

Evaluación técnica-constructiva de viviendas de interés social en el Distrito Metropolitano de Quito.

Caso de aplicación: ciudad Bicentenario – Pomasqui

Technical-constructive evaluation of housing of social interest in the Metropolitan district of Quito.
Case of application: ciudad Bicentenario - Pomasqui

(Recibido 16/04/2018) – (Aceptado 18/12/2018)
<https://doi.org/10.32645/13906925.766>

Wilson Oswaldo Cando Tipán

Ingeniero Civil, Master MDI, Master Geotecnia e Ingeniería de Cimentaciones, Profeso tiempo completo facultad de Ingeniería, de la PUCE. Director de proyectos de investigación relacionados a proyectos de ingeniería.

Gustavo Xavier Chafra Altamirano

Doctor en Telecomunicaciones – Decano de la facultad de Ingeniería de la PUCE. Profesor principal de la PUCE en la facultad de Ingeniería. Actualmente vinculado a varios proyectos de Investigación Ligados al Desarrollo de Telecomunicaciones y sus diferentes aplicaciones.

Bolívar Mauricio Cely Velez

Docente a Tiempo Completo en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, en la Facultad de Ingeniería, Escuela de Civil. Es Ingeniero Mecánico de la Escuela Politécnica Nacional y es Magíster en Ingeniería Mecánica con Mención en Materiales y Procesos de Manufactura. Cuenta con una certificación ASNT nivel II como inspector en radiografía industrial y ha sido profesor universitario desde el año 2013 hasta la fecha.

Verónica Lizeth Arellano Carrasco

Ingeniera Civil graduada en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, con experiencia dirección de proyectos de construcción. Actualmente, desarrollando actividades en Dirección Nacional de Gestión de Riesgos en Ministerio de Salud Pública del Ecuador.

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

wocando@puce.edu.ec

bmcely@puce.edu.ec

varellano102@puce.edu.ec

gxchafra@puce.edu.ec

Cómo citar este artículo:

Cando, W., Cha la, G., Cely, B., & Arellano, V. (Julio - diciembre de 2018). Evaluación técnica-constructiva de vivienda de interés social en el Distrito Metropolitano de Quito. Caso de aplicación: ciudad Bicentenario "Pomasqui". *Sathiri: sembrador*, 13(2), 219 - 240. <https://doi.org/10.32645/13906925.766>

RESUMEN

La calidad de Viviendas de Interés Social (VIS) y su entorno de desarrollo deben ser evaluados, por lo que se analizará el proyecto “Ciudad Bicentenario” en la parroquia de Pomasqui, siendo el proyecto más grande de la ciudad de Quito, con 2 217 viviendas, entre departamentos, casas unifamiliares y bloques multifamiliares, las cuales han sido direccionadas por la Empresa Pública Metropolitana de Hábitat y Vivienda (EPMHV). Para determinar la viabilidad del proyecto se analizaron los siguientes componentes: análisis macroeconómico, entorno jurídico, localización del proyecto, componente arquitectónico, análisis del componente técnico-constructivo y el análisis financiero actual del proyecto. En el estudio de estos elementos se determinaron varias falencias en cuanto al aprovechamiento de áreas del terreno, estructuras que no se han desarrollado como sismoresistentes, el incumplimiento de la normativa vigente en cuanto obras civiles, problemas con la capacidad admisible del suelo, leyes que impiden la construcción de este tipo de proyectos, una planificación y programación de obra débil y una baja utilidad por una incorrecta distribución de costos de construcción.

Palabras clave: *Vivienda de Interés Social, Ciudad Bicentenario, Viabilidad, Estructuras sismoresistente y Análisis financiero.*

ABSTRACT

The quality of Social Interest Housing (VIS) and its development environment must be evaluated, so the “Ciudad Bicentenario” project in the Pomasqui parish will be analyzed, being the largest project in the city of Quito, with 2,117 dwellings, between apartments, single-family houses and multifamily blocks, which have been addressed by the Empresa Pública Metropolitana de Hábitat y Vivienda (EPMHV). Components were analyzed to determine the viability of the project, which are: macroeconomic analysis, study of the legal environment, location of the project, architectural component, analysis of the technical-constructive component and the current financial analysis of the project. In the study of these elements several shortcomings were determined in terms of the use of areas of the land, structures that have not been developed as resistant earthquakes, non-compliance with current regulations regarding civil works, problems with the admissible capacity of the land, laws that they prevent the construction of this type of projects, a planning and programming of weak work and a low utility for an incorrect distribution of construction costs. These characteristics have helped to determine that the project is not viable, since they are very important determinants from planning to the delivery of housing in its entirety

Keywords: *Social interest housing, Ciudad Bicentenario, Viability Seismoresistente*

1. INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Quito, según datos de densidad poblacional de la Empresa Pública Metropolitana de Hábitat y Vivienda (EPMHV), el 43% de la población no cuentan con vivienda propia, siendo la población con menos recursos para poder acceder a la misma, por lo que se han creado proyectos de vivienda de interés social para tratar de disminuir las cifras que indican la falta de vivienda propia en la ciudad de Quito. En Ecuador, se han concretado normativas para este tipo de viviendas, siendo la principal su precio de venta límite de 40.000,00USD según el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), atendiendo características arquitectónicas y técnicas, basadas en el cumplimiento de la Norma Ecuatoriana de Construcción 2015 (NEC, 2015).

El proyecto cuenta con servicios de equipamiento para parques, canchas deportivas, escuelas, colegios, centros de salud, áreas comunales y un “Guagua Centro”, para lo cual se han destinado seis hectáreas. En la distribución de áreas se considerará el desarrollo integral de las comunidades en los ámbitos material, espiritual y ecológico, a través de procesos que promuevan cambios culturales, fortalecimiento de la práctica de valores comunitarios, la participación ciudadana, el ejercicio de derechos y el cumplimiento de responsabilidades y la corresponsabilidad social, hacia la consecución del buen vivir. Se han establecido catorce tipos de viviendas dependiendo de su área útil y tres sistemas constructivos como son: Pórticos con losas, muros portantes y mampostería armada, los cuales se desarrollaron según las condiciones del suelo para el respectivo diseño estructural.

La Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC 2015), considera varios parámetros para el diseño y evaluación de las estructuras, diferenciado las mismas por material usado en la construcción, sistema constructivo utilizado, suelo en el que se está cimentado la estructura, diseño sismo resistente, zona en donde se establece el proyecto, cuidando la seguridad de las personas que habitan o dan uso a la estructura, ante fenómenos naturales que no pueden ser controlados.

El costo de construcción de las viviendas se determina según costos directos de construcción, costos indirectos y costo de adquisición del terreno, lo cual ayuda a obtener el costo de área de construcción o área útil. Al realizar el análisis financiero, se puede obtener la utilidad del proyecto según los costos de construcción actuales y los precios de venta de las viviendas.

2. METODOLOGÍA

La evaluación del proyecto “Ciudad Bicentenario” se basó en el análisis de siete componentes para concluir si el proyecto es viable para todos los participantes, es decir, la municipalidad, el constructor y los propietarios de las viviendas.

2.1. Análisis Macroeconómico

El análisis macroeconómico, se desarrolla a través de indicadores económicos del país ya que afectan directamente al sector de la construcción, siendo los principales: el Producto Interno Bruto PIB, las tasas de descuento y Riesgo País, ya que estos ayudan a tomar la decisión de invertir en este tipo de proyectos.

2.2. Análisis del Marco Jurídico

Para el análisis del Marco Jurídico, se recopiló información acerca de leyes y ordenanzas

enfocadas en proyectos de vivienda de interés social y del proyecto en estudio. La Constitución de la República es la fuente principal para este análisis, ya que garantiza vivienda digna a los ecuatorianos, mediante de la creación de instituciones, apoyo a gobiernos autónomos descentralizados y creando ordenanzas que describen específicamente el proceso de estos proyectos.

2.3. Análisis de Localización del Proyecto

La localización del proyecto se analiza a través de archivos fotográficos y visitas técnicas, estimando zonas de influencia directa que rodean al conjunto habitacional y verificando si existen componentes básicos en la zona, como son: Relieve del sector, suelo, clima, deslizamientos, riesgo sísmico y volcánico, existencia de servicios básicos, centros educativos, áreas de equipamiento público y privado, centros comerciales, centros de salud, líneas de transporte público, vías de acceso y áreas de recreación.

2.4. Análisis del componente arquitectónico

El componente arquitectónico se basa en el análisis de áreas del terreno, es decir, se realizará una comparación entre los datos proporcionados por el Informe de Regularización Metropolitana (IRM) y los datos del proyecto construido, determinando así si el proyecto tiene una adecuada distribución con el objetivo de aprovechar la totalidad del terreno en donde está ubicado el proyecto.

2.5. Análisis del componente técnico – constructivo

La evaluación técnica considera tres componentes del proyecto, los cuales son: evaluación de estructuras, evaluación hidro-sanitaria, evaluación de red eléctrica. Para la evaluación de estructuras se tomó la Norma Ecuatoriana de Construcción vigente (NEC 2015) considerando los tres sistemas constructivos aplicados y planos estructurales en donde especifica los materiales utilizados y los diseños de ingeniería. Este análisis será apoyado por programas computacionales para estructuras y evaluación visual de vulnerabilidad sísmica. La evaluación hidro-sanitaria, se basa en la norma de la Secretaría de Agua SENAGUA, para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes, CO 10.07 – 601. Las redes eléctricas se analizaron con la ordenanza 3457 del Consejo Metropolitano, que brinda especificaciones para construcciones urbanas.

2.6. Análisis de Costos

El Análisis de Costos se desarrolla con la actualización de costos de materiales, mano de obra y equipo según la Cámara de la Industria de la Construcción CAMICON de los meses noviembre y diciembre del 2017, además del cálculo actual del costo del terreno por el método residual y estimación de costos indirectos, para así poder obtener el valor del costo del metro de área útil o costo de metro de construcción de las viviendas.

2.7. Análisis financiero

Para el análisis financiero se tomó en cuenta el método estático, calculando la utilidad y rentabilidad del proyecto, además de basarse en cronogramas de inversión y flujo de caja para conocer el valor de la ganancia en el proyecto; además del análisis dinámico basado en el tiempo y en el cálculo del Valor actual Neto (VAN), dando a conocer la viabilidad del mismo a través del tiempo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Situación económica y de vivienda actual de Ecuador

En todos los países del mundo, el desarrollo económico está catalogado según el progreso de la construcción. En Ecuador el fuerte desarrollo de la construcción se dio en el tiempo de la dolarización y con las remesas de los migrantes, ya que esto ha hecho que se dinamice el sector inmobiliario, especialmente en la ciudad de Quito, por lo que el Valor Agregado Bruto de la Construcción ayuda al crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB), logrando inversiones nacionales e internacionales. El PIB en Ecuador en el presente año, según datos de Ecuador en Cifras (Banco Central del Ecuador), es del 3,3%, esto demuestra que la economía del país muestra signos de recuperación.

En la Tabla 1 se presenta, la situación de tenencia de vivienda en la ciudad de Quito, en donde según la EPMHV, el 44% de la población en el área urbana no posee casa propia, por falta de ingresos en los hogares para poder acceder a ellas; esto ha causado el hacinamiento de forma ilegal en la ciudad, construyendo viviendas inseguras sin la supervisión de profesionales, consideradas por el Municipio de Quito son viviendas ilegales.

Tabla 1
Situación de tenencia de vivienda en Quito

ÁREA	Propia y totalmente pagada	Propia y la está pagando	Prestada o cedida (No pagada)	Arrendada o Anticresis	Total
Área Urbana	31%	7%	17%	45%	100%
Área Rural	41%	8%	33%	18%	100%

3.2 Legislación para Viviendas de Interés Social VIS

Las leyes del Ecuador, ayudan a que los sectores puedan ejercer sus derechos y también sus obligaciones, por lo que se han establecidos instituciones que ayuden a que se cumplan lo dictaminado en la carta magna del Ecuador, identificando diferentes casos y sectores poblacionales.

El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), ha creado varios esquemas para que la población menos beneficiada pueda acceder a vivienda propia, otorgando bonos para ayudar al pago total del inmueble adquirido. En el caso de la ciudad Quito, el Municipio ha constituido a través del Consejo Metropolitano la Empresa Pública Metropolitana de Hábitat y Vivienda (EPMHV), la cual es la encargada de la creación de proyectos de vivienda de interés social según ordenanzas específicas para el desarrollo de estos proyectos, y basada en los principios del El Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD).

3.2 Localización del proyecto

En el proyecto Ciudad Bicentenario se han construido 2 217 viviendas entre departamentos y casas unifamiliares. Está dentro de una zona con una alta vulnerabilidad sísmica y deslizamientos, lo cual perjudica al proyecto, poniendo en juego la seguridad de los habitantes. El tipo de suelo en donde se encuentra ubicado el proyecto, no es suelo de buena calidad para poder cimentar las estructuras, ya que es suelo tipo franco arenoso, pero existen zonas en donde el suelo es apto para la agricultura de varios productos de la zona.

En la Figura 1 se observa la ubicación del proyecto, el cual se encuentra al noroccidente de la ciudad de Quito, en la parroquia de Pomasqui y como característica predominante acerca de su ubicación es la extensión de la vía Simón Bolívar.

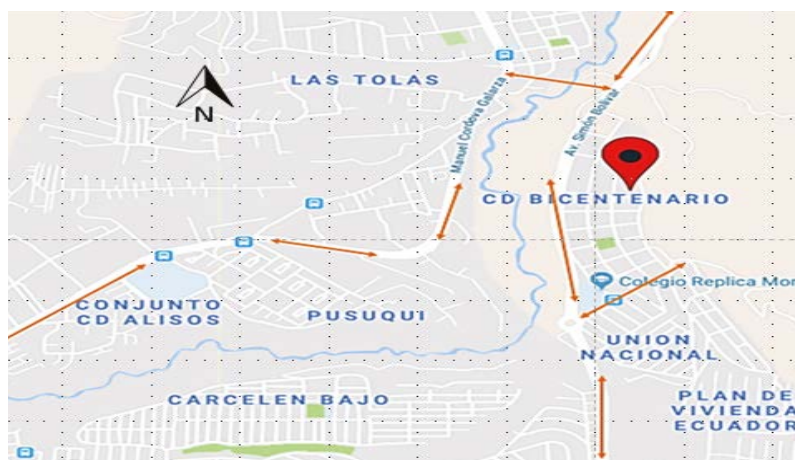


Figura 1. Localización del proyecto de vivienda de interés social “Ciudad Bicentenario”

La parroquia cuenta con todos los servicios básicos como son agua potable, alcantarillado, electricidad, telefonía, televisión por cable e internet. Cerca del proyecto existen varios centros educativos privados y públicos, pero en el área estudiada no hay centros de educación superior lo que causa que muchos habitantes de la parroquia tengan que trasladarse de forma masiva a sectores céntricos de la ciudad.

El proyecto se construyó en la Ex hacienda Tajamar, cuyo terreno fue dividido para el desarrollo de Ciudad Bicentenario y el Barrio “Unión Nacional”, el cual fue invadido, es decir, las viviendas y lotes no son legales e inscritos formalmente en el Municipio de Quito, por esta razón el cabildo no invierte en mejora de vías, parque y legalización de propiedades.

3.4 Análisis del Componente Arquitectónico

El terreno en donde se construyó el proyecto Ciudad Bicentenario, está distribuido en 30 manzanas bajo el régimen de Propiedad Horizontal, esto ayuda a regular la división de un bien inmueble, es decir, la propiedad horizontal no es la totalidad del terreno, sino un sistema que ayuda a dividir de manera equitativa y con beneficio común el terreno, en donde se establece la propiedad privada de cada miembro y el área común a la que tiene derecho los participantes.

Cada manzana presenta un Informe de Regularización Metropolitana (IRM), por lo que los datos de un informe de regularización se estimaron en la EPMHV, y se presentan en la Tabla 2, de la siguiente manera:

Tabla 2

Comparación de uso de áreas según Informe de Regularización Metropolitana (IRM) y áreas del proyecto

COS	Área proyecto (m2)	Porcentaje de uso de área (%)	Área según IRM (m2)	Porcentaje de uso según IRM (%)	Uso de área real (%)
COS-PB	130 461	25%	226 734	43%	57%
COS	399 539	75%	572 646	108%	70%
TOTAL					

Cómo citar este artículo:

Cando, W., Cha la, G., Cely, B., & Arellano, V. (Julio - diciembre de 2018). Evaluación técnica-constructiva de vivienda de interés social en el Distrito Metropolitano de Quito. Caso de aplicación: ciudad Bicentenario “Pomasqui”. *Sathiri: sembrador*, 13(2), 219 - 240. <https://doi.org/10.32645/13906925.766>

Según el análisis de los datos otorgados por el Informe de Regularización Metropolitana (IRM) y los datos del proyecto, se concluye que el proyecto no excede los valores de áreas especificados en el IRM, pero no se aprovecha en su totalidad lo especificado en cuanto al Coeficiente de Ocupación de Suelo en Planta Baja (COS-PB) y Coeficiente de Ocupación de Suelo Total (COS TOTAL): el proyecto ocupa solamente el 57% del COS-PB especificados y del COS TOTAL solamente el 70%, es decir, el proyecto debe ser mejor distribuido en cuanto a equipamiento, vías y ubicación de las viviendas ya que el terreno no se está aprovechando en su totalidad.

La Figura 2 muestra la planificación de áreas del proyecto Ciudad Bicentenario, el cual se distribuyó en el 45% del terreno municipal para el proyecto de vivienda y el 55% para la constitución de vías, por lo que dentro de este porcentaje consta la ubicación de la Extensión de la Av. Simón Bolívar que ocupa el mayor porcentaje del destinado para vías, y esta puede ser la causa para no ocupar la totalidad del COS PB y COS TOTAL establecido en el IRM.

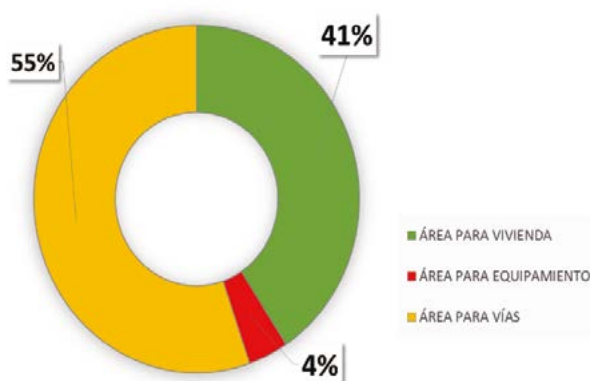


Figura 2. Ocupación de áreas del terreno

En la Figura 3, se observa que dentro del proyecto se puede encontrar equipamiento municipal y equipamiento privado. El equipamiento municipal consta de áreas culturales, de bienestar social, áreas recreativas, áreas deportivas, Unidad de Policía Comunitaria y paradas de transporte público. En el equipamiento privado está un Colegio, áreas de recreación y deportes, pequeñas entidades religiosas y un pequeño parque.



Figura 3. Distribución Arquitectónica del Proyecto (EPMHV, 2013)

El análisis realizado en la Tabla 3, entre el área útil y el área no computable del proyecto, muestra que se ha enfocado el proyecto en espacio de vías y equipamiento y no en la distribución de espacios para la construcción de viviendas.

Tabla 3
Área útil y área no computable del proyecto

Descripción	Área (m2)	Porcentaje de incidencia (%)
Área útil	216 191	41%
Área no computable	313 809	59%
Área Bruta	530 000	100%

3.5 Análisis del componente técnico – constructivo

3.5.1 Análisis estructural de viviendas

Las viviendas del proyecto constan como viviendas sismo resistentes en los planos estructurales entregados a los propietarios por la EPMHV, por lo que deben cumplir con los objetivos de edificaciones capaces de soportar sismos que propone la Norma de Peligro Sísmico y Diseño Sismo resistente (NEC-SE-DS), los cuales son:

- Prevenir daños en la estructura durante un evento sísmico, hasta poder evitar el colapso de la misma.
- Controlar perjuicios en los elementos estructurales durante un sismo, de tal manera que la estructura se pueda restaurar si ha sufrido daños estructurales y no estructurales.
- La estructura debe ser capaz de resistir fuerzas que se producen por las cargas que señala la norma.
- Controlar las derivas de piso que se puedan presentar, sin que exceda sus valores límites.
- La estructura debe ser capaz de disipar energía durante el sismo, mediante la deformación o mediante disipadores de energía.

3.5.1.1 Análisis de Vivienda con sistema constructivo: pórticos con losas

Las viviendas tipo 41 P-9, son viviendas proyectadas hasta tres pisos, pero son entregadas con una planta habitable. Tienen un área de construcción de 41 m², con una altura de entrepiso de 2,52 m. La edificación consta dos vanos en ambas direcciones X y Y, con las medidas que se indican en la figura de la edificación en planta.

Para este análisis se utilizará la Norma NEC-SE-VIVIENDA y la guía de Diseño de la misma norma, se analizará un conjunto de cuatro viviendas y con la proyección de tres plantas, como se realizó en el diseño estructural vigente y se presenta en la Figura 4.

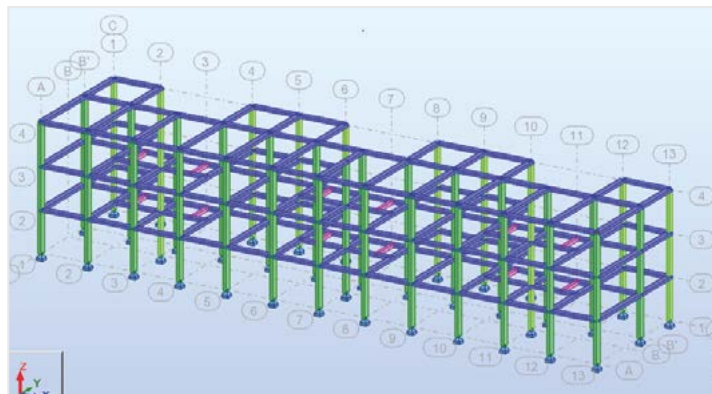


Figura 4. Modelación de Bloque de Viviendas tipo C41-P9

Las cargas y combinaciones de carga se basaron en la Norma Cargas (No Sísmicas) (NEC – SE-CG), la cual indica las combinaciones más críticas para el análisis de la estructura, indicadas en la Tabla 4:

- D: Carga Muerta
- L: Carga Viva
- Ex: Carga estática de sismo en dirección al eje X
- Ey: Carga estática de sismo en dirección al eje Y
- EQx: Carga del espectro de aceleraciones en X
- EQy: Carga del espectro de aceleraciones en Y

Tabla 4

Combinaciones de carga para análisis estructural

	Combinación
Combinación 1	1,4 D
Combinación 2	1,2 D + 1,6L
Combinación 3	1,2 D + 1L +1Ex
Combinación 4	1,2 D + 1L -1Ex
Combinación 5	1,2 D + 1L +1Ey
Combinación 6	1,2 D + 1L -1Ey
Combinación 7	0,9D + 1Ex
Combinación 8	0,9D - 1Ex
Combinación 9	0,9D + 1Ey
Combinación 10	0,9D - 1Ey
Combinación 11	0,9D + 1L + 1EQx
Combinación 12	0,9D + 1L + 1EQy

Con los parámetros antes señalados se obtuvo como resultado el siguiente espectro de diseño elástico:

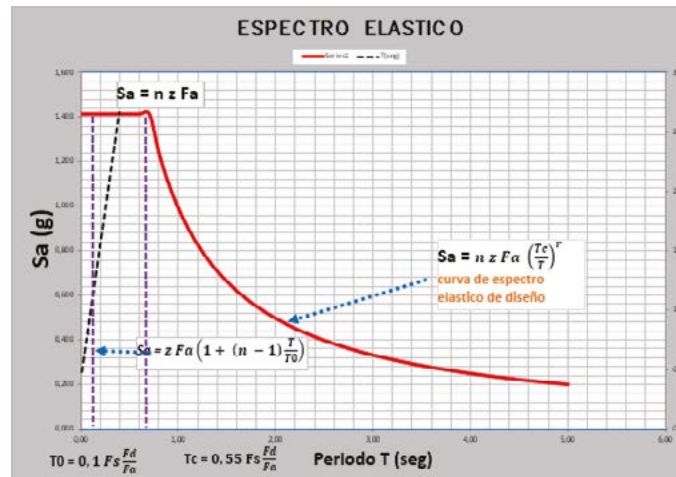


Figura 5. Espectro de Diseño elástico para vivienda C41-P9

La Norma NEC-SE-DS, establece que las derivas de piso no pueden ser mayores al 2%, se calcula con la siguiente expresión, la cual relaciona al porcentaje de deriva con el factor de reducción de respuesta sísmica:

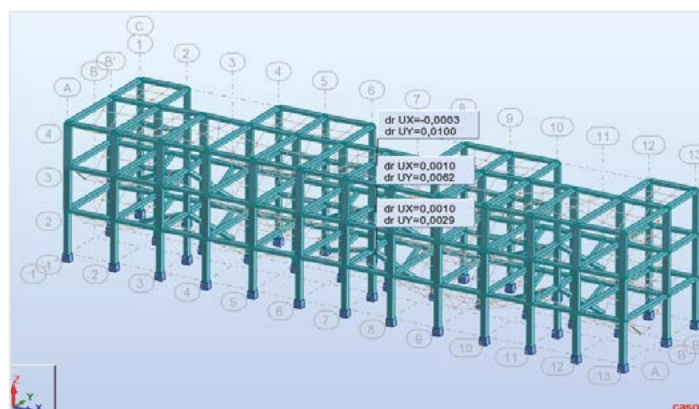


Figura 6. Deformaciones entre pisos de la vivienda C41-P9

Según la Tabla 6, el valor de la deriva de piso del nivel N+7,30, no cumple con el rango especificado en la norma del 2%, por lo que ante un sismo la estructura sufrirá grandes desplazamientos hasta el colapso de la estructura.

Tabla 6
Control de derivas de piso

Nivel	Deriva			
	X	Deriva Y	%ΔiX	%ΔiY
N+7,30	0,0003	0,01	0,113	2,25
N+4,90	0,001	0,0062	0,375	1,76
N+2,40	0,001	0,0029	0,375	1,1

La cimentación de la vivienda es tipo: plintos con cadenas de cimentación, ya que se obtuvo una capacidad admisible de 13T/m².

3.5.1.1 Análisis de Vivienda con sistema constructivo: Muros portantes

Las viviendas C82, son viviendas proyectadas hasta tres pisos, pero son entregadas con dos pisos habitables. Tienen un área de construcción de 82 m², con una altura de entrepiso de 2,40 m. Se realizó el análisis de un grupo de cuatro casas, ya que la estructura se ha construido de esta manera y así están indicadas en los planos estructurales, por lo que la edificación consta ocho vanos en direcciones X y 2 vanos en dirección Y, con escaleras las cuales se toman en cuenta en el modelo y análisis de la estructura, con las medidas que se indican en la Figura 7 de la edificación en planta.

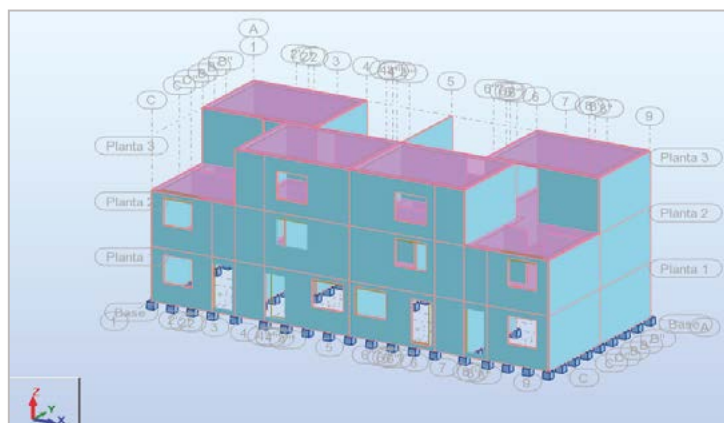


Figura 7. Modelación de Bloque de Viviendas tipo C82

Este sistema estructural está establecido por la normativa NEC-SE-DS, para su diseño y análisis estructural de manera estática y dinámica. Este sistema estructural funciona de manera monolítica, es decir, como un todo en la estructura y no por elementos, por lo que se debe considerar la ubicación de estos muros ya que no se considera en la estructura elementos individuales como vigas y columnas, pero este sistema se caracteriza por ser rígido y soportar gran peso y cargas laterales.

Las viviendas tipo C-82 consta de tres plantas, como se observa en la Figura 8, con irregularidades en planta y en elevación que se analizarán con los parámetros establecidos en la Norma NEC-SE-DS; además se distinguen que los vanos tienen diferentes dimensiones lo que conlleva a que la estructura mide 16,80 x 7,40 m en el análisis de cuatro viviendas. Los ejes se ubican en donde hay simetría de la estructura y en donde se encuentran más densidad en cuanto a los muros.

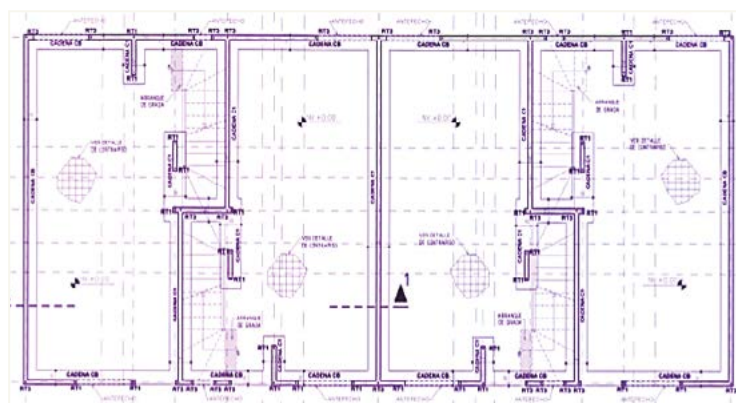


Figura 8. Ubicación de ejes de Conjunto de casas C82. (EPMHV, 2013)

Cómo citar este artículo:

Cando, W., Cha la, G., Cely, B., & Arellano, V. (Julio - diciembre de 2018). Evaluación técnica-constructiva de vivienda de interés social en el Distrito Metropolitano de Quito. Caso de aplicación: ciudad Bicentenario "Pomasqui". *Sathiri: sembrador*, 13(2), 219 - 240. <https://doi.org/10.32645/13906925.766>

En el diseño sismo resistente, se consideran las combinaciones de carga de la norma NEC-SE-CG que conciben los efectos más desfavorables al actuar en la estructura. Las cargas actuantes son: carga muerta (D) se incluyen las cargas del material y el peso de los acabados; la carga viva (L) se determina a través del apéndice 4 de la Norma NEC-SE-CG, según el tipo de uso de cada sección y piso de la estructura y las Cargas Laterales (se determinan a través de la Fuerza Cortante Basal y espectro de diseño), como se identificó en el caso anterior.

En base al análisis estructural realizado se observan en la Tabla 7 los valores de las derivas de piso, las cuales se encuentran dentro del rango permitido del 2% indicado en la NEC 2015.

Tabla 7. Control de derivas de piso

Nivel	Deriva			
	X	Deriva Y	% ΔiX	% ΔiY
N+7,30	0,0002	0,003	0,045	0,74
N+4,90	0,0003	0,006	0,068	1,35
N+2,40	0,0005	0,008	0,112	1,98

Para este tipo de sistema constructivo se utilizó losa de cimentación, ya que según los estudios de suelos se obtuvo una capacidad admisible de 8 T/m². En el modelo se ubicaron los muros que actúan en la losa de cimentación, ubicando apoyos en las esquinas de la losa que permitan un movimiento de traslación en dirección al eje X y en dirección al eje Y, como se observa en la siguiente figura:

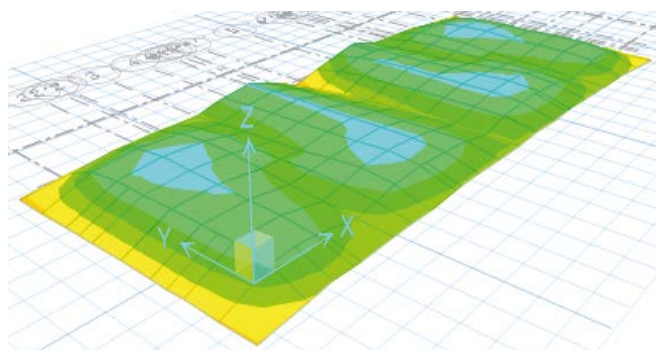


Figura 9. Deformación de cimentación de la vivienda C82

La edificación es apreciada como una estructura con baja vulnerabilidad sísmica, pero al aumentar el peso de la estructura se considera como una vivienda de mediana vulnerabilidad, aumentando el riesgo de colapso de la estructura ante un evento sísmico.

3.5.1.1 Análisis de Vivienda con sistema constructivo: Mampostería estructural

Las viviendas tipo C58-SG, están proyectadas para tres plantas, pero la entrega mínima es de dos plantas. El área de construcción de estas viviendas es de 58 m², con alturas de entrepiso de 2,31 m.

El sistema constructivo de esta tipología de viviendas es de mampostería armada, cuyo análisis estructural se realizará bajo las Normas: NEC-SE-DS, NEC-SE-VIVIENDA, NEC-SE-MP (Mampostería Estructural). El análisis se realizará de un grupo de dos casas que consta de cuatro vanos en dirección X y dos vanos en dirección Y. La vivienda cuenta con dos losas de entrepiso y con una losa inaccesible. La cimentación de estas viviendas son losas de cimentación.

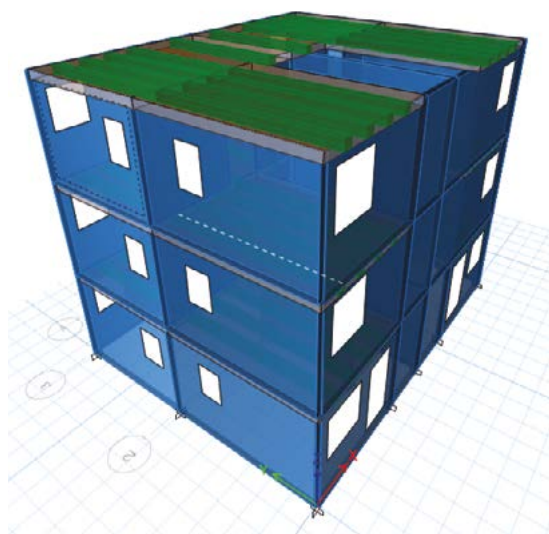


Figura 10. Viviendas tipo C58SG. ETABS

El Sistema Constructivo de Mampostería estructural se refiere a la interacción entre el acero estructural y bloques de hormigón para mampostería o paredes, para que pueda actuar como un sistema monolítico. El sistema de integración entre el acero y los bloques de hormigón usa anclajes y empalmes. El análisis se realizó a través del modelo en el programa computacional ETABS.

El análisis realizado en el programa ETABS, muestra que la deformación máxima de la estructura es en la segunda planta con un valor de 0,547 mm en dirección del eje Y. Este valor se obtuvo con la combinación modal sísmica más conveniente para la estructura y en la siguiente Figura se observa el valor de los desplazamientos de cada piso.

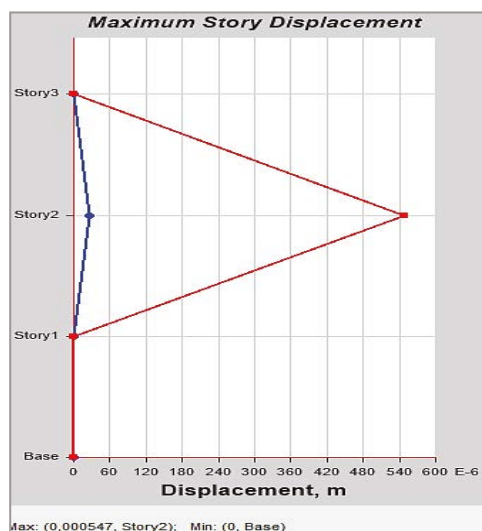


Figura 11. Diagrama de desplazamientos. ETABS

El análisis de los muros de mampostería se basa en los siguientes parámetros cumplidos de la norma NEC-SE-MP (Mampostería Estructural) y la guía de Diseño 1 de Viviendas de hasta dos pisos, con luces de hasta 5 m.

- a) Existe una deformación compatible entre los elementos que conforman el muro, como son el acero de refuerzo, mortero y bloques.
- b) Según la Norma NEC-SE-MP la máxima deformación de muros con mampostería de concreto debe ser 0,0025. La deformación máxima de los muros de la estructura es de 0,000237, por lo tanto, cumple con lo especificado.
- d) Se debe determinar cómo trabaja el muro según su geometría

El sistema constructivo de mampostería armada debe tener una losa con poco peso ya que los bloques de concreto no tienen la capacidad de soportar grandes cargas, por lo que es un sistema estructural ligero y de bajo costo. Las losas aligeradas gracias a este sistema de construcción forman un elemento monolítico que integra las bovedillas y viguetas en una sola lámina de losa

Las viviendas tipo C58SG con mampostería armada utilizan losa de cimentación, ya que la capacidad portante de este suelo es muy baja, cuyo valor es de 8 T/m² según los estudios de suelos. Este parámetro ayudará para el análisis de presiones transferidas al suelo.

En la modelación se ubicó la mampostería armada, como se observa en la Figura 12, que actúan en la losa de cimentación, ubicando apoyos en las esquinas de la losa que permitan un movimiento de traslación en dirección al eje X y en dirección al eje Y.

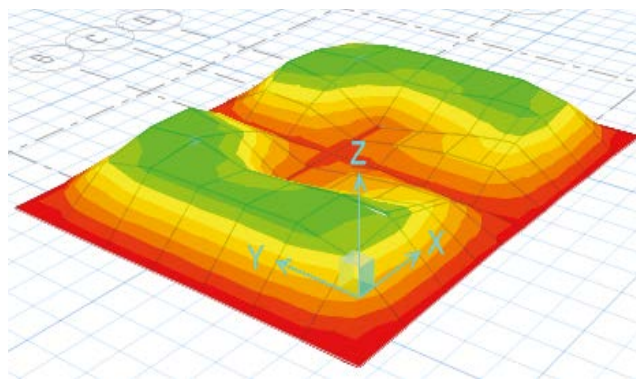


Figura 12. Mapa de deformaciones de Losa de Cimentación. SAFE

Al analizar la losa de cimentación, se observa que, al aplicar la combinación más crítica de la norma vigente, la estructura presenta problemas con asentamientos y esfuerzos mayores a los que puede soportar el suelo. Se debe verificar si existen problemas en los elementos de la estructura, especialmente en las losas, ya que son losas prefabricadas con bovedillas y viguetas y pueden presentar problemas cuando se construyan el número de plantas máximas.

3.5.2 Estudio de suelos

El presente estudio determina y establece la Capacidad de Carga del Suelo (Ton/m²) y recomienda el correcto tipo y profundidad de las cimentaciones, y los posibles asentamientos del suelo, así como el estrato más competente para edificar la estructura ya que el relieve del terreno es inclinado, con una gran pendiente de aproximadamente 24% en el sentido oeste -este.

Para el estudio se realizaron veinte sondeos con profundidades de 8 m (sondeos 1-10) y de 6 m (sondeos 11- 20) respectivamente, los mismos que nos permitirán recomendar la cimentación más

adecuada. La ubicación de los sondeos, se realizaron aplicando criterios geotécnicos y estadísticos establecidos para este tipo de obras.

Para la realización de los ensayos SPT (Ensayo de Penetración Estándar), se utilizó un equipo de perforación que cumple con la normativa internacional ASTM (Norma ASTM D 1586), como se muestra en la siguiente figura:



Figura 13. Equipo ensayo SPT. Manzana 22, Ciudad Bicentenario

Luego del Estudio Estratigráfico del Suelo y en base a los resultados de los Ensayos de Campo y Laboratorio, se establece lo siguiente:

Los Materiales encontrados en los 20 sondeos, se presentan ligeramente desordenados en el Plano y en la profundidad y mayoritariamente son limos arenosos y arenas limosas, con la presencia de estratos de arenas limosas con pómez de color blanco.

PROF. (m)	MUESTREO			W %	GRANULOMETRÍA			LIMITES		SUCS	PERFIL	DESCRIPCIÓN
	tipo y No	No golp.	prof. (cm)		% pasa 10 40 200			L.L.	I.P.			
1,0	P 3	1,0	10	30						SM		Arena limosa de color café, poco húmeda de grano fino
2,0	P 3	2,0	13	30						SM		Arena limosa de color café, poco húmeda de grano fino
3,0	P 3	3,0	21	30	6					SM		Arena limosa de color café, poco húmeda de grano fino
4,0	P 3	4,0	25	30		93	83	48	NP NP	SM		Arena limosa de color café amarillenta poco húmeda, grano fino
5,0	P 3	5,0	47	30						SM		Arena limosa de color café amarillenta poco húmeda, grano fino
6,0	P 3	6,0	37	30						SM		Arena limosa de color café amarillenta poco húmeda, grano fino
7,0	P 3	7,0	41	30	7	98	91	47	NP NP	SM		Arena limosa de color café amarillenta poco húmeda, grano fino, grumos del mismo material

Figura 14. Log perforación. Manzana 22, Ciudad Bicentenario

3.5.3 Análisis Hidro-sanitario

Los Sistemas de Agua potable y Alcantarillado deben basarse en normas de diseño, que

proporcionen criterios para la construcción de proyectos hidro- sanitarios.

Según la norma CO 10.07-601, “El agua potable, es el agua destinada para el consumo humano, debe estar exenta de organismos capaces de provocar enfermedades y de elementos o sustancias que puedan producir efectos fisiológicos perjudiciales, y debe cumplir con los requisitos de estas normas” (SENAGUA, 2014)

Las bases de diseño ayudan a determinar la dimensión de la red de distribución de agua y su construcción, por lo que se debe establecer varios parámetros para su diseño como la población actual y futura, así como un periodo de diseño para la misma

- El periodo de diseño es: 50 años
- La población de diseño es de 300 habitantes por hectárea.
- Se eligió el rango de población de 5 0000 y 50 000 habitantes y en clima frío
- La dotación media futura es de 200 l/hab/día
- La variación de consumo de incendio es de 10 l/s
- El caudal de diseño $Q_{diseño}=81$ l/s

Para el diseño de la red de alcantarillado se estimó una dotación de 200 l/hab/día, un retorno de aguas servidas de 0,60. Para el diseño de alcantarillado de aguas servidas y aguas lluvias se determinó el caudal con coeficientes de escurrimiento para hoyas pequeñas.

- Profundidad de colocación de tuberías es de 1,50 m
- Los pozos de revisión se colocaron en el inicio de tramos, en cambios de dirección y de sección de tuberías, además en tramos de 80 m.

3.5.4 Análisis de Instalaciones eléctricas

El Análisis del componente Eléctrico se basará en la Ordenanza 3457, Que Contiene Normas De Urbanismo Y Arquitectura, con las que se diseñó la red de distribución eléctrica, de la sección de diseño de Infraestructura. La planificación de las redes de distribución debe contemplar toda la urbanización proyectada. Cuando la demanda sobrepase la capacidad máxima instalada, la EEQ. S.A. realizará en las instalaciones existentes las ampliaciones y/o modificaciones necesarias, a costo de los usuarios (Ordenanza 3457, 2003).

3.6 Análisis Financiero del proyecto

El Costo actual del proyecto Ciudad Bicentenario es de 115 872 117,08 USD, basado en la actualización de costos en cuanto al terreno de 530 000 m², con el costo promedio de la zona de Pomasqui – Barrio La Unión. Los costos directos de construcción de 2 217 viviendas actualizados en base a los costos que oferta la Cámara de la Industria de la Construcción CAMICON, al igual que los costos de urbanización de áreas externas e internas.

3.6.1 Análisis de Costos

Los costos se basan en actividades que se han realizado desde la fase de pre factibilidad del proyecto, la fase de ejecución y la fase de cierre del proyecto, para el análisis de costos se realizó por manzanas además de la totalidad del proyecto, por lo que el control de obra, análisis de costos

directos de construcción y fiscalización del proyectos se realizaron mediante un fideicomiso, en la que la Empresa Pública Metropolitana de Hábitat y Vivienda EPMHV contrató una empresa privada para que realice este tipo de control durante y después del proyecto (Caicedo K, 2017).

El Costo Total del proyecto “Ciudad Bicentenario” con la construcción de 2217 viviendas es de 115 872 117,08 USD, de los cuales el 55% corresponde a costos directos de construcción, 13% es de costos indirectos y el 37% es el costo de adquisición del terreno en la parroquia de Pomasqui, como se indica en la Figura 15.



Figura 15. Incidencia de Costos del proyecto.

En la ilustración se puede observar que el porcentaje de incidencia del terreno es del 32%, el cual es un valor alto, ya que en diez años la zona del proyecto ha aumentado el valor de los avalúos del terreno de forma considerable, tornándose en un proyecto medianamente viable en cuanto a su localización.

De este modo la siguiente ilustración analiza la incidencia de costos directos e indirectos, en base al costo total del proyecto, y se observa que los Costos Directos incluyendo el costo del terreno inciden en un 87,3%.

Se debe considerar en el costo actual del proyecto la incidencia de los costos del terreno ya que el costo del mismo ha aumentado considerablemente desde el año 2006 cuando fue comprado por la EPMHV, por lo que actualmente su incidencia es del 32%.

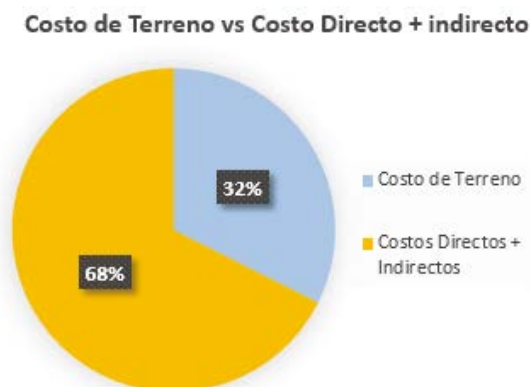


Figura 16. Incidencia del costo del terreno

Los Costos Directos son los de mayor incidencia en el proyecto con un 55%, lo cual determina de manera significativa el costo total, ya que en aquí se considera los costos de urbanización y costos de construcción actualizados de las diferentes tipologías de viviendas, sistemas constructivos distribuidos en manzanas. El costo por metro cuadrado de área vendible es de 535,97 USD, como se muestra en la Tabla 8, el cual está en el rango de costos por metro cuadrado de construcción en Viviendas de Interés Social VIS, que está entre 500 USD y 800 USD, y permiten que la mayoría de viviendas se encuentren en el costo límite de 40.000,00 USD.

Tabla 8. Consideraciones para el costo de área útil

Costo (Directos + Indirectos) por m2 de área útil	
Costo Total	115 872 117,08 USD
Área útil	216 191 m2
Costo por m2 útil	535,97 USD/m2

3.6.2 Planificación del proyecto

El proyecto de vivienda “Ciudad Bicentenario” empezó su fase de construcción en el año 2008, la construcción total del proyecto se llevó a cabo en seis años, culminando en el año 2014. La primera etapa se realizó en 40 meses y la segunda etapa en 38 meses.

El proyecto ha sido ejecutado y controlado por manzanas, construido de forma equitativa en todas las manzanas con diferentes tipos de sistemas constructivos en cada manzana por lo que algunas viviendas fueron construidas en menor tiempo que otras.

El cronograma valorado del proyecto establece las actividades que se realizaron en la construcción de las viviendas y cuál es la inversión de las mismas realizadas en cada mes, por lo que mediante este proceso se puede controlar los gastos de inversión mensual y acumulada hasta llegar a lo planificado desde un principio.

3.6.3 Estrategia de ventas

El MIDUVI, ha establecido un límite para el costo de las viviendas que es de 40.000 USD, por lo que el precio del metro cuadrado de construcción debe estar en el rango de 500,00 USD a 800,00 USD. Para que estas viviendas cumplan con el límite de costo impuesto por el MIDUVI la EPMHV, entrega estas casas y departamentos con características de viviendas habitables, es decir, sin acabados, con dos puertas, piso alisado, sin cerámica y paredes solamente estucadas en su mayoría.

3.6.4 Análisis financiero estático

Para realizar este análisis se debe considerar los valores obtenidos en los egresos o gastos que se han realizado para la construcción del proyecto y los ingresos que se obtienen a través de la venta de las viviendas, como se puede observar en la Tabla 9. La utilidad será considerada como la diferencia entre los ingresos y los egresos que ha habido en el proyecto y la rentabilidad será la relación entre la utilidad y el costo total o egresos del proyecto. En la Figura 17 se observan, los ingresos del proyecto

Tabla 9. Resumen de análisis estático financiero

Descripción	Valor
Periodo de Construcción	73 meses
Costo del proyecto	115 872 117,08 USD
Precio del proyecto	126 508 490,00 USD
Utilidad	10 636 372,92 USD
Rentabilidad Total	9%
Rentabilidad anual	2%

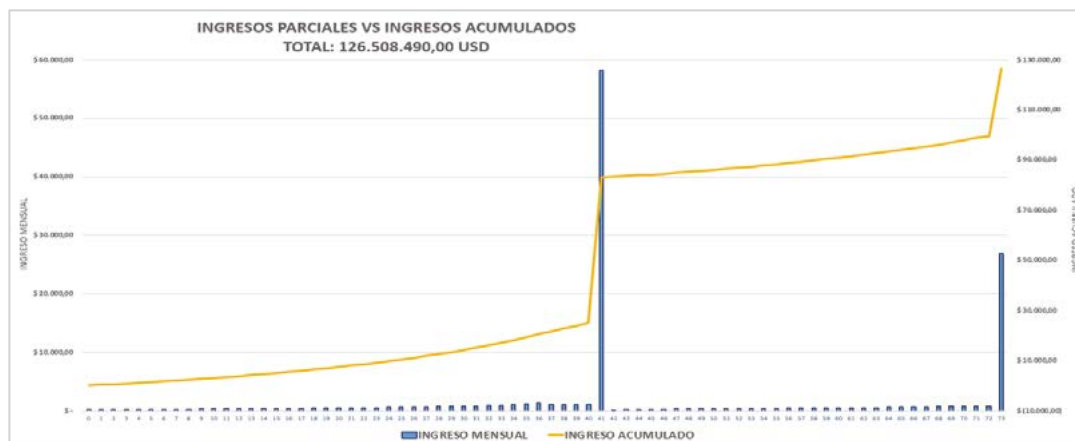


Figura 17. Ingresos mensuales vs Ingresos acumulados en miles



Figura 18. Ingresos, Egresos y Saldos Acumulados en miles

se toman de la venta de 2 217 viviendas de diferentes tipologías, pero según el análisis no todas las tipologías de viviendas cumplen con el valor límite de 40 000,00 USD que el valor de adquisición de las viviendas de interés social VIS, ya que algunas exceden este valor por el área útil de su construcción tomando en cuenta que son precios manejados en la actualidad. Al tomar en cuenta estas acotaciones en costo del metro cuadrado de construcción, los ingresos del proyecto a través de la venta de las mismas es de 126 508 490,00 USD.

La Figura 18, muestra que el mayor gasto en el proyecto es en el mes cero, ya que en este mes se considera el valor total del terreno, el valor de estudio e impuestos, pero no se considera el valor

Cómo citar este artículo:

Cando, W., Cha la, G., Cely, B., & Arellano, V. (Julio - diciembre de 2018). Evaluación técnica-constructiva de vivienda de interés social en el Distrito Metropolitano de Quito. Caso de aplicación: ciudad Bicentenario " Pomasqui ". *Sathiri: sembrador*, 13(2), 219 - 240. <https://doi.org/10.32645/13906925.766>

de la construcción de viviendas, ya que este valor se toma en cuenta desde el mes uno.

La Figura 19, representa los ingresos, egresos y saldos acumulados mensuales demuestra que el proyecto no es viable según el componente financiero, ya que los saldos mensuales siempre se mostraron negativos, es decir, no se evidencia una recuperación de inversión ni cuando comenzó la segunda etapa de construcción de viviendas, y solo en el mes 73 se obtuvo la utilidad de 10 636 372,92 USD.

3.6.5 Análisis Financiero dinámico

El análisis financiero dinámico, toma en cuenta el valor que tiene el dinero en el tiempo y este análisis se realizará en base al Flujo de Caja realizado con anterioridad y el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) tomando en cuenta las tasas de descuento que se determina para cada tipo de proyecto.

Según el análisis y flujo de caja realizado y con un valor de tasa de descuento mensual de 1,88% mensual, el valor de VAN del proyecto Ciudad Bicentenario es de -41 984 390,00 USD, lo que demuestra que el proyecto no es viable al ser un valor negativo.

4. CONCLUSIONES

Al analizar la distribución de áreas en el terreno en donde se ubica el proyecto, se obtuvo que el 59% pertenece a áreas no computables de vías como la Av. Simón Bolívar y equipamiento, además de dar cumplimiento a la NEC 2015 donde se contempla el diseño sismoresistente para estructuras dentro de proyectos inmobiliarios (NEC 2015). Esto quiere decir que no se está aprovechando el área del terreno en construcción de un mayor número de viviendas, ya que solo el 41% del área es de viviendas.

En el análisis estructural del sistema constructivo de pórticos con losas, se obtuvo que cuando se incrementa la tercera planta en las viviendas el valor de la deriva entre la segunda y tercera planta es de 2,25%. Esto significa que, no se cumple con el mínimo requerido por la Norma NEC de Diseño Sismo resistente, resultando una estructura de mediana vulnerabilidad. Es por estos motivos que se debe cuidar el desarrollo la construcción de las viviendas cuando se presenten sismos en la zona. Según el trabajo de los autores Jacqueline Beatriz Moreira Toledo y Luis Hernando Condolo Gallegos con su trabajo “La Situación de la vivienda de interés social en el distrito metropolitano de Quito” se puede constatar que las viviendas pese a ser de interés social deben cumplir con normativas tanto nacionales como internacionales para que sean seguras y habitables. Para mayor detalle del estudio mencionado se sugiere dar lectura al documento donde se obtuvieron datos para el presente trabajo. Este sistema constructivo es el que presenta mayores problemas en cuanto a desplazamientos laterales y vulnerabilidad sísmica.

El VAN del proyecto fue de -41 984 390,00 USD, que es lo que se necesitaría para poder solventar el proyecto y no quedar con una deuda o generar pérdidas, para el constructor.

El Valor del VAN podría ser positivo y el proyecto arrojar ganancias si se cuidaran varios componentes del proyecto, y pueden existir varias razones para que el valor del VAN sea negativo, como:

- El terreno no cumple con la totalidad del valor del COS PB y COS TOTAL según el IRM, es decir, el terreno no se ha distribuido correctamente para la creación de un mayor

- número de viviendas.
- Los Costos Directos de Construcción deberían ser mayores a los que se han establecido en el proyecto desde el principio de su construcción.
 - Los Costos Indirectos deberían ser menores, por lo que se debería disminuir la incidencia de impuestos aplicados al proyecto y el valor del fideicomiso debería ser eliminado y la administración del proyecto debería ser realizado por la misma Empresa Pública Metropolitana de Hábitat y Vivienda.
 - El Costo del terreno es demasiado alto por lo que solamente debería costar el 30% del valor actual con el que se realizó el cálculo.

El proyecto no es viable de manera financiera si se analizara como un proyecto privado, ya que no genera la utilidad necesaria para el constructor pese a que las viviendas ya han sido vendidas en su totalidad, generando una rentabilidad baja y valores negativos, lo que perjudica al constructor. Pero se debe recalcar, que es un proyecto público y social en donde hubo una utilidad mínima, que hace que el proyecto socialmente sea viable, es decir, esta utilidad mínima no servirá para invertir en un proyecto similar, pero ayudará a salvaguardar inconvenientes que se den en el transcurso de la construcción y comercialización del proyecto.

En definitiva, todo proyecto se debe evaluar para ver su viabilidad constructiva, pese a que pueda ser pequeño o grande. Esto determina que para proyectos futuros se sugiere que se realicen estudios económicos para verificar su rentabilidad y si el proyecto es viable.

5. RECOMENDACIONES

Se sugiere que se realicen este tipo de investigaciones con otros proyectos de la misma ciudad y otras ciudades del Ecuador, con este estudio se pueden tener más datos del proyecto y aumentar las perspectivas para proyectos inmobiliarios.

Al realizar el análisis financiero se determina que el proyecto “Ciudad Bicentenario”, no es viable ya que, aunque genere una utilidad no puede considerarse como una ganancia ya que con este valor no se podría cumplir con el costo total del proyecto y no se lograría invertir en un proyecto de este tipo nuevamente, es decir, el proyecto no llega al porcentaje de utilidad que debería tener. Es por esta razón que no se aconseja su construcción.

6. BIBLIOGRAFÍA

- INEC. (2010). *CENSO PICHINCHA*. Obtenido de INEC: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/pichincha.pdf>
- MIDUVI. (2015). *Guía de Diseño para estructuras de Hormigón Armado*. Obtenido de MIDUVI: <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/GUIA-2-HORMIGON-ARMADO.pdf>
- MIDUVI. (2015). *Guía práctica para evaluación sísmica*. Obtenido de MIDUVI: <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/GUIA-5-EVALUACION-Y-REHABILITACION1.pdf>
- MIDUVI. (2015). *NEC-SE-CG*. Obtenido de MIDUVI: <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-CG-Cargas-S%C3%ADsmicas.pdf>
- MIDUVI. (2015). *NEC-SE-DS*. Obtenido de MIDUVI: <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-DS-Peligro-S%C3%ADsmico-parte-1.pdf>

- Moreira, T. C. (2014). *La Situación de la Vivienda de Interés Social en el Distrito Metropolitano de Quito*. Obtenido de Repositorio UCE: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3066/1/T-UCE-0005-515.pdf>
- Municipio de Quito. (22 de Agosto de 2003). *Ordenanza 3457*. Obtenido de Municipio de Quito: http://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Ordenanzas/ORDENANZAS%20A%C3%91OS%20ANTERIORES/ORD-3457%20-%20NORMAS%20DE%20ARQUITECTURA%20Y%20URBANISMO.pdf
- NEC (2015). *Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda*. Obtenido de MIDUVI: <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- Robalino Molina, J. (Junio de 2017). *Evaluación Técnica y Financiera del Proyecto Inmobiliario para Vivienda de Interés Social: Caso de Aplicación Los Álamos De Ciudad Jardín*. Repositorio PUCE. Obtenido de: http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13703/titulaci%C3%B3nJOSE_ROBALINO%20ING%20CIVIL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Romo, M. (2008). *El Acero Estructural en el Hormigón Armado*. En M. Romo, Temas de Hormigón Armado (pág. 43). Quito: ESPE.
- Romo, M. (2008). *Introducción al Diseño de Cimentaciones de Hormigón Armado*. En R. Marcelo, Temas de Hormigón Armado (pág. 317). Quito: ESPE.
- SENAGUA. (8 de Agosto de 2014). *Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones Mayores A 1000 Habitantes*. Obtenido de SENAGUA: http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma_urbana_para_estudios_y_disenos.pdf