imagen (HILTI, 2003).



Figura 8. Ferroskan PS200 HILTI de la UCSG

Los resultados que se obtuvieron del Ferroskan es el refuerzo longitudinal y refuerzo transversal de la estructura que se lo muestra en la Tabla 2. Para el valor de la resistencia del acero de refuerzo se lo obtuvo como dato de la revisión estructural a la Facultad de Ingeniería UCSG (LOOR D., 2015) considerada una estructura antigua tal como el caso de la presente investigación.

Ubicación	Elemento	Sección Estructural	Refuerzo Longitudinal	Refuerzo Transversal
PB	Columna 9	30x35 cm	6 ϕ 3/8"	1 EST ESP ϕ 3/8" c/150
PB	Viga 2-10	20x85 cm	4 ϕ 3/8"	1 EST ϕ 3/8" c/200
P1	Losa	15 cm	2 ϕ 5/8" c/600	1 ϕ 3/8" c/250
P2	Columna 23c	30x30 cm	4 ϕ 4/8"	1 EST ϕ 4/8" c/200
P2	Viga 19	15x65 cm	4 ϕ 3/8"	1 EST ϕ 3/8" c/250
P3	Losa	15 cm	1 ϕ 3/8" c/250	1 ϕ 3/8" c/600

Tabla 2. Resumen de Acero de refuerzo

Fuente: Elaboración propia

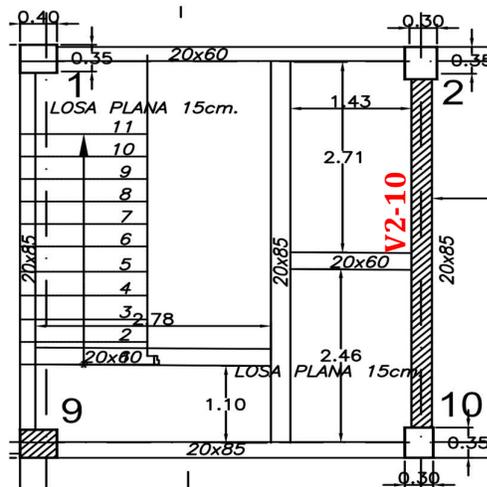


Figura 9. Ubicación de Columna y Viga Ala Norte –Planta Baja
Fuente: Elaboración propia

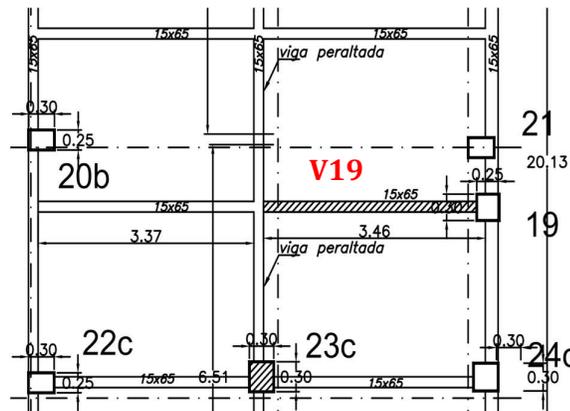


Figura 10. Ubicación de Columna y Viga Ala Este –Segundo Piso
Fuente: Elaboración propia

2.5 Tipo de Construcción

“Durante la inspección visual y levantamiento estructural se determinó que el tipo de edificación corresponde a la de “Pórticos de concreto con muros a cortante de mampostería no reforzada”. Este es un tipo de edificación que consiste en un conjunto de pórticos de vigas y columnas de concreto vaciado en el sitio. La estructura de piso y techo se componen de placas de concreto vaciado en el sitio y son rígidos

respecto a los muros. Los muros se componen de paneles contruidos de ladrillo macizo de arcilla o bloques de concreto.

El comportamiento sísmico de este tipo de edificación depende de la interacción entre el pórtico y los paneles rellenos. El comportamiento combinado actúa más como una estructura de muros a cortante que una estructura de pórticos. Los paneles de relleno de mampostería sólidos forman puntales diagonales de compresión entre las intersecciones de los miembros del pórtico” (LÓPEZ, 2016).

Según García L. y Guevara L.: “Prácticamente no ha habido sismo en el contexto mundial donde no se presente una falla debida al efecto de columna corta. La columna corta se produce debido a una modificación accidental en la configuración estructural original de una columna. Se presenta cuando en una estructura sometida a fuerzas o solicitaciones horizontales, la luz libre de la columna se ve disminuida por un elemento, generalmente no estructural, que limita la capacidad de la columna de deformarse libremente en el sentido lateral ”

2.6 Análisis Dinámico Lineal

De acuerdo al ASCE/SEI 41-13 para el análisis sísmico de un edificio, las fuerzas internas y desplazamientos se pueden determinar utilizando un análisis dinámico lineal cumpliendo lo siguiente:

- Los edificios deberán ser modelados con rigidez lineal elástica y valores de amortiguamiento viscosos equivalentes.
- Los procedimientos de modelación numérica y análisis para calcular las fuerzas y deformaciones se realizarán utilizando el método de superposición modal, el cual calculará las respuestas modales máximas para modos suficientes de manera de poder capturar al menos el 90% de la masa participante del edificio en cada una de las dos direcciones

horizontales ortogonales principales del edificio. Para el modelado y análisis dinámico se utilizará el método del espectro de respuesta.

- Las fuerzas máximas en los elementos, los desplazamientos, las fuerzas en cada piso, los cortantes en cada piso y las reacciones de base para cada modo de respuesta se combinarán mediante la regla de la suma de cuadrados cuadrados (SRSS) o la regla de la combinación cuadrática completa (CQC).
- Los edificios se evaluarán o modernizarán para abordar el movimiento sísmico en cualquier dirección horizontal. Los efectos sísmicos multidireccionales se deben considerar para actuar concurrentemente edificios que cumplan uno de los siguientes criterios:
 1. El edificio tiene irregularidades en el plano; o
 2. El edificio tiene una o más columnas primarias que forman una parte de dos o más marcos de intersección o elementos de marco arriostrados.
- Se debe permitir que todos los demás edificios sean evaluados o adaptados para movimientos sísmicos que actúen de forma no concurrente en la dirección de cada eje principal del edificio.
- El valor para el módulo de elasticidad de la mampostería se debe establecer por medio de ensayos de laboratorio de muretes fabricados y ensayados, calculando en la curva esfuerzo-deformación obtenida en el ensayo la pendiente de la secante desde 0.05 f'm hasta 0.33 f'm. Los registros históricos del módulo de elasticidad determinado experimentalmente para proyectos en construcción, pueden utilizarse en diseños posteriores de obras con materiales similares. En ausencia de los valores experimentales, pueden emplearse los siguientes:

Mampostería en concreto

$$E_m = 900 f'_m \leq 20000 \text{ MPa}$$

Mampostería en arcilla

$$E_m = 750 f'_m \leq 20000 \text{ MPa}$$

Donde:

E_m Módulo de elasticidad de la mampostería (MPa)

$f'm$ Resistencia a compresión de la mampostería

Mampostería $G_m = 0,4 E_m$

Mortero de relleno $G_r = 0,5 E_r$

Donde:

E_r Módulo de elasticidad del mortero de relleno (MPa)

G_m Módulo de cortante de la mampostería (MPa)

G_r Módulo de cortante de la mampostería de relleno (MPa)

- Para efectos sísmicos concurrentes se deben considerar efectos sísmicos multidireccionales concurrentes, orientados horizontalmente, se deben establecer los ejes X e Y ortogonales, es decir, fuerzas y deformaciones asociadas con el 100% de las fuerzas en la dirección X más las fuerzas y deformaciones asociadas con el 30% de las fuerzas en la dirección Y; y para fuerzas y deformaciones asociadas con el 100% de las fuerzas en la dirección Y más las fuerzas y deformaciones asociadas con el 30% de las fuerzas en la dirección X. Se permitirán otras reglas de combinación cuando se verifiquen por experimento o análisis.

La norma NEC-15 nos indica que para la revisión estructural también se debe considerar:

- *En las estructuras de hormigón, para el cálculo de la rigidez y las derivas máximas se deberán utilizar los valores de las inercias agrietadas de los elementos estructurales para columnas: $0,80 I_g$, para vigas: $0,50 I_g$ y para muros: $0,60 I_g$, en los dos primeros pisos de la edificación o los dos primeros pisos más el primer subsuelo.*
- *Los efectos de torsión accidental tomando la masa de cada piso como si estuviera concentrada en un punto a una distancia igual al $\pm 5\%$ de la dimensión del edificio en el sentido perpendicular de la fuerza. Los*

efectos de la torsión accidental deben adicionarse a la torsión estimada en el cálculo estructural. Si existe irregularidad torsional en planta, la torsión accidental debe incrementarse con el siguiente factor:

$$A_x = \left(\frac{\delta_{m\acute{a}x}}{1,2\delta_{prom}} \right)^2 \leq 3,0$$

Donde:

A_x Factor de amplificación torsional
 $\delta_{m\acute{a}x}$ Valor del desplazamiento máximo en el nivel x
 δ_{prom} Promedio de desplazamiento de los puntos extremos de la estructura en el nivel x

- Se debe considerar los efectos de segundo orden si $Q_i = \frac{P_i * \Delta_i}{V_i * h_i} \geq 0,10$

Donde:

Q_i Índice de estabilidad del piso i , es la relación entre el momento de segundo orden y el momento de primer orden.
 P_i Suma de la carga vertical total sin mayorar, incluyendo el peso muerto y la sobrecarga por carga viva, del piso i y de todos los pisos localizados sobre el piso i
 Δ_i Deriva del piso i calculada en el centro de masas del piso.
 V_i Cortante sísmico del piso i
 h_i Altura del piso i considerado

No es permitido, en ningún piso, que $Q_i > 0,30$. Si $0,10 < Q_i < 0,30$, los desplazamientos y fuerzas internas producidas por las cargas laterales se deberán incrementar por el factor $f_{p-\Delta}$: $f_{p-\Delta} = \frac{1}{1-Q_i}$

- Se estimará las deformaciones admisibles con los desplazamientos usando la siguiente ecuación: $\Delta_M = 0,75 * R * \Delta_E$

Donde:

R Factor de reducción de respuesta utilizando en el diseño.

Δ_E Desplazamiento elástico obtenido del análisis estructural.

Δ_M Deriva máxima inelástica

Se verificará $\Delta_M < \Delta_M^{\text{máxima}}$

- *El cortante basal que resulta de un análisis dinámico espectral no puede ser menor que un porcentaje del cortante basal obtenido del análisis estático equivalente. Para estructuras regulares, 80 % y para estructuras irregulares, 85 %.*

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS ESTRUCTURAL

3.1 Introducción

Para el análisis estructural del Bloque se optó por hacer la revisión con el análisis dinámico lineal. El análisis dinámico comprende el análisis de las fuerzas, desplazamientos, velocidades y aceleraciones de la estructura. En el análisis se consideró la estructura con mampostería y sin mampostería para obtención de resultados más óptimos.

Este método es el más usado en el área de diseño estructural se basa en el espectro de respuesta que define la norma NEC-15 con la metodología de la norma ASCE 41-13.

3.2 Modelo Estructural

Se realizaron tres modelos tridimensionales en el programa de análisis estructural Etabs con el objetivo de determinar la demanda última en los diversos elementos estructurales debido a cargas gravitacionales y cargas sísmicas. La Figura 11, Figura 12 y Figura 13 presenta una vista 3D del modelo matemático de la edificación.

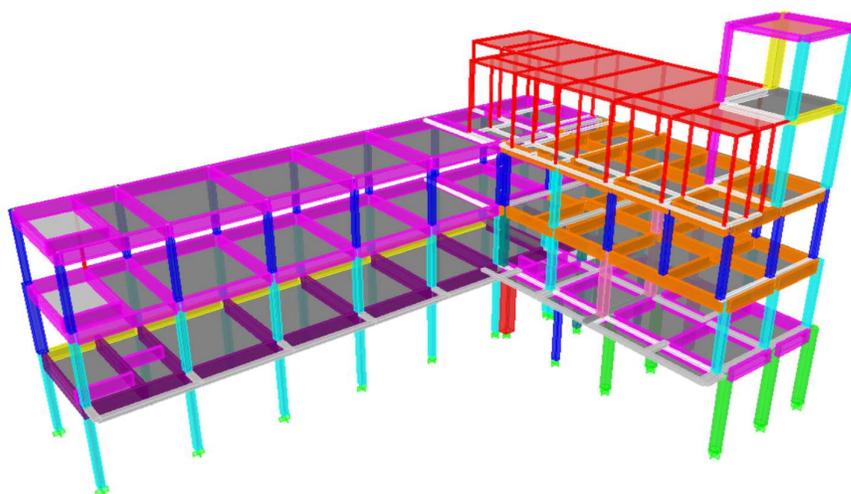


Figura 11. Modelo tridimensional de Análisis Estructural sin Mampostería

Fuente: Elaboración propia

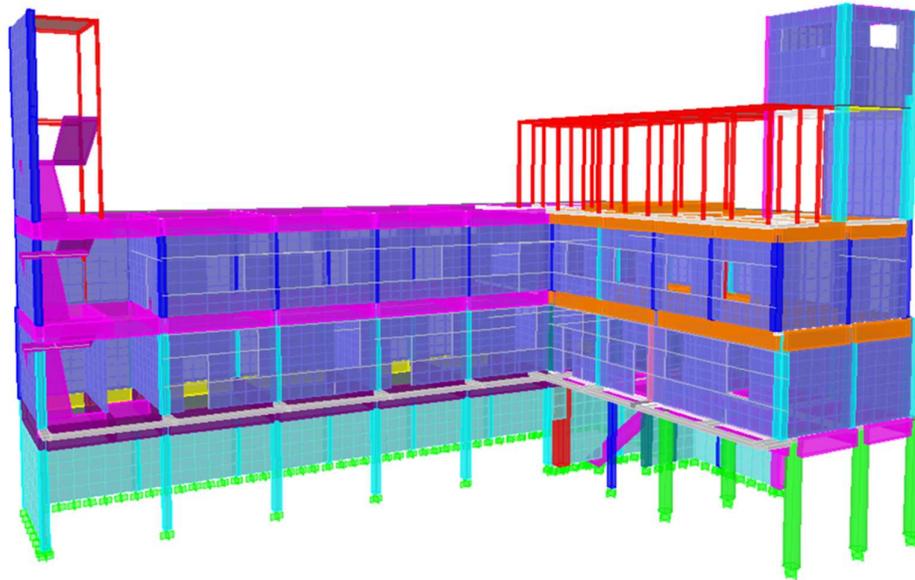


Figura 12. Modelo tridimensional de Análisis Estructural con Mampostería
Fuente: Elaboración propia

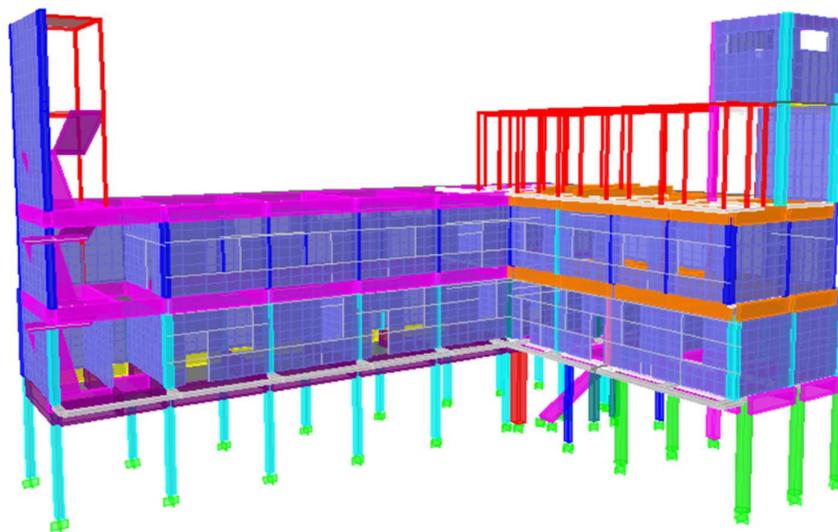


Figura 13. Modelo tridimensional de Análisis Estructural con Mampostería excepto PB
Fuente: Elaboración propia

3.3 Descripción General de la Estructura

El Bloque es una estructura de hormigón armado, las paredes son de mampostería, los pisos tienen un sistema de losas llenas, la estructura es asimétrica ya que tiene forma de L.

El ala Norte consta de dos pisos con una cubierta de planchas de fibrocemento y el ala Este de cuatro pisos con una cubierta de planchas de fibrocemento. La planta baja posee gradas y una escalera de ingreso al primer piso. El sistema de pisos es losa plana, la altura en planta baja es $h=4,51$ m, en el primer piso y segundo piso $h=3,74$ m, tercer piso $h=4,10$ m y cuarto piso $h=3,61$ m.

El acero estructural de la escalera de la Ala Norte y tercer piso consta de columnas conformadas con 2 canales C 100X50X3 mm, las vigas con 2 correas C 100X50X3 mm y para soporte de la cubierta con correas G 100X50X5X2 mm. La cubierta del Segundo Piso en el Ala Norte consta vigas son 2 correas C 100X50X3 mm y para soporte de la cubierta consta de correas G 100X50X5X2 mm, canal 80x40x2 mm y Angulo 1".

3.4 Materiales

Se consideraron los siguientes valores por defecto son supuestos para el análisis estructural de edificio:

Hormigón de Losa, Vigas y Columnas:

- Resistencia a la Compresión ($f'c$) 280 kg/cm²
- Módulo de Elasticidad (E) 252672 kg/cm²

Mampostería

- Resistencia a la Compresión ($f'm$) 50,986 kg/cm²
- Módulo de Elasticidad (E) 38239.4 kg/cm²

Acero de Refuerzo (LOOR D., 2015)

- Esfuerzo de Fluencia (f_y) 4200 kg/cm²
- Módulo de Elasticidad (E) 2030000 kg/cm²

Acero Estructural A36 (LOOR D., 2015)

- Esfuerzo de Fluencia (f_y) 2500 kg/cm²
- Módulo de Elasticidad (E) 2030000 kg/cm²

3.5 Cargas Aplicadas

3.5.1 Carga Muerta (PP y SD)

Para el modelo estructural se consideró el peso propio de la estructura (PP) y carga muerta sobrepuesta (SD) refiriéndose peso de losa, pared, baldosa e instalaciones. El programa Etabs calcula automáticamente el peso propio en función de la geometría y materiales previamente definidos. Se consideró para $W(\text{pared})$ el peso del bloque con el enlucido ($1,2 \text{ ton/m}^3$), la longitud total, altura y espesor de las paredes. Solamente en los modelos estructurales con mampostería y con mampostería excepto PB no se consideró $W(\text{pared})$, porque el programa lo calcula de manera automática.

Espesor de Losa = 0,15 m

Espesor de Pared = 0,12 m

Altura del Piso P1- P2 = 3,74 m

Primer Piso - $W_{P1} (\text{total}) = 0,59 \text{ ton/m}^2$

$W (\text{losa}) = 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 0,15 \text{ m} \cdot 2,4 \text{ ton/m}^3 = 0,36 \text{ ton/m}^2$

$W (\text{pared}) = 0,19 \text{ ton/m}^2$

$W (\text{baldosa}) = 0,022 \text{ ton/m}^2$

$W (\text{instalaciones}) = 0,015 \text{ ton/m}^2$

Segundo Piso - $W_{P2} (\text{total}) = 0,61 \text{ ton/m}^2$

$W (\text{losa}) = 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 0,15 \text{ m} \cdot 2,4 \text{ ton/m}^3 = 0,36 \text{ ton/m}^2$

$W (\text{pared}) = 0,21 \text{ ton/m}^2$

$W (\text{baldosa}) = 0,022 \text{ ton/m}^2$

$W (\text{instalaciones}) = 0,015 \text{ ton/m}^2$

Altura del Piso P3 = 4,10 m

Tercer Piso - W_{P3} (total) = 0,41 ton/m²

W (losa) = 1 m*1m*0,15 m*2,4 ton/m³=0,36 ton/m²

W (pared) = 0,01 ton/m²

W (baldosa) = 0,022 ton/m²

W (instalaciones) = 0,015 ton/m²

Altura del Piso P4 = 3,61 m

Cuarto Piso - W_{P4} (total) = 0,65 ton/m²

W (losa) = 1 m*1m*0,15 m*2,4 ton/m³=0,36 ton/m²

W (pared) = 0,27 ton/m²

W (baldosa) = 0,022 ton/m²

Material	Peso Unitario kN/m ³
Bloque hueco de hormigón	12.0
Hormigón simple	22.0
Hormigón armado	24.0
Baldosa de mármol reconstituido, con mortero de cemento: por cada cm, de espesor	0.22
Baldosa de cerámica, con mortero de cemento: por cada cm, de espesor	0.20
Contrapiso de hormigón ligero simple, por cada cm, de espesor	0.16
Contrapiso de hormigón simple, por cada cm, de espesor	0.22

Tabla 3. Peso Unitarios de Materiales de Construcción según NEC-15

3.5.2 Carga Viva (LL)

Según la NEC-15 en el capítulo de cargas (no sísmicas), se consideraron las siguientes cargas vivas:

- Aulas de Clases 0,20 ton/m²
- Corredor del Primer Piso 0,48 ton/m²
- Sala de Computo 0,48 ton/m²
- Escaleras y rutas de escape 0,48 ton/m²

- Área de Recepción 0,48 ton/m²
- Biblioteca 0,72 ton/m²
- Corredor del Segundo y Tercer Piso 0,40 ton/m²
- Cubiertas 0,07 ton/m²

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Cubiertas		
Cubiertas planas, inclinadas y curvas	0.70	
Cubiertas destinadas para áreas de paseo	3.00	
Cubiertas destinadas en jardinería o patios de reunión.	4.80	
Cubiertas destinadas para propósitos especiales		
Toldos y carpas	i	i
Construcción en lona apoyada sobre una estructura ligera	0.24 (no reduc.)	
Todas las demás	1.00	
Corredores-pasarelas-plataformas para mantenimiento	2.00	1.33
Sistemas de pisos para circulación		
Para oficinas	2.40	9.00
Para centros de cómputo	4.80	9.00
Unidades educativas		
Aulas	2.00	4.50
Corredores segundo piso y superior	4.00	4.50
Corredores primer piso	4.80	4.50
Bibliotecas		
Salas de lectura	2.90	4.50
Estanterías	7.20 ^c	4.50
Corredores en pisos superiores a planta baja	4.00	4.50
Escaleras y rutas de escape	4.80	g
Únicamente residencias unifamiliares y bifamiliares	2.00	
Áreas de reunión y teatros		
Asientos fijos	2.90	
Áreas de recepción	4.80	
Asientos móviles	4.80	
Plataformas de reunión	4.80	
Escenarios	7.20	

Tabla 4. Cargas Vivas Uniformemente Distribuidas y Concentradas según NEC-15

3.5.3 Carga Sísmica (EQ)

La revisión del comportamiento de la estructura por efecto sísmico se realiza mediante el análisis modal espectral. Se utilizó el espectro de respuesta inelástico según NEC-15 que representa el resultado del estudio de peligro sísmico para un 10% de probabilidad de excedencia en 50 años (período de retorno 475 años).

Tipo de perfil	Descripción	Definición
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180 \text{ m/s}$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50 \text{ kPa}$

Tabla 5. Clasificación de Tipo de Perfil según NEC-15

Se ha tomado como referencia el estudio de suelo de la ciudad de Guayaquil del proyecto RADIUS donde indica el tipo de suelo tiene las siguientes características:

- *Susceptible de fuerte erosión superficial por la remoción de su cobertura vegetal y la alteración de los drenajes naturales en las zonas donde intensamente se desarrollan asentamientos informales.*
- *Su estructura y bajas pendientes topográficas no define grandes áreas susceptibles a deslizamientos (con excepción de pequeñas zonas en Bastión Popular, Pancho Jácome, Mapasingue, Lomas de Urdesa, Cerros Santa Ana y El Carmen).*

Esto se debe a que la ciudad se asienta sobre rocas sedimentarias de la "Formación Cayo" (RADIUS, 1999) y por lo tanto que se puede concluir que el suelo es tipo E.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4					

Tabla 6. Tipo de suelo y factores de sitio Fa según NEC-15

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Tabla 7. Tipo de suelo y factores de sitio Fd según NEC-15

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Tabla 8. Tipo de suelo y factores de sitio Fs según NEC-15

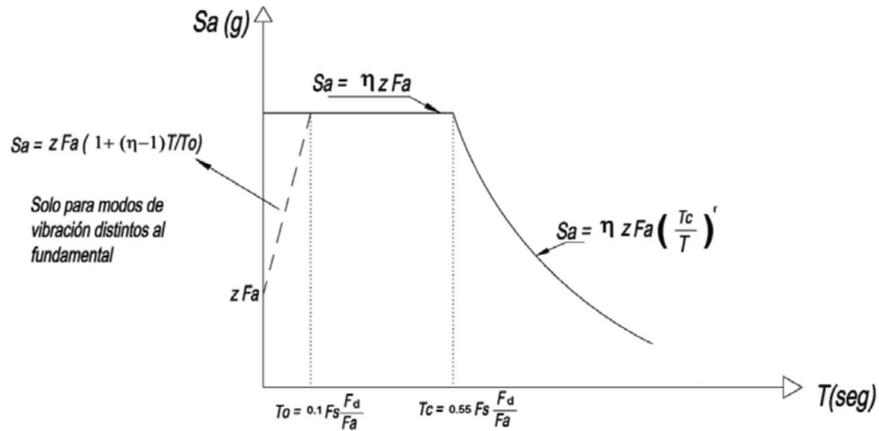


Figura 14. Espectro sísmico elástico de aceleraciones según NEC-15

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coefficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Tabla 9. Tipo de uso, destino e importancia de la estructura según NEC-15

Los parámetros que han sido considerados para el desarrollo del espectro sísmico según NEC-15 son:

- Zona Sísmica V (Alta) de la ciudad de Guayaquil.

$$Z = 0,40 \text{ g}$$

- Relación de Amplificación Espectral. (Toda la Costa, excepto Esmeraldas)

$$\eta = 1,80$$

- SD: Suelo Tipo E (Suelo blando)

$$Fa = 1,00$$

$$Fd = 1,60$$

$$Fs = 1,90$$

- Factor de Importancia (Estructuras de ocupación especial)

$$I = 1,30$$

- Coeficiente de Reducción Sísmico.

$$R = 1$$

- Factor de Irregularidad en Planta.

$$\phi_p = 0,90$$

- Factor de Irregularidad en Elevación.

$$\phi_e = 0,90$$

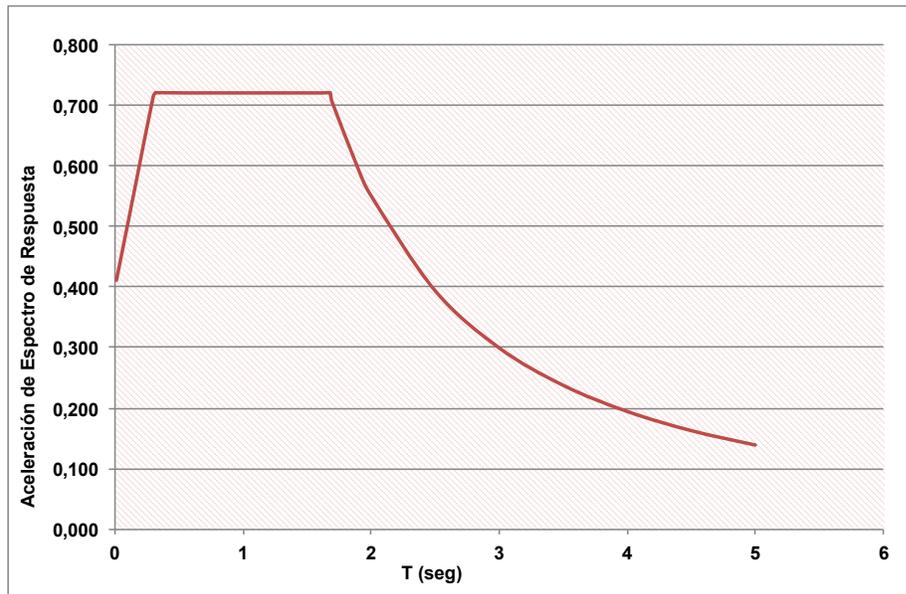


Figura 15. Espectro sísmico elástico de aceleraciones

Fuente: Elaboración propia

3.5.4 Combinaciones de Cargas

Las combinaciones se muestran en la Tabla 10.

	PP	SD	LL	EQX	EQY
COMB 1	1,1	1,1	1,1		
COMB 2	1,1	1,1	1,1	1	0,3
COMB 3	1,1	1,1	1,1	0,3	1
COMB 4	0,9	0,9			
COMB 5	0,9	0,9		1	0,3
COMB 6	0,9	0,9		0,3	1
COMB 7	1	1	1		

Tabla 10. Combinaciones de Cargas según ASCE/SEI 41-13

CAPÍTULO 4: RESULTADOS

4.1 Introducción

Este capítulo tiene el objetivo de dar a conocer de forma detallada los resultados que se obtuvieron durante el proceso de estudio del caso.

En base a los resultados obtenidos, se definieron datos para el análisis modal, se revisaron las derivas inelásticas y el cortante basal.

4.2 Resultados del Análisis Estructural

4.2.1 Fuerzas Sísmicas

Se definió la masa participativa igual al 100% de la carga muerta (SD) por la cual se estimaron los modos y períodos de vibración de la estructura. De acuerdo a la NEC-15, de manera aproximada se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$T = Ct * hn^{\alpha}$$

Donde:

Ct *Coficiente que depende del tipo de edificio*

Hn *Altura máxima de la edificación de n pisos*

T *Período de Vibración*

Tipo de estructura	C_t	α
Estructuras de acero		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

Tabla 11. Coeficiente que depende del tipo de estructura según NEC-15

En dirección X el período fundamental de vibración son:

	Tteórico	Tmodelo
Sin Mampostería	0,670 seg	0,962 seg
Con Mampostería	0,422 seg	0,466 seg
Con Mampostería excepto PB	0,442 seg	0,711 seg

En dirección Y el período fundamental de vibración son:

	Tteórico	Tmodelo
Sin Mampostería	0,670 seg	0,891 seg
Con Mampostería	0,442 seg	0,331 seg
Con Mampostería excepto PB	0,442 seg	0,506 seg

Para respectivos períodos el valor de $S_a=0,72$ g.

Según la NEC-15 indica que para la determinación del valor de T obtenido se debe utilizar el método 1, este método es una estimación inicial razonable del período estructural que permite el cálculo de las fuerzas sísmicas a aplicar sobre la estructura y realizar su dimensionamiento.

La carga sísmica W representa la carga reactiva por sismo. Donde W es la carga muerta total de la estructura (PP+SD). Se obtuvo con el programa ETABS que W para cada caso es:

Sin Mampostería	W=1072,37 Ton.
Con Mampostería	W=1072,37 Ton.
Con Mampostería excepto PB	W=1072,37 Ton.

Se determinó el cortante basal con la siguiente fórmula, según NEC-15:

$$V = \frac{I * S_a * W}{R * \phi_p * \phi_e}$$

Donde:

S_a Espectro de diseño en aceleración

ϕ_p y ϕ_e	Coeficientes de configuración en planta y elevación
I	Coeficiente de importancia
R	Factor de reducción de resistencia sísmica
V	Cortante Basal

El factor de ajuste cortante basal en los tres casos y ambas direcciones (x,y) es uno.

		EST. IRREGULARES
Dirección X , Dirección Y	V _x = 1239.183 Ton	85%
		1053.31
	V _y = 1239.183 Ton	1053.31
	V _x ETABS= 1053.270 Ton	OK
	V _y ETABS= 1053.260 Ton	OK

Figura 16. Cortante Basal sin mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)

		EST. IRREGULARES
Dirección X , Dirección Y	V _x = 1239.183 Ton	85%
		1053.31
	V _y = 1239.183 Ton	1053.31
	V _x ETABS= 1051.360 Ton	OK
	V _y ETABS= 1049.740 Ton	OK

Figura 17. Cortante Basal con mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)

		EST. IRREGULARES
Dirección X , Dirección Y	V _x = 1239.183 Ton	85%
		1053.31
	V _y = 1239.183 Ton	1053.31
	V _x ETABS= 1058.070 Ton	OK
	V _y ETABS= 1049.150 Ton	OK

Figura 18. Cortante Basal con mampostería excepto PB (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)

El cortante basal dinámico fue estimado con el método dinámico lineal, como la estructura estudiada es irregular, el cortante basal obtenido debe ser

mayor al 85% del cortante basal que se obtiene con el método estático equivalente (ASCE/SEI 41-13).

4.2.2 Derivas

El estado de daño de mampostería que puede presentarse en un sismo en base a las derivas que se obtienen en un modelo estructural se clasifican en tres tipos de daño (según CHIOZZI A.Y MIRANDA E., 2017) que son:

- Estado de Daño tipo 1: Se presentan pequeñas grietas menores a dos milímetros de ancho por lo que sólo requiere reparación superficial como enlucido y pintado. (CHIOZZI A. Y MIRANDA E., 2017)



Figura 19. Estado de Daño tipo 1 en mampostería después del sismo en Ecuador 2016 (CHIOZZI A. Y MIRANDA E., 2017)

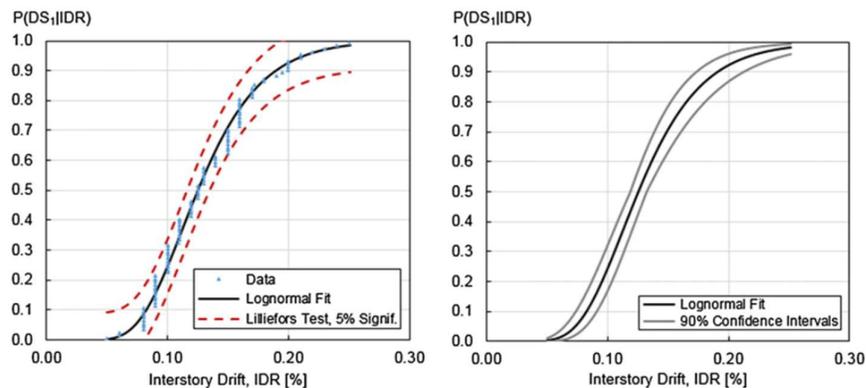


Figura 20. Gráfica de Derivas correspondiente al Estado de Daño tipo 1 (CHIOZZI A. Y MIRANDA E., 2017)

- Estado de Daño tipo 2: corresponde al comienzo de grietas significativas de más de dos milímetros de ancho que requieren intervención más profunda al reparar las paredes, como remplazo de ladrillos o bloques rotos. (CHIOZZI A. Y MIRANDA E., 2017)



Figura 21. Estado de Daño tipo 2 en mampostería después del sismo en Ecuador 2016 (CHIOZZI A. Y MIRANDA E., 2017)

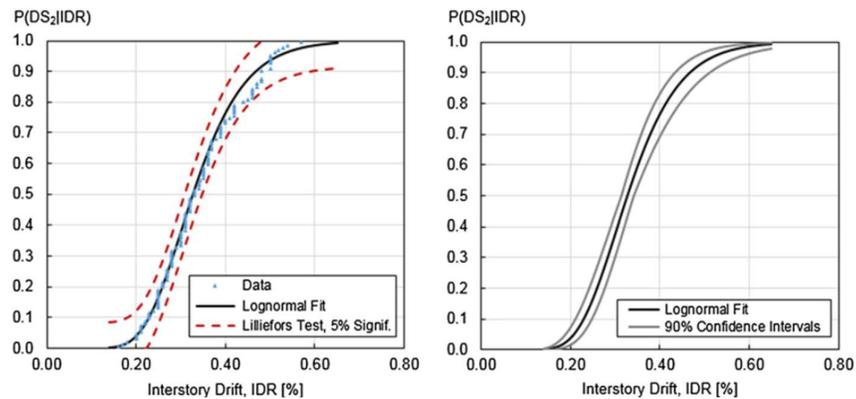


Figura 22. Gráfica de Derivas correspondiente al Estado de Daño tipo 2 (CHIOZZI A. Y MIRANDA E., 2017)

- Estado de Daño tipo 3: Se observan grandes grietas diagonales mayores a cuatro milímetros, lo que se recomienda la demolición completa y reconstrucción. (CHIOZZI A. Y MIRANDA E., 2017)



Figura 23. Estado de Daño tipo 3 en mampostería después del sismo en Ecuador 2016 (CHIOZZI A. Y MIRANDA E., 2017)

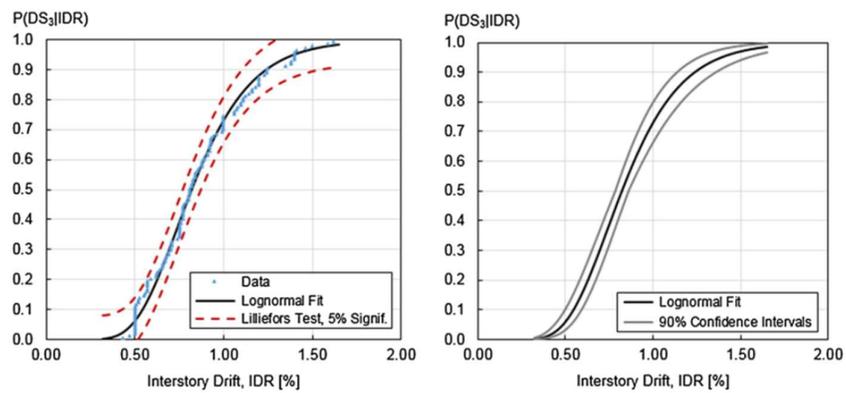


Figura 24. Gráfica de Derivas correspondiente al Estado de Daño tipo 3 (CHIOZZI A. Y MIRANDA E., 2017)

Se procedió a revisar las derivas de entrepiso en ambas direcciones que se obtuvo como resultado de los modelos realizados en Etabs. En las tablas 12 a la 17 se muestran las derivas estimadas con cada modelo. También se muestran las ubicaciones de los centros de masa y rigidez de cada piso.

Pisos	Altura	Altura de Pisos	Centro de Masa		Centro de Rigidez		Deriva	Deriva %	Limite de Deriva
			x	y	x	y			
P4	+19.70 m	3.61 m	27.49 m	2.51 m	27.24 m	3.11 m	0.0248	2.50	NO OK
P3	+16.09 m	4.10 m	26.99 m	3.31 m	26.30 m	3.86 m	0.0392	3.90	NO OK
P2	+11.99 m	3.74 m	18.49 m	14.08 m	21.23 m	11.92 m	0.0301	3.00	NO OK
P1	+8.25 m	3.74 m	19.02 m	13.53 m	21.02 m	11.19 m	0.0329	3.30	NO OK
PB	+4.51 m	4.51 m	18.08 m	13.20 m	21.87 m	8.82 m	0.0366	3.70	NO OK

Tabla 12. Resumen de resultados de Derivas en dirección X sin mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)

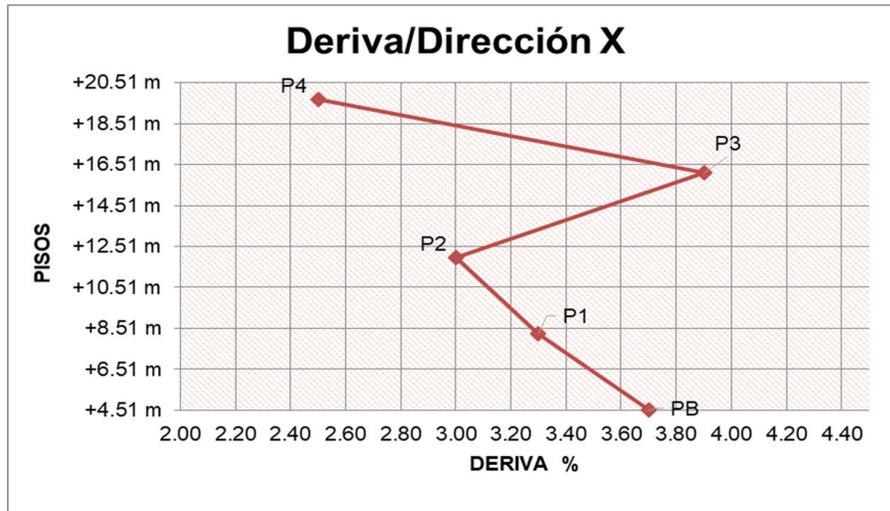


Figura 25. Gráfica de resultados de Derivas en dirección X sin mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)

Pisos	Altura	Altura de Pisos	Centro de Masa		Centro de Rigidez		Deriva	Deriva %	Limite de Deriva
			x	y	x	y			
P4	+19.70 m	3.61 m	27.49 m	2.51 m	27.24 m	3.11 m	0.0256	2.60	NO OK
P3	+16.09 m	4.10 m	26.99 m	3.31 m	26.30 m	3.86 m	0.0462	4.60	NO OK
P2	+11.99 m	3.74 m	18.49 m	14.08 m	21.23 m	11.92 m	0.0388	3.90	NO OK
P1	+8.25 m	3.74 m	19.02 m	13.53 m	21.02 m	11.19 m	0.0379	3.80	NO OK
PB	+4.51 m	4.51 m	18.08 m	13.20 m	21.87 m	8.82 m	0.0456	4.60	NO OK

Tabla 13. Resumen de resultados de Derivas en dirección Y sin mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)

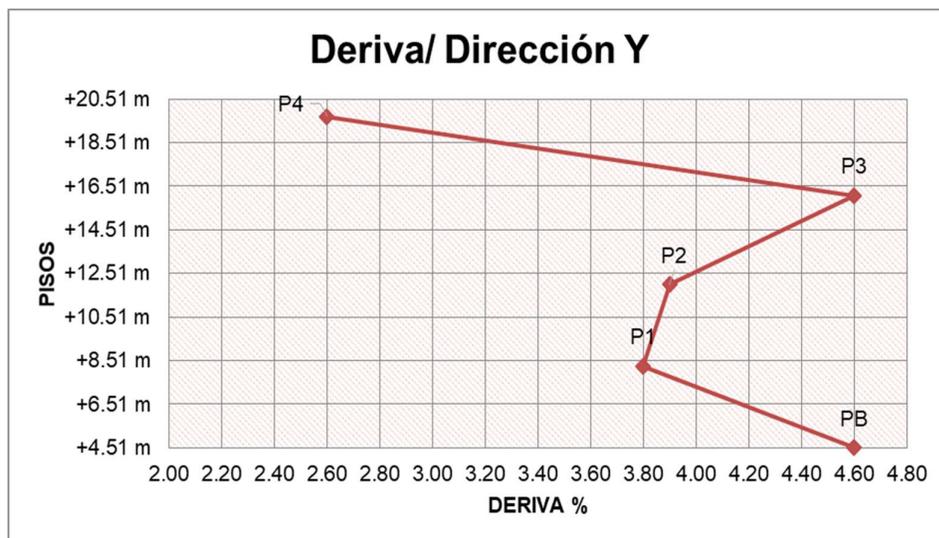


Figura 26. Gráfica de resultados de Derivas en dirección Y sin mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)

Pisos	Altura	Altura de Pisos	Centro de Masa		Centro de Rigidez		Deriva	Deriva %	Limite de Deriva
			x	y	x	y			
P4	+19.70 m	3.61 m	27.34 m	2.55 m	28.22 m	2.87 m	0.0035	0.40	OK
P3	+16.09 m	4.10 m	27.07 m	3.32 m	28.86 m	2.87 m	0.0542	5.40	NO OK
P2	+11.99 m	3.74 m	17.96 m	14.12 m	21.05 m	16.18 m	0.0017	0.20	OK
P1	+8.25 m	3.74 m	18.64 m	13.62 m	20.88 m	16.12 m	0.0013	0.10	OK
PB	+4.51 m	4.51 m	18.18 m	13.21 m	22.88 m	18.89 m	0.0048	0.50	OK

Tabla 14. Resumen de resultados de Derivas en dirección X con mampostería
(CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)

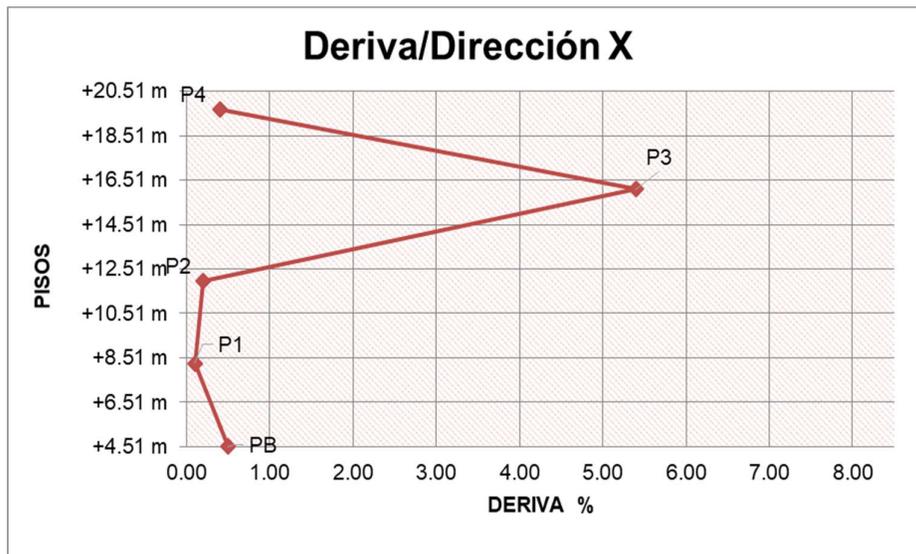


Figura 27. Gráfica de resultados de Derivas en dirección X con mampostería
(CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)

Pisos	Altura	Altura de Pisos	Centro de Masa		Centro de Rigidez		Deriva	Deriva %	Limite de Deriva
			x	y	x	y			
P4	+19.70 m	3.61 m	27.34 m	2.55 m	28.22 m	2.87 m	0.0043	0.40	OK
P3	+16.09 m	4.10 m	27.07 m	3.32 m	28.86 m	2.87 m	0.0368	3.70	NO OK
P2	+11.99 m	3.74 m	17.96 m	14.12 m	21.05 m	16.18 m	0.0026	0.30	OK
P1	+8.25 m	3.74 m	18.64 m	13.62 m	20.88 m	16.12 m	0.0026	0.30	OK
PB	+4.51 m	4.51 m	18.18 m	13.21 m	22.88 m	18.89 m	0.0060	0.60	OK

Tabla 15. Resumen de resultados de Derivas en dirección Y con mampostería
(CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)

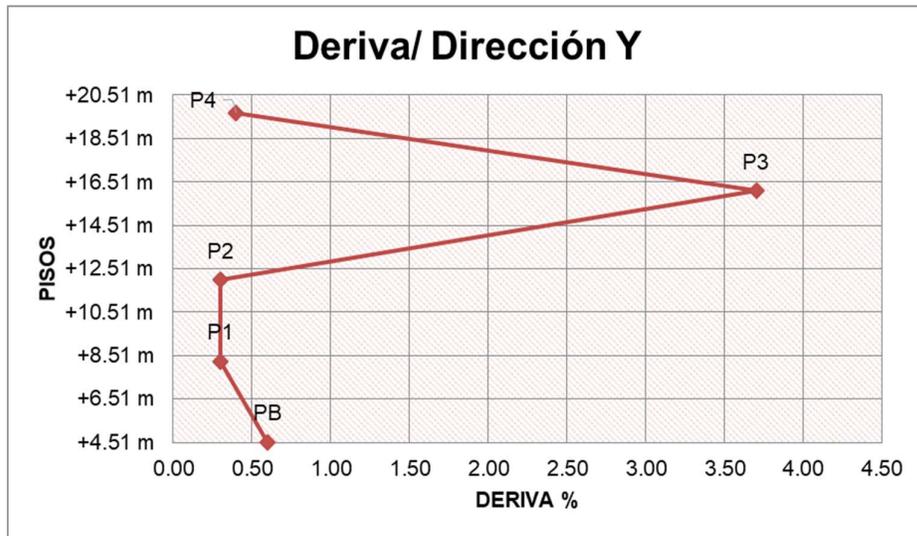


Figura 28. Gráfica de resultados de Derivas en dirección Y con mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)

Pisos	Altura	Altura de Pisos	Centro de Masa		Centro de Rigidez		Deriva	Deriva %	Limite de Deriva
			x	y	x	y			
P4	+19.70 m	3.61 m	27.34 m	2.55 m	28.16 m	2.97 m	0.0351	3.50	NO OK
P3	+16.09 m	4.10 m	27.07 m	3.32 m	28.79 m	2.98 m	0.0582	5.80	NO OK
P2	+11.99 m	3.74 m	17.96 m	14.12 m	23.07 m	11.59 m	0.0027	0.30	OK
P1	+8.25 m	3.74 m	18.64 m	13.62 m	23.14 m	11.16 m	0.0023	0.20	OK
PB	+4.51 m	4.51 m	18.18 m	13.21 m	23.24 m	10.94 m	0.0126	1.30	OK

Tabla 16. Resumen de resultados de Derivas en dirección X con mampostería excepto PB (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)

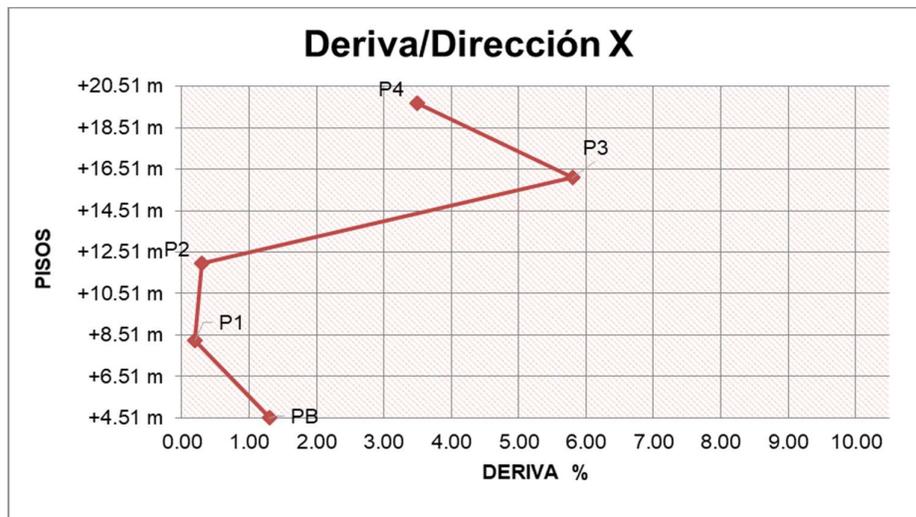


Figura 29. Gráfica de resultados de Derivas en dirección X con mampostería excepto PB (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)

Pisos	Altura	Altura de Pisos	Centro de Masa		Centro de Rigidez		Deriva	Deriva %	Limite de Deriva
			x	y	x	y			
P4	+19.70 m	3.61 m	27.34 m	2.55 m	28.16 m	2.97 m	0.0025	0.30	OK
P3	+16.09 m	4.10 m	27.07 m	3.32 m	28.79 m	2.98 m	0.0140	1.40	OK
P2	+11.99 m	3.74 m	17.96 m	14.12 m	23.07 m	11.59 m	0.0017	0.20	OK
P1	+8.25 m	3.74 m	18.64 m	13.62 m	23.14 m	11.16 m	0.0015	0.20	OK
PB	+4.51 m	4.51 m	18.18 m	13.21 m	23.24 m	10.94 m	0.0492	4.90	NO OK

Tabla 17. Resumen de resultados de Derivas en dirección Y con mampostería excepto PB (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)

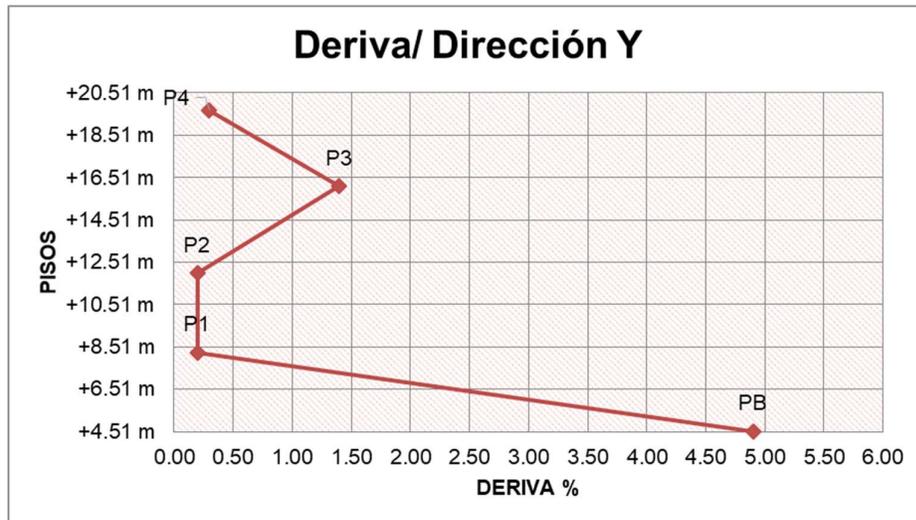


Figura 30. Gráfica de resultados de Derivas en dirección Y con mampostería excepto PB (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)

En el mismo estudio de referencia se definen valores de derivas con problema de que ocurra el estado de daño con mampostería (Figura 24).

De acuerdo con los resultados del modelo con mampostería probablemente se va a presentar estado de daño tipo 2 en Planta Baja donde indica que la mampostería va a degradarse, cabe recalcarla que en los muros se agregó una factor de sección agrietada de 0,6 y tal vez debería cambiar el factor de por uno menor; eso aumentaría las deformaciones y pudiera presentarse el estado en que el comportamiento llega a asemejarse al modelo con mampostería excepto PB. En ese estado, de acuerdo al análisis realizado, columnas no cumplen con los requerimientos de la norma, presentado una probabilidad alta de que ocurra un piso blando durante el terremoto y el posible colapso del piso de Planta Baja.

4.2.3 Efecto P-Δ

La revisión de los valores del efecto P-Δ se muestra en las tablas 18 hasta la 20. Se concluye que en ningún caso controlan los efectos de segundo orden.

DIRECCIÓN X

Pisos	Altura	hx (m)	Px (Ton)	Vx (Ton) ETABS	Δ (mm)	Qi	Limite P-Delta
P4	+19.70 m	+3.61 m	6.79	13.29	29.54	0.00	OK
P3	+16.09 m	+4.10 m	29.30	66.13	27.32	0.00	OK
P2	+11.99 m	+3.74 m	307.11	473.02	26.66	0.00	OK
P1	+8.25 m	+3.74 m	646.36	817.18	30.74	0.01	OK
PB	+4.51 m	+4.51 m	1072.37	1053.27	20.45	0.00	OK

DIRECCIÓN Y

Pisos	Altura	hx (m)	Px (Ton)	Vy (Ton) ETABS	Δ (mm)	Qi	Limite P-Delta
P4	+19.70 m	3.61	6.79	15.85	40.39	0.00	OK
P3	+16.09 m	4.10	29.30	79.38	37.94	0.00	OK
P2	+11.99 m	3.74	307.11	469.06	35.27	0.01	OK
P1	+8.25 m	3.74	646.36	813.70	39.39	0.01	OK
PB	+4.51 m	4.51	1072.37	1053.26	23.59	0.01	OK

Tabla 18. Resumen de resultados de Efecto P-Δ sin mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)

DIRECCIÓN X

Pisos	Altura	hx (m)	Px (Ton)	Vx (Ton) ETABS	Δ (mm)	Qi	Limite P-Delta
P4	+19.70 m	+3.61 m	17.91	27.74	29.54	0.01	OK
P3	+16.09 m	+4.10 m	49.03	110.72	27.32	0.00	OK
P2	+11.99 m	+3.74 m	376.76	428.78	26.66	0.01	OK
P1	+8.25 m	+3.74 m	718.94	788.23	30.74	0.01	OK
PB	+4.51 m	+4.51 m	1072.37	1051.36	20.45	0.00	OK

DIRECCIÓN Y

Pisos	Altura	hx (m)	Px (Ton)	Vy (Ton) ETABS	Δ (mm)	Qi	Limite P-Delta
P4	+19.70 m	3.61	17.91	22.65	40.39	0.01	OK
P3	+16.09 m	4.10	49.03	77.15	37.94	0.01	OK
P2	+11.99 m	3.74	376.76	411.32	35.27	0.01	OK
P1	+8.25 m	3.74	718.94	742.64	39.39	0.01	OK
PB	+4.51 m	4.51	1072.37	1049.74	23.59	0.01	OK

Tabla 19. Resumen de resultados de Efecto P-Δ con mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)

DIRECCIÓN X

Pisos	Altura	hx (m)	Px (Ton)	Vx (Ton) ETABS	Δ (mm)	Qi	Limite P-Delta
P4	+19.70 m	+3.61 m	17.91	38.71	29.54	0.00	OK
P3	+16.09 m	+4.10 m	49.03	155.39	27.32	0.00	OK
P2	+11.99 m	+3.74 m	376.76	404.59	26.66	0.01	OK
P1	+8.25 m	+3.74 m	718.94	719.31	30.74	0.01	OK
PB	+4.51 m	+4.51 m	1072.37	1058.07	20.45	0.00	OK

DIRECCIÓN Y

Pisos	Altura	hx (m)	Px (Ton)	Vy (Ton) ETABS	Δ (mm)	Qi	Limite P-Delta
P4	+19.70 m	3.61	17.91	13.81	40.39	0.01	OK
P3	+16.09 m	4.10	49.03	55.99	37.94	0.01	OK
P2	+11.99 m	3.74	376.76	359.73	35.27	0.01	OK
P1	+8.25 m	3.74	718.94	691.37	39.39	0.01	OK
PB	+4.51 m	4.51	1072.37	1049.15	23.59	0.01	OK

Tabla 20. Resumen de resultados de Efecto P-Δ con mampostería excepto PB
(CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)

4.2.4 Irregularidad Torsional

La norma NEC-15 nos define que existe donde la deriva máxima del piso calculada incluida la torsión accidental, en un extremo de la estructura transversal a un eje es más de 1,2 veces el promedio de las derivas de los pisos en los dos extremos de la estructura. En la tabla 21 hasta la tabla 23 muestra los resultados del análisis de torsión que existe la irregularidad para el caso de Planta Baja, Primer Piso y Segundo Piso.

DIRECCIÓN X

Pisos	Altura	δ1x ETABS (m)	δ2x ETABS (m)	Deriva (δ1x-1) (m)	Deriva (δ2x-1) (m)	Promedio de Deriva de piso (m)	Máxima deriva de piso (m)	Coficiente (Max Deriva / Promedio Deriva)	Limite de Torsión
P3	+16.09 m	0.5108	0.4313	0.1212	0.1441	0.133	0.1441	1.09	NO EXISTE TORSION
P2	+11.99 m	0.3896	0.2872	0.1099	0.1028	0.106	0.1099	1.03	NO EXISTE TORSION
P1	+8.25 m	0.2797	0.1844	0.1146	0.1211	0.118	0.1211	1.03	NO EXISTE TORSION
PB	+4.51 m	0.1651	0.0633	0.1651	0.0633	0.114	0.1651	1.45	EXISTE TORSION

DIRECCIÓN Y

Pisos	Altura	δ1x ETABS (m)	δ2x ETABS (m)	Deriva (δ1x-1) (m)	Deriva (δ2x-1) (m)	Promedio de Deriva de piso (m)	Máxima deriva de piso (m)	Coficiente (Max Deriva / Promedio Deriva)	Limite de Torsión
P2	+11.99 m	0.4868	0.2576	0.1414	0.0764	0.109	0.1414	1.30	EXISTE TORSION
P1	+8.25 m	0.3454	0.1812	0.1397	0.0931	0.116	0.1397	1.20	NO EXISTE TORSION
PB	+4.51 m	0.2057	0.0881	0.2057	0.0881	0.147	0.2057	1.40	EXISTE TORSION

Tabla 21. Resumen de resultados de Torsión sin mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)

DIRECCIÓN X

Pisos	Altura	δ1x ETABS (m)	δ2x ETABS (m)	Deriva (δ1x-δ1x-1) (m)	Deriva (δ2x-δ2x-1) (m)	Promedio de Deriva de piso (m)	Máxima deriva de piso (m)	Coefficiente (Max Deriva / Promedio Deriva)	Límite de Torsión
P3	+16.09 m	0.5108	0.4313	0.1212	0.1441	0.133	0.1441	1.09	NO EXISTE TORSION
P2	+11.99 m	0.3896	0.2872	0.1099	0.1028	0.106	0.1099	1.03	NO EXISTE TORSION
P1	+8.25 m	0.2797	0.1844	0.1146	0.1211	0.118	0.1211	1.03	NO EXISTE TORSION
PB	+4.51 m	0.1651	0.0633	0.1651	0.0633	0.114	0.1651	1.45	EXISTE TORSION

DIRECCIÓN Y

Pisos	Altura	δ1x ETABS (m)	δ2x ETABS (m)	Deriva (δ1x-δ1x-1) (m)	Deriva (δ2x-δ2x-1) (m)	Promedio de Deriva de piso (m)	Máxima deriva de piso (m)	Coefficiente (Max Deriva / Promedio Deriva)	Límite de Torsión
P2	+11.99 m	0.4868	0.2576	0.1414	0.0764	0.109	0.1414	1.30	EXISTE TORSION
P1	+8.25 m	0.3454	0.1812	0.1397	0.0931	0.116	0.1397	1.20	NO EXISTE TORSION
PB	+4.51 m	0.2057	0.0881	0.2057	0.0881	0.147	0.2057	1.40	EXISTE TORSION

Tabla 22. Resumen de resultados de Torsión con mampostería (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)

DIRECCIÓN X

Pisos	Altura	δ1x ETABS (m)	δ2x ETABS (m)	Deriva (δ1x-δ1x-1) (m)	Deriva (δ2x-δ2x-1) (m)	Promedio de Deriva de piso (m)	Máxima deriva de piso (m)	Coefficiente (Max Deriva / Promedio Deriva)	Límite de Torsión
P3	+16.09 m	0.2846	0.2813	0.2225	0.2095	0.216	0.2225	1.03	NO EXISTE TORSION
P2	+11.99 m	0.0621	0.0718	0.0017	0.0088	0.005	0.0088	1.68	EXISTE TORSION
P1	+8.25 m	0.0604	0.0630	0.0036	0.0077	0.006	0.0077	1.36	EXISTE TORSION
PB	+4.51 m	0.0568	0.0553	0.0568	0.0553	0.056	0.0568	1.01	NO EXISTE TORSION

DIRECCIÓN Y

Pisos	Altura	δ1x ETABS (m)	δ2x ETABS (m)	Deriva (δ1x-δ1x-1) (m)	Deriva (δ2x-δ2x-1) (m)	Promedio de Deriva de piso (m)	Máxima deriva de piso (m)	Coefficiente (Max Deriva / Promedio Deriva)	Límite de Torsión
P3	+16.09 m	0.2384	0.0792	0.0090	0.0054	0.007	0.0090	1.25	EXISTE TORSION
P2	+11.99 m	0.2330	0.0702	0.0025	0.0056	0.004	0.0056	1.38	EXISTE TORSION
P1	+8.25 m	0.2274	0.0677	0.0035	0.0055	0.005	0.0055	1.22	EXISTE TORSION
PB	+4.51 m	0.2219	0.0642	0.0642	0.2219	0.143	0.2219	1.55	EXISTE TORSION

Tabla 23. Resumen de resultados de Torsión con mampostería excepto PB (CONSULTOLA CIA. LTDA., 2017)

4.2.5 Criterio de Aceptación para Procedimiento Lineal

El criterio de aceptación para acciones controladas por deformación para procedimiento dinámico lineal en componentes primarios y secundarios deben satisfacer la inecuación:

$$mkQ_{CE} > Q_{UD}$$

- m Factor de modificación de la capacidad del componente para tener en cuenta la ductilidad esperada asociada con esta acción en el nivel de desempeño estructural seleccionado.
- k Factor de “conocimiento”.
- Q_{CE} Resistencia esperada de un componente controlado por deformación en el nivel de deformación considerado.
- Q_{UD} Acción producida por cargas gravitacionales y cargas sísmicas.

Determinación k

Se determinó el coeficiente de k en base al nivel de conocimiento de la estructura. La tabla 6-1 de la norma ASCE/SEI 41 (replicada en la tabla 24), el nivel de conocimiento se debe establecer como “mínimo” con un nivel de desempeño de seguridad de vida o inferior, sin ensayos, dibujo de diseño o equivalente, evaluación de condición visual, propiedades del material de los valores predeterminados donde el factor $k=0,75$ para este caso.

Data	Level of Knowledge						
	Minimum			Usual		Comprehensive	
Performance Level	Life Safety or lower			Life Safety or lower		Greater than Life Safety	
Analysis Procedures	LSP, LDP			All		All	
Testing	No tests			Usual testing		Comprehensive testing	
Drawings	Design drawings or equivalent		No drawings	Design drawings or equivalent		Construction documents or equivalent	
Condition assessment	Visual	Visual	Comprehensive	Visual	Comprehensive	Visual	Comprehensive
Material properties	From default values	From design drawings	From default values	From drawings and tests	From usual tests	From documents and tests	From comprehensive tests
Knowledge factor (κ)	0.75	0.9 ^{a,b}	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00

NOTE: LSP, linear static procedure; LDP, linear dynamic procedure.

^aIf the building meets the benchmark requirements of Table 4-5, then $\kappa = 1.0$.

^bIf inspection or testing records are available to substantiate the design drawings, then $\kappa = 1.0$.

Tabla 24. Requisitos de recolección de datos según ASCE/SEI 41-13

Determinación m

Para el factor m se debe tomar en consideración la filosofía de diseño que permite comprobar el nivel de seguridad de vida. Según la NEC-15 el diseño estructural se hace para el sismo de diseño, equivalente a un período de retorno de 475 años. En este caso se busca evitar el colapso (CP) en los elementos primarios “ante terremotos severos que pueden ocurrir rara vez

durante la vida útil de la estructura, procurando salvaguardar la vida de sus ocupantes” (NEC-15). En la tabla 25 nos indica la síntesis filosofía de diseño.

Nivel de desempeño estructural (prevención)	Elementos estructurales	Elementos estructurales no	Tasa anual de excedencia
Servicio	Ningún daño	Ningún daño	0.023
Daño	Ningún daño	Daños	0.01389
Colapso	Cierto grado de daño	Daños considerables	0.00211

Tabla 25. Síntesis de Filosofía de Diseño según NEC-15

El factor m para columnas se lo determinó con el cálculo respectivo de las ecuaciones y la selección de dicho coeficiente en la Tabla 27. Para elección de la condición i, ii, iii se utilizan las indicaciones de la Tabla 26. En este caso la condición ii, es decir, estribos con anclajes a 90 grados.

	Columna Planta Baja	Columna de Segundo Piso
Sin Mampostería	m=1,6	m=2,3
Con Mampostería	m=1,9	m=3,0
Con Mampostería excepto PB	m=1,9	m=2,3

Shear Capacity Ratio	ACI 318 Conforming Seismic Details with 135-Degree Hooks	Closed Hoops with 90-Degree Hooks	Other (Including Lap-Spliced Transverse Reinforcement)
$V_p/V_o \leq 0.6$	i ^a	ii	ii
$1.0 \geq V_p/V_o > 0.6$	ii	ii	iii
$V_p/V_o > 1.0$	iii	iii	iii

^aTo qualify for condition i, a column should have $A_s/b_w s \geq 0.002$ and $s/d \leq 0.5$ within flexural plastic hinge region. Otherwise, the column is assigned to condition ii.

Tabla 26. Detalles de refuerzo transversal para columnas según ASCE/SEI 41-13

			<i>m</i> -Factors ^a				
			Performance Level				
			Component Type				
			Primary		Secondary		
Conditions	IO	LS	CP	LS	CP		
Condition i^b							
$\frac{P}{A_s f_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$						
≤ 0.1	≥ 0.006	2	2.5	3	4	5	
≥ 0.6	≥ 0.006	1.25	1.8	1.9	1.9	2	
≤ 0.1	≤ 0.002	2	2	2.6	2.6	3	
≥ 0.6	≤ 0.002	1.1	1.1	1.2	1.2	1.4	
Condition ii^b							
$\frac{P}{A_s f_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$	$\frac{V}{b_w d \sqrt{f_c}}$					
≤ 0.1	≥ 0.006	$\leq 3 (0.25)$	2	2.5	3	4	5
≤ 0.1	≥ 0.006	$\geq 6 (0.5)$	2	2	2.5	4	5
≥ 0.6	≥ 0.006	$\leq 3 (0.25)$	1.25	1.8	1.9	1.9	2
≥ 0.6	≥ 0.006	$\geq 6 (0.5)$	1.25	1.5	1.6	1.6	1.8
≤ 0.1	≤ 0.0005	$\leq 3 (0.25)$	1.2	1.3	1.4	1.4	1.6
≤ 0.1	≤ 0.0005	$\geq 6 (0.5)$	1	1	1.1	1.1	1.2
≥ 0.6	≤ 0.0005	$\leq 3 (0.25)$	1	1	1.1	1.1	1.2
≥ 0.6	≤ 0.0005	$\geq 6 (0.5)$	1	1	1	1	1
Condition iii^b							
$\frac{P}{A_s f_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$						
≤ 0.1	≥ 0.006	1	1	1	4	5	
≥ 0.6	≥ 0.006	1	1	1	1.6	1.8	
≤ 0.1	≤ 0.002	1	1	1	1.1	1.2	
≥ 0.6	≤ 0.002	1	1	1	1	1	
Condition iv. Columns controlled by inadequate development or splicing along the clear height^b							
$\frac{P}{A_s f_c}$	$\rho = \frac{A_s}{b_w s}$						
≤ 0.1	≥ 0.006	1	1	1	4	5	
≥ 0.6	≥ 0.006	1	1	1	1.6	1.8	
≤ 0.1	≤ 0.002	1	1	1	1.1	1.2	
≥ 0.6	≤ 0.002	1	1	1	1	1	

NOTE: f_c is in lb/in.² (MPa) units.

^aValues between those listed in the table should be determined by linear interpolation.

^bRefer to Section 10.4.2.2.2 for definition of conditions i, ii, and iii. Columns are considered to be controlled by inadequate development or splices where the calculated steel stress at the splice exceeds the steel stress specified by Eq. (10-2). Where more than one of conditions i, ii, iii, and iv occurs for a given component, use the minimum appropriate numerical value from the table.

^cWhere $P > 0.7A_s f_c$, the *m*-factor should be taken as unity for all performance levels unless the column has transverse reinforcement consisting of hoops with 135-degree hooks spaced at $\leq d/3$ and the strength provided by the hoops (V_s) is at least 3/4 of the design shear. *P* is the design axial force in the member. Alternatively, axial loads determined based on a limit-state analysis can be used.

^d*V* is the design shear force calculated using limit-state analysis procedures in accordance with Section 10.4.2.4.1.

Tabla 27. Factor *m* para columnas de concreto reforzado según ASCE/SEI 41-13

Para las columnas de Planta Baja (PB) y Segundo Piso (P2) se aplicó el criterio de aceptación por medio de los siguientes diagramas de interacción:

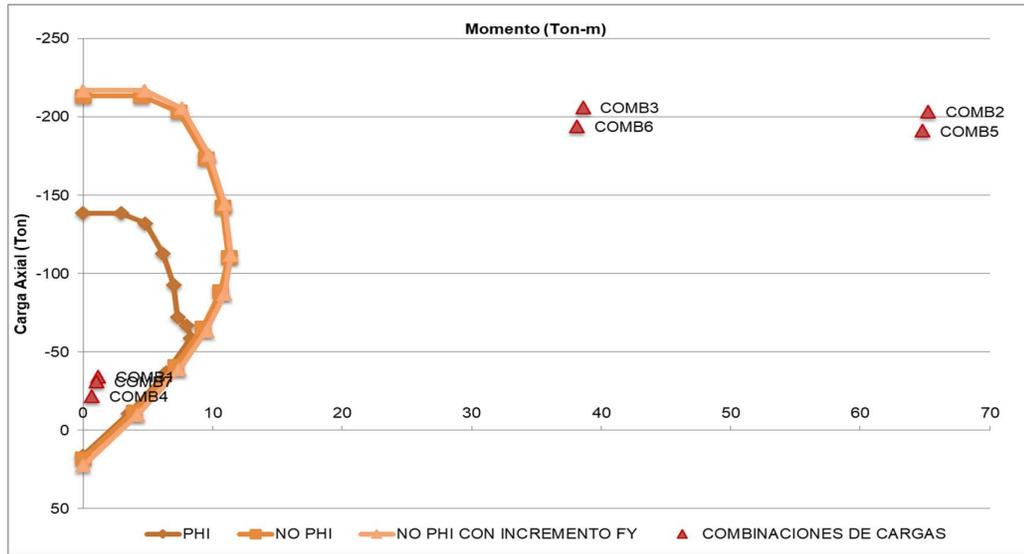


Figura 31. Diagrama de interacción PB en dirección X sin mampostería
Fuente: Elaboración propia

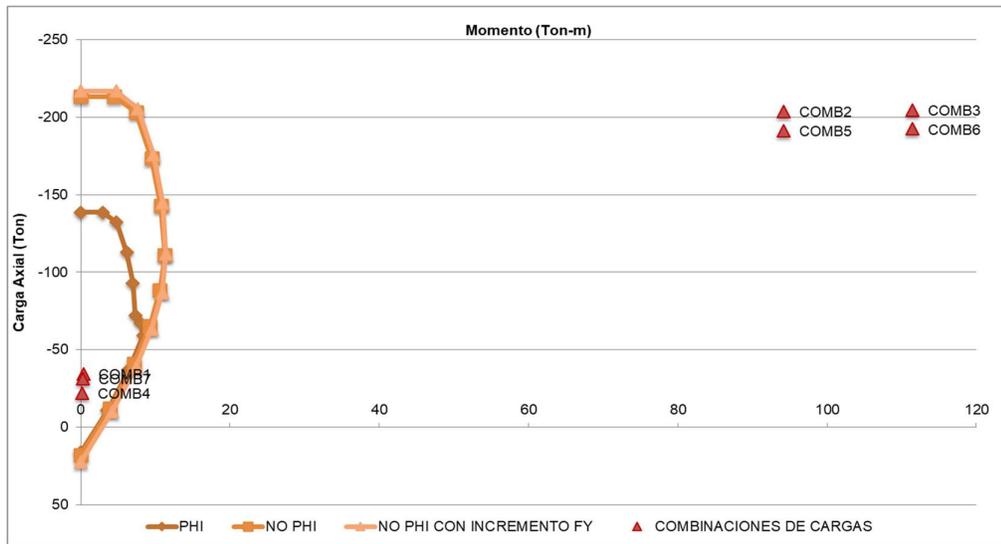


Figura 32. Diagrama de interacción PB en dirección Y sin mampostería
Fuente: Elaboración propia

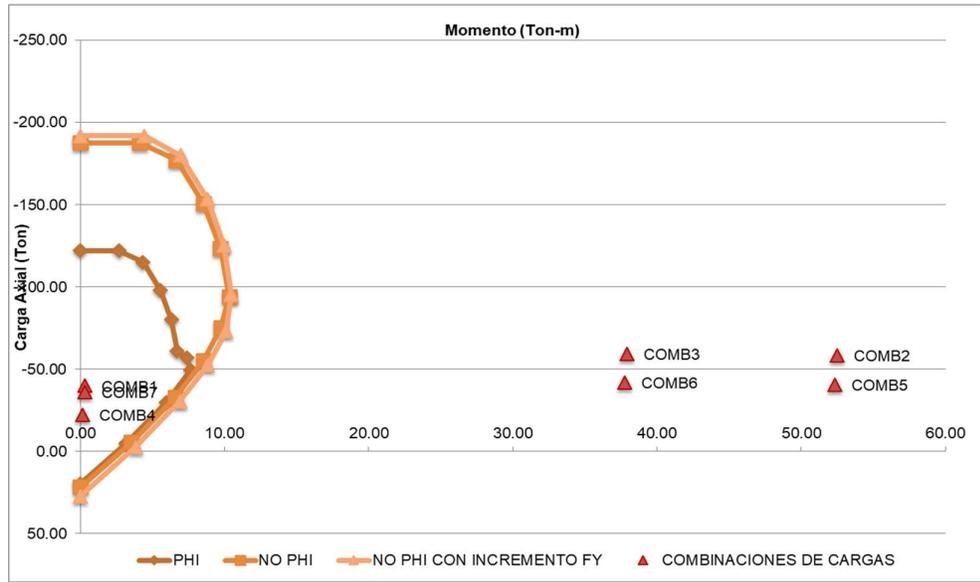


Figura 33. Diagrama de interacción P2 en dirección X sin mampostería
Fuente: Elaboración propia

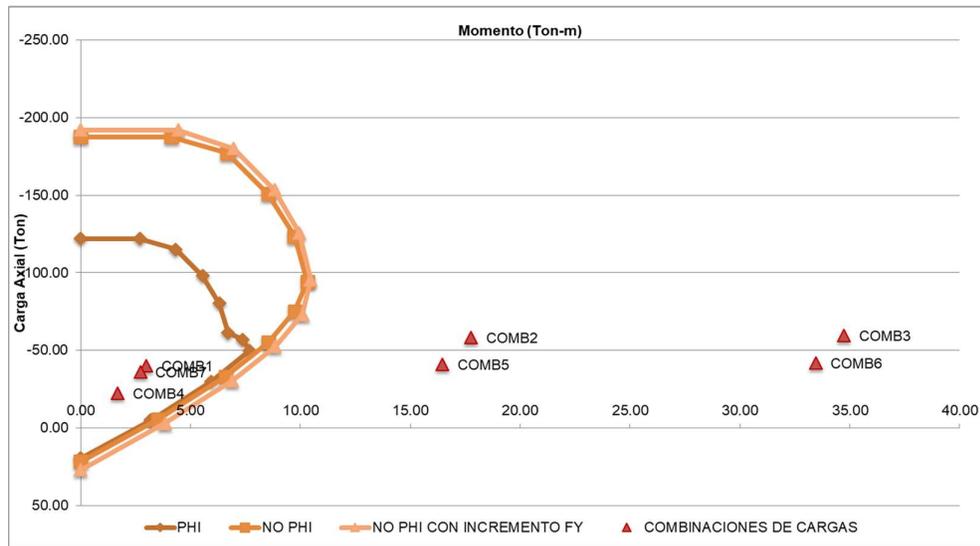


Figura 34. Diagrama de interacción P2 en dirección Y sin mampostería
Fuente: Elaboración propia

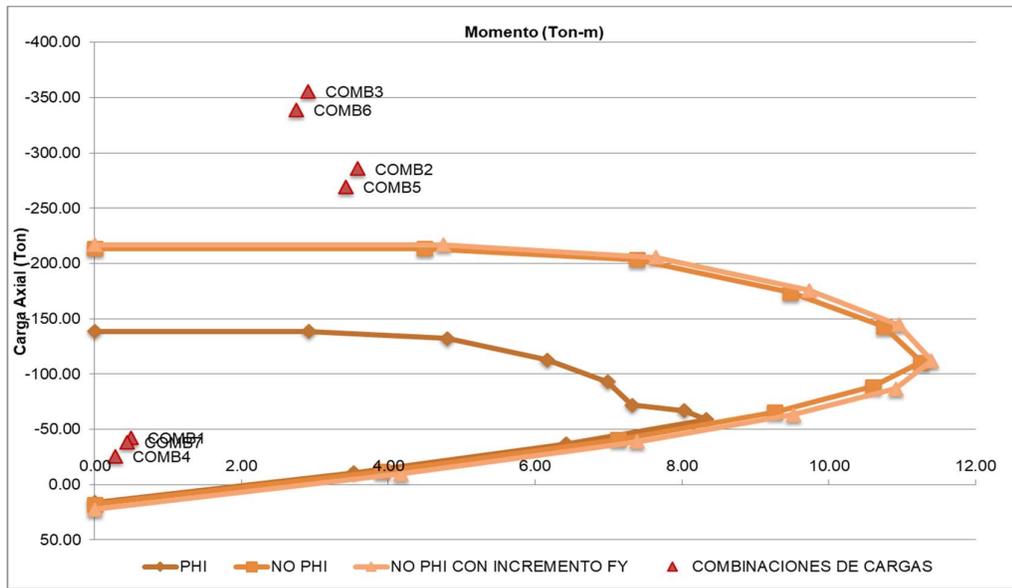


Figura 35. Diagrama de interacción PB en dirección X con mampostería
Fuente: Elaboración propia

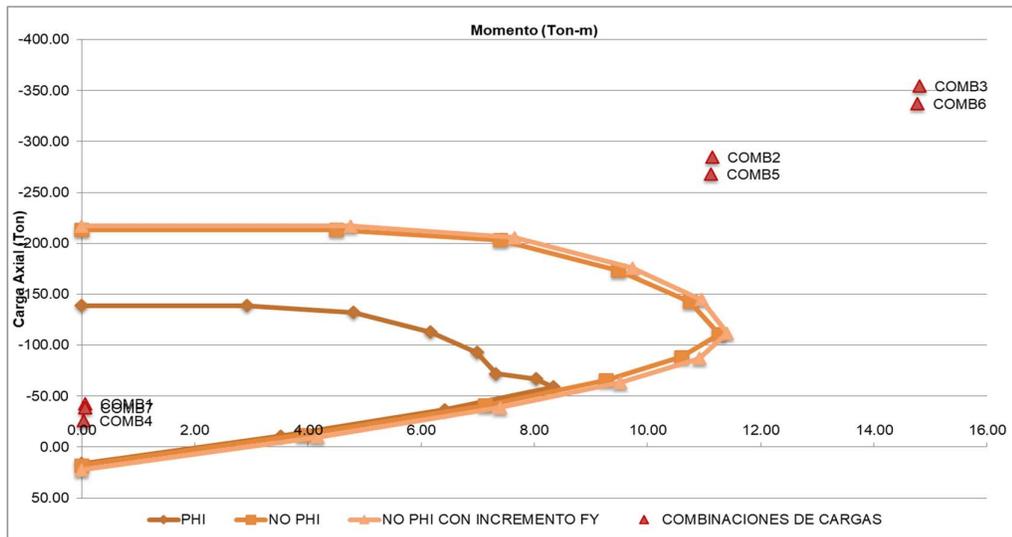


Figura 36. Diagrama de interacción PB en dirección Y con mampostería
Fuente: Elaboración propia

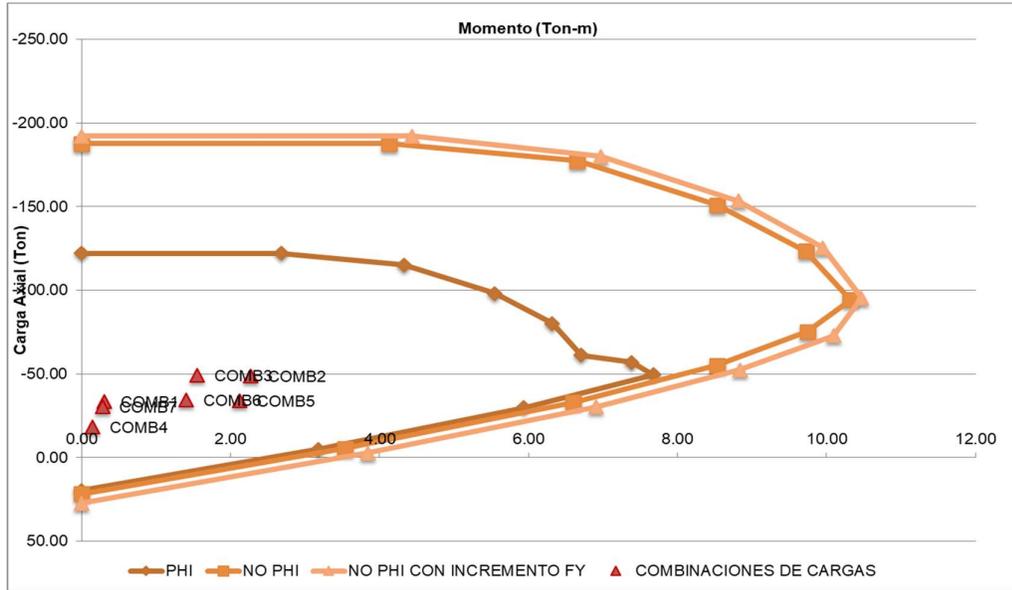


Figura 37. Diagrama de interacción P2 en dirección X con mampostería
Fuente: Elaboración propia

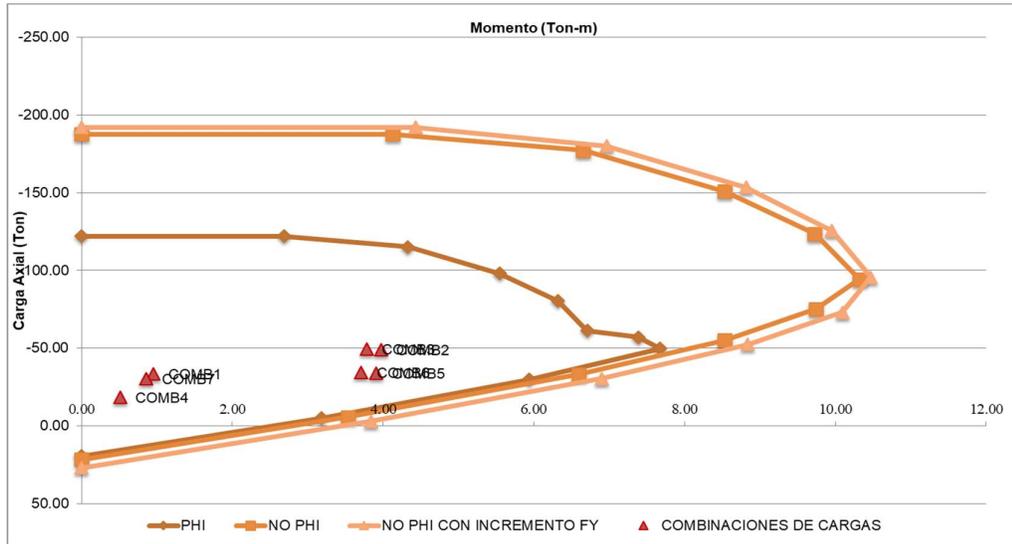


Figura 38. Diagrama de interacción P2 en dirección Y con mampostería
Fuente: Elaboración propia

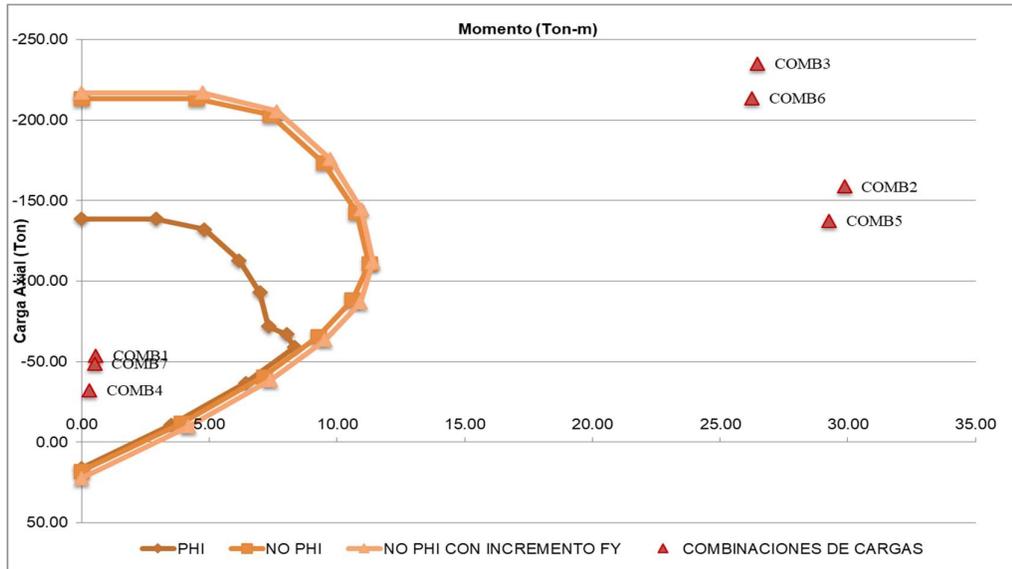


Figura 39. Diagrama de interacción PB en dirección X con mampostería excepto PB
Fuente: Elaboración propia

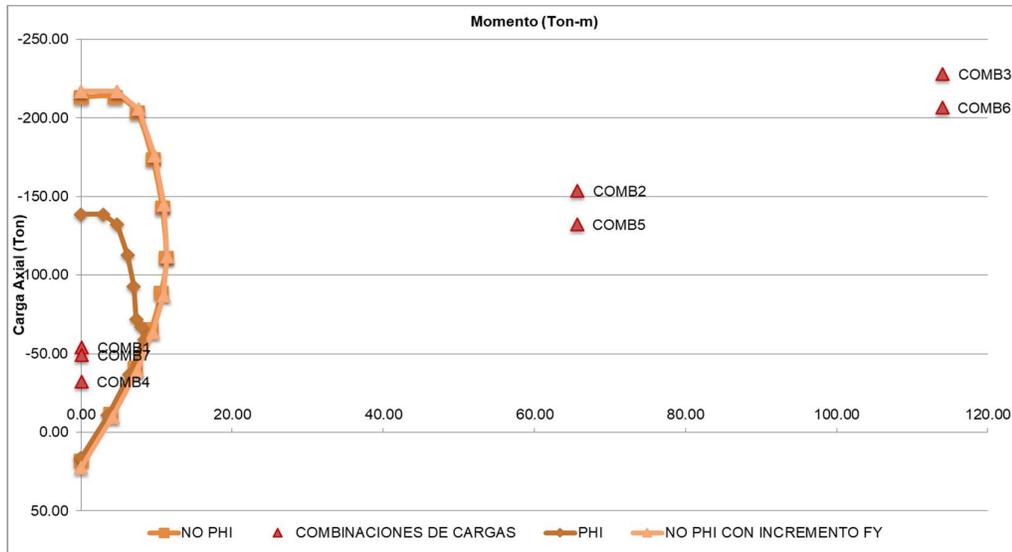


Figura 40. Diagrama de interacción PB en dirección Y con mampostería excepto PB
Fuente: Elaboración propia

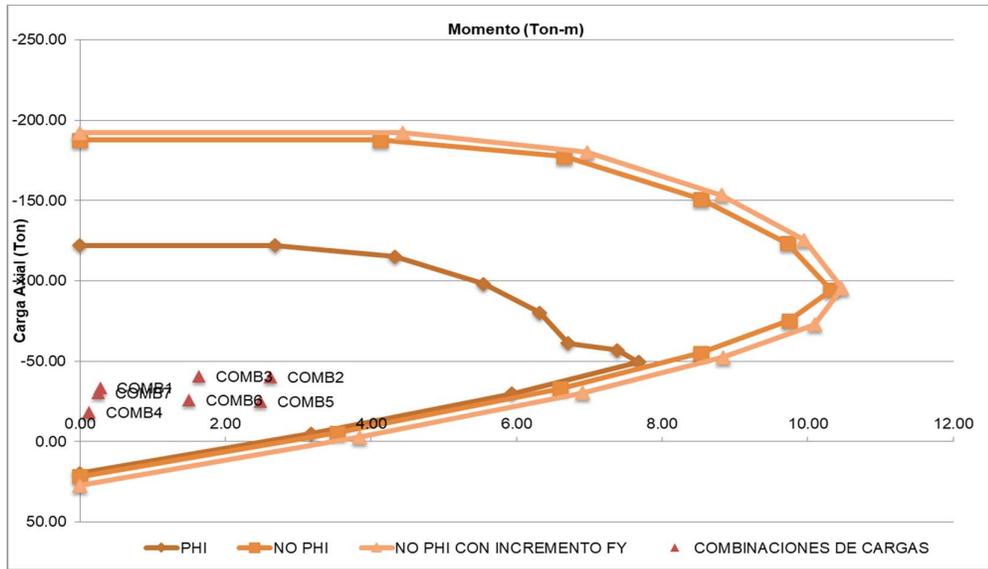


Figura 41. Diagrama de interacción P2 en dirección X con mampostería excepto PB
Fuente: Elaboración propia

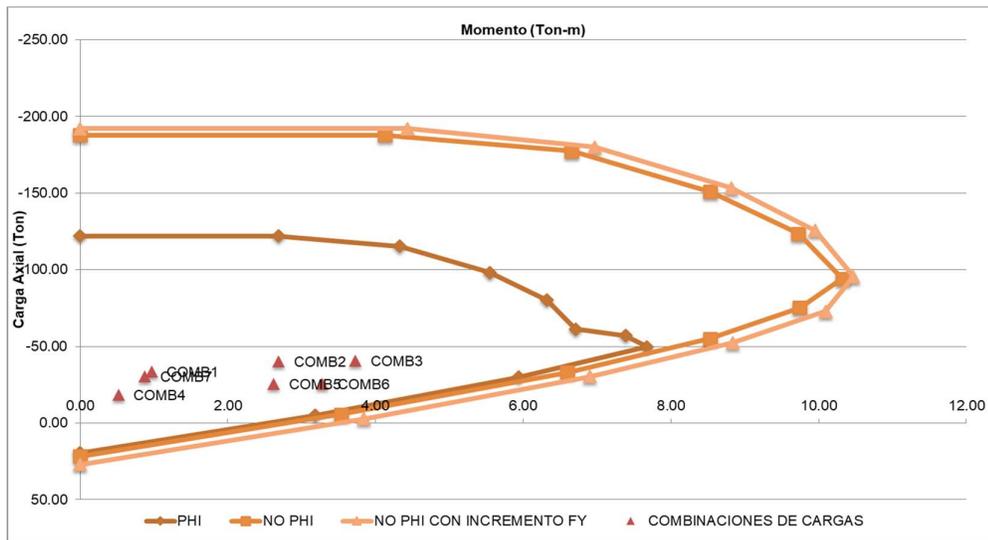


Figura 42. Diagrama de interacción P2 en dirección Y con mampostería excepto PB
Fuente: Elaboración propia

El factor m para vigas se lo determinó con el cálculo respectivo de las ecuaciones y la selección de dicho coeficiente en la Tabla 28. En este caso la condición i, es decir, vigas controladas por flexión.

	Viga Planta Baja	Viga de Segundo Piso
Sin Mampostería	m=4	m=4,7
Con Mampostería	m=5,9	m=7
Con Mampostería excepto PB	m=4	m=7

Table 10-13. Numerical Acceptance Criteria for Linear Procedures—Reinforced Concrete Beams

			m-Factors ^a				
			Performance Level				
			Component Type				
			Primary		Secondary		
Conditions			IO	LS	CP	LS	CP
Condition i. Beams controlled by flexure ^b							
$\rho - \rho'$	Transverse reinforcement ^c	$\frac{V}{b_w d \sqrt{f'_c}}$					
ρ_{bal}							
≤ 0.0	C	≤ 3 (0.25)	3	6	7	6	10
≤ 0.0	C	≥ 6 (0.5)	2	3	4	3	5
≥ 0.5	C	≤ 3 (0.25)	2	3	4	3	5
≥ 0.5	C	≥ 6 (0.5)	2	2	3	2	4
≤ 0.0	NC	≤ 3 (0.25)	2	3	4	3	5
≤ 0.0	NC	≥ 6 (0.5)	1.25	2	3	2	4
≥ 0.5	NC	≤ 3 (0.25)	2	3	3	3	4
≥ 0.5	NC	≥ 6 (0.5)	1.25	2	2	2	3
Condition ii. Beams controlled by shear ^b							
Stirrup spacing $\leq d/2$			1.25	1.5	1.75	3	4
Stirrup spacing $> d/2$			1.25	1.5	1.75	2	3
Condition iii. Beams controlled by inadequate development or splicing along the span ^b							
Stirrup spacing $\leq d/2$			1.25	1.5	1.75	3	4
Stirrup spacing $> d/2$			1.25	1.5	1.75	2	3
Condition iv. Beams controlled by inadequate embedment into beam-column joint ^b							
			2	2	3	3	4

NOTE: f'_c in lb/in.² (MPa) units.

^aValues between those listed in the table should be determined by linear interpolation.

^bWhere more than one of conditions i, ii, iii, and iv occurs for a given component, use the minimum appropriate numerical value from the table.

^c"C" and "NC" are abbreviations for conforming and nonconforming transverse reinforcement. Transverse reinforcement is conforming if, within the flexural plastic hinge region, hoops are spaced at $\leq d/3$, and if, for components of moderate and high ductility demand, the strength provided by the hoops (V_s) is at least 3/4 of the design shear. Otherwise, the transverse reinforcement is considered nonconforming.

^d V is the design shear force calculated using limit-state analysis procedures in accordance with Section 10.4.2.4.1.

Tabla 28. Factor m para vigas de concreto reforzado según ASCE/SEI 41-13

Para las vigas de Planta Baja (PB) y Segundo Piso (P2) se aplicó el criterio de aceptación por medio de la siguiente ecuación:

$$\phi Mn = b * d^2 * f'c * w(1 - 0,59w)$$

$$m * k * \phi Mn > Mu$$

Viga Planta Baja

Sin Mampostería	58 Ton-m > 176 Ton-m	NO CUMPLE
Con Mampostería	86 Ton-m > 19 Ton-m	SÍ CUMPLE
Con Mampostería excepto PB	58 Ton-m > 85 Ton-m	NO CUMPLE

Viga Segundo Piso

Sin Mampostería	31 Ton-m > 56 Ton-m	NO CUMPLE
Con Mampostería	47 Ton-m > 7 Ton-m	SÍ CUMPLE
Con Mampostería excepto PB	47 Ton-m > 8 Ton-m	SÍ CUMPLE

El factor m para el nudo se lo seleccionó la condición i para nudos interiores, no conforme (NC) en elementos primarios m=1 en la Tabla 29. Se asumió que el mismo armado obtenido de los resultados del Ferroskan son de todas las vigas de Planta Baja.

Table 10-14. Numerical Acceptance Criteria for Linear Procedures—Reinforced Concrete Beam–Column Joints

Conditions	m-Factors ^a					
	Performance Level					
	Component Type					
	Primary		Secondary			
	IO	LS	CP	LS	CP	
Condition i. Interior joints (for classification of joints, refer to Fig. 10-3)						
$\frac{P}{A_g f'_c}$	Transverse reinforcement ^c	$\frac{V}{V_n}$				
≤0.1	C	≤1.2	1	1	1	3
≤0.1	C	≥1.5	1	1	1	2
≥0.4	C	≤1.2	1	1	1	3
≥0.4	C	≥1.5	1	1	1	2
≤0.1	NC	≤1.2	1	1	1	2
≤0.1	NC	≥1.5	1	1	1	2
≥0.4	NC	≤1.2	1	1	1	2
≥0.4	NC	≥1.5	1	1	1	2
Condition ii. Other joints (for classification of joints, refer to Fig. 10-3)						
$\frac{P}{A_g f'_c}$	Transverse reinforcement ^c	$\frac{V}{V_n}$				
≤0.1	C	≤1.2	1	1	1	3
≤0.1	C	≥1.5	1	1	1	2
≥0.4	C	≤1.2	1	1	1	3
≥0.4	C	≥1.5	1	1	1	2
≤0.1	NC	≤1.2	1	1	1	2
≤0.1	NC	≥1.5	1	1	1	2
≥0.4	NC	≤1.2	1	1	1	1.5
≥0.4	NC	≥1.5	1	1	1	1.5

^aValues between those listed in the table should be determined by linear interpolation.

^bP is the design axial force on the column above the joint calculated using limit-state analysis procedures in accordance with Section 10.4.2.4. A_g is the gross cross-sectional area of the joint.

^cV is the design shear force and V_n is the shear strength for the joint. The design shear force and shear strength should be calculated according to Section 10.4.2.4.1 and Section 10.4.2.3, respectively.

^d“C” and “NC” are abbreviations for conforming and nonconforming transverse reinforcement, respectively. Transverse reinforcement is conforming if hoops are spaced at $\leq h/2$ within the joint. Otherwise, the transverse reinforcement is considered nonconforming.

Tabla 29. Factor m para nudos de columnas y vigas de concreto reforzado según

ASCE/SEI 41-13

Para el nudo entre la columna y viga de Planta Baja (PB) se aplicó el criterio de aceptación por medio de la siguiente ecuación:

$$\phi V_n = \alpha * \sqrt{f'c} * A_j$$

$$\phi V_u = 1,25 * f_y * (A_s^- + A_s^+)$$

$$m * k * \phi V_n > V_u$$

$$24,1 \text{ Ton} > 14,9 \text{ Ton}$$

SÍ CUMPLE

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- Se observaron problemas de configuración estructural (NEC-15) como Irregularidad en Elevación: Ejes verticales discontinuos o muros soportados por columnas, Irregularidad geométrica de retroceso en pisos superiores, Columnas Cortas, Viga Fuerte – Columnas Débiles; y Irregularidad en Planta: Retroceso excesivo en las esquinas. La estructura presenta asentamientos y fisuras en mampostería.
- La estructura por su particularidad de tener forma de L, se producirán niveles de torsiones importantes.
- Las derivas son mayores al 2% en el modelo estructural sin mampostería por lo que no cumple, para el caso con mampostería y con mampostería excepto PB no cumple para el tercer piso, la deriva en Planta Baja no cumple para último modelo mencionado.
- El estado de daño de mampostería que puede presentarse en un sismo en base a las derivas obtenidas del modelo estructural se determinó que en la Planta Baja es probable daño tipo 2, para Primer Piso y Segundo Piso es posible un daño tipo 1 (según Chiozzi y Miranda, 2017), para el Tercero y Cuarto piso se espera el estado de daño tipo 3.
- Los resultados obtenidos en las columnas nos indican que cumple el criterio de aceptación con las combinaciones de cargas gravitacionales pero no para las cargas sísmicas.

- En las vigas cumple el criterio de aceptación para la estructura con mampostería pero para la estructura sin mampostería y con mampostería excepto PB no cumple.
- El criterio de aceptación sí cumple para el nudo que se revisó ya que el cortante nominal resistente es mayor al cortante último.

Recomendaciones:

- El presente estudio de desempeño sísmico se sugiere realizar para todos las edificaciones antiguas de la ciudad de Guayaquil de tal forma de determinar su comportamiento para su reforzamiento o reconstrucción.
- Hacer un estudio más detallado para caracterizar el comportamiento de la estructura.
- Determinar con un estudio de rehabilitación las medidas necesarias para reforzar la estructura.

BIBLIOGRAFÍA

ACI 318-14. "Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural". Comité ACI 318 "American Concrete Institute". American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan.

ASCE/SEI 7-10. "Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures". American Society Civil Engineering. Reston, Virginia.

ASCE/SEI 41-13. "Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings". Reston, Virginia: American Society of Civil Engineers.

RADIUS (1999). Herramienta de Evaluación del Riesgo para el Diagnóstico de Zonas Urbanas frente a un Desastre Sísmico. Guayaquil, Ecuador.

DIARIO EL PAÍS DE ESPAÑA. Edición del 17 de abril de 2016. "La zona costera de Ecuador, la más afectada por el terremoto"
https://elpais.com/internacional/2016/04/17/actualidad/1460864801_534195.html?rel=lom

DIARIO EL TELEGRAFO. Edición del 16 de abril de 2017. "En Guayaquil, un puente colapsó y dos personas perdieron la vida"
<http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/guayaquil/10/en-guayaquil-un-puente-colapso-y-dos-personas-perdieron-la-vida>

ECURED (2011). Ecured Portable. "Cinta Métrica".
https://www.ecured.cu/Cinta_m%C3%A9trica

CONSULTOLA CIA. LTDA (2017). "Hojas de Cálculo del Proyecto GISIS".

LÓPEZ P. (2016). Propuesta de Adaptación del Documento ASCE/SEI21-03. “Evaluación Sísmica de Edificaciones Existentes”
<https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/001/195/2/CF-Maestria%20Ingenier%C3%ADa%20Civil-10290312-Anexos.pdf>

FERREPAT (2016). “Proveedor y Asesor Ferretero. “Cómo funciona un medidor de distancia láser y cómo elegir el adecuada”.
<http://www.revista.ferrepat.com/herramientas/funciona-medidor-distancia-laser-elegir-adecuado/>

HABIBULLAH A. Y WILSON, E. “ETABS: Integrated Analysis, Design and Drafting of Building Systems”, Computers and Structures, Inc., Berkeley, CA

HILTI (2003). Manual PS 200 Ferroscan.
http://www.construmatica.com/archivos/46568/ferroscan_ps_200.pdf

INEC (2010). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Fascículo Provincial Guayas.
<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manual-lateral/Resultados-provinciales/guayas.pdf>

JAMES INSTRUMENTS INC. (1984). Instrucciones de Operación. Chicago, Illinois: James Instruments Inc. Non Destructive Testing Systems

LOOR D. (2015). Comportamiento Lineal y no Lineal del Edificio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

CHIOZZI A. Y MIRANDA E. (2017). “Fragility functions for masonry infill walls with in-plane loading”. wileyonlinelibrary.com/journal/eqe

NEC (2015). “Norma Ecuatoriana de la Construcción”. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.

PATOLOGÍA, REHABILITACIÓN Y CONSTRUCCIÓN (2013). Resistencia del hormigón mediante esclerómetro o índice de rebote (1).
<https://www.patologiasconstruccion.net/2013/11/resistencia-del-hormigon-mediante-esclerometro-o-indice-de-rebote-1/>

PCA (2008). "Notes on ACI 318-08 Building Code Requirements for Structural Concrete". Portland Cement Association. Skokie, Illinois.

RADIO MORENA (2016) Edición del 17 de abril de 2016. "Imágenes: Vivienda desplomada en Ayacucho y Garcia Moreno (Guayaquil)"
<http://radiomorena640.com/imagenes-vivienda-desplomada-en-ayacucho-y-garcia-moreno-guayaquil/>

UESMJG (1904) "Historia de la Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús". Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús. Guayaquil, Ecuador.
<http://colegiomarianitasguayaquil.com/>

GARCÍA L. Y GUEVARA L. (2001). "El efecto de columna corta o columna cautiva".
<https://www.scribd.com/doc/131557354/Efecto-Columna-Corta>

ANEXOS

APÉNDICE A

EVALUACIÓN SÍSMICA DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTA MARIANA DE JESÚS POR EL SISMO DEL 16 DE ABRIL 2016

GUÍA DE DISEÑO 5

EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS

Formulario de Evaluación Rápida

Inspección

CI Inspector: 0921687281

Hora y Lugar de la Inspección: 08:00 AM PM

Afiliación:

Áreas Inspeccionadas: Solo Exterior Exterior e Interior

Descripción de la Edificación

Nombre de la edificación: UNIDAD ED. MARIANA DE

Dirección: CALLE BOCAZO 1878 y MACDONALDO

UTM: 623895 m E ; 9786240 m S

Número de contacto celular de la edificación:

Número de pisos sobre el suelo: 4 Subsuelos: -

Área en planta (m² o ft²): ~14000 m²

Número de residencias habitadas:

Número de residencias no habitadas:

Tipo de Construcción

Estructura de madera Estructura con muros de hormigón

Estructura metálica Mampostería sin Refuerzo Estructural

Estructura modular prefabricada Mampostería con Refuerzo Estructural

Estructura de hormigón Otros _____

Tipo de Ocupación

Familiar Comercial Gubernamental

Otro tipo de residencia Oficinas Histórico

Asamblea Pública Industrial Colegios

Servicios de emergencia Otros _____

Evaluación

Investigar la edificación y marcar sus condiciones en una de las columnas

Condiciones Observadas:

Colapso total, parcial o su cimentación afectada

Edificación fuera de plomo

Agrupamiento en muros u otro daño estructural

Daños en el alfilerado, alfileres u otro elemento que amenace con caer

Otro (Especificar)

Condiciones Observadas:

Comentarios: REPARAR FISURAS EN ALGUNOS ELEMENTOS NO-ESTRUCTURALES PARA DE

DISMINUIR LAS REPARACIONES TENER CUIDADO CON RESPECTAR LAS JUNTAS

Estimación de Daños

Excluye Contenidos

Poca/Ninguna Moderada Severa

Ninguno

0-1%

1-10%

10-30%

30-60%

60-100%

100%

Maricación

Determinar la maricación de la estructura en base a la evaluación y al juicio del equipo de investigación. Las condiciones severas que amenacen el estado estructural de una edificación son suficientes para clasificarla como insegura. Condiciones de daños severas y moderadas pueden clasificar a la estructura como Uso Restringido. Marcar a las estructuras con la pancarta INSPECCIONADAS únicamente en la entrada principal. Marcar a la estructuras con la pancarta de USO RESTRINGIDO e INSEGURA en todas las entradas.

INSPECCIONADA (Pancarta verde) USO RESTRINGIDO (Pancarta Amarilla) INSEGURO (Pancarta roja)

Identificar cualquier restricción de uso existente al igual que en la pancarta de maricación:

Futuras Acciones Poner check en cualquiera de las cajas que se enseñan a continuación en el caso de que si se necesitan futuras acciones

Uso de barricadas en las siguientes áreas:

Recomienda Evaluación Detallada Estructural Geotécnica Otra: _____

Otra recomendación:

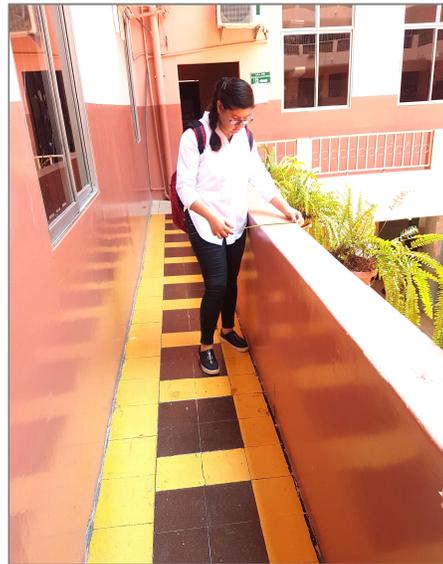
Comentarios: LA EVALUACIÓN DETALLADA SOLAMENTE APLICA AL BLOQUE DE LA BIBLIOTECA/SEDA DE CONTRATACIÓN/MÚSICA POR SER UN EDIFICIO ANTIGUO

APÉNDICE B

FOTOS DE LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL



Medición de la columna en Planta Baja



Medición de espesor del muro– Primer Piso



Medición del antepecho – Segundo Piso



Medición del ancho - Segundo Piso



Medición de la altura del muro - Tercer Piso



Medición de la columna - Tercer Piso

APÉNDICE C
FOTOS DE BLOQUE DE UESMJG



Vista General del Ala Norte



Vista General del Ala Norte



Vista General del Ala Este



Junta de Construcción del Ala Este – Planta Baja



Junta de Construcción del Ala Norte – Segundo Piso



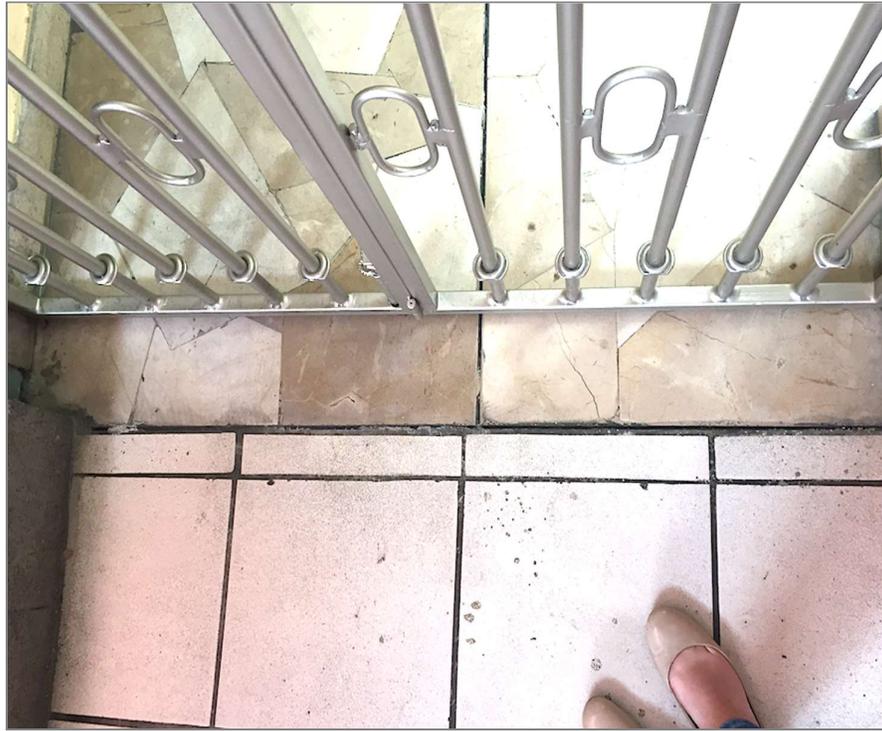
Junta de Construcción del Ala Este – entrada de la Biblioteca – Segundo Piso



Junta de Construcción del Ala Este – interior de la Biblioteca – Segundo Piso



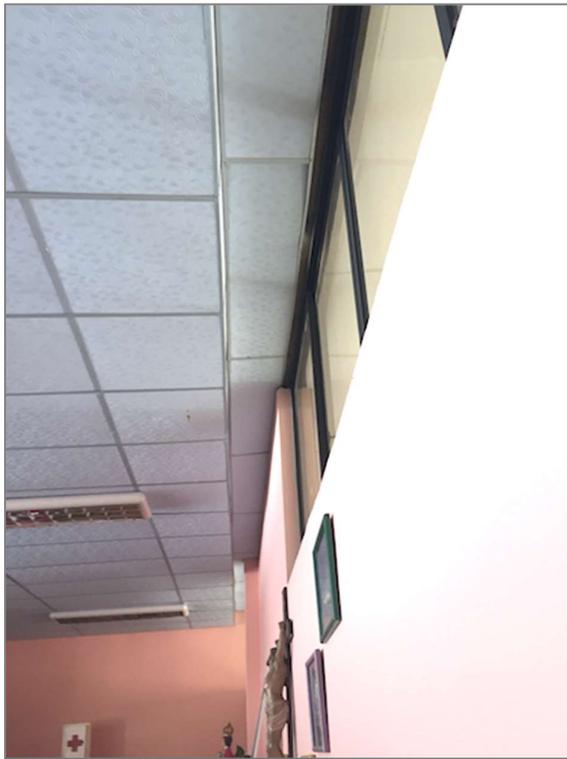
Junta de Construcción del Ala Este – Tercer Piso



Junta de Construcción del Ala Este – Tercer Piso



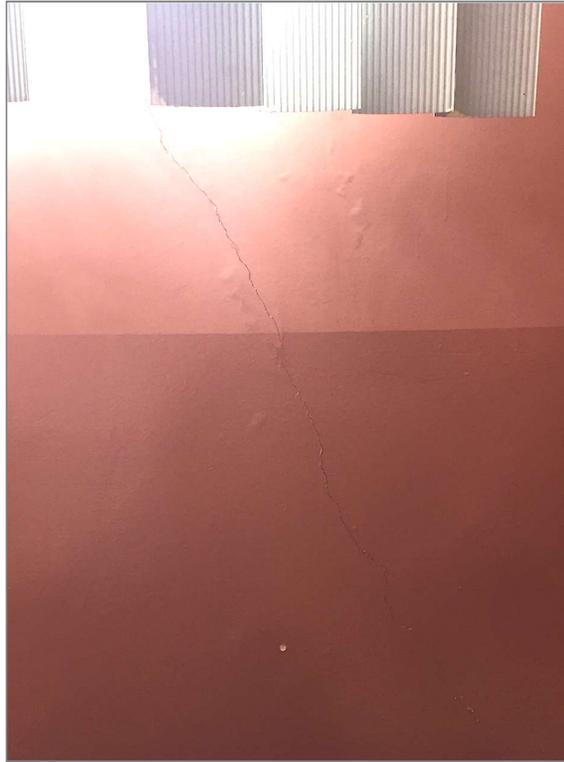
Junta de Construcción del Ala Este – Tercer Piso



Diferencia de altura entre Bloques desde el Ala Este –Tercer Piso



Asentamientos en el Bloque UESMJG



Fisuras Antepecho en el Segundo Piso



Fisuras en la antepecho en Segundo Piso



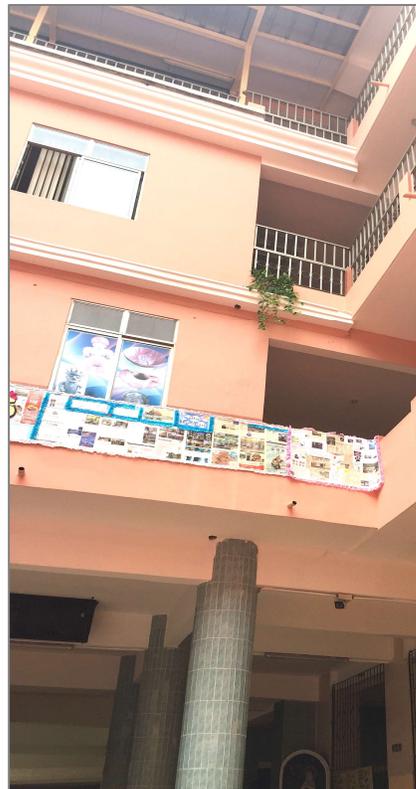
Fisuras en el tumbado en el Segundo Piso



Ejes verticales discontinuos o muros soportados por columnas en Primer Piso - Irregularidad en Elevación



Columnas Cortas en Primer Piso Irregularidad en Elevación



Irregularidad geométrica de retroceso en pisos superiores en Ala Este - Irregularidad en Elevación



Irregularidad geométrica en Cuarto Piso – Irregularidad en Elevación



Retroceso excesivos en las esquinas – Irregularidad en Planta

APÉNDICE D

PLANOS Y REGISTRO DE CONSTRUCCIÓN DEL MUNICIPIO DE GUAYAQUIL



M. I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL
DIRECCION DE URBANISMO AVALUOS Y REGISTRO

03 JUN 1996

REGISTRO DE CONSTRUCCION

PROPIETARIO Y RESPONSABLE TECNICO N° **4410**

PROPIETARIO **INST. STA. MARIANITA DE JESUS**
HNA. TERESA CHAUVEN - Rectora

RESPONSABLE TECNICO
ING. WALTER BECERRA FANFAN

CONSTRUCCION INICIAL

AUMENTO

REMODELACION

CEDULA DE CIUDADANIA
1701438847

CEDULA DE CIUDADANIA
0901906638

REGISTRO PROFESIONAL
01-6-147

REF. SOLICITUD **232** No. REGISTRO **4410 2210**

FECHA DE EMISION

MES **JUNIO** DIA **01** AÑO **96**

FECHA DE CADUCIDAD

MES **JUNIO** DIA **01** AÑO **98**

DATOS DEL PREDIO

Ciudad	GUAYAQUIL	Parroquia	AYACUCHO	Zona	ZAS	Subzona	ZAS-6	Ciudadela		Código Catastral	06-0823-001/007
Manzana	22	Solar	01	Calle	CHIMBORAZO Y MALDONADO (ESQUINA)					No.	

CARACTERISTICAS DE LA EDIFICACION (AREAS)

NO. PISOS SOBRE NIVEL BORDILLO	CINCO PLANTAS P.B. - 4 P.A. Y 20% DE TERRAZA CUB.
NO. PISOS BAJO NIVEL BORDILLO	---
ALTURA DE LA CONSTRUCCION	25,00 m
NUMERO DE DEPARTAMENTOS	ADMINISTRATIVO
AREA	1.038,01 m²
NUMERO DE OFICINAS	AULAS
AREA	1.828,18 m²
NUMERO DE LOCALS COMERCIALES	PENSIONADO
AREA	1.194,28 m²
NUMERO DE PROYECTOS	TERRAZA CUBIERTA
AREA	265,635 m²

MATERIALES DE LA CONSTRUCCION

ESTRUCTURA:	HORMIGON ARMADO
PAREDES:	MAPOSTERIA
PISOS:	LOSA
CUBIERTA:	LOSA - FIERROCEMENTO

AREAS DE LA EDIFICACION

CONSTRUCCION (*)	IMPLANTACION	TERRENO
AUL. 1.803,885		
RED. 2.066,77		
CUBIERTA 2.484,00	EXISTENTE m²	1.548,90 m²

ESCALERAS:

ESC. PE ASCENSORES

USO GENERAL CUARTO DE TRANSFORMADORES

MECANICA DUCTO DE DESECHOS SOLIDOS

USO DE LA EDIFICACION

DESCRIPCION: **COLEGIO Y PENSIONADO**

OBSERVACIONES

USO DE LA VIA PUBLICA

SOLICITAR PERMISO PARA USO DE LA VIA PUBLICA EN DIRECCION DE ESPACIO PUBLICO.

ANCHO DEL PORTAL	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA
C. MALDONADO 1,73	3,00 m.	4,62 m.

OBSERVACIONES

- PODRA HABITAR LA EDIFICACION UNA VEZ REALIZADA LA INSPECCION FINAL.
- ANTES DE SOLICITAR LA INSPECCION FINAL OBTENER EL REGISTRO CATASTRAL.
- PARA INSPECCION FINAL PRESENTAR COPIA DE LA DOCUMENTACION TECNICA APROBADA POR LAS EMPRESAS DE SERVICIOS CORRESPONDIENTES.
- NO SE AUTORIZA REGISTRO DE VISTA AL VECINO.

(*) Remodelación Planta Baja, 1era. y 2da. Planta Alta. Aumento y Remodelación de 3era. Planta Alta. Aumento de 4ta. Planta Alta y 20% de terraza cubierta.

(**) Verificar ancho de acera en inspección final.

MEMORIAL DE OFICIO

Dirección de Urbanismo
Avalúos y Registros
DPTO. CONTROL DE EDIFICACIONES

Joice Hunter de Ampuero
ARQUITECTO - JCF

JEFE DE CONTROL DE EDIFICACIONES

MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL
DIRECCION DE URBANISMO AVALUOS Y REGISTRO

Arturo Chacón
DIRECTOR

DIRECTOR DE URBANISMO,
AVALUOS Y REGISTROS



M.I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL
DIRECCION DE URBANISMO, AVALUOS Y REGISTROS

CERTIFICADO PARA MODIFICACION DE PLANOS

No. 2000-002444		
DIA	MES	AÑO
13	ABRIL	2000

NOMBRE DEL PROPIETARIO		CEDULA DE CIUDADANIA
INST. STA. MARIANITA DE JESUS HNA. TERESA CHAUVIN-R		1701635847
NOMBRE DEL RESPONSABLE TECNICO		REGISTRO PROFESIONAL
ING. BECKMAN FARFAN WALTER		0901906628

DATOS DEL PREDIO						
CIUDAD	PARROQUIA	ZONA	SUBZONA	CIUDADELA	CODIGO CATASTRAL	
GUAYAQUIL	ROCAFUERTE			*****	06-0022-001-0-0-0	
MANZANA	SOLAR(ES)	DIRECCION			No.	
0022	001	CHIMBORAZO Y MALDONADO			***	

OBSERVACIONES
RESELLO APROBADO CON MODIFICACION EN PLANTA BAJA Y 4 PISOS ALTOS Y SIN AUMENTO DE AREA; SE CONCEDE PRORROGA:3 MESES QUEDANDO VIGENTE HASTA 6-JUL-2000; RESELLO PARA EL S:01, COD.CATASTRAL 06-0022-001.

REGISTRO DE CONSTRUCCION			
No.	DIA	MES	AÑO
1996-4410	01	JUNIO	1996

[Signature]
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE EDIFICACIONES

005629



M.I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL
DIRECCION DE URBANISMO, AVALUOS Y REGISTROS

CERTIFICADO DE INSPECCION FINAL

No. DE SOLICITUD	No. DE CERTIFICADO
2000-006903	2000-000805

INSPECCION FINAL		
DIA	MES	AÑO
30	AGOSTO	2000

NOMBRE DEL PROPIETARIO		CEDULA DE CIUDADANIA
INST. MARIANA DE JESUS REP. HNA TER		1701635847
NOMBRE DEL RESPONSABLE		REGISTRO PROFESIONAL
ING. BECKMAN FARFAN WALTER		01-167
		CEDULA DE CIUDADANIA
		901906628

DATOS DEL PREDIO						
CIUDAD	PARROQUIA	ZONA	SUBZONA	CIUDADELA	CODIGO CATASTRAL	
GUAYAQUIL	AYACUCHO	ZAS	6	*****	06-0022-001-0-0-0	
MANZANA	SOLAR	CALLE			No.	
0022	001	CHIMBORAZO Y MALDONADO			***	

REGISTRO DE CONSTRUCCION				REGISTRO CATASTRAL			
No.	DIA	MES	AÑO	No.	DIA	MES	AÑO
[Redacted]	01	JUNIO	1996	2000-498	19	JUNIO	2000

CERTIFICACION

LA DIRECCION DE URBANISMO, AVALUOS Y REGISTRO Y EL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE EDIFICACIONES CERTIFICA QUE LA PROPIEDAD EN REFERENCIA HA SIDO CONSTRUIDA DE CONFORMIDAD A LOS REQUISITOS LEGALES Y TECNICOS PREVISTOS EN LA ORDENANZA DE EDIFICACIONES EN CONSECUENCIA AUTORIZA LA OCUPACION DE LA MISMA.

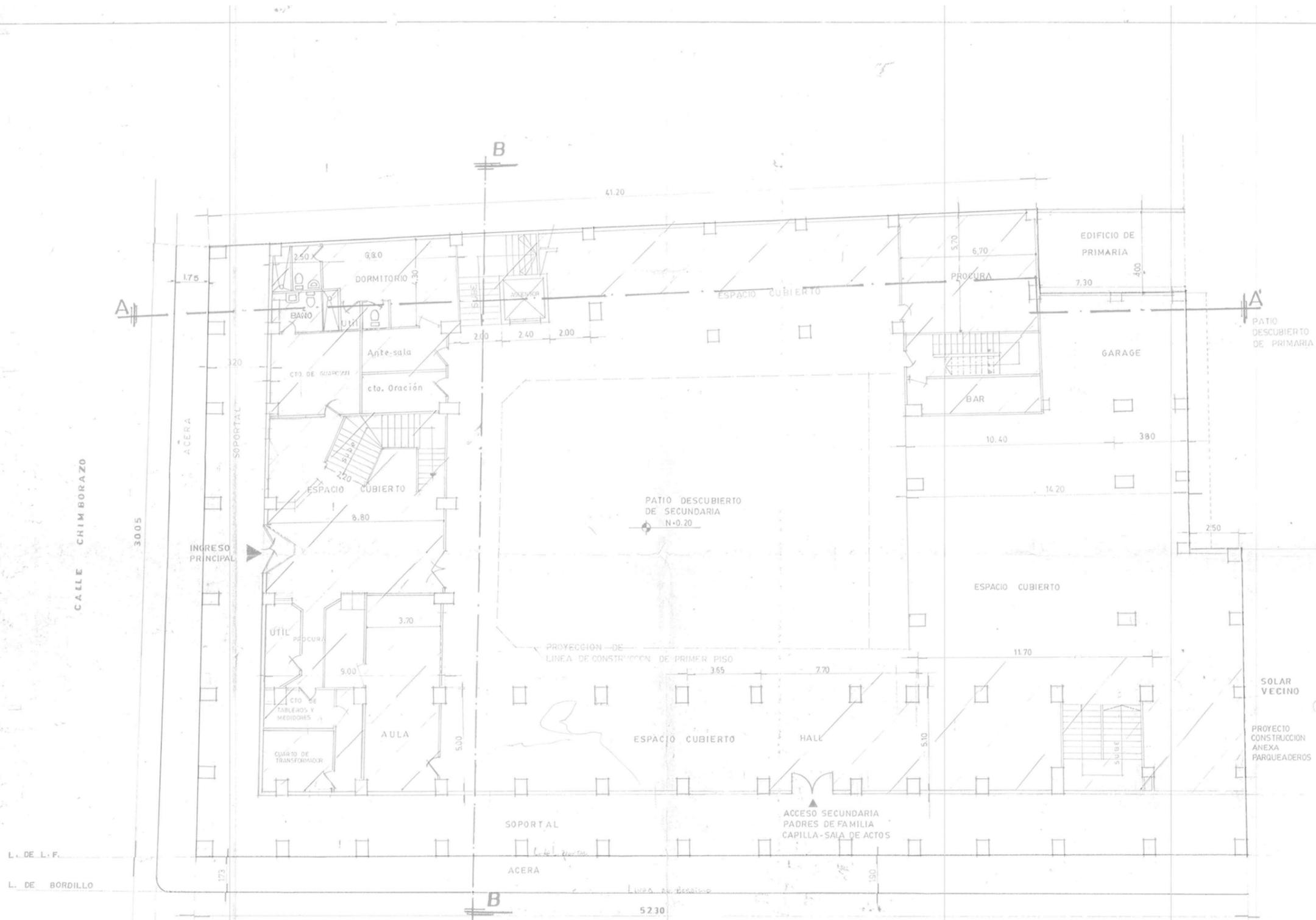
OBSERVACIONES:

REF. DE SOLICITUD # 2000-6903. LA INSPECCION FINAL ES PARCIAL SOLO PARA LA P.BAJA Y 3 P.ALTAS. SE EXCEPTUA LA 4TA. PLANTA ALTA (NO CONCLUIDA). PARA EFECTO DE LIQUID. DE TASAS, SE CONSIDERAN 6060.47 M2.

[Signature]
JEFE DEL DEPARTAMENTO CONTROL DE EDIFICACIONES

[Signature]
DIRECTOR DE URBANISMO, AVALUOS Y REGISTROS

06633



PLANTA BAJA MODIFICADA

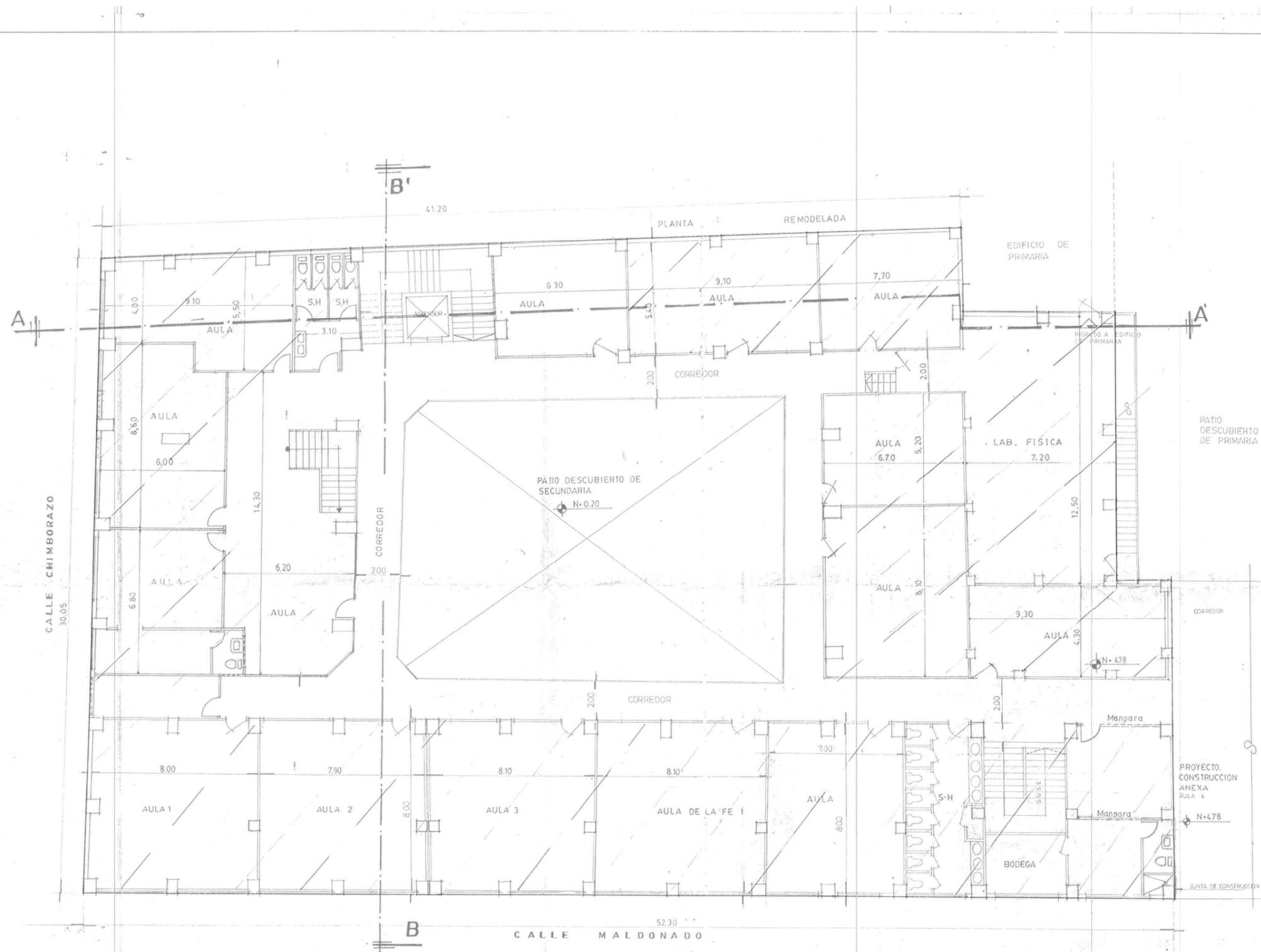
ESCALA 1:100
L. DE BORDILLO
L. DE LINDERO

REMODELACION

MODIFICACION

AREA REMODELADA

CLAVE CATASTRAL 06-22-01-000	OBRA AUMENTO Y REMODELACION COLEGIO STA. MARIANA DE JESUS		
CONTIENE PLANTA BAJA			
DISEÑO Walter Beckmann Farfán INGENIERO CIVIL R. Profesional 0-4917 R. Municipal 11119	REVISOR Walter Beckmann Farfán INGENIERO CIVIL R. Profesional 0-4917 R. Municipal 11119	PROYECTOR Walter Beckmann Farfán INGENIERO CIVIL R. Profesional 0-4917 R. Municipal 11119	ESCALA 1:100 FECHA SEPTIEMBRE 2008 DIBUJO MARIA RAFAEL LAMINA A-5
SELLOS MUNICIPALES Participación de la Municipalidad de Guayaquil Proyecto de Construcción Anexa Parquederos F. BILLY A. BILLY			
Municipalidad de Guayaquil DIRECCION DE OBRAS PUBLICAS Y SERVICIOS DPTO. DE SUPERVISION DE EJECUCIONES PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION Y REFORMA DEL COLEGIO SANTA MARIANA DE JESUS CALLE CHIMBORAZO CALLE MALDONADO REFERENCIAL AL 2.0008 4410 08 ABR 2008 Guayaquil M. Fernanda Paez INGENIERA			

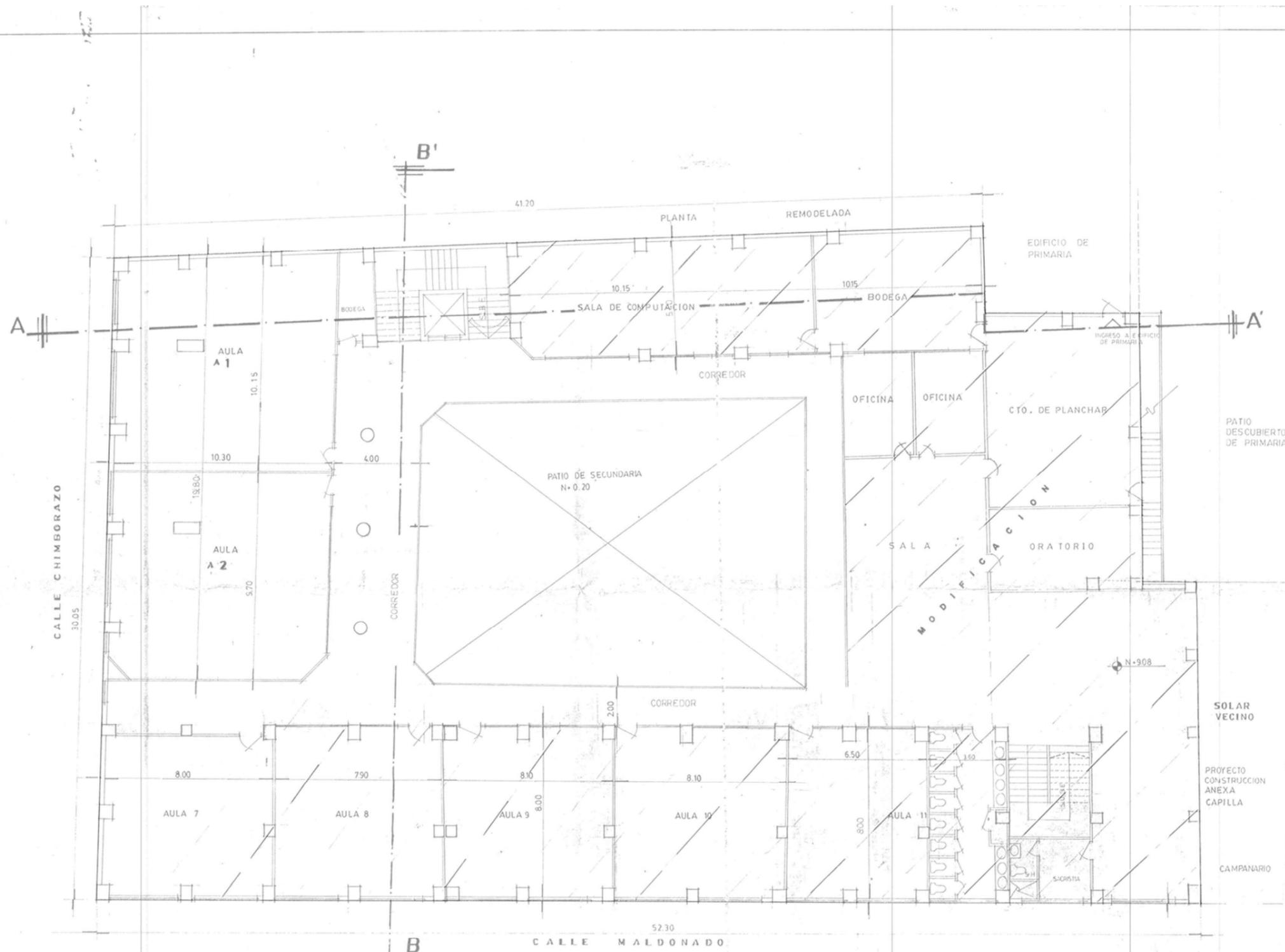


PLANTA PRIMER PISO ALTO MODIFICACION

RE MODELACION

MODIFICACION.

CLAVE CADASTRAL 06-22-01-000	OBRA AUMENTO Y REMODELACION COLEGIO STA. MARIANA DE JESUS			ESCALA 1:100
	CONTIENE PRIMER PISO ALTO			FECHA SEPTIEMBRE 2007
PROYECTANTE <i>Walter Beckmann Fortín</i> INGENIERO CIVIL R. Profesional 64187 R. Matriculad 91119	REP. TECNICA	PROPIETARIO <i>Walter Beckmann Fortín</i> INGENIERO CIVIL R. Profesional 64187 R. Matriculad 91119	SEALOS MUNICIPALES	
PROYECTO CONSTRUCCION ANEXA AULA 6 JUNTA DE CONSTRUCCION		A-6 Municipalidad de Guayaquil Direccion de Urbanismo Oficina de Control de Edificaciones REVISADO DE PLANS CON AUTORIZACION ESTE DOCUMENTO ES DE ASESORIA CODIGO AUTENTICACION 608 3000 REFERENCIA AL PERMISO DE CONSTRUCCION N° 2 N° 4410... DO 06 ABR. 2006 GUAYAS, 06 ABR. 2006 <i>M. Fernanda Trujillo</i> ARQUITECTO - REVISOR		



PLANTA SEGUNDO PISO ALTO MODIFICACION

ESCALA 1:100

REMODELACION

MODIFICACION.

SELLOS MUNICIPALES

Willy Valverde Moreno

 Arquitecto - Jefe

Municipalidad de Guayaquil

 DIRECCION DE INGENIERIA

 ANALISIS Y RESERVAS

 AREA DE CONTROL DE PROYECTOS

 N° 4410

 06 ABR 2000

 Mariana Torres

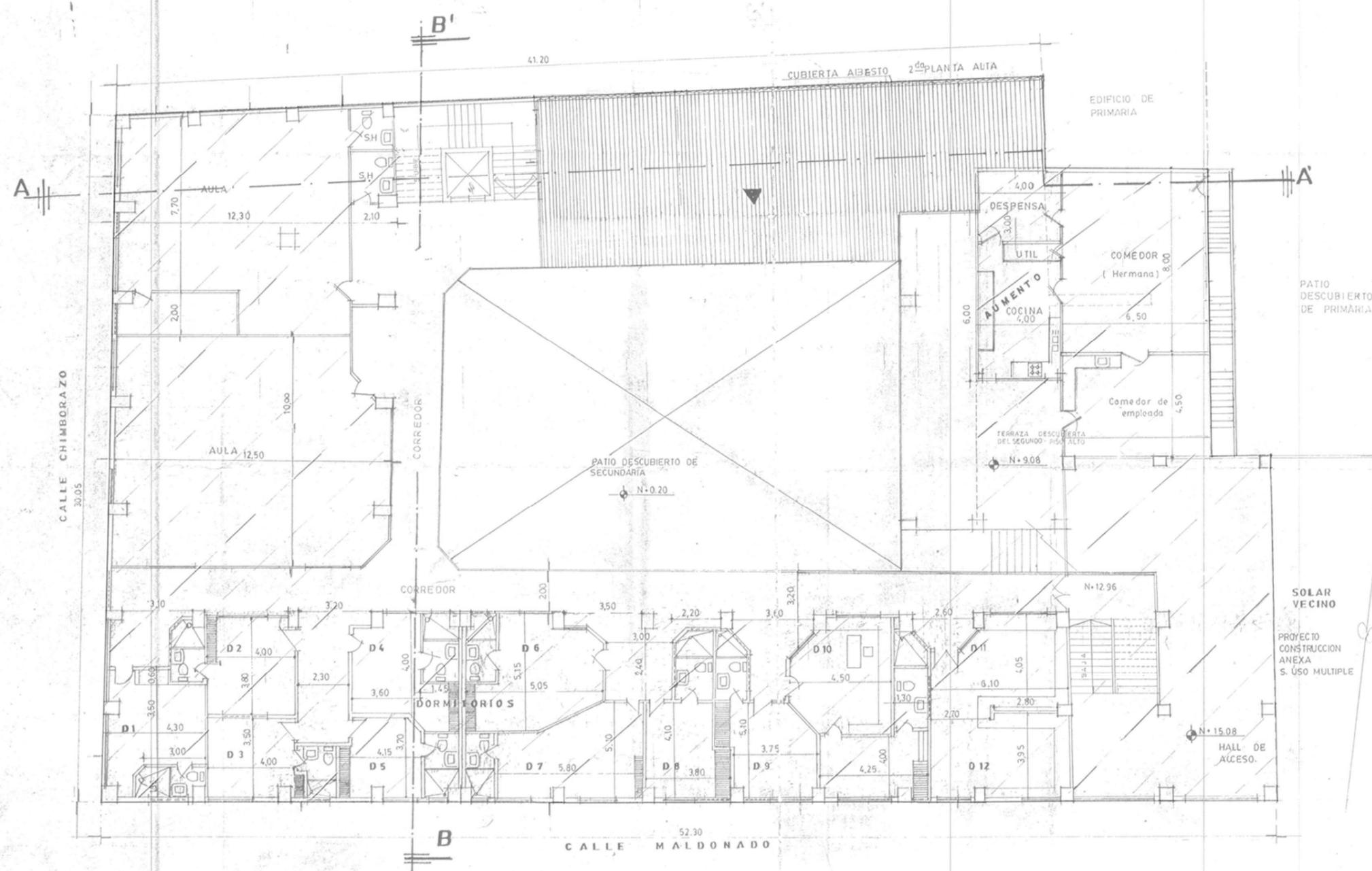
 ARQUITECTA

CLAVE CATASTRAL: 06-27-0-000

 OBRA: **AUMENTO Y REMODELACION COLEGIO STA MARIANA DE JESUS**

 CONTIENE: **PLANTA, 2do. PISO ALTO**

PROYECTANTE	RES.	PROPIETARIO	ESCALA
Walter Beckman Forlon	Walter Beckman Forlon		1:100
INGENIERO CIVIL	INGENIERO CIVIL		FECHA
R. Paredes Galat	R. Paredes Galat		SEPTIEMBRE 1997
R. Municipal 8111	R. Municipal 8111		DIBUJO
			MARIA NALLA
			LAMINA
			A-7



PLANTA: TERCER PISO ALTO MODIFICACION Y AUMENTO

ESCALA 1:100

REMODELACION

MODIFICACION

AREA REMODELADA

SELLOS MUNICIPALES

Ortiz
Arquitecto - Julio

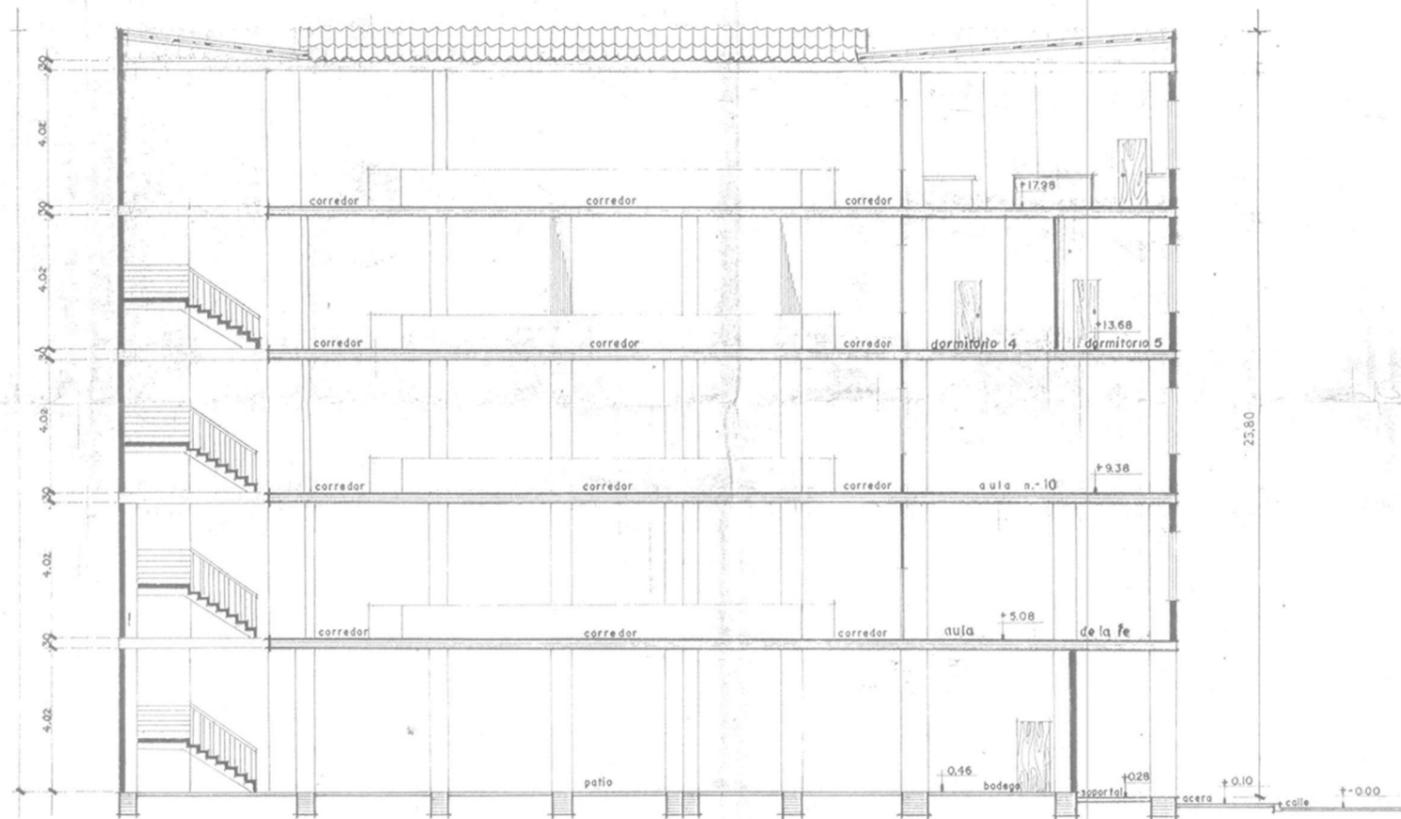
Municipalidad de Guayaquil
DIRECCION DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION DE EQUIPOS
DIRECCION DE CONTROL DE EDUCACION

ESTADO DE OBRAS: OBRAS COMPLETADAS
 SIN AUMENTO DE LA AREA
 CON AUMENTO DE LA AREA
 AUMENTO DE LA AREA Y EQUIPOS
 BIENES AL PARQUE DE EDUCACION

Nº 4410 del 06 de Junio 1996
GUAYAQUIL, 06 de ABRIL 2000

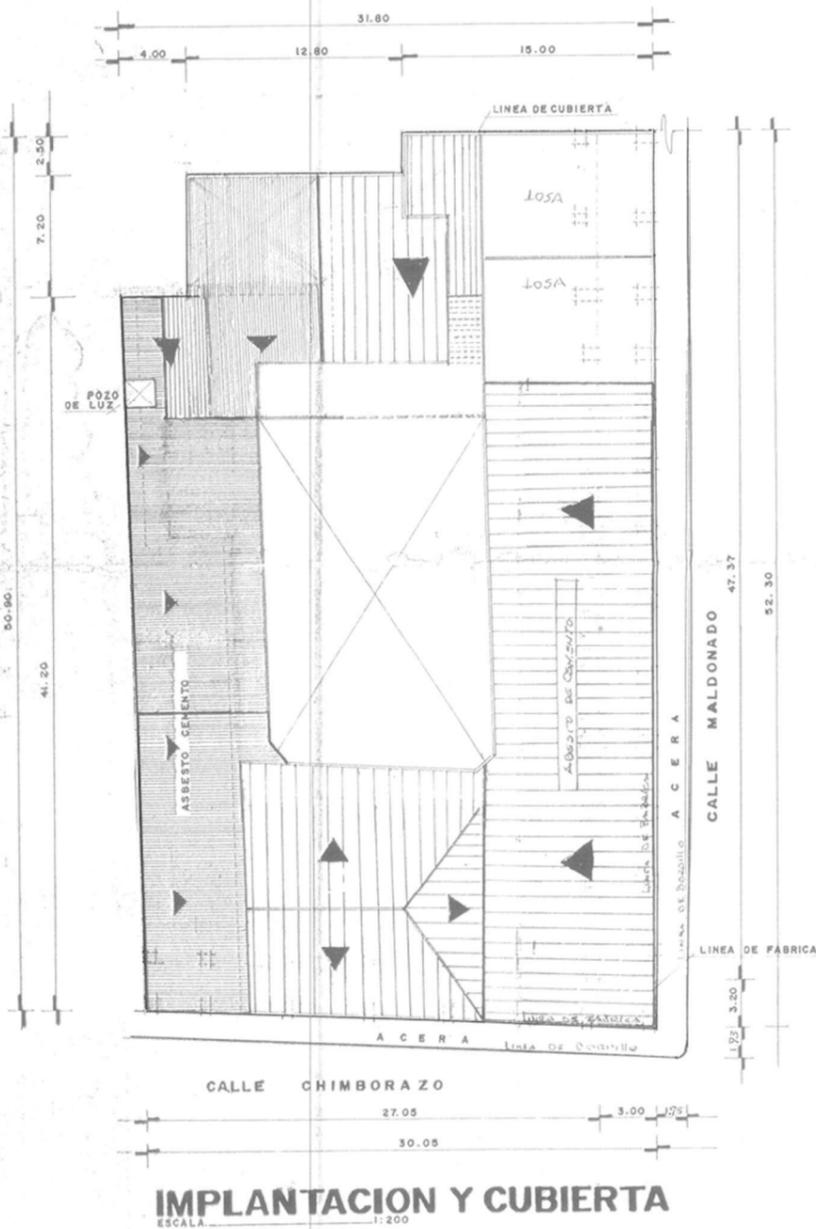
M. Fernanda Trujillo
ARQUITECTA - TITULAR

CLAVE CATASTRAL	OBRA		
06-22-01-000	AUMENTO Y REMODELACION COLEGIO STA MARIANA DE JESUS		
CONTIENE PLANTA 3er. PISO ALTO			
DISEÑO	RESP. TECNICA	PROPIETARIO	ESCALA
<i>W. Beckmann Forján</i>	<i>W. Beckmann Forján</i>	<i>COLEGIO SANTA MARIANA DE JESUS</i>	FECHA SEPTIEMBRE 4/97
INGENIERO CIVIL R. Profesional C-4147 R. Municipal 9117	INGENIERO CIVIL R. Profesional C-4147 R. Municipal 9117	<i>M. Fernanda Trujillo</i>	DISEÑO MARA NAULA LUMINA
A-8		90 X 55	

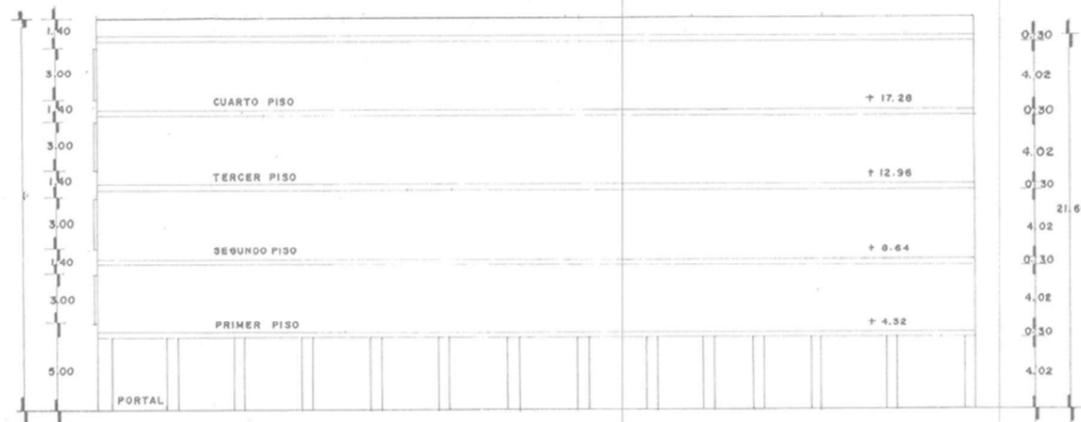


o CORTE B-B' escala 1:100

CLAVE CATASTRAL 06-22-01-000	OBRA AUMENTO Y REMODELACION COLEGIO STA MARIANA DE JESUS
CONTIENE CORTES	
DISEÑO <i>W. Beckmann Farfán</i> Walter Beckmann Farfán INGENIERO CIVIL R. Profesionista 04511 R. Matrícula 01117	RESP. TECNICA <i>W. Beckmann Farfán</i> Walter Beckmann Farfán INGENIERO CIVIL R. Profesionista 04511 R. Matrícula 01117
PROPIETARIO <i>María Inés...</i> María Inés...	ESCALA FECHA SEPTIEMBRE 4/97 DIBUJO MARIA NAELA LAMIÑA A-12
SELLOS MUNICIPALES Municipalidad de Guayaquil Dirección de Urbanismo Planes y Registros <i>W. Beckmann Farfán</i> MELLY Arquitecto - 1976	
Municipalidad de Guayaquil DIRECCIÓN DE URBANISMO PLANES Y REGISTROS MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL RESOLUCIÓN DE PLANOS PARA RECONSTRUCCIÓN DE LOS EDIFICIOS EN EL AREA DE LA EDIFICACION DE LA OBRA MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL RECONSTRUCCIÓN DE PLANOS DE CONSTRUCCIÓN EN: 4410... del 01/06/1996 GUAYAQUIL 08 ABR 2008 <i>Walter Beckmann Farfán</i> INGENIERO CIVIL	



IMPLANTACION Y CUBIERTA
ESCALA 1:200

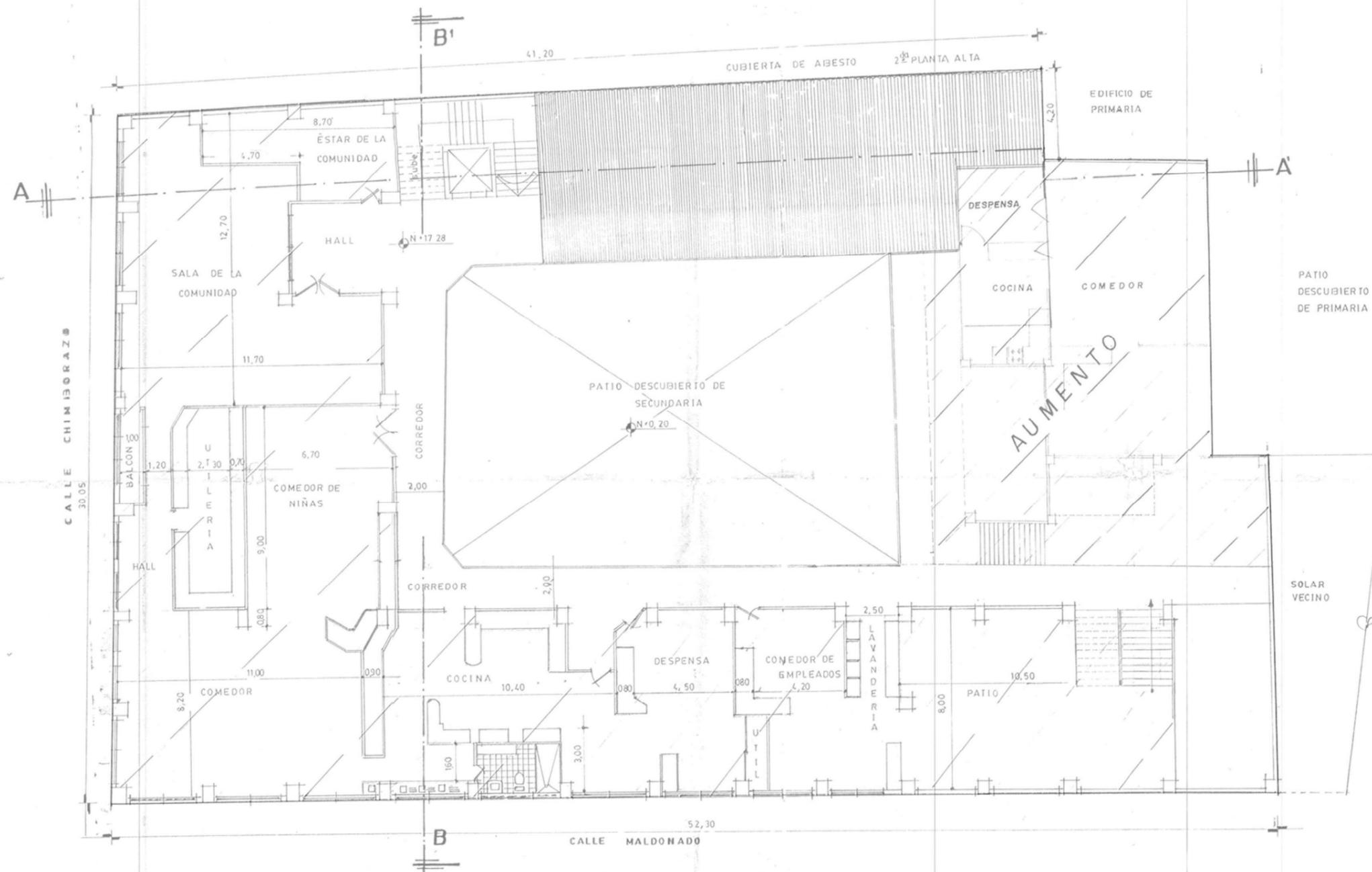


ELEVACION LATERAL DERECHA
ESCALA 1:200



ELEVACION FRONTAL
ESCALA 1:200

CLAVE CATASTRAL 06-22-01-000	OBRA: AUMENTO Y REMODELACION COLEGIO STA. MARIANA DE JESUS		
CONTIENE: EMPLAZAMIENTO			
DISEÑO <i>Walter Beckmann Fortin</i> INGENIERO CIVIL R. F. Maldonado 4410 R. Municipal 8110	BOZ. TECNICA: <i>Walter Beckmann Fortin</i> INGENIERO CIVIL R. F. Maldonado 4410 R. Municipal 8110	PROYECTADO: <i>Walter Beckmann Fortin</i> INGENIERO CIVIL R. F. Maldonado 4410 R. Municipal 8110	ESCALA: INDICADA FECHA: septiembre 4/97 DIBUJO: MARIA NAULA LAMINA: A-14
SELLOS MUNICIPALES			



PLANTA: CUARTO PISO ALTO MODIFICACION Y AUMENTO

ESCALA 1:100

REMODELACION

SELOS MUNICIPAL

Remy Valarino Moreno

 Arquitecto - Jefe

MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL

 DIRECCION DE LICENCIAS

 DIVISION DE SERVICIOS DE ASOCIACIONES

 RESULTADO DE EXAMEN DE MODIFICACION

 SIN AUMENTO DE EL AREA

 CON AUMENTO DE EL AREA

 AUMENTO DE EL AREA

 REFERENCIA AL PLAN DE CANTON 196

 N° 4410 del 01 Junio 196

 GUAYAQUIL, 08 ABR 2006

 Remy Valarino Moreno

 Arquitecto - Jefe

AUMENTO Y REMODELACION
COLEGIO STA MARIANA DE JESUS

PLANTA 4to PISO ALTO

DISEÑO	TECNICA	PROPIETARIO	ESCALA:
			1:100
			FECHA:
			Marzo 96
			REBUJO:
			Maria Naula

Walter Beckmann Farfán

 INGENIERO CIVIL

 R. Profesional 64543

 R. Municipal 81119

Maria Naula

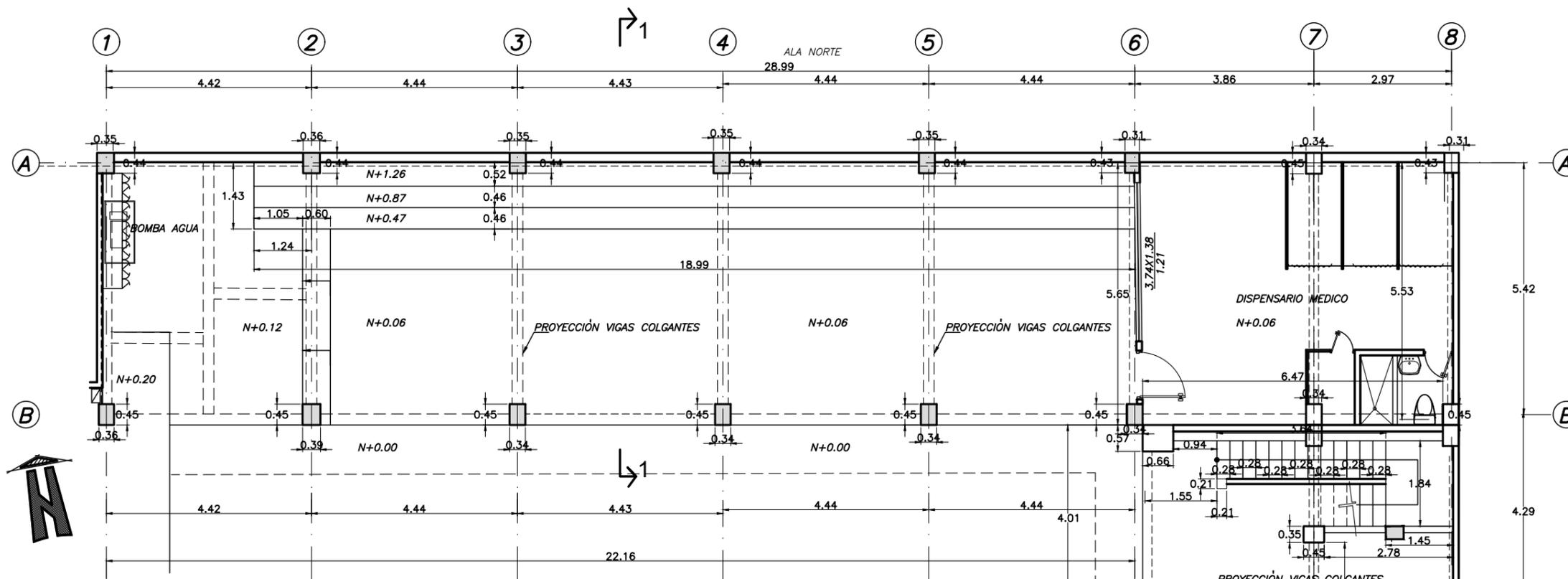
 INGENIERO CIVIL

 R. Profesional 64543

 R. Municipal 81119

A/9

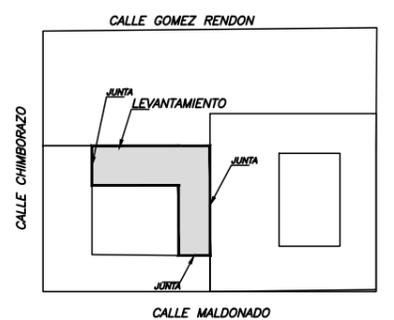
APÉNDICE E
PLANOS DEL BLOQUE DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTA
MARIANA DE JESÚS



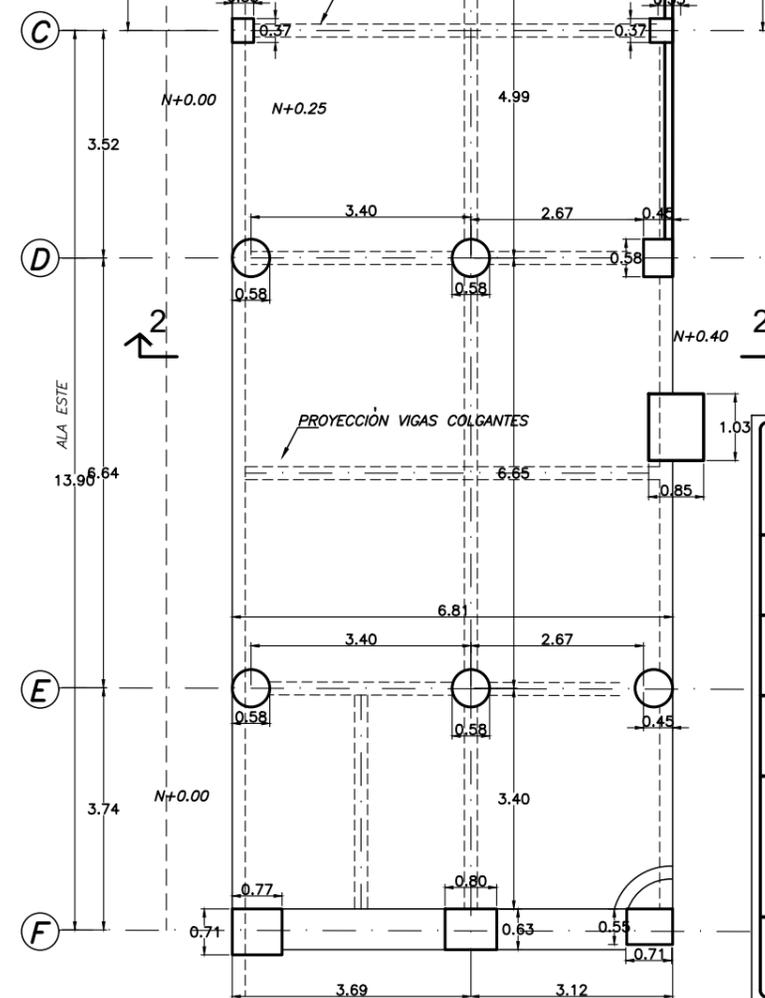
LEVANTAMIENTO PLANTA BAJA
ESCALA 1:50



UBICACION

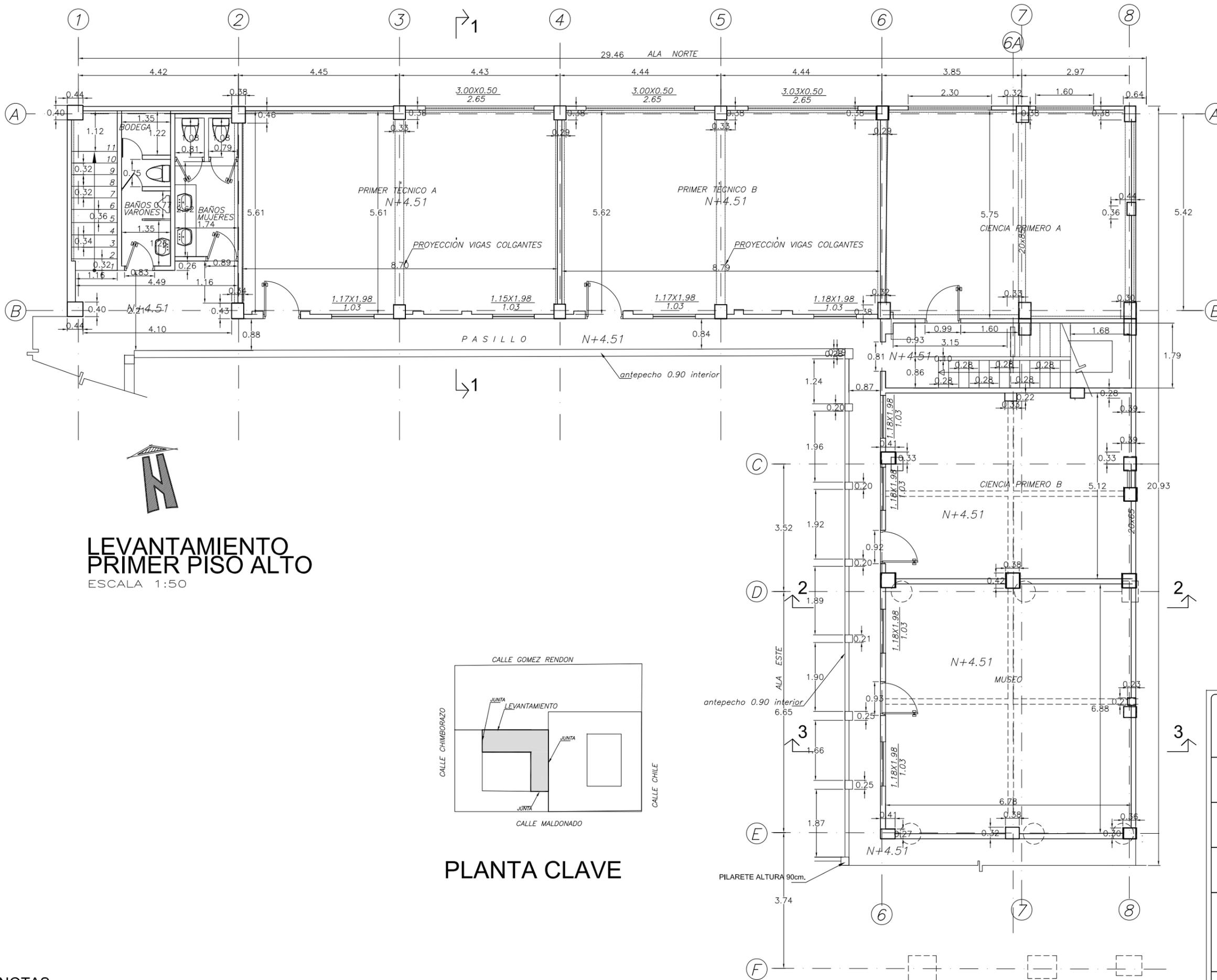


PLANTA CLAVE

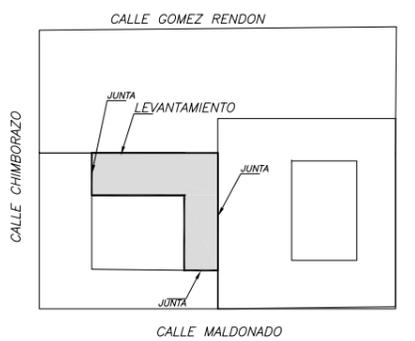


 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL	
TEMA : REVISIÓN ESTRUCTURAL DE UN BLOQUE DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTA MARIANA DE JESÚS	
TUTOR DE TESIS ING. JOSÉ BARROS	
ALUMNA: SAHARA HIDALGO CHIANG	
CONTIENE: LEVANTAMIENTO PLANTA BAJA - UBICACION PLANOS ARQUITECTONICO	
DIBUJO: SAHARA HIDALGO FECHA: OCTUBRE 2017 ESCALAS: INDICADAS	LAMINA: 1/14

NOTAS:
 1.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS, LOS DIAMETROS DE LAS VARILLAS EN MILIMETROS Y LAS COTAS DE NIVEL EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE DE OTRA MANERA



**LEVANTAMIENTO
PRIMER PISO ALTO**
ESCALA 1:50

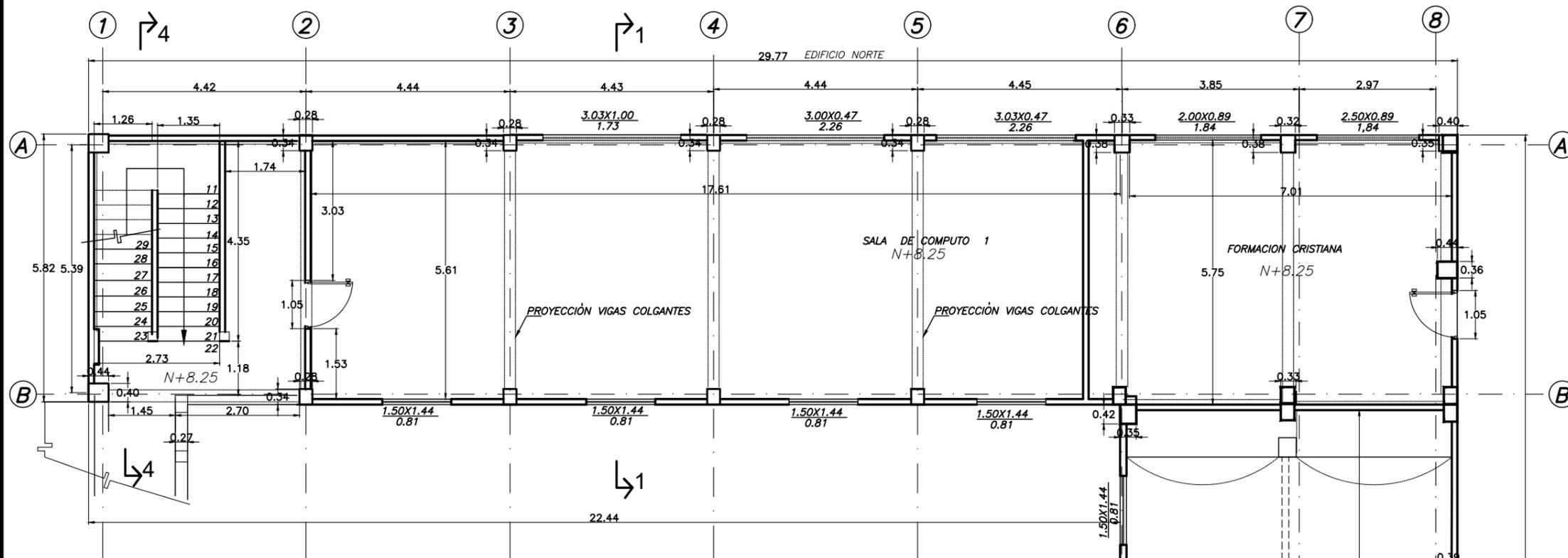


PLANTA CLAVE

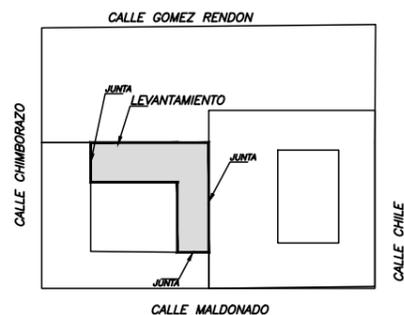
NOTAS:

- 1.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS, LOS DIAMETROS DE LAS VARILLAS EN MILIMETROS Y LAS COTAS DE NIVEL EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE DE OTRA MANERA

 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL	
TEMA : REVISIÓN ESTRUCTURAL DE UN BLOQUE DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTA MARIANA DE JESÚS	
TUTOR DE TESIS ING. JOSÉ BARROS	
ALUMNA: SAHARA HIDALGO CHIANG	
CONTIENE: LEVANTAMIENTO PRIMER PISO - UBICACIÓN PLANOS ARQUITECTONICO	
DIBUJO: SAHARA HIDALGO FECHA: OCTUBRE 2017 ESCALAS: INDICADAS	LAMINA: 2/14



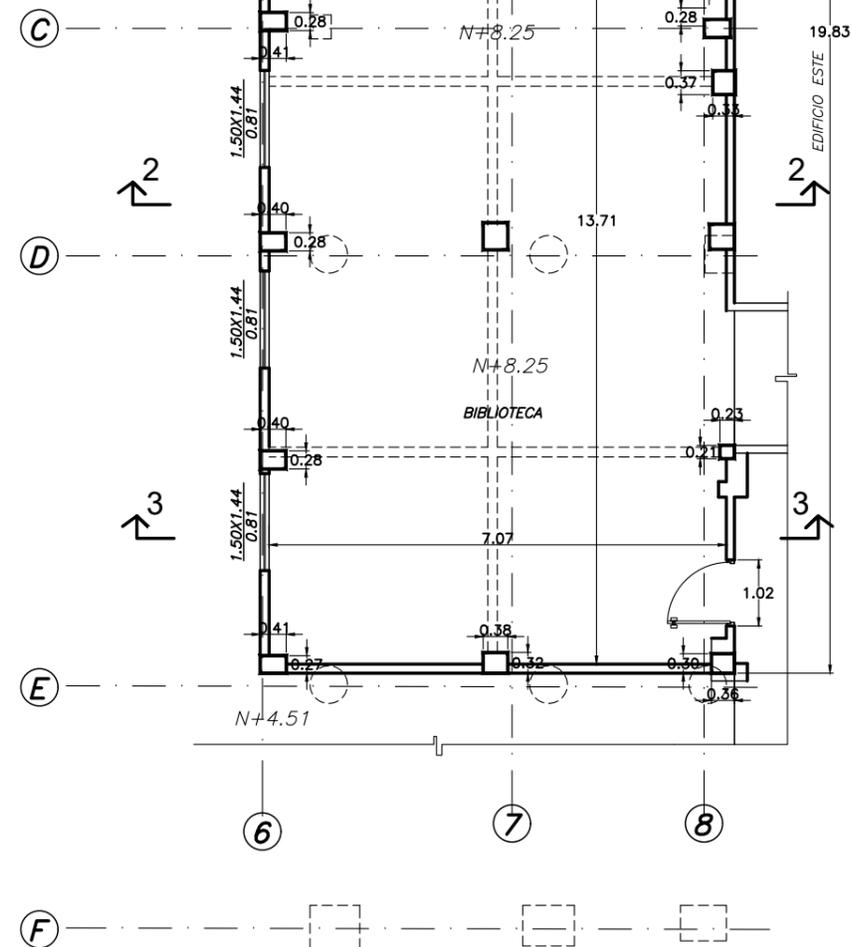
**LEVANTAMIENTO
PLANTA SEGUNDO PISO**
ESCALA 1:50



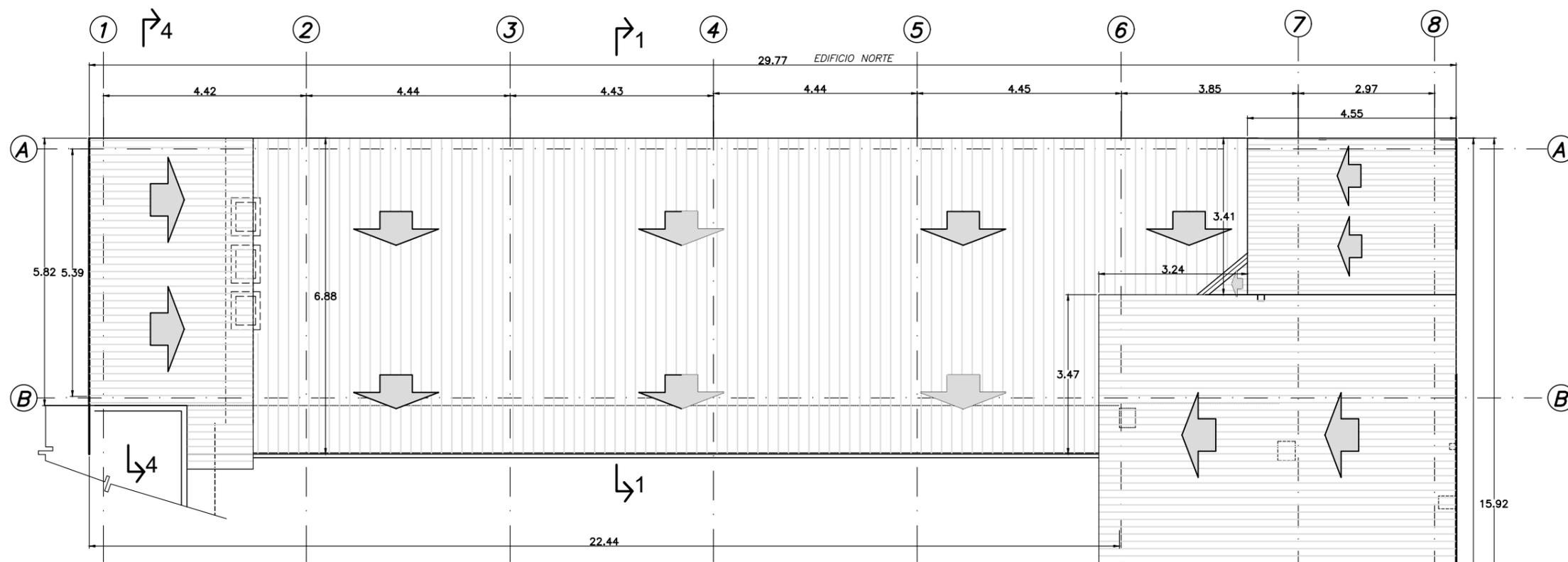
PLANTA CLAVE

NOTAS:

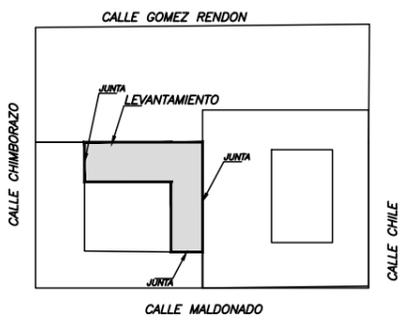
1.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS, LOS DIAMETROS DE LAS VARILLAS EN MILIMETROS Y LAS COTAS DE NIVEL EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE DE OTRA MANERA



 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL	
TEMA : REVISIÓN ESTRUCTURAL DE UN BLOQUE DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTA MARIANA DE JESÚS	
TUTOR DE TESIS ING. JOSÉ BARROS	
ALUMNA: SAHARA HIDALGO CHIANG	
CONTIENE: LEVANTAMIENTO SEGUNDO PISO – UBICACIÓN PLANOS ARQUITECTONICO	
DIBUJO: SAHARA HIDALGO FECHA: OCTUBRE 2017 ESCALAS: INDICADAS	LAMINA: 3/14

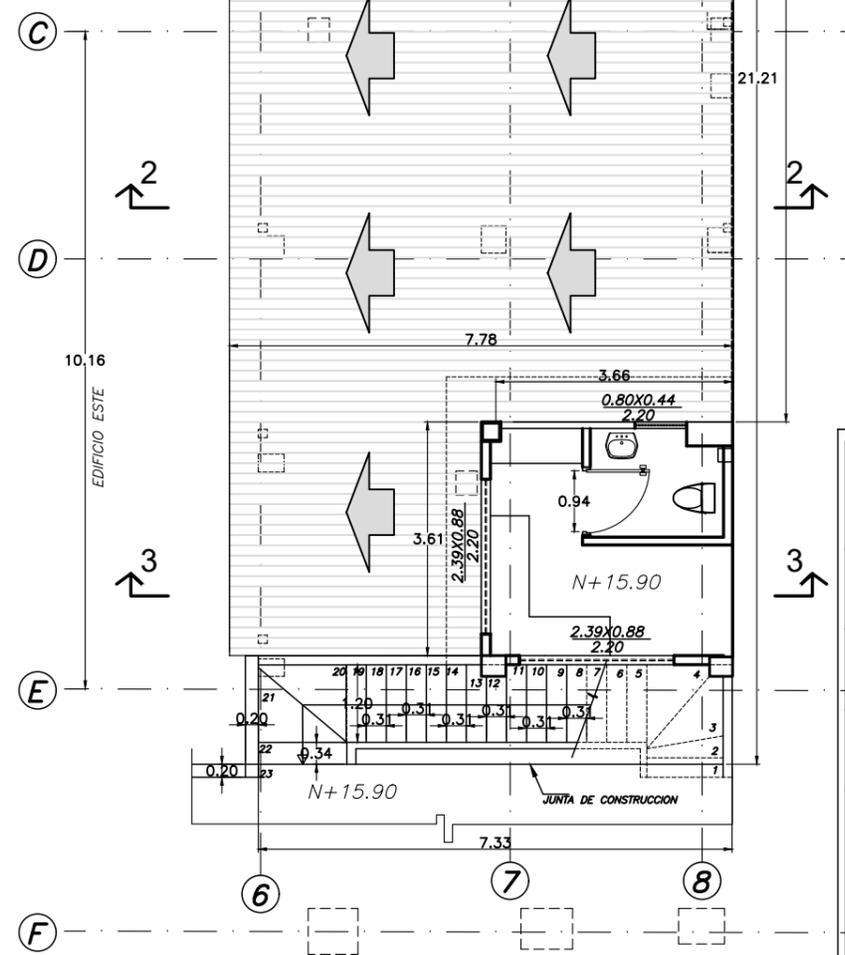


**LEVANTAMIENTO
PLANTA DE CUBIERTA**
ESCALA 1:50

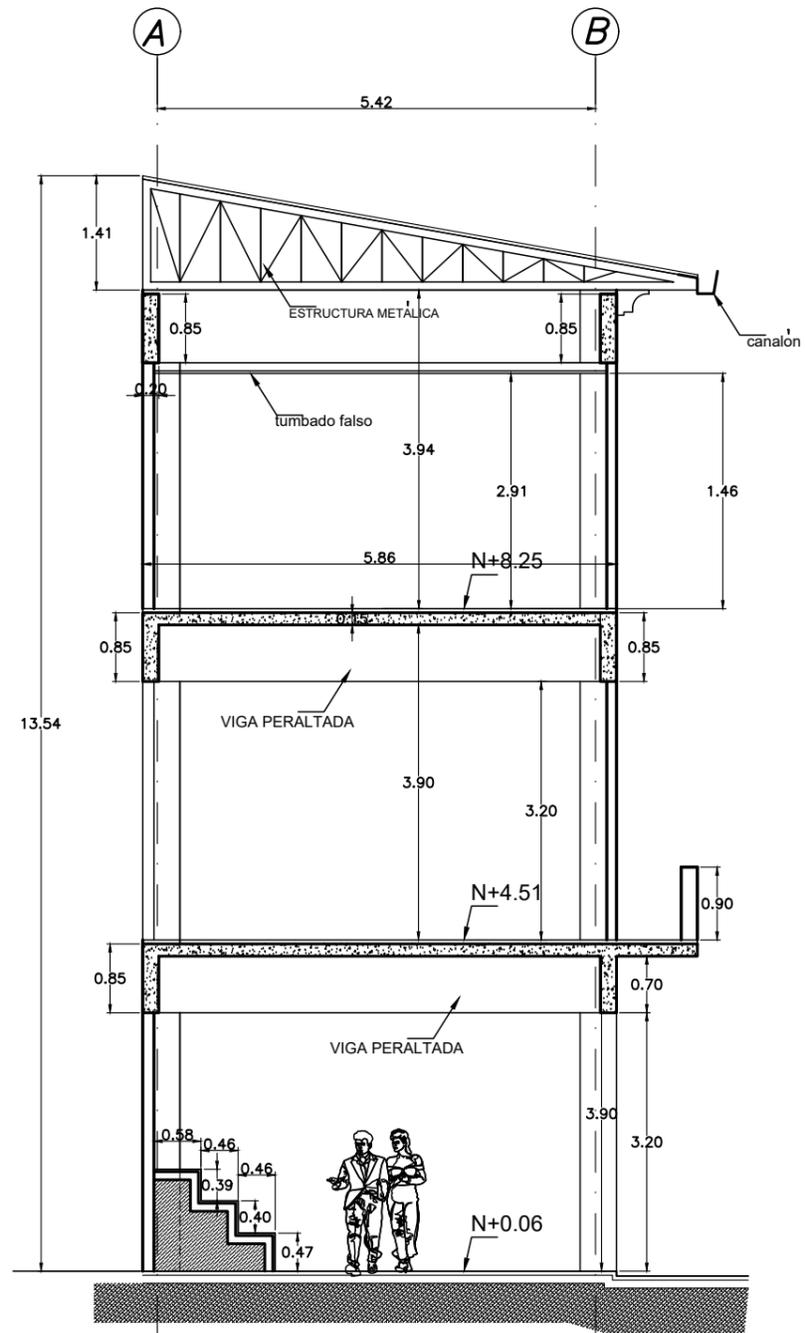


PLANTA CLAVE

NOTAS:
1.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS, LOS DIAMETROS DE LAS VARILLAS EN MILIMETROS Y LAS COTAS DE NIVEL EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE DE OTRA MANERA



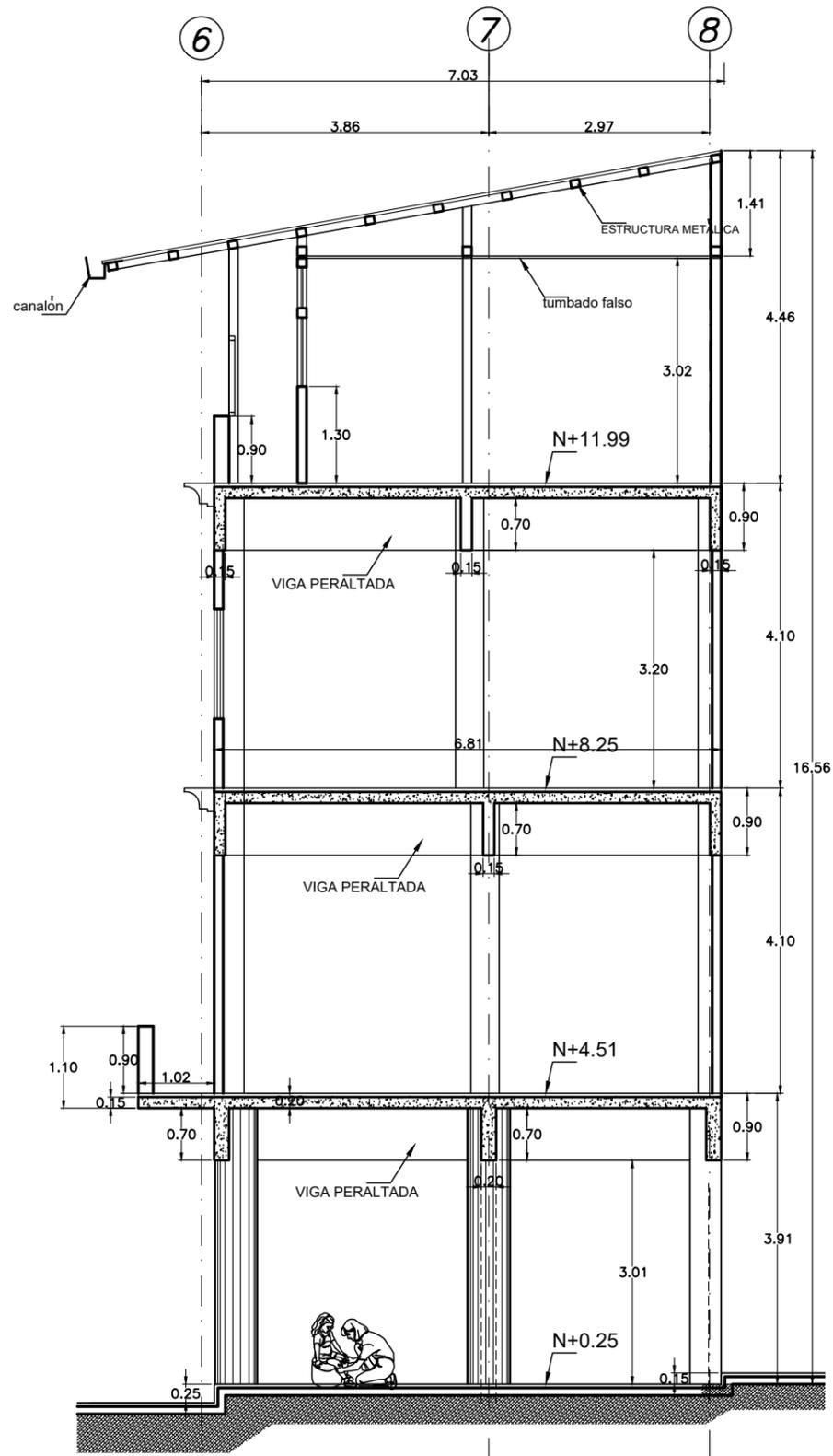
 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL	
TEMA : REVISIÓN ESTRUCTURAL DE UN BLOQUE DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTA MARIANA DE JESÚS	
TUTOR DE TESIS ING. JOSÉ BARROS	
ALUMNA: SAHARA HIDALGO CHIANG	
CONTIENE: LEVANTAMIENTO CUBIERTA – UBICACIÓN PLANOS ARQUITECTONICO	
DIBUJO: SAHARA HIDALGO FECHA: OCTUBRE 2017 ESCALAS: INDICADAS	LAMINA: 5/14



EDIFICIO ALA NORTE
CORTE 1-1
ESCALA 1:40

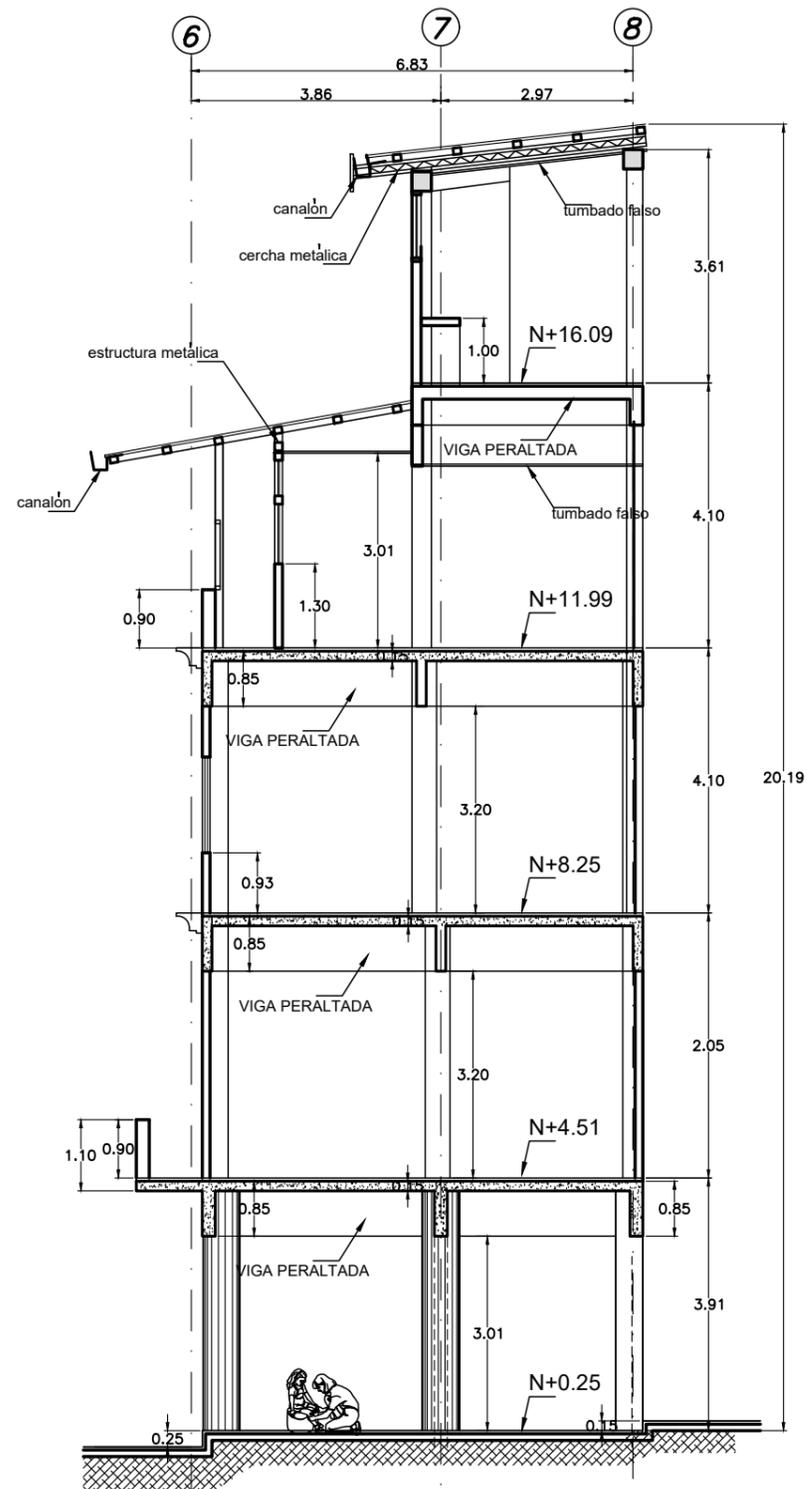
NOTAS:

1.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS, LOS DIAMETROS DE LAS VARILLAS EN MILIMETROS Y LAS COTAS DE NIVEL EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE DE OTRA MANERA

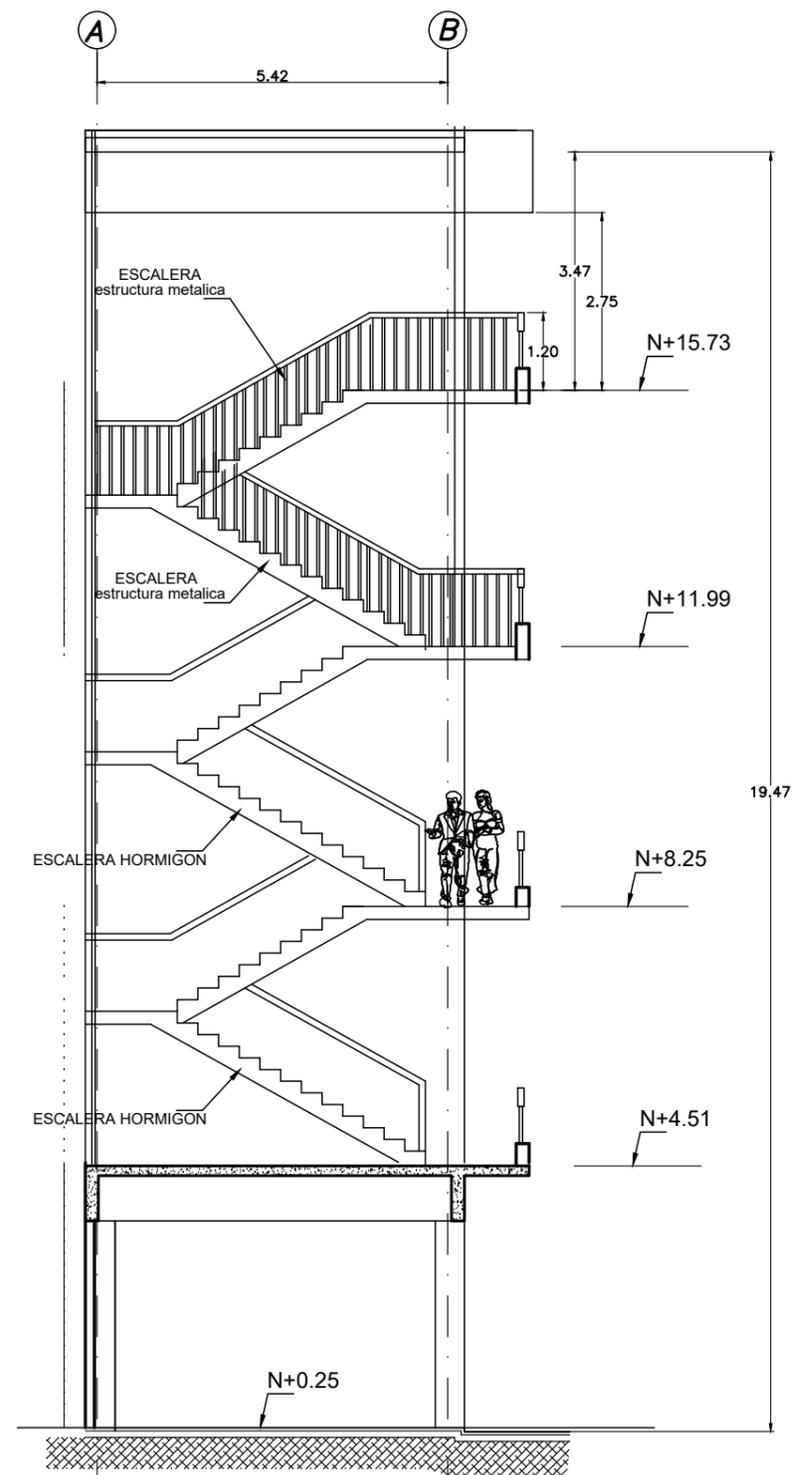


EDIFICIO ALA ESTE
CORTE 2-2
ESCALA 1:40

 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL	
TEMA : REVISIÓN ESTRUCTURAL DE UN BLOQUE DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTA MARIANA DE JESÚS	
TUTOR DE TESIS ING. JOSÉ BARROS	
ALUMNA: SAHARA HIDALGO CHIANG	
CONTIENE: LEVANTAMIENTO EDIFICIO NORTE Y ESTE CORTES – UBICACIÓN PLANOS ARQUITECTONICO	
DIBUJO: SAHARA HIDALGO FECHA: OCTUBRE 2017 ESCALAS: INDICADAS	LAMINA: 6/14

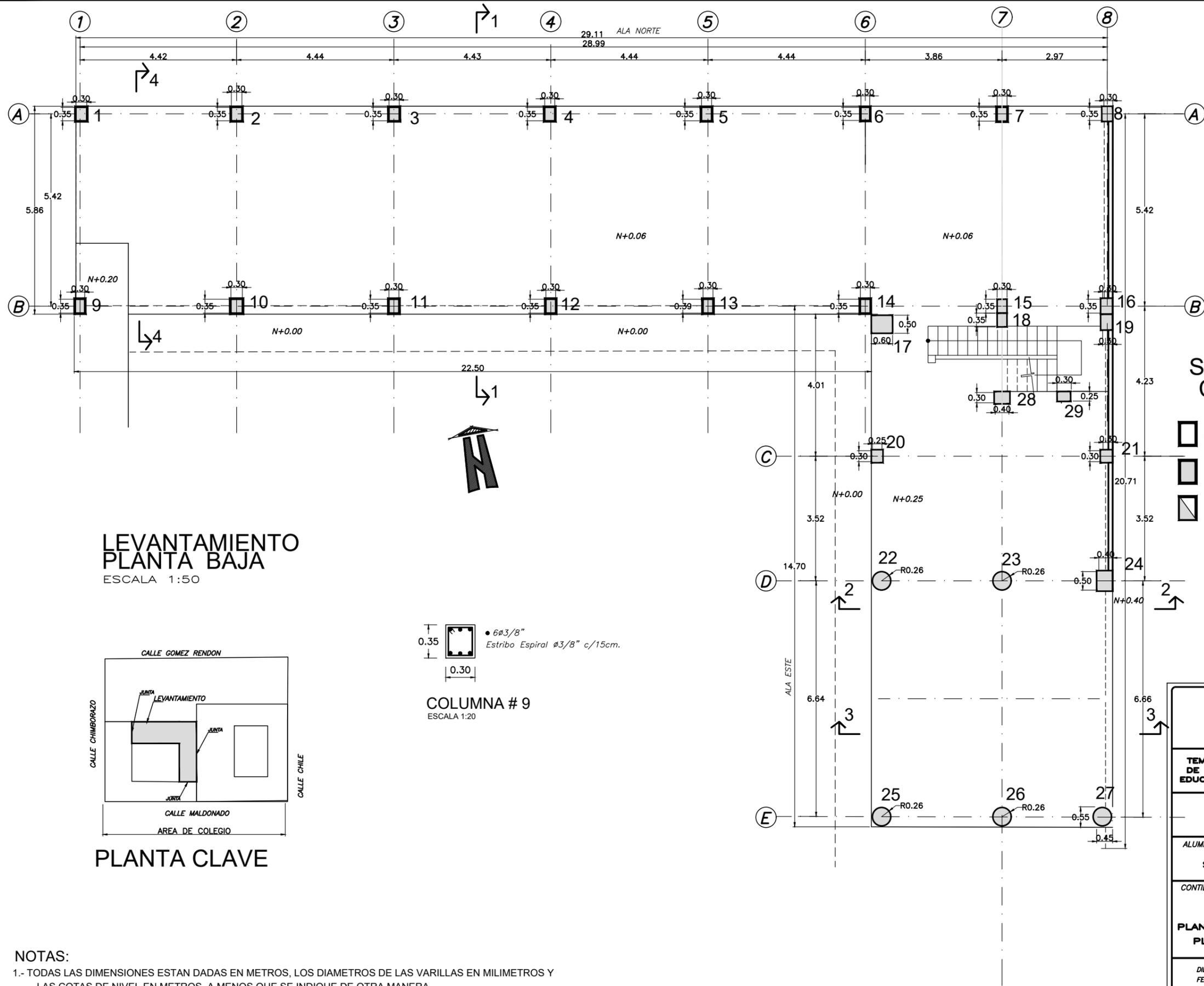


EDIFICIO ALA ESTE
CORTE 3-3
ESCALA 1:40

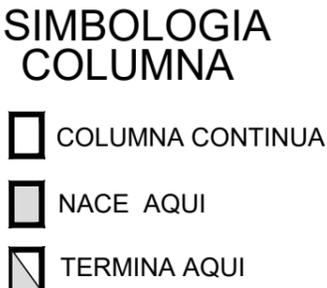
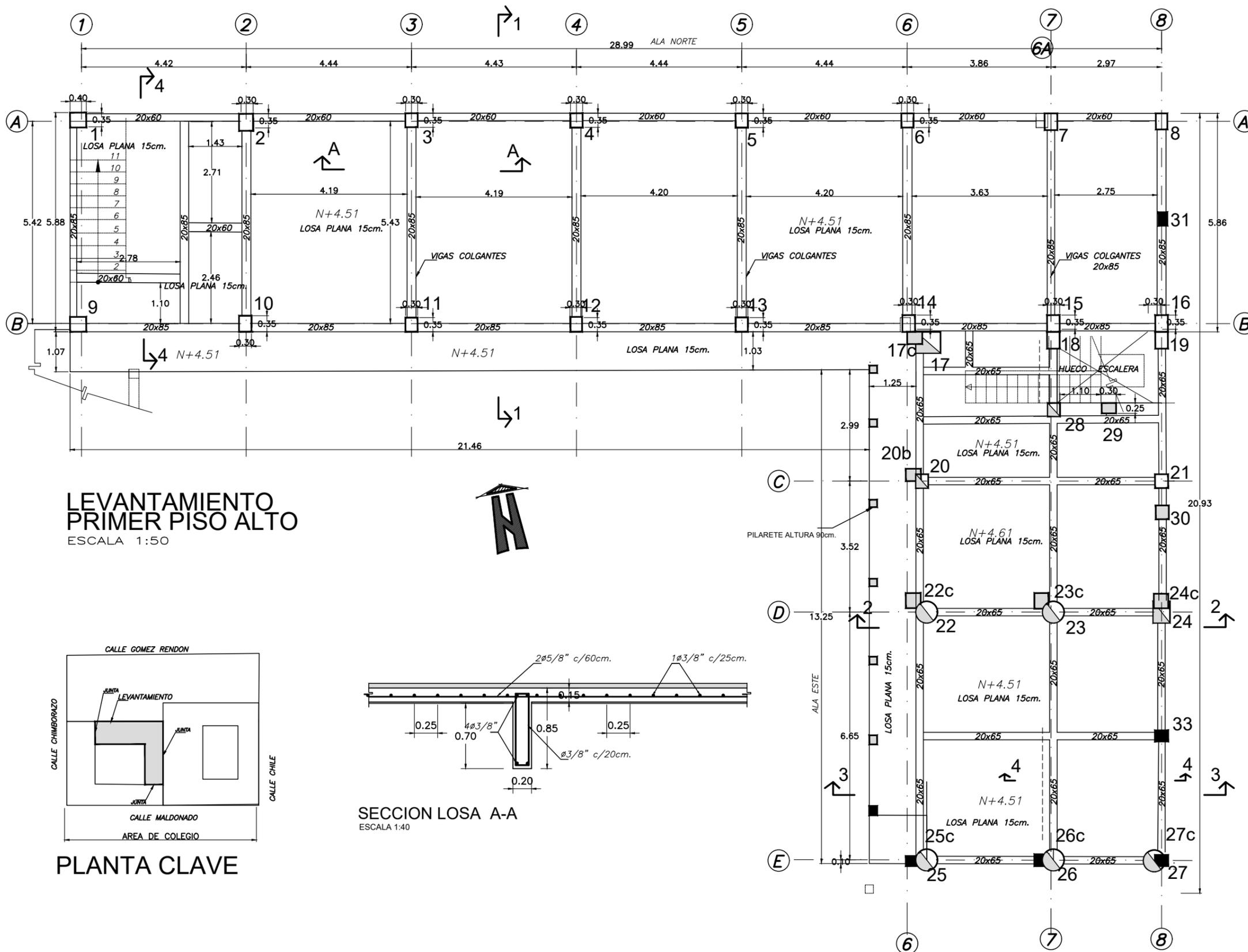


EDIFICIO ALA NORTE
CORTE 4-4
ESCALA 1:50

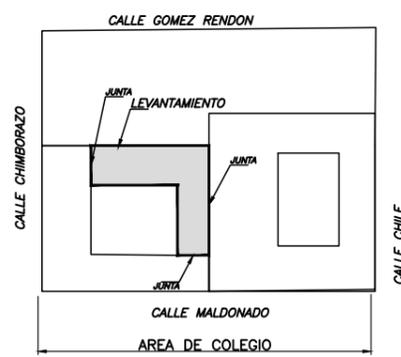
 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL	
TEMA : REVISIÓN ESTRUCTURAL DE UN BLOQUE DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTA MARIANA DE JESÚS	
TUTOR DE TESIS ING. JOSÉ BARROS	
ALUMNA: SAHARA HIDALGO CHIANG	
CONTIENE: LEVANTAMIENTO EDIFICIO ALA NORTE Y ESTE CORTES - UBICACIÓN PLANOS ARQUITECTONICO	
DIBUJO: SAHARA HIDALGO FECHA: OCTUBRE 2017 ESCALAS: INDICADAS	LAMINA: 7/14



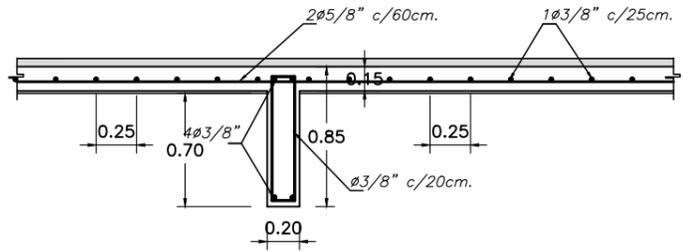
 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL	
TEMA : REVISIÓN ESTRUCTURAL DE UN BLOQUE DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTA MARIANA DE JESÚS	
TUTOR DE TESIS ING. JOSÉ BARROS	
ALUMNA: SAHARA HIDALGO CHIANG	
CONTIENE: LEVANTAMIENTO PLANTA BAJA – UBICACIÓN PLANOS ESTRUCTURAL	
DIBUJO: SAHARA HIDALGO FECHA: OCTUBRE 2017 ESCALAS: INDICADAS	LAMINA: 8/14



LEVANTAMIENTO PRIMER PISO ALTO
 ESCALA 1:50



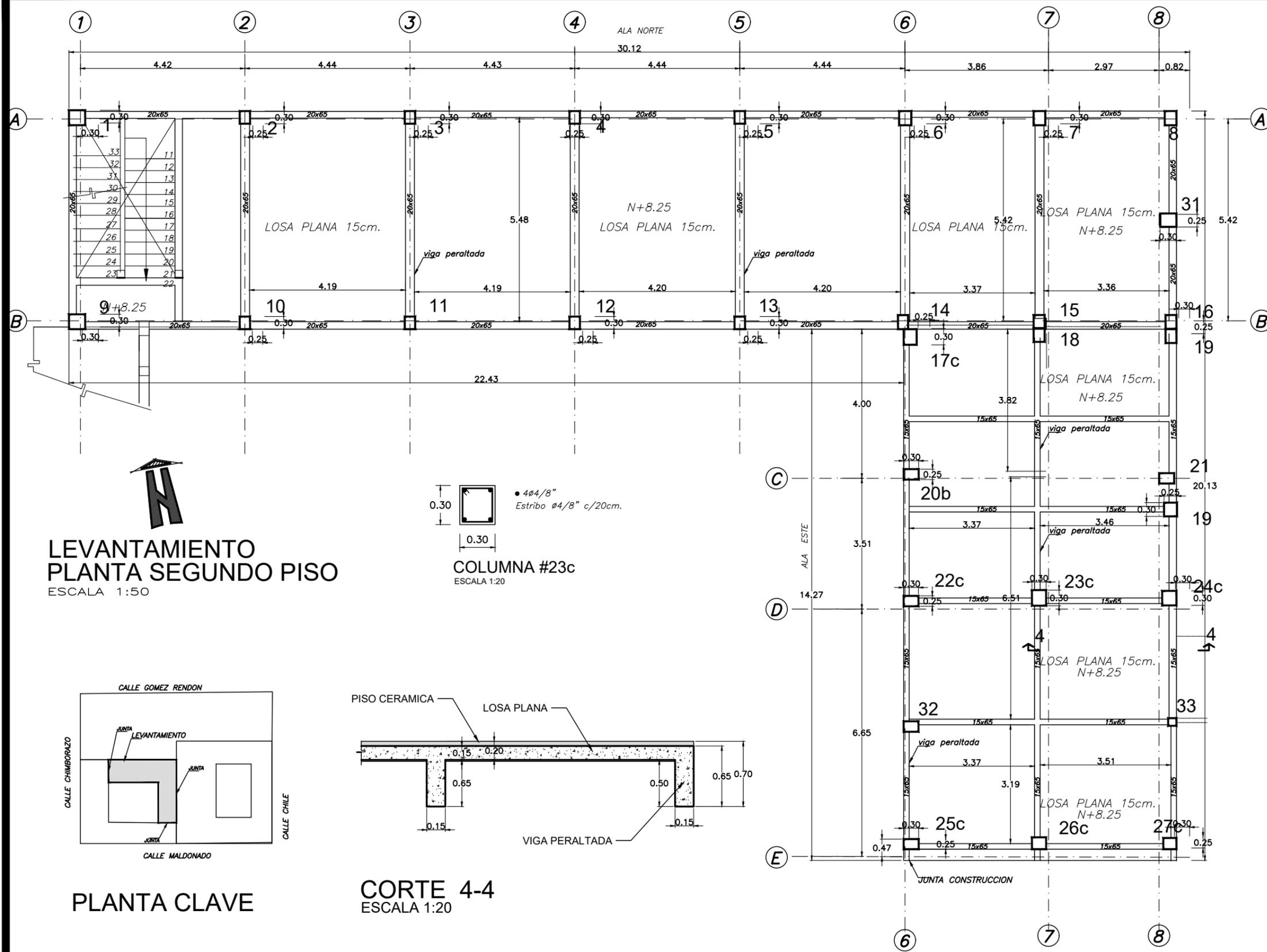
PLANTA CLAVE



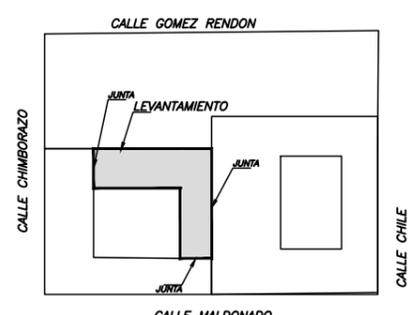
SECCION LOSA A-A
 ESCALA 1:40

NOTAS:
 1.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS, LOS DIAMETROS DE LAS VARILLAS EN MILIMETROS Y LAS COTAS DE NIVEL EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE DE OTRA MANERA

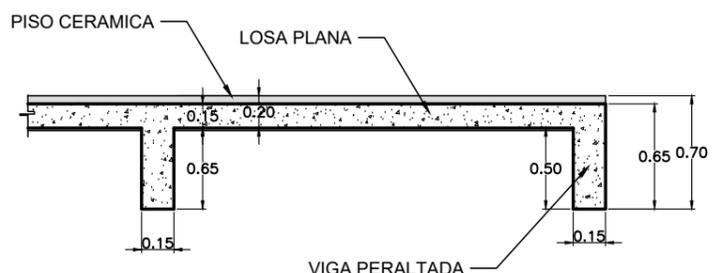
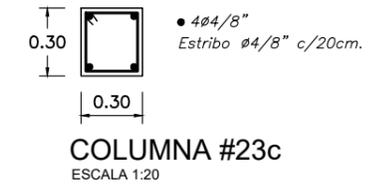
 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL	
TEMA : REVISIÓN ESTRUCTURAL DE UN BLOQUE DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTA MARIANA DE JESÚS	
TUTOR DE TESIS ING. JOSÉ BARROS	
ALUMNA: SAHARA HIDALGO CHIANG	
CONTIENE: LEVANTAMIENTO PRIMER PISO – UBICACIÓN PLANOS ESTRUCTURAL	
DIBUJO: SAHARA HIDALGO FECHA: OCTUBRE 2017 ESCALAS: INDICADAS	LAMINA: 9/14



LEVANTAMIENTO PLANTA SEGUNDO PISO
ESCALA 1:50



PLANTA CLAVE



SIMBOLOGIA COLUMNA

- COLUMNA CONTINUA
- NACE AQUI
- TERMINA AQUI

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

TEMA : REVISIÓN ESTRUCTURAL DE UN BLOQUE DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTA MARIANA DE JESUS

TUTOR DE TESIS
ING. JOSÉ BARROS

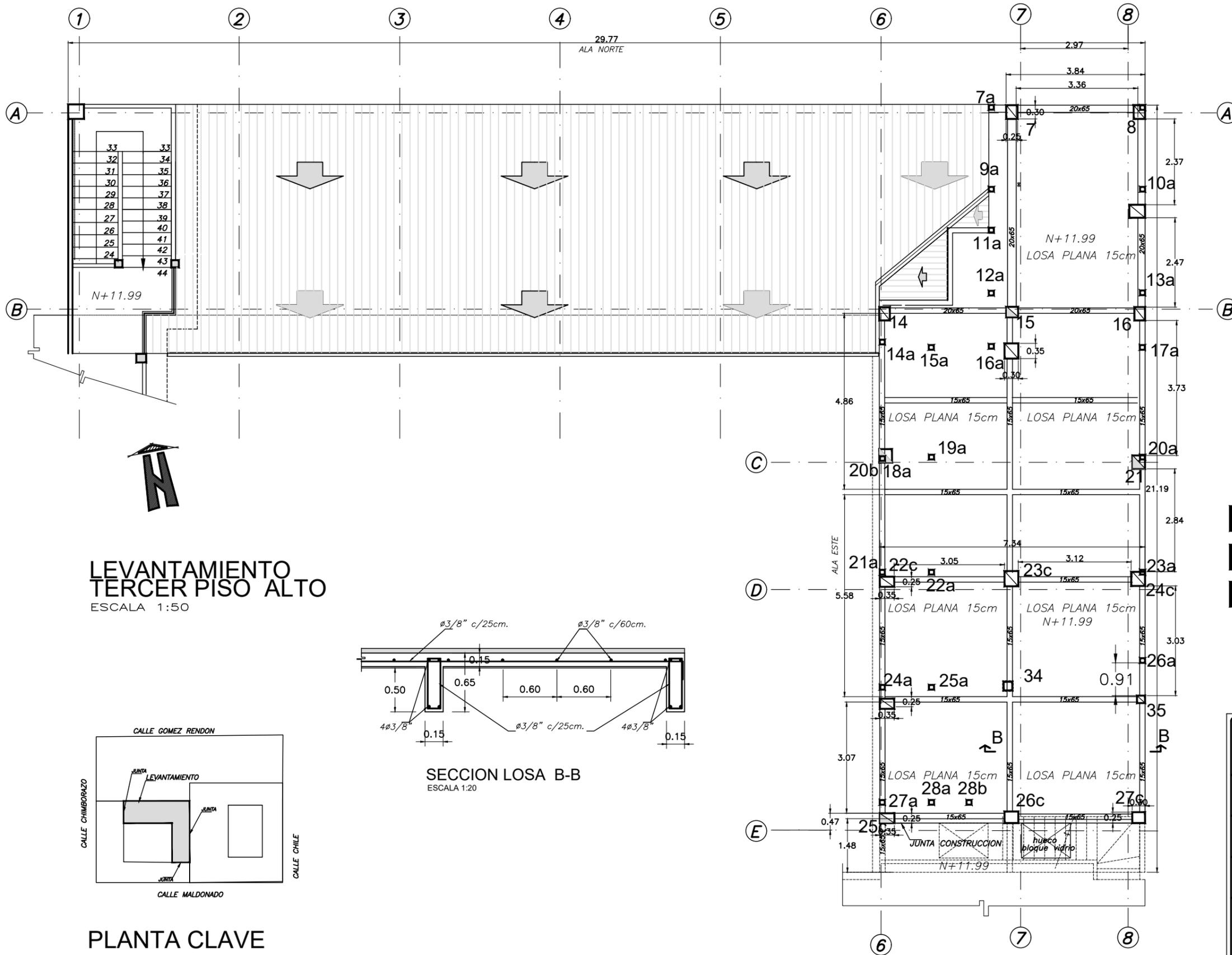
ALUMNA:
SAHARA HIDALGO CHIANG

CONTIENE:
LEVANTAMIENTO SEGUNDO PISO – UBICACIÓN PLANOS ESTRUCTURAL

DIBUJO: SAHARA HIDALGO
FECHA: OCTUBRE 2017
ESCALAS: INDICADAS

LAMINA:
10/14

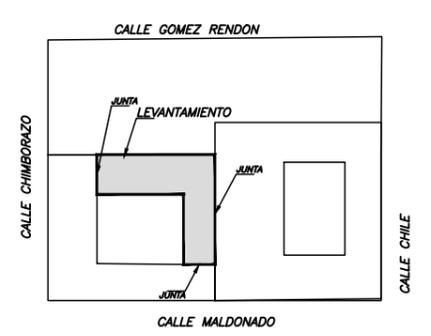
NOTAS:
1.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS, LOS DIAMETROS DE LAS VARILLAS EN MILIMETROS Y LAS COTAS DE NIVEL EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE DE OTRA MANERA



SIMBOLOGIA COLUMNA

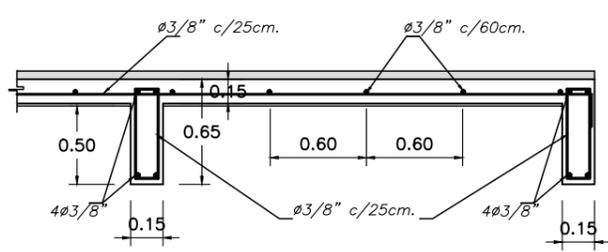
-  COLUMNA CONTINUA
-  NACE AQUI
-  TERMINA AQUI

LEVANTAMIENTO TERCER PISO ALTO
 ESCALA 1:50



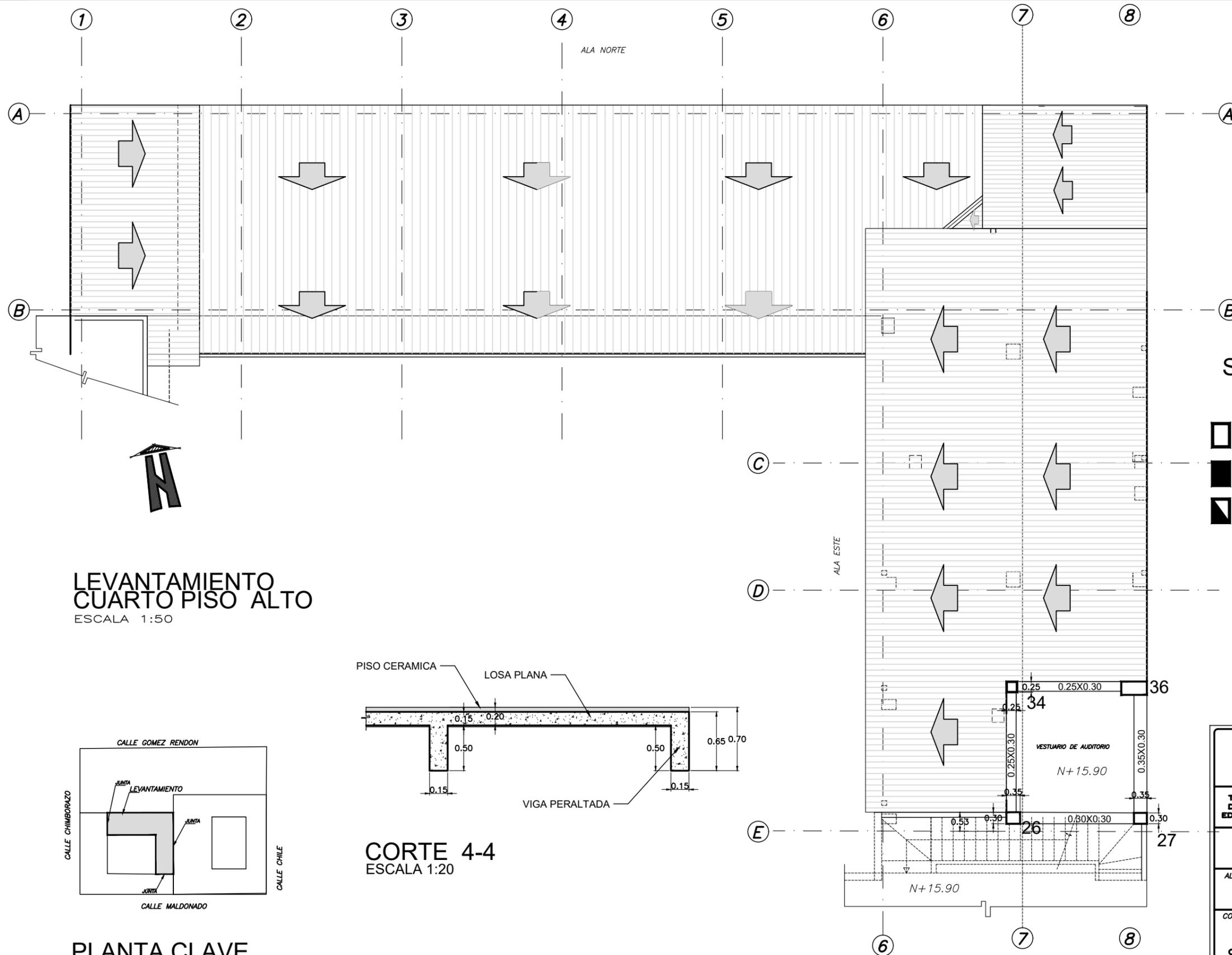
PLANTA CLAVE

NOTAS:
 1.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS, LOS DIAMETROS DE LAS VARILLAS EN MILIMETROS Y LAS COTAS DE NIVEL EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE DE OTRA MANERA



SECCION LOSA B-B
 ESCALA 1:20

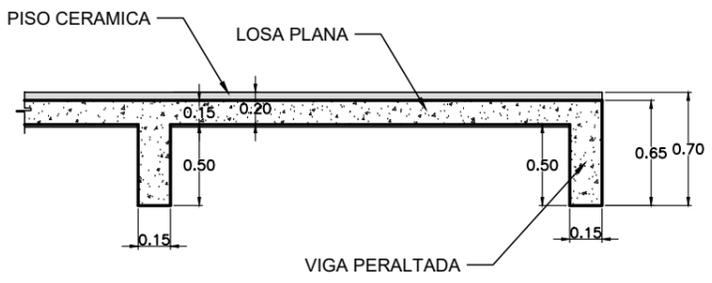
 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL	
TEMA : REVISIÓN ESTRUCTURAL DE UN BLOQUE DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTA MARIANA DE JESÚS	
TUTOR DE TESIS ING. JOSÉ BARROS	
ALUMNA: SAHARA HIDALGO CHIANG	
CONTIENE: LEVANTAMIENTO TERCER PISO – UBICACIÓN PLANOS ESTRUCTURAL	
DIBUJO: SAHARA HIDALGO FECHA: OCTUBRE 2017 ESCALAS: INDICADAS	LÁMINA: 11/14



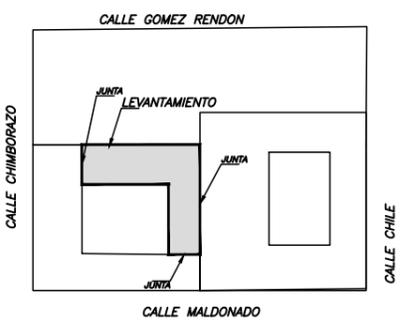
LEVANTAMIENTO CUARTO PISO ALTO
ESCALA 1:50

SIMBOLOGIA COLUMNA

- COLUMNA CONTINUA
- NACE AQUI
- TERMINA AQUI



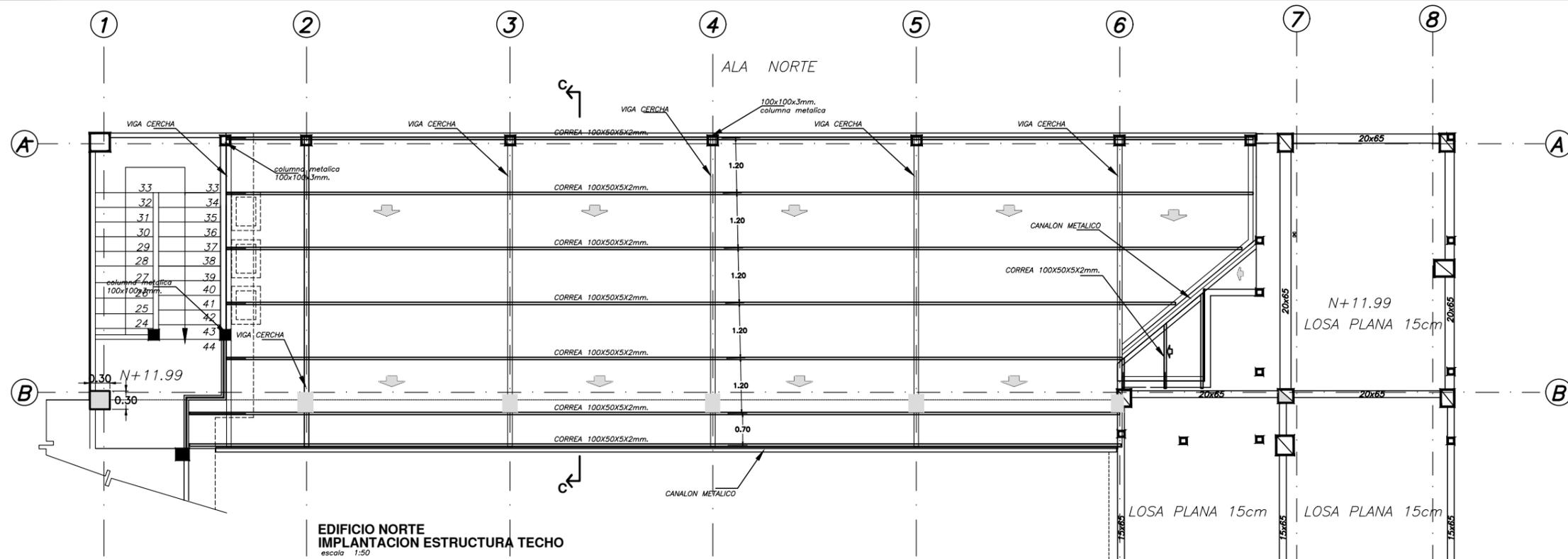
CORTE 4-4
ESCALA 1:20



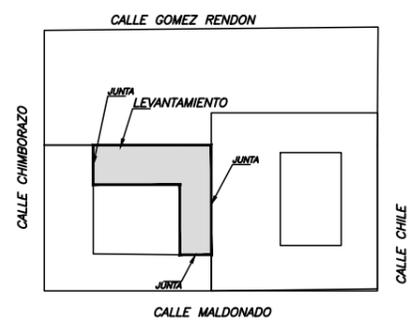
PLANTA CLAVE

NOTAS:
1.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS, LOS DIAMETROS DE LAS VARILLAS EN MILIMETROS Y LAS COTAS DE NIVEL EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE DE OTRA MANERA

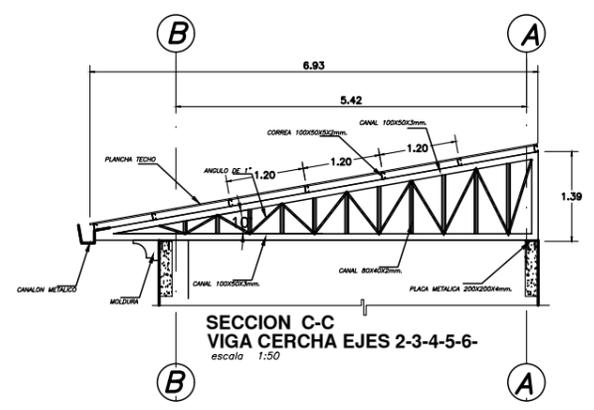
<p>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL</p>	
<p>TEMA : REVISIÓN ESTRUCTURAL DE UN BLOQUE DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTA MARIANA DE JESUS</p>	
<p>TUTOR DE TESIS ING. JOSÉ BARROS</p>	
<p>ALUMNA: SAHARA HIDALGO CHIANG</p>	
<p>CONTIENE: LEVANTAMIENTO CUARTO PISO – UBICACIÓN PLANOS ESTRUCTURAL</p>	
<p>DIBUJO: SAHARA HIDALGO FECHA: OCTUBRE 2017 ESCALAS: INDICADAS</p>	<p>LAMINA: 12/14</p>



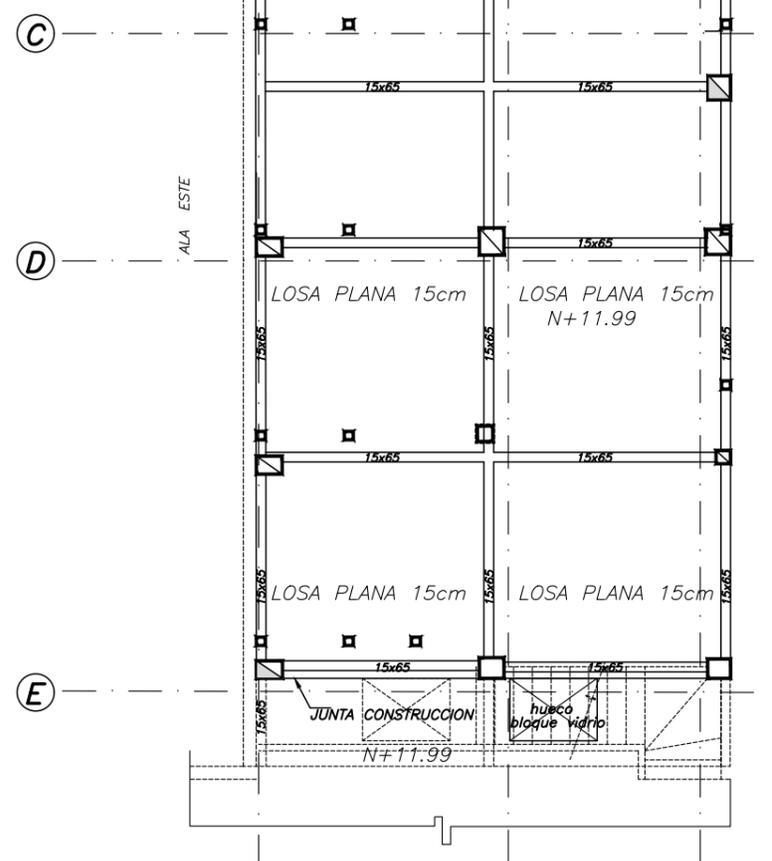
**EDIFICIO NORTE
IMPLANTACION ESTRUCTURA TECHO**
escala 1:50



PLANTA CLAVE

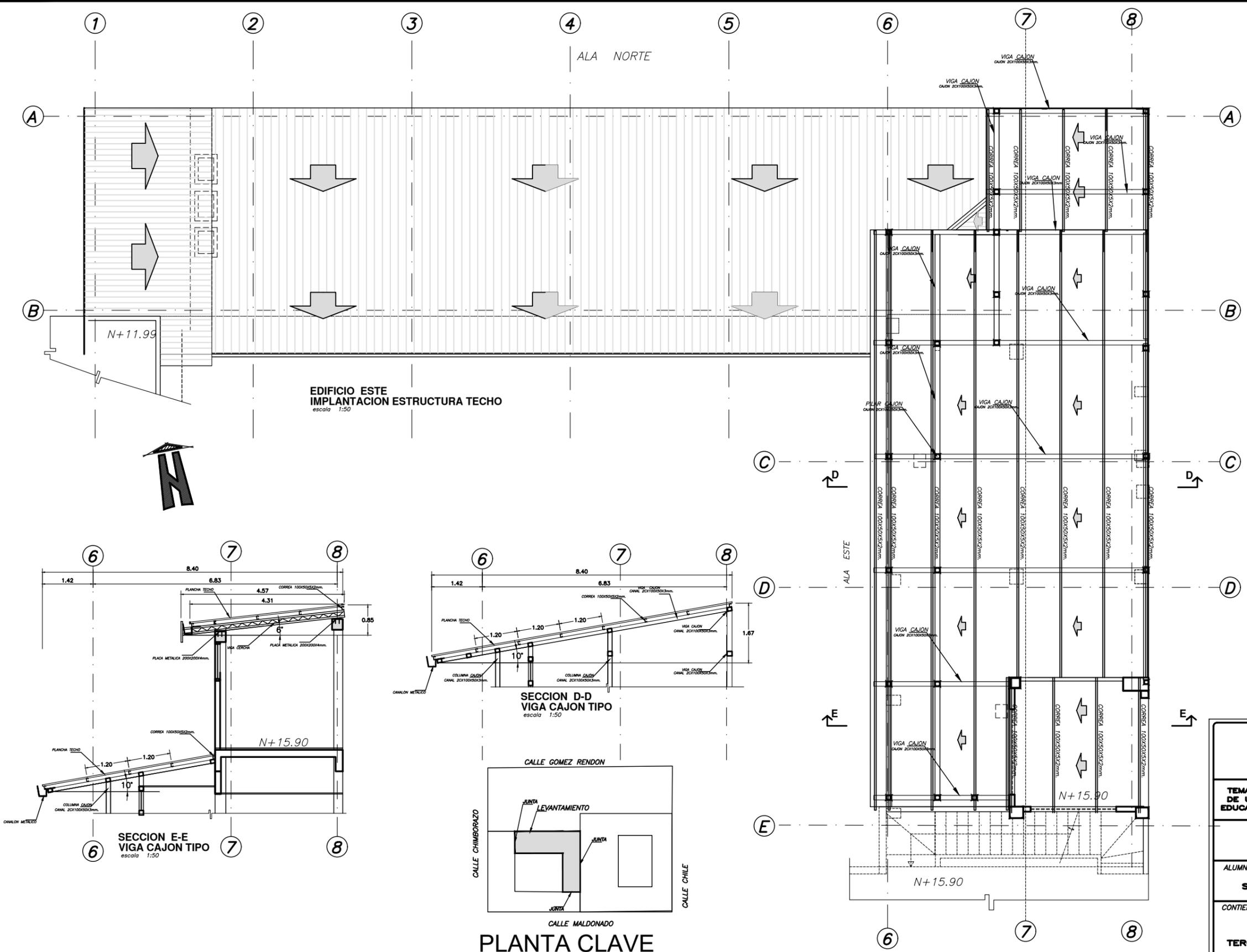


**SECCION C-C
VIGA CERCHA EJES 2-3-4-5-6-**
escala 1:50



NOTAS:
1.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS, LOS DIAMETROS DE LAS VARILLAS EN MILIMETROS Y LAS COTAS DE NIVEL EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE DE OTRA MANERA

 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL	
TEMA : REVISIÓN ESTRUCTURAL DE UN BLOQUE DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTA MARIANA DE JESUS	
TUTOR DE TESIS ING. JOSÉ BARROS	
ALUMNA: SAHARA HIDALGO CHIANG	
CONTIENE: LEVANTAMIENTO SEGUNDO PISO – UBICACIÓN PLANOS CUBIERTA ESTRUCTURAL	
DIBUJO: SAHARA HIDALGO FECHA: OCTUBRE 2017 ESCALAS: INDICADAS	LAMINA: 13/14



EDIFICIO ESTE
IMPLANTACION ESTRUCTURA TECHO
escala 1:50

SECCION D-D
VIGA CAJON TIPO
escala 1:50

SECCION E-E
VIGA CAJON TIPO
escala 1:50

PLANTA CLAVE

NOTAS:

1.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS, LOS DIAMETROS DE LAS VARILLAS EN MILIMETROS Y LAS COTAS DE NIVEL EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE DE OTRA MANERA

 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL	
TEMA : REVISIÓN ESTRUCTURAL DE UN BLOQUE DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTA MARIANA DE JESUS	
TUTOR DE TESIS ING. JOSÉ BARROS	
ALUMNA: SAHARA HIDALGO CHIANG	
CONTIENE: LEVANTAMIENTO TERCER PISO – UBICACIÓN PLANOS CUBIERTA ESTRUCTURAL	
DIBUJO: SAHARA HIDALGO FECHA: OCTUBRE 2017 ESCALAS: INDICADAS	LAMINA: 14/14

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Hidalgo Chiang Sahara Brigitte**, con C.C: # **0931727911** autora del trabajo de titulación: **REVISIÓN ESTRUCTURAL DE UN BLOQUE DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTA MARIANA DE JESÚS – PARTE 1** previo a la obtención del título de **INGENIERA CIVIL** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 06 de Marzo de 2018

f. _____

Nombre: Hidalgo Chiang, Sahara Brigitte

C.C: 0931727911

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:	Revisión Estructural de un Bloque de la Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús – Parte 1		
AUTOR(ES)	Hidalgo Chiang Sahara Brigitte		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Barros Cabezas José Andrés		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Ingeniería		
CARRERA:	Ingeniería Civil		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniera Civil		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	06 de Marzo de 2018	No. DE PÁGINAS:	101
ÁREAS TEMÁTICAS:	Revisión Estructural		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Revisión Estructural, Relevamiento Estructural, Rehabilitación Estructural.		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>Esta es la primera parte de una investigación que tiene como objetivo generar un procedimiento para la revisión estructural de una edificación antigua típica de la ciudad de Guayaquil. En esta parte se propone el uso de equipos especializados para realizar relevamientos estructurales y no estructurales, con el objetivo de obtener suficiente información para un análisis adecuado, sin necesidad de afectar a la estructura durante el proceso; esto como primer paso de un estudio de rehabilitación estructural. Se incluye también un procedimiento simplificado para la revisión estructural que será comparado con metodologías más complejas en la siguiente parte de la investigación siguiendo las recomendaciones de los códigos ASCE/SEI 41-13 y NEC-15. Se proponen dos modelos elástico-lineales con mampostería y sin mampostería, se realiza un análisis modal espectral y se verifica las condiciones de deformación y otras exigencias de la norma. De los resultados del modelo estructural con mampostería y en base a las investigaciones de otros autores se concluye que en Planta Baja se va a perder la rigidez de la mampostería. Por lo tanto el comportamiento para un sismo raro más se asemeja al modelo con mampostería en pisos superiores y no en planta baja; por lo que se realizó un tercer modelo para revisar esta condición. Se concluye que es muy probable que ocurra la condición de piso suave.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	

CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-92670294	E-mail: sarahch776@gmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Clara Glas Cevallos	
	Teléfono: +593-4 -2206956	
	E-mail: clara.glas@cu.ucsg.edu.ec	
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA		
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):		
Nº. DE CLASIFICACIÓN:		
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		