



Aseguramiento de la calidad en la entrega de viviendas de interés social (VIS) en casos de estudio de Bogotá, Colombia: aplicación e impacto del modelo QA por pruebas funcionales

Juan José Bacca Guevara

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Bogotá D.C., junio de 2024

Modelo QA en Viviendas VIS de Bogotá: Pruebas Funcionales

Aseguramiento de la calidad en la entrega de viviendas de interés social (VIS) en casos de estudio de Bogotá, Colombia: aplicación e impacto del modelo QA por pruebas funcionales

Juan José Bacca Guevara

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesora
Doris Amanda Rosero García
Microbióloga, M.Sc., PhD.
Posdoctorado en Microbiología Ambiental

Corporación Universitaria Minuto de Dios
Rectoría Virtual
Programa Especialización en Gerencia de Proyectos
Bogotá D.C., junio de 2024

Contenido

Lista de tablas	5
Lista de figuras	6
Lista de anexos	7
Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.1. Descripción del problema	11
1.2. La pregunta de investigación	13
1.3. Los objetivos de investigación	14
1.3.1. Objetivo general	14
1.3.2. Objetivos Específicos	14
2. MARCO DE REFERENCIA	16
2.1. Marco de Antecedentes	16
2.2. Marco Teórico	20
2.3. Marco Normativo	24
3. METODOLOGÍA	28
3.1. Enfoque y alcance de la investigación	28
3.2. Población y muestra	29
3.2.1. Definición de la población	29
3.2.2. Cálculo y selección de la muestra	29
3.3. Instrumentos y Procedimientos	31
3.4. Análisis de datos	32
3.5. Consideraciones éticas	34
3.5.1. Análisis de consideraciones éticas	34

Modelo QA en Viviendas VIS de Bogotá: Pruebas Funcionales

3.5.2. Instrumentos de aceptación y autorización	34
4. RESULTADOS	35
4.1. Metodología QA de pruebas funcionales en la entrega de viviendas VIS	35
4.2. Aplicación del modelo de pruebas funcionales	39
4.3. Encuesta de Satisfacción	43
4.4. Registro de Observaciones	48
5. DISCUSIÓN	50
5.1. Discusión de resultados de la generación del modelo QA para la entrega de viviendas VIS, a partir de la literatura de Software	50
5.2. Discusión de resultados de la aplicación del modelo QA por pruebas funcionales	51
5.3. Discusión de resultados sobre la identificación del perfil poblacional de interesados en el aseguramiento de calidad en viviendas VIS.	52
6. RECOMENDACIONES	54
7. CONCLUSIONES	55
Referencias	57
Anexos	63

Lista de tablas

Tabla 1. Segmentación de Población Objetivo	30
Tabla 2. Codificación de Instrumentos de Recolección	33
Tabla 3. Pruebas Funcionales del modelo QA	37
Tabla 4 “Matriz de Ejecución y Resultados de Pruebas”	40
Tabla 5 “Matriz de Resultados de Encuesta”	43
Tabla 6. Registro de Observaciones	48

Lista de figuras

Figura 1. Proceso para la creación de los casos de pruebas funcionales en software.	17
Figura 2. Modelo de referencia de pruebas funcionales en desarrollo de software.	18
Figura 3. Esquema propuesta: estructura de desglose de trabajo para metodología QA de pruebas funcionales en la entrega de viviendas VIS (ver anexo 5)	36
Figura 4. Recuento de la pregunta sobre ingreso familiar aproximado.	44
Figura 5. Recuento de la pregunta ¿Cuál es tu nivel de educación? de la encuesta realizada.	45
Figura 6. Estado Civil de los sujetos de Prueba.	46
Figura 7. Recuento de la pregunta ¿tienes hijos? de la encuesta realizada.	46
Figura 8. Recuento de los rangos de edad de los sujetos de prueba de la encuesta realizada.	47

Lista de anexos

Anexo 1	63
Anexo 2	65
Anexo 3	67
Anexo 4	69
Anexo 5	77

Resumen

La presente investigación explora la viabilidad de implementar un modelo de Aseguramiento de Calidad (QA) basado en pruebas funcionales en proyectos de viviendas de interés social (VIS) en Bogotá, tomando como caso de estudio la torre 6 del Proyecto Centenari Living. Inspirado en prácticas del desarrollo de software, este modelo QA tiene como objetivo garantizar la calidad de las viviendas mediante la creación y evaluación de diversos escenarios de prueba. El contexto inmobiliario actual muestra un aumento significativo en la producción de viviendas VIS, acompañado de una preocupación por la calidad debido al uso de materiales genéricos y técnicas de construcción rápidas. La metodología utilizada fue no probabilística, por conveniencia, debido a la disponibilidad de participantes, la muestra del estudio fue limitada, lo que constituye una restricción para la generalización de los resultados. No obstante, la generación y aplicación de instrumentos de evaluación cuantitativa y cualitativa, permitió una visión más amplia y diversa, mediando entre los datos de las pruebas y la experiencia del cliente, para medir de manera integral el impacto de la aplicación modelo QA por pruebas funcionales en los casos de estudio. La implementación de una prueba piloto mostró que el modelo QA es efectivo en la detección y corrección de defectos y puede potencialmente reducir problemas de posventa y aumentar la confianza de los compradores, aunque se deben realizar estudios adicionales para asegurar su aplicabilidad en un contexto más amplio.

Palabras clave: Calidad, Viviendas de Interés Social (VIS), modelo QA, pruebas funcionales, Aseguramiento de calidad.

Abstract

The present research explores the feasibility of implementing a Quality Assurance (QA) model based on functional testing in social housing projects in Bogotá, taking the 6th building of the “Centenari Living” Project as a case of study. Now, inspired by software development practices, this QA model aims to ensure the quality of social housing constructions, through the creation and evaluation of various test scenarios. The current real estate context shows a significant increase in the production of social housing projects, with many doubts about their quality, due to the generalized use of cheap materials and fast and “easy” construction techniques. Because of the availability of participants, the methodology used for the research was non-probabilistic, for convenience, resulting in a limited sample size, which was the main constraint for generalizing the results. However, the generation and application of quantitative and qualitative evaluation instruments provided a broader and more diverse perspective, mediating between test data and customer experience, to comprehensively measure the impact of applying the QA model through functional testing in the cases of study. The implementation of a “pilot test” showed that the QA model is effective in detecting and correcting defects and can potentially reduce post-sale problems and increase buyer confidence, although further studies are needed to ensure its applicability in a broader context.

Keywords: quality, social housing, QA model, functional testing, quality assurance

Introducción

El campo de la Administración de Calidad o Sistema de Gestión de calidad, ha permeado varios campos de la acción profesional: en el ámbito del desarrollo de software, el proceso de Aseguramiento de la Calidad (QA) ha surgido y evolucionado para convertirse en una disciplina esencial, dentro del ciclo de ejecución. Su propósito principal es garantizar la calidad de los productos digitales supervisando rigurosamente los estándares de calidad, y vigilando los términos de usabilidad, seguridad y fiabilidad del producto (Sanchís, 2016), a través de la creación de escenarios donde los sistemas de un proyecto se someten a pruebas exhaustivas que “son un elemento crítico para la garantía de calidad del software y representan una revisión final de las especificaciones, del diseño y de la codificación” (Pressman, 2002), lo que resulta en mejoras significativas en la utilidad y funcionalidad del software.

En esta investigación se explora el potencial del modelo de Aseguramiento de la Calidad (QA) proveniente del desarrollo de software y se plantea su aplicabilidad en el sector de la construcción de viviendas de interés social (VIS). Dado el crecimiento significativo del mercado inmobiliario de VIS en Bogotá, con un enfoque tendencial a los microapartamentos, donde “el área reducida implica que, aunque los precios por metro cuadrado son elevados, el valor total es inferior al tope que define la Vivienda de Interés Social” (Romero, 2022). Por ello, se examina, a través de la aplicación de tres pruebas piloto en un caso de estudio de viviendas VIS de 23m², cómo este modelo podría gestionar y verificar la calidad de entrega de estas viviendas, mitigando problemas de posventa y garantías, mejorando la satisfacción del cliente comprador. El estudio se centra en la posibilidad de desarrollar un modelo QA efectivo basado en pruebas funcionales para que ejerza control de la calidad en la entrega de proyectos de viviendas VIS que son, a menudo, adquiridos por compradores primerizos e inexpertos.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

En el ámbito del desarrollo y evaluación de softwares, se ha venido implementando el denominado proceso de QA (Quality Assurance o Aseguramiento de la Calidad), cuya responsabilidad radica en garantizar la calidad del producto digital para su puesta en funcionamiento, supervisando los estándares de calidad, procedimientos y métodos sistemáticos (Escobar, Fuertes; 2015). La base de estos estándares y/o requisitos se fundamenta en la creación de escenarios posibles que se ponen a prueba, en el marco del objetivo principal del software. Este análisis funcional-práctico se realiza con el fin de detectar errores, mientras corre el sistema: se realizan pruebas de carga, rendimiento, seguridad, interfaz, etc., (Montoya, 2013), cuyas conclusiones permiten definir criterios ulteriores de utilidad y funcionalidad para realizar correcciones y mejoras, en función de lo detectado.

Ahora, la aplicabilidad de este modelo, hipotéticamente, puede extenderse a otras áreas o mercados. Particularmente, se toma como punto de partida de esta investigación la experiencia de mejora continua del campo de desarrollo de Software ya que, pese a que pertenece a otra disciplina, las reflexiones “aportan a la comprensión de un determinado campo o área de la disciplina de interés” (Bernal, 2016). Para el efecto de esta investigación, se busca trasladar las experiencias del QA al sector de la arquitectura de las viviendas de interés social (VIS) .

En los últimos años, el mercado inmobiliario de las VIS ha presenciado una evolución significativa. De hecho, "en el segmento VIS se vendieron 125 mil unidades, siendo el mejor año en ventas VIS del que se tiene registro, con un aumento del 11% frente a 2019" (MinVivienda, 2021). De cara a la factibilidad económica de los constructores, éstos deben mediar la situación, pues las viviendas “VIS y VIP tienen regulado el precio máximo de venta al consumidor (150

Modelo QA en Viviendas VIS de Bogotá: Pruebas Funcionales

smlmv y 90 smlmv, respectivamente), mientras que los insumos están sujetos a las variables propias del mercado” (Equipo de Redactores LEGIS, 2022). En ese sentido, es notorio que la producción de viviendas VIS, en Colombia es cada vez más rápida, con productos cada vez más pequeños, a tal punto, que la tendencia desde el POT se ha volcado en proyectos que ofrecen unidades habitacionales cada vez más pequeñas.

Este enfoque, basado en la búsqueda de máxima rentabilidad, en términos de ahorro de materiales, mano de obra y reducción significativa de los tiempos de construcción, ha llevado a la utilización de materiales de calidades genéricas (mucho más asequibles) y técnicas de construcción descuidadas. Según la revista Portafolio “menos del 30% de los proyectos en obra están realizando ensayos de control de calidad de los materiales que se utilizan” (Flórez, 2018). El resultado de esta práctica se refleja en problemas de posventa y garantías que impactan negativamente en la experiencia de los compradores al recibir y habitar sus viviendas.

Es así que la aplicación de un modelo de pruebas y detección de errores en el proceso de construcción de este nuevo tipo de viviendas podría, potencialmente, reducir o incluso prevenir estos problemas de posventa. Esto, a su vez, mejoraría la percepción de las empresas del sector y fortalecería la confianza de los compradores de viviendas que, en su mayoría, son compradores primerizos e inexpertos en este tipo de transacciones y, en muchos casos, acceden a subsidios o este tipo de proyectos para efectuar su inversión privada en el sector construcción en el corto plazo (Heredia, 2020). Esta medida contribuiría significativamente a priorizar la calidad y durabilidad de las viviendas, garantizando la satisfacción de los clientes y promoviendo un mercado inmobiliario más sólido y fiable, garantizando el acceso a viviendas dignas, a pesar de las limitaciones del espacio habitable ofertado.

Según Joseph M. Juran (1961), la gestión de calidad en un proceso o desarrollo de producto, radica en la “la ausencia de deficiencias que pueden presentarse como retrasos en la entrega, fallas durante la prestación de servicios, [...] desde las organizaciones” (p. 183). Si se aplica esta noción, la consecuencia natural es la mitigación del riesgo de la no prestación del servicio, anulando posibles fallas, demoras o retrasos en la operación.

Bajo este supuesto, resulta interesante investigar si un modelo de proceso QA (Quality Assurance o Aseguramiento de la Calidad) diseñado para probar y controlar los estándares de calidad, metodologías y procedimientos de ejecución de los sistemas que componen una vivienda VIS en Bogotá, puede ofrecer las herramientas necesarias para controlar la calidad al momento de su entrega. La detección de errores y examinación de problemas, a través de la implementación de herramientas que facilitan el proceso (Méndez Lozano, R. A., 2020), repercuten siempre en la mejora continua y la consecuente verificación del círculo de la calidad (Barrios, 2018).

1.2. La pregunta de investigación

¿Es viable implementar un modelo QA efectivo, en proyectos nuevos de vivienda VIS en Bogotá, basado en pruebas funcionales, aplicado a casos de estudio?

1.3. Los objetivos de investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar la aplicabilidad de un modelo de Aseguramiento de Calidad (QA) en el proceso de entrega de viviendas VIS de la torre 6, Proyecto Centenari Living, ubicado en la calle 18 No. 20-51.en Bogotá, basado en pruebas funcionales.

1.3.2. Objetivos Específicos

1.3.2.1.Generar un modelo de Aseguramiento de Calidad (QA), con base en los principios de control de calidad y metodologías de pruebas funcionales descritas en la literatura para el diseño de software.

1.3.2.2.Aplicar el modelo de Aseguramiento de Calidad (QA), diseñado en una “prueba piloto” para analizar los indicadores de gestión y el control de calidad en el proceso de entrega de viviendas VIS.

1.3.2.3.Identificar el perfil poblacional de clientes y/o compradores interesados en el Aseguramiento de Calidad (QA) para los procesos de entrega de proyectos de viviendas VIS de la torre 6, Proyecto Centenari Living.

1.3.3. Justificación de la investigación

Esta investigación busca extender los beneficios de los principios del Aseguramiento de la Calidad (QA), originalmente aplicados en el desarrollo de software, al campo de la construcción de viviendas de interés social (VIS) en Colombia, cuya rápida producción ha llevado a problemas de posventa y garantías, afectando negativamente la experiencia de los compradores (Cancer, 2005). Así, la investigación se enfocará, en esta primera entrega, exclusivamente en un caso de estudio de la ciudad de Bogotá: el proyecto de vivienda VIS Centenari Living, ubicado en la calle 18 No. 20-51. A partir de este caso, se evaluará la aplicabilidad del modelo QA para el proceso de entrega de proyectos de viviendas de 23 m². Se dirige a compradores primerizos e inexpertos, para comprender sus limitaciones, necesidades y expectativas específicas, proporcionando así una base contextualizada para el estudio.

La propuesta metodológica adapta el modelo QA, centrándose en pruebas funcionales para evaluar elementos y sistemas evaluables para la entrega de viviendas VIS, para comprobar las prestaciones finales de los edificios terminados (Colegio Oficial de Arquitectos Vasco-Navarro, 2012). Este enfoque no pretende resolver problemáticas específicas de la construcción inmobiliaria del proyecto, sino evaluar el impacto en la experiencia del cliente, al existir un control efectivo de calidad y de asesoría al verificar que las viviendas se entreguen funcionales, reduciendo los procesos de posventas y utilización de garantías.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Marco de Antecedentes

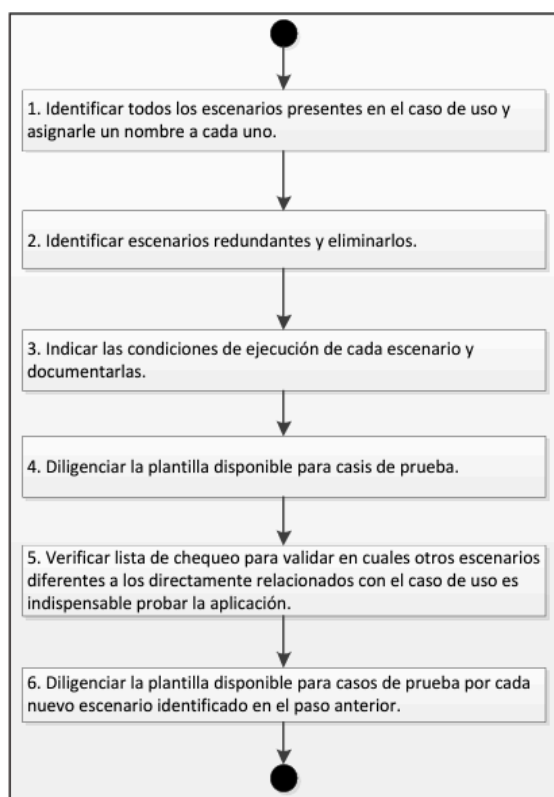
Hasta el momento, se desconocen ejemplos de alguna implementación exitosa de modelos de Aseguramiento de la Calidad (QA) en la entrega de proyectos de viviendas VIS. No obstante, la investigación basó su estudio en un caso de éxito internacional sobre la auditoría de entregas de viviendas, la creación teórica de modelos de QA y algunos estudios de control de calidad para este tipo de viviendas.

En primer lugar, la empresa española *Inspecciona*, ofrece el servicio de inspección técnica y jurídica de viviendas nuevas, destinado a identificar y evaluar los eventuales daños materiales originados durante la construcción de los inmuebles. Esta inspección identifica dichos defectos, asegurando el cumplimiento de requisitos de habitabilidad y calidades ofertadas (Inspecciona, 2024) . El servicio se presta en tres fases: la primera, con la entrega de la vivienda, que implica una inspección visual exhaustiva; la segunda se centra en la subsanación de los defectos identificados; y la tercera, realizada meses después de habitar la vivienda, que busca detectar defectos relacionados con la habitabilidad del espacio a largo plazo. En cada fase, se emiten informes detallados y, si es necesario, se realizan pruebas técnicas para respaldar acciones judiciales contra los vendedores, constructores o agentes responsables de los defectos. Esta empresa busca garantizar la habitabilidad y calidad de las viviendas, respaldando los derechos del comprador mediante la asesoría general, lo que le ha permitido establecer un clúster de clientes y reputación aún vigente.

Aunque este caso es internacional, proporciona valiosas lecciones para contextualizar y enriquecer la investigación en el contexto del área de estudio.

Por otro lado, en el marco de la experimentación teórica del diseño de software, los autores Chinarro, Ruiz & Ruiz (2017) en su artículo, desarrollaron una metodología de trabajo QA, basados en pruebas funcionales, en el marco de un macroproceso. Estos utilizaron una serie de formatos para el registro y control de los diferentes casos críticos del software, los casos de uso del sistema y las plantillas con la información y descripción de cada uno de ellos. Por ello, la metodología se estructura a través de un “paso a paso” para ejecutar los casos de prueba. La siguiente figura describe este proceso:

Figura 1. Proceso para la creación de los casos de pruebas funcionales en software.



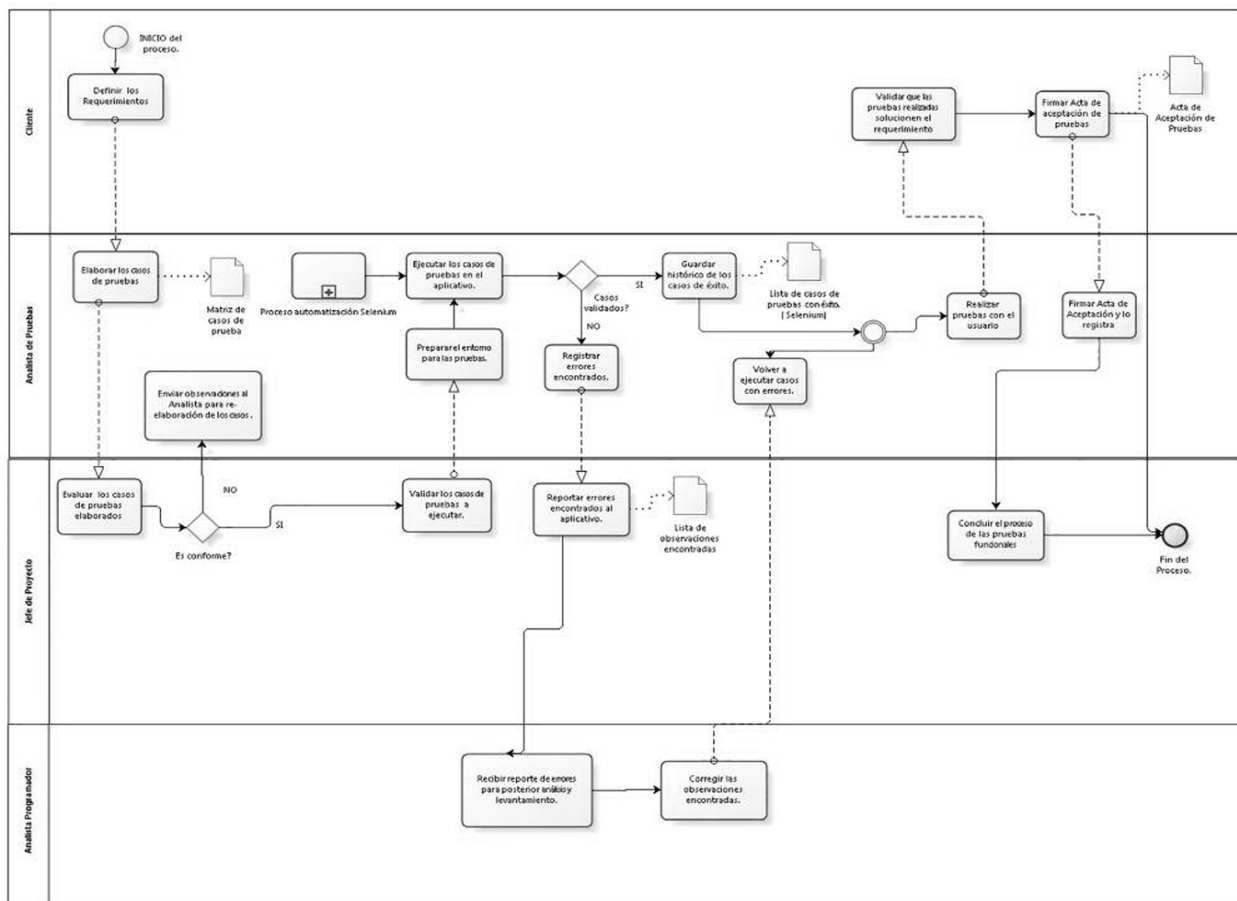
Fuente: González (2009) como se citó en Chinarro, Ruiz & Ruiz (2017).

Luego de la fase de planificación, los autores proponen la aplicación de la metodología que apoyará las pruebas de software: para asegurar su calidad, y minimizar la posibilidad de que el cliente encuentre errores durante su uso, el equipo de trabajo debe contar con testers altamente

Modelo QA en Viviendas VIS de Bogotá: Pruebas Funcionales

capacitados en la realización de pruebas funcionales (Serna & Arango, 2012). Estos testers deben ser capaces de determinar el momento adecuado para desarrollar y finalizar las pruebas y decidir cuándo el software está listo para su entrega al cliente. Para ello, se utilizan medidas cuantitativas para evaluar los errores encontrados durante las pruebas, lo que permite reducir significativamente la probabilidad de que estos errores persistan en el producto final una vez esté en producción. La siguiente figura ilustra la propuesta de implementación de la metodología, en el campo de desarrollo de software, según Chinarro, Ruiz & Ruiz (2017):

Figura 2. Modelo de referencia de pruebas funcionales en desarrollo de software.



Fuente: Chinarro, Ruiz & Ruiz, 2017.

Un tercer antecedente, en el marco de la presente investigación, surgió del estudio del control de calidad en los procesos de entrega y, en consecuencia, de construcción de las viviendas VIS. Baena, A., & Olaya, C. (2013) estudian en su artículo el sistema de la vivienda de interés social en Colombia desde un enfoque sistémico, teniendo en cuenta los peligros de la baja calidad en las viviendas formales. En virtud de lo anterior, señalan: “en un afán por reducir el déficit cuantitativo se ha permitido la entrada al mercado de un gran número de soluciones de baja calidad. Por medio de la simulación se comprobó que las políticas actuales están dirigidas más hacia la reducción del déficit cuantitativo (cobertura) y que a la del déficit cualitativo (calidad)” (p.22)

Otro ejemplo está en Galeano (2011). y el documento de “Control de calidad en el proceso de estructura de la Vivienda de Interés Social”. Este proyecto de investigación se realizó con el fin de auditar la calidad en el proceso de la estructura de un proyecto de vivienda de interés social y evidenciar falencias o corroborar buenas prácticas. A través del seguimiento a los procesos de calidad y de construcción del proyecto permitió verificar que los procesos de control de calidad, en cumplimiento de la normatividad vigente, contribuyen a la entrega de una buena construcción que genera satisfacción en el cliente comprador. Al respecto, Galeano manifiesta: “hasta la fecha, el proyecto (...) no ha presentado problemas de estructura (post-ventas), esto significa que se cumplieron todas las expectativas en la parte de calidad del proyecto”(Galeano, 2011. p. 49).

Lo que permite introducir el último pilar de estudio de la presente investigación: la medición del impacto en la satisfacción del cliente. Al respecto, Alfonso (2009), en su investigación sobre la aplicación de un plan estratégico de CRM (customer relationship management) para mejorar la calidad del servicio al cliente en la constructora colpatria, explica

que, con las conclusiones de encuestas realizadas a clientes externos, “ la mayoría de ellos ha tenido que solicitar algún tipo de arreglo o reparación en su inmueble, manifestando en términos generales su inconformidad respecto a los trabajos correctivos y a las gestiones a seguir para lograr dichas reparaciones en el servicio postventas” (Alfonso, 2009. p. 125).

En conjunto, los casos de estudio presentados y el ejemplo destacado de "Inspecciona" proporcionan un panorama expectante para formular una propuesta de modelo de aseguramiento de calidad en el ámbito constructivo. La investigación busca explorar cómo estos modelos pueden adaptarse y aplicarse efectivamente en el contexto colombiano, integrándose con el método práctico de pruebas funcionales del campo del desarrollo de Software, destacando la necesidad de un enfoque estratégico en la gestión de relaciones con los clientes para asegurar una experiencia de entrega positiva y mejorar su satisfacción general.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. La gestión de calidad. Término fundamental en diversos ámbitos profesionales, ha experimentado una transición significativa.

Desde la perspectiva de Juran (1961), el proceso de calidad se fortalece a través de tres pilares fundamentales: planificación de la calidad, control de la calidad y mejora de la calidad, cuya implementación busca reducir el riesgo eliminando fallas o deficiencias dentro de la organización y reemplazándolas con prácticas mejoradas, bajo una supervisión constante para garantizar la conformidad con el producto o servicio que se presta.

Kauro Ishikawa basó sus procesos de cadena de montaje en examinar problemas, a través de la implementación de herramientas que facilitaran y mejoraran continuamente el proceso, implicando una mejor calidad, con el avance del proceso (Méndez Lozano, R. A., 2020).

2.2.2. El Ciclo PHVA. Ahora, al analizar la gestión de calidad en empresas colombianas, se observa un paralelismo significativo con el conocido sistema de control/gestión de calidad representado por el conocido ciclo PHVA. Este ciclo comienza con un diagnóstico inicial para identificar y abordar las fallas evidenciadas en comparación con los resultados planeados. Posteriormente, se analiza el resultado negativo, se ajusta el plan para corregir errores y se espera obtener un resultado aceptable o positivo, aprendiendo de las experiencias pasadas.

2.2.3. Aseguramiento de Calidad (Quality Assurance -QA-). En el desarrollo de software, ha emergido como un proceso esencial, centrado en garantizar la excelencia de los productos digitales mediante pruebas sistemáticas. El objetivo general del QA es confirmar o asegurar la calidad de los sistemas, en una revisión final de las especificaciones, del diseño y de la codificación, a través de tests. “dichos test se realizan al final del desarrollo del software [y] se convierten en Casos de Prueba que se aplican a los productos desarrollados para encontrar errores y corregirlos” (Chinarro Morales, E., Ruiz Rivera, M. E., & Ruiz Lizama, E., 2017).

La implementación exitosa de una estrategia de prueba de software requiere abordar los siguientes aspectos: definir los requisitos del producto de manera cuantificable antes del inicio de las pruebas, establecer explícitamente los objetivos de la prueba, comprender qué usuarios interactuarán con el software y crear un perfil para cada categoría de usuario, desarrollar un plan de pruebas, y realizar revisiones técnicas formales para evaluar tanto la estrategia de prueba como los casos de prueba en sí misma (Gelperin, & Hetzel, 1988).

Las pruebas de software se dividen en dos grupos fundamentales; sin embargo, para este caso particular, solamente se tendrá en cuenta el grupo de las pruebas funcionales, que son aquellas que se aplican al software finalizado.

2.2.4. Pruebas Funcionales (o Functional Testing), se aplican al producto final, luego de la fase de desarrollo, y permiten detectar “bugs” o eventos que no cumplen los requerimientos dados por el usuario, entre otros aspectos del producto que puedan fallar en cuanto a la funcionalidad desarrollada (González, 2009). Su aplicación permite detectar, primero, qué elementos o componentes no cumplen con los requisitos y/o requerimientos pactados con el usuario final y, segundo, qué elementos o componentes fallan en la ejecución de alguna función que hace parte del protocolo del software.

Ahora, para desarrollar los casos de pruebas funcionales conforme a la metodología QA, es esencial primero considerar:

2.2.5. Información preliminar requerida (información de entrada) para crear los casos de prueba que se ejecutarán. De acuerdo con González (2009), esta información abarca: “1. *Casos de uso del sistema y plantillas de descripción*, 2. *Lista de verificación de aspectos adicionales a chequear en pruebas funcionales*, 3. *Plantilla caso de prueba* y 4. *Aplicación lista para probar*” (González, 2009). De esta información se generan los casos de prueba listos para ejecución por parte del tester.

Las pruebas funcionales permiten a las empresas identificar las inconsistencias de los diseños y corregirlas para su correcto funcionamiento, reducir costos por la solución de una menor cantidad reclamos, evitando reprocesos y asegurando la mejora continua y la satisfacción del cliente. Las pruebas funcionales exploran escenarios inusuales para probar el sistema en situaciones de alto estrés o de baja probabilidad de ocurrencia.

2.2.6. Tipos de pruebas funcionales. Dentro de los escenarios, se permiten identificar varias clases como prueba de recuperación, prueba de seguridad, prueba de resistencia, prueba de

rendimiento, entre otras, clasificadas según la funcionalidad del producto (Chinarro Morales, E., Ruiz Rivera, & Ruiz Lizama, 2017).

La revisión de esta teoría aplicada en producción de softwares sienta las bases para la investigación sobre la aplicación de un modelo QA en la entrega de Viviendas de Interés Social en Colombia.

Se espera que, al adaptar los principios del QA a las particularidades del sector, especialmente a través de pruebas funcionales que puedan ser estimadas o diseñadas, se logre no solo mitigar los problemas postventa y garantías, cuando las viviendas se entregarán a los clientes, sino también impulsar un cambio cultural hacia la priorización y cumplimiento de la calidad en los procedimientos de diseño y construcción de viviendas VIS en Bogotá.

2.2.7. Viviendas de Interés Social –VIS. El Ministerio de Vivienda (s.f.) define este tipo de vivienda como “aquella que reúne los elementos que aseguran su habitabilidad, estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción cuyo valor máximo es de ciento treinta y cinco salarios mínimos legales mensuales vigentes (135 SMLM)”.

Como parte del proceso de compra y construcción, estas viviendas, luego de su entrega formal al cliente cumplen un proceso y/o servicio de atención.

2.2.8. El servicio post-venta. Abarca las actividades de seguimiento, asistencia, reparación y soporte que se ejerce desde el promotor de la vivienda, después de la venta. En este contexto, un servicio postventa adecuado es crucial en la etapa final de la venta, ya que no solo satisface las necesidades del cliente actual, sino que también atrae a clientes potenciales y ofrece a la empresa ventajas competitivas que a largo plazo garantizan nuevos ingresos y su permanencia en el mercado. En línea con lo anterior, se hace evidente la necesidad de la postventa y la atención al cliente como variables esenciales del marketing (Alfonso, 2009).

2.2.9. Necesidad de la postventa. proceso que da lugar a la posventa: el espacio para asistencia técnica, gestión de la garantía, formación técnica, el cambio de productos, entre otros (Cancer 2005). El objetivo de este espacio es la satisfacción general del cliente.

Finalmente, como consecuencia de la interacción y servicio prestado, se generan condiciones de relacionamiento con el cliente:

2.2.10. El servicio al cliente. “Todo el servicio que rodea a un producto y/o servicio orientado a satisfacer las necesidades de los clientes, constituyéndose en un valor agregado para el cliente” (Horovitz, 1997. p.3).

2.2.11. Fidelización del Cliente. Fenómeno de atracción y retorno de clientes que se basa en una actitud positiva previa hacia los productos o servicios de una empresa, que se traduce en un comportamiento de compra favorable y un índice de retorno. Esto se forma a través de un proceso interno de evaluación que contempla tanto el atractivo de los productos o servicios ofrecidos como el interés que la empresa misma genera entre los clientes (Cisneros y Molina, 1996).

2.3. Marco Normativo

De conformidad con Camacol (2019), la normatividad vigente que rige los procesos de construcción de edificaciones e infraestructuras a nivel nacional y distrital, y en razón a la condición de los bienes y/o servicios que contempla, se determinan por los distintos los aspectos legales para garantizar la viabilidad y el cumplimiento normativo. Para efecto de los sistemas que se pretenden evaluar, a través las pruebas funcionales del modelo QA, y para el desarrollo de la presente investigación, se considera oportuno revisar los puntos clave en el marco legal de la investigación y acatar (sin que sea la totalidad de las aplicables, modificadas o derogadas por otras) las siguientes leyes, decretos y/o normas:

Modelo QA en Viviendas VIS de Bogotá: Pruebas Funcionales

- Ley 64 de 1978. Por la cual se reglamenta el ejercicio de la Ingeniería, la Arquitectura y profesiones auxiliares.
- Ley 400 de 1997. Por la cual se adoptan normas sobre Construcciones Sismo Resistentes. Código NSR –10 Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistentes (Decreto 092 de 2011) y/o Normativa sismo resistente vigente aplicable.
- Plan de Ordenamiento Territorial (POT) para la ciudad de Bogotá D.C., y sus respectivas reglamentaciones.
- Decreto 2358 de 2019, por el cual se modifica y adiciona el decreto 1080 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura, en lo relacionado con el Patrimonio Cultural Material e Inmaterial
- Normas urbanas específicas de construcción vigente en la ciudad de Bogotá D.C.: Decreto 080 de 2016; Decreto 555 de 2021 y demás normas aplicables.
- Normas ENEL- CODENSA o del operador de red que aplique para el suministro de energía
- Normas NFPA – NEC y Código Nacional de Alarmas de Incendios.
- Código Eléctrico colombiano NTC 2050.
- Reglamento Técnico de Instalaciones expedido por el Ministerio de Minas y Energía (RETIE).
- Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, RAS – 2000, Resolución 1096 del 17 de noviembre de 2000.
- Resolución 1023 de 2004. Por la cual se expide el reglamento técnico para gasodomésticos que funcionan con combustibles gaseosos, que se fabriquen o importen para ser utilizados en Colombia.

Modelo QA en Viviendas VIS de Bogotá: Pruebas Funcionales

- Resolución 90902 de 2013. Por medio de la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Internas de Gas Combustible.
- Resolución 472 de 2017. Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición RCD y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 948 de 1995 y demás normatividad concordante en lo referente a la generación y emisión de ruido por parte de equipos y herramientas de construcción, de demolición o de reparación en zonas residenciales.
- Compendio de accesibilidad arquitectónica al medio físico: ICONTEC NTC 4143, NTC 4279, NTSC 4145, NTSC 4201, NTSC 4140 y demás normas concordantes.
- Ley 708 de 2001. Por la cual se establecen normas relacionadas con el subsidio Familiar para vivienda de interés social y se dictan otras disposiciones. Modificada por la Ley 1001 de 2005. Modificada por la Ley 1955 de 2019.
- Ley 003 de 1991. Por la cual se crea el Sistema Nacional de Vivienda de Interés Social, se establece el subsidio familiar de vivienda, se reforma el Instituto de Crédito Territorial, ICT, y se dictan otras disposiciones. Modificada por Ley 388 de 1997. Reglamentada parcialmente por el Decreto 1160 de 2010.
- Ley 258 de 1996. Por la cual se establece la afectación a vivienda familiar y se dictan otras disposiciones tendientes a la protección de la vivienda. Modificada por la Ley 854 de 2003.
- Ley 388 de 1997. Mediante la cual se armonizan las normas urbanísticas, medioambientales y en general de desarrollo urbano en Colombia. Modificada por la ley 507 de 1997. Modificada por la ley 614 de 2000. Modificada por la ley 810 de 2003. Modificada por la

Modelo QA en Viviendas VIS de Bogotá: Pruebas Funcionales

ley 902 de 2004. Modificada por la ley 962 de 2005. Reglamentada parcialmente por el Decreto 1160 de 2010.

- Ley 546 de 1999. Por la cual se dictan normas en materia de vivienda, se señalan los objetivos y criterios generales a los cuales debe sujetarse el Gobierno Nacional para regular un sistema especializado para su financiación, se crean instrumentos de ahorro destinado a dicha financiación, se dictan medidas relacionadas con los impuestos y otros costos vinculados a la construcción y negociación de vivienda y se expiden otras disposiciones. Modificada por la Ley 964 de 2005. Modificada por la Ley 1114 de 2006. Modificado por la Ley 1328 de 2009. Reglamentada parcialmente por el Decreto 1160 de 2010. Modificada por la Ley 1537 de 2012. Modificada por la Ley 1673 de 2013. Modificada por el Decreto Ley 890 de 2017. Modificada por la Ley 1955 de 2019.

- Ley 675 de 2001. Por medio de la cual se expide el régimen de propiedad horizontal. Modificada por el Decreto 1380 de 2002. Modificada por la Ley 1564 de 2012. Modificada por la Ley 1607 de 2012.

- Ley 1796 de 2016. Por medio de la cual se generan medidas enfocadas a la protección del comprador de vivienda, el incremento de la seguridad de las edificaciones, el fortalecimiento de la Función Pública que ejercen los curadores urbanos y establecer otras funciones a la Superintendencia de Notariado y Registro. Reglamentada por el Decreto 1203 de 2017.

- Decreto 1285 de 2015. Por medio del cual se establecen lineamientos de construcción sostenible para edificaciones, encaminados al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y al ejercicio de actuaciones con responsabilidad ambiental y social.

3. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque y alcance de la investigación

El proyecto de investigación Aseguramiento de la Calidad en la Construcción de Viviendas de Interés Social (VIS) tuvo un enfoque de estudio de tipo Mixto, construido a través de dos líneas y/o fases cronológicas, según la metodología aplicada:

La fase principal de la investigación se centró en la creación de una metodología y estructura de trabajo de pruebas funcionales, basándose en principios de control de calidad, adaptadas al contexto de la construcción de las viviendas VIS. Se realizó el diseño y ejecución de las mismas, para la obtención de resultados cuantitativos medibles sobre la calidad de entrega de las viviendas.

La información se recopiló del ejercicio en sitio (Bernal, 2016) y su alcance es netamente exploratorio, al surgir de la aplicación de una metodología de trabajo perteneciente a otra disciplina y, en consecuencia, poco estudiado en el campo de la arquitectura y el mercado inmobiliario. Esta aproximación interdisciplinaria permitió probar un conjunto de escenarios y pruebas funcionales específicas diseñadas para detectar errores o anomalías en los sistemas y elementos que componen tres viviendas VIS que fueron objeto de estudio de la investigación y que deberían funcionar adecuadamente al momento de la entrega al cliente.

La segunda fase de la investigación se orientó a un enfoque igualmente cuantitativo, que, según Hernández y Mendoza (2018) permitió, a través de una encuesta de percepción, recopilar datos de la experiencia final del cliente, una vez fueron entregados los resultados de las pruebas funcionales y las conclusiones se socializaron, permitiendo correlacionar varias variables (Ramos, 2020).

La fase final de la investigación se orientó a un enfoque cualitativo al observar y recopilar información sobre el eventual interés del cliente/comprador, la necesidad real de aplicar el modelo de Aseguramiento de Calidad (QA) y el impacto potencial de utilizar el servicio en el futuro, con la ejecución de la metodología propuesta.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Definición de la población

Para efectos de la ejecución de la metodología anterior, la segmentación se realizó a través de un caso de estudio de la ciudad de Bogotá: el proyecto de vivienda VIS Centenari Living, ubicado en la calle 18 No. 20-51, específicamente en la torre 6, que está conformada por 50 unidades habitacionales que están próximas a ser entregadas, que llevan poco tiempo de ser entregadas al cliente y/o se encuentran en proceso de garantías con la constructora. Por su parte, la delimitación y/o muestra se realizó a través de la evaluación en tres viviendas de la torre, ubicando a los tres casos dentro de una de las categorías de estudio anteriormente mencionadas. De esta manera, se aseguró que la aplicación de instrumentos considerara los tres momentos del proceso de entrega de una vivienda VIS.

3.2.2. Cálculo y selección de la muestra

La segmentación de clientes del proyecto propone como lanzamiento y grupo focal al sector de viviendas VIS en la ciudad de Bogotá, a través de la implementación de tres “pruebas piloto” en el proyecto de vivienda VIS Centenari Living, ubicado en la calle 18 No. 20-51, específicamente en la torre 6, que consta de 50 unidades.

No obstante, el tipo de muestreo elegido para la investigación es **no probabilístico, por conveniencia**. Lo anterior se define por la disponibilidad de recursos y sujetos de prueba que acepten ser incluidos o evaluados (Casal, & Mateu, 2003), en función del momento constructivo que tienen los casos de estudio, para realizar pruebas de calidad y funcionales. Por lo tanto, y a pesar de no tener control sobre la representatividad de la muestra, el tiempo y los recursos de la investigación son limitados. Por ello, los determinantes principales de la elección de la muestra, fueron la disponibilidad e interés de los sujetos de prueba en participar de la investigación; de otra manera, el desarrollo de la investigación no hubiese sido posible. Es por esta razón que para lograr obtener la muestra de la investigación, se solicitó a la administración del proyecto la autorización para repartir 50 volantes en la zona objeto de la investigación: la torre 6 del proyecto Centenari Living. De los 50 volantes repartidos, tres propietarios estuvieron interesados en participar, de esta manera, se determinaron los sujetos de las “**prueba piloto**”, como fase previa de un proyecto de investigación más grande.

La siguiente tabla muestra la segmentación de la muestra, según la disponibilidad de casos de estudio, luego de la búsqueda en campo:

Tabla 1. Segmentación de Población Objetivo

Geográfica	En su primera fase, estará enfocado al segmento de viviendas VIS en Bogotá, CO. Torre 6, Proyecto Centenari Living, ubicado en la calle 18 No. 20-51
Demografía	Población mayor de edad, de todo tipo de género, especializándose en compradores primerizos de viviendas VIS.
Sectorial-Muestra	Viviendas VIS que estén en proceso de entrega por parte de la constructora, así: <ol style="list-style-type: none">1. Un (1) proyecto VIS entregado sin proceso de remodelación2. Un (1) proyecto VIS entregado en proceso de remodelación

	3. Un (1) proyecto VIS entregado luego del proceso de remodelación
Casos de Estudio / Sujetos de Prueba	1. Cliente solicitado 1: vivienda de 23 m2, entregada sin proceso de remodelación
	2. Cliente solicitado 2: vivienda de 23 m2, entregada en proceso de remodelación.
	3. Cliente solicitado 3: vivienda de 23 m2, entregada y con proceso de remodelación finalizado.

Fuente: elaboración propia

Es importante destacar que, debido a lo anterior, la investigación enfocará sus conclusiones en los resultados específicos obtenidos, sin extrapolarlos a la totalidad de la población de muestra.

3.3. Instrumentos y Procedimientos

1. Fases principales: diseño y ejecución de pruebas funcionales

Esta fase se enfoca en el diseño de pruebas y la ejecución de las mismas a partir de escenarios específicos. Los instrumentos para la recolección de información en esta etapa fueron:

- Envío de convocatoria masiva para participar en las “pruebas piloto” de aplicación del modelo QA por pruebas funcionales a los 50 propietarios de la Torre 6, Proyecto Centenari Living, ubicado en la calle 18 No. 20-51, Bogotá (*Ver Anexo 1*).

- Matriz de Ejecución y Resultados de Pruebas Modelo QA: Matriz de registro de escenarios de prueba para los sistemas y subsistemas de una vivienda VIS y datos de ejecución estructurados para documentar la ejecución de las pruebas funcionales en el sitio que permite comparar y evaluar las pruebas ejecutadas (*ver tabla 4, anexo 2*).

- Encuestas de satisfacción a clientes: Para obtener información cuantitativa específica sobre la experiencia del cliente después de la entrega de los resultados de las pruebas funcionales (*ver tabla 5, anexo 3*).

2. Fase final: enfoque metodológico cualitativo

Esta fase, se orientó hacia un enfoque cualitativo para recopilar datos de la experiencia final del cliente. El instrumento para la recolección de información en esta etapa fue:

- Registro de observaciones. En el proceso final de aplicación de la encuesta (en sitio) se participó activamente mediante interacciones con el cliente para observar y registrar de manera detallada las reacciones y opiniones de los clientes.

3.4. Análisis de datos

Luego de las fases de ejecución, la fase de procesamiento de resultados se realizó mediante el análisis exploratorio de recopilación y discriminación objetiva de los datos obtenidos durante las pruebas funcionales, la encuesta y el registro de observaciones.

Para el análisis de datos, se utilizó el software informático Excel, ya que su simplicidad y versatilidad, permiten procesar ágilmente los datos. La elección del software se dio por las ventajas ya conocidas del Microsoft Excel, y la disponibilidad de tiempo y curva de aprendizaje necesaria, en caso de utilizar otros softwares ajenos a la disciplina fuente de la investigación.

El análisis de datos se llevó a cabo de acuerdo con los siguientes criterios:

Codificación: en esta etapa, se asignaron códigos a las unidades de análisis. En este caso, se codificaron las respuestas a las preguntas de la sección 1 y 2 en la encuesta (*ver tabla 5, anexo 3*) y los resultados de las pruebas funcionales. Las preguntas cuantitativas de esta sección fueron clasificadas con rangos, rangos numéricos ordenados del 1 al 5. Por su parte, las variables Sí/No, fueron clasificadas con 1 y 0, respectivamente. Del mismo modo, se realizó la codificación de las pruebas funcionales (*ver tabla 4, anexo 2*). La siguiente tabla relaciona los códigos, dependiendo del tipo de registro, agrupando las unidades de análisis con códigos similares en las categorías creadas:

Tabla 2. Codificación de Instrumentos de Recolección

Tipo	Instrumento	Respuesta	Valor Asignado	
Cuantitativo	Pruebas Funcionales	<i>Sí</i>	<i>1</i>	
		<i>No</i>	<i>0</i>	
	Encuesta	Sección 1: Segmentación sociodemográfica	Registro y clasificación de respuestas	
			<i>Muy útil / Muy probable / Muy satisfecho / Totalmente de acuerdo</i>	<i>5</i>
		<i>Útil / Probable / Satisfecho / De acuerdo</i>	<i>4</i>	
		Sección 2: índice de satisfacción	<i>Normal</i>	<i>3</i>
			<i>Poco útil / Poco probable / Poco satisfecho / En desacuerdo</i>	<i>2</i>
		<i>Nada útil / Nada probable / Nada satisfecho / Totalmente en desacuerdo</i>	<i>1</i>	
	Cualitativo	Observación	Interacción con el cliente	Registro reflexivo de observaciones

Fuente: elaboración propia

De esta manera, la investigación pudo beneficiarse de un análisis mixto de datos, cuyas conclusiones integran el análisis descriptivo para la fase cuantitativa de diseño y ejecución de pruebas, y el análisis exploratorio para la fase cualitativa centrada en las observaciones frente a la experiencia del cliente, toda vez que para esta fase del proceso de investigación, el objeto de estudio no puede ser fácilmente evaluado (Hernández, Fernandez, & Baptista, 2010). Esto proporcionó una visión más amplia y diversa, mediando entre los datos de las pruebas y la experiencia del cliente, para medir de manera integral el impacto de la aplicación modelo QA por pruebas funcionales en los tres casos de estudio.

3.5. Consideraciones éticas

3.5.1. Análisis de consideraciones éticas

En el marco del proyecto de investigación “Aseguramiento de la calidad en la construcción de viviendas de interés social (VIS) en Cundinamarca, Colombia: aplicación del modelo QA por pruebas funcionales”, se realizaron tres pruebas piloto que involucraron interacción con terceros e información sensible. Por ello, y para asegurar el uso de dicha información, fue necesario asumir compromisos sociales y profesionales que garantizaran la transparencia, veracidad, confidencialidad, oportunidad y reserva de todos los datos que fueron suministrados y/o recolectados.

3.5.2. Instrumentos de aceptación y autorización

Para la participación en la presente investigación, por tratarse de un ejercicio que se aplica en sitio para diferentes casos de estudio, fue esencial complementar los instrumentos de aplicación de pruebas funcionales y la encuesta, con un documento de autorización de consentimiento y aceptación. Este documento recopila la información necesaria del proyecto, en el contexto de esta investigación (como opción a trabajo de grado), permitiendo a los participantes del grupo objetivo decidir si aceptaban o rechazaban la invitación a formar parte del muestreo de los casos de estudio. El formato específico es el código SPZ-F-EJ-EF, el cual se proporcionó junto con el documento de encuesta (*ver anexo 4*). Este procedimiento aseguró que los participantes estuviesen plenamente informados y autorizaran de manera consciente y voluntaria su inclusión en la investigación.

4. RESULTADOS

4.1. Metodología QA de pruebas funcionales en la entrega de viviendas VIS

En el contexto de la construcción de viviendas de interés social (VIS) en Bogotá, garantizar la calidad y satisfacción del cliente es fundamental.

Ante ello, el **primer objetivo de la investigación** se centró en la generación de un modelo de Aseguramiento de Calidad (QA) específico para proyectos de VIS, tomando como referencia los principios de control de calidad y metodologías de pruebas funcionales descritas en la literatura para el diseño de software.

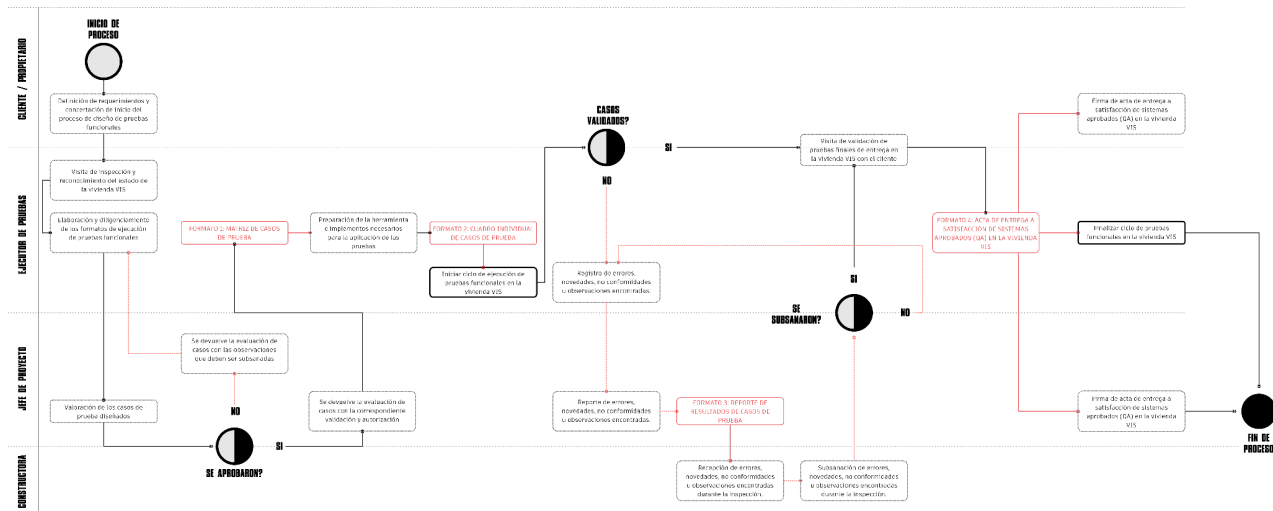
Este modelo fue generado, puesto que para abordar las especificidades del proceso de entrega de viviendas en la Torre 6 del Proyecto Centenari Living, ubicado en la calle 18 No. 20-51. Este modelo se basa en principios de control de calidad y metodologías de pruebas funcionales típicamente utilizadas en el diseño de software, adaptadas para el proceso de entrega de viviendas VIS, asegurando que todas las áreas críticas fueran evaluadas con rigor y precisión. “Esto último permitirá incrementar la fiabilidad, reducir el mantenimiento, aumentar la satisfacción del cliente, mejorar la dirección del proyecto, detectar errores lo más temprano posible e incrementar el beneficio” (Carrizo, Alfaro. 2018). Ahora, como se buscó adaptar los principios del Aseguramiento de la Calidad (QA) provenientes del desarrollo de software, resultaba importante comprender el proceso de diseño y creación del marco de pruebas funcionales que se ejecuta en el marco del desarrollo de software:

El modelo QA que se utilizó describe, en primera instancia, un proceso “paso a paso” de las actividades a realizar durante el proceso de desarrollo de las pruebas funcionales en los tres casos de estudio propuestos, evaluando su factibilidad y utilidad en este campo.

Modelo QA en Viviendas VIS de Bogotá: Pruebas Funcionales

Este “paso a paso”, según lo descrito por Chinarro, Ruiz & Ruiz (2017) en su artículo, se denomina “*ciclo de vida del software*”. Siguiendo lo anterior, el modelo QA de pruebas funcionales se aplicó a través de la creación de un mapa cíclico que articula participaciones, actividades, procesos y dependencias en un proceso de entrega de una vivienda VIS. Este mapa permitió un entendimiento claro en el contexto de la entrega de viviendas VIS y la identificación de los posibles escenarios de uso y funcionamiento de la vivienda, ya que como se indica en Layedra, Ramos, Hidalgo y Samaniego (2019) “las pruebas se realizan sobre un módulo en específico y no sobre todo el sistema” de los casos de prueba. La siguiente figura (ver anexo 5) ilustra el mapa de desglose de trabajo para metodología QA de pruebas funcionales en la entrega de viviendas VIS, del cual se ejecutarán las pruebas funcionales:

Figura 3. Esquema propuesta: estructura de desglose de trabajo para metodología QA de pruebas funcionales en la entrega de viviendas VIS (ver anexo 5)



Fuente: Elaboración propia.

Como parte principal de este modelo, se generaron 15 escenarios de prueba que originan la aplicación de las pruebas funcionales que se pueden ejecutar, dado el estado de los sujetos de prueba. La siguiente tabla enumera los escenarios de prueba, en relación al resultado esperado:

Tabla 3. Pruebas Funcionales del modelo QA

Escenario	Elemento / Sistema	Descripción	Resultado Esperado
Escenario de prueba 01	Acabados Interiores (muros)	<i>Inspección visual y física de paredes, techos o superficies divisorias para detectar imperfecciones como grietas, manchas, irregularidades en la pintura y acabados</i>	<i>Superficies lisas, plomadas sin grietas visibles, sin manchas y con acabados uniformes</i>
Escenario de prueba 02	Sistema Eléctrico	<i>Encender y apagar todas las luces, probar todos los enchufes con un dispositivo de prueba, verificar el funcionamiento del sistema con todos los puntos activos</i>	<i>Todas las luces y enchufes funcionan correctamente, el tablero de breakers corta la corriente en caso de sobrecarga, salvaguardando los equipos conectados</i>
Escenario de prueba 03	Sistema Hidrosanitario	<i>Abrir y cerrar todas las llaves de agua (grifos), comprobar el desagüe en lavamanos, lavaplatos, lavaderos y duchas, verificar que no haya fugas visibles en tuberías</i>	<i>Flujo constante de agua, sin fugas ni obstrucciones, desagüe adecuado y sello hidráulico en todos los puntos</i>
Escenario de prueba 04	Puertas y Ventanas Principales	<i>Abrir y cerrar todas las puertas y ventanas, comprobar el funcionamiento de cerraduras y pestillos, asegurarse de que todas las puertas y ventanas cierren herméticamente.</i>	<i>Puertas y ventanas se abren y cierran sin esfuerzo, cerraduras y pestillos funcionan correctamente, sin espacios que permitan la entrada de aire o agua; los empaques están en perfecto estado y los pisavidrios están debidamente anclados.</i>
Escenario de prueba 05	Ventilación Mecánica y Natural	<i>Comprobar la presencia y funcionamiento de extractores de aire y/o termosifones en cocinas y baños, y que deben garantizar una ventilación adecuada de los espacios de servicio y estancia</i>	<i>Existen ductos o ventilaciones en cada espacio de servicio. Si hay extractores de aire, funcionan correctamente. Las ventanas proporcionan ventilación adecuada.</i>
Escenario de prueba 06	Seguridad contra Incendios	<i>Verificar la presencia, adecuada instalación/ubicación y funcionamiento de detectores de humo y alarmas contra incendios</i>	<i>Existen detectores y/o alarmas que funcionan correctamente y están instalados en lugares apropiados</i>
Escenario de prueba 07	Sistema de Agua Caliente	<i>Encender el calentador de agua, verificar la temperatura del agua en todas las salidas (duchas, lavamanos, fregaderos) y asegurar un suministro continuo; verificar el funcionamiento del breaker</i>	<i>Sistema de agua caliente funcionando correctamente, con una temperatura adecuada y suministro continuo en todas las salidas; el tablero de breakers corta la corriente en caso de sobrecarga, salvaguardando los equipos conectados</i>

Modelo QA en Viviendas VIS de Bogotá: Pruebas Funcionales

Escenario	Elemento / Sistema	Descripción	Resultado Esperado
Escenario de prueba 08	Mobiliario Fijo (Almacenamiento)	<i>Abrir y cerrar todos los armarios, closets y otros espacios de almacenamiento. Inspección visual y física de instalación. Se deben abrir cajones y puertas, verificar los herrajes y los acabados en superficies y detalles.</i>	<i>Todos los espacios de almacenamiento deben estar firmemente instalados sin defectos estructurales. Las puertas y cajones deben abrir y cerrar suavemente sin atascos. Los herrajes (bisagras, manijas, rieles) deben estar bien fijados y funcionar correctamente. Las superficies y detalles de acabado deben ser uniformes, sin rayaduras, abolladuras ni imperfecciones</i>
Escenario de prueba 09	Inspección de Pisos	<i>utilizar un nivel de burbuja o láser para verificar la nivelación, inspeccionar visualmente y palpar la superficie para detectar grietas, asegurar que todas las piezas del revestimiento estén firmemente adheridas sin huecos, golpear ligeramente las baldosas para detectar posibles huecos, examinar el acabado de los bordes y juntas, y verificar que no haya piezas dañadas, rayadas o descoloridas.</i>	<i>Los pisos están completamente nivelados, sin desniveles o inclinaciones perceptibles. No se evidencian grietas ni fisuras en ninguna parte. Todas las piezas del revestimiento están firmemente adheridas y sin huecos debajo. Los bordes y las juntas se hallan sellados y alineados. No hay piezas dañadas, rayadas o descoloridas</i>
Escenario de prueba 10	Electrodomésticos / Gasodomésticos	<i>Para esto, se debe encender y probar cada electrodoméstico (horno, estufa, etc.) para asegurarse de que operen de manera adecuada y sin problemas. revisar visualmente y con herramientas adecuadas las conexiones de gas, comprobando que no haya fugas, que las válvulas estén bien selladas y que las conexiones sean robustas y seguras.</i>	<i>Todos los electrodomésticos funcionan correctamente, respondiendo a sus controles y cumpliendo sus funciones sin fallos ni ruidos inusuales. Las conexiones de gas son completamente seguras, sin fugas detectables, con válvulas y conexiones bien selladas y robustas</i>
Escenario de prueba 11	Control de Humedad	<i>Inspeccionar con higrómetro y termocámara la ausencia de humedad en techos, paredes y suelos, especialmente en baños y cocinas</i>	<i>No se evidencian signos de humedad o filtraciones en ningún espacio interior, asegurando un ambiente saludable y duradero</i>
Escenario de prueba 12	Vidrios y Espejos	<i>Verificar manualmente los vidrios y espejos instalados en la vivienda, inspeccionando cuidadosamente los cantos, bordes y superficies en busca de desportillamientos, bordes filosos e imperfecciones visibles o al tacto</i>	<i>Los vidrios y espejos presentan cantos y bordes completamente libres de desportillamientos y bordes filosos. Las superficies son lisas, sin imperfecciones visibles y están debidamente anclados a las superficies</i>

Escenario	Elemento / Sistema	Descripción	Resultado Esperado
Escenario de prueba 13	Estabilidad Estructural (muros)	<i>Evaluar la estabilidad de los muros mediante la inspección visual y táctil de la adherencia del pañete. Se debe revisar cuidadosamente las juntas de material para detectar cualquier fisura o separación que indique falta de adherencia</i>	<i>Los muros presentan una adherencia del pañete sin fisuras en las juntas de material, y se perciben adecuadamente construidos.</i>
Escenario de prueba 14	Iluminación Natural y Artificial	<i>Medir la intensidad de la luz natural en diferentes partes de la vivienda. Encender y probar todas las luces eléctricas instaladas, incluyendo lámparas, apliques y focos empotrados. Verificar la cobertura de iluminación en áreas específicas como cocinas, baños, dormitorios y áreas de trabajo.</i>	<i>Todas las áreas de la vivienda reciben suficiente iluminación natural durante el día, con una distribución adecuada y sin zonas oscuras. Las instalaciones eléctricas proporcionan una iluminación eléctrica efectiva y uniforme en todas las áreas, con luminarias funcionales y una buena cobertura lumínica para cada ambiente específico</i>
Escenario de prueba 15	Griferías, Aparatos y Accesorios	<i>Inspección visual para detectar óxido, corrosión o manchas de agua en todas las griferías. Prueba del funcionamiento de cada grifería, verificando que los mandos y válvulas estén firmemente fijados y operen correctamente. Revisión de las conexiones de las griferías para asegurar que no haya fugas y que los acabados estén en buen estado. Inspección de los aparatos sanitarios (inodoros, lavamanos, bidés) para identificar grietas, astillas o defectos visibles en la porcelana</i>	<i>Las griferías están libres de óxido y corrosión, con mandos y válvulas operando suavemente y sin holguras. No hay fugas en las conexiones y los acabados están en buen estado. Los aparatos sanitarios de porcelana están libres de grietas, astillas o defectos visibles, y los sistemas de descarga de agua funcionan correctamente sin obstrucciones ni fugas</i>

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Aplicación del modelo de pruebas funcionales

Esta sección presenta los datos obtenidos de las pruebas funcionales aplicadas a las tres viviendas de interés social (VIS) en el proyecto Centenari Living, en Bogotá, en respuesta al **segundo objetivo de la investigación**. Estas pruebas tuvieron como objetivo identificar componentes y/o elementos que no cumplen con los requisitos normativos o aquellos que fallan

en funciones esenciales de las viviendas. El proceso evalúa, como su nombre lo indica, la funcionalidad de los sistemas. Según Campos (2015) “La funcionalidad está vinculada a los datos de entrada y de salida. Los datos de entrada serán ejecutados y mostrarán un resultado y dicho resultado será comparado con el resultado esperado”. En la tabla 4 “Matriz de Ejecución y Resultados de Pruebas” se presentan los datos recopilados sobre las pruebas ejecutadas (ver anexo 2).

Tabla 4 “Matriz de Ejecución y Resultados de Pruebas”

La Tabla presenta una matriz detallada de los resultados obtenidos al aplicar un modelo QA de pruebas funcionales en diferentes elementos y sistemas de las seis viviendas VIS de los sujetos de prueba. Este modelo consideró diversos escenarios de prueba específicos y compara los resultados esperados con los obtenidos en seis unidades habitacionales, divididas en dos grupos: "Solicitados" (1, 2, 3) e "Interesados" (1, 2, 3).

Columnas de la Matriz

- ***Elemento/Sistema:*** Describe los distintos componentes de la vivienda que se evaluaron, como acabados interiores, sistemas eléctricos, hidrosanitarios, puertas y ventanas, entre otros.
- ***Descripción:*** Proporciona una explicación de cada prueba realizada, incluyendo métodos y objetivos específicos, como la inspección visual de paredes para detectar imperfecciones o la prueba de funcionamiento de sistemas eléctricos y griferías.
- ***Resultado Esperado:*** Define el estándar de calidad que se esperaba alcanzar en cada prueba, como superficies lisas y sin grietas en los acabados interiores, o el correcto funcionamiento de luces y enchufes en el sistema eléctrico.

Filas de Resultados

Modelo QA en Viviendas VIS de Bogotá: Pruebas Funcionales

Para cada escenario de prueba, la matriz registra:

- **Cumplimiento:** Indica si la unidad habitacional cumple con el resultado esperado (Sí/No).
- **Observaciones:** Proporciona detalles adicionales sobre las deficiencias o problemas encontrados durante la prueba.

Escenarios de Prueba y Resultados por Sujeto de Prueba

- **Acabados Interiores (muros):** La inspección reveló que algunos muros no estaban plomados ni ortogonales en las unidades "Solicitado 2" y "Solicitado 3", así como problemas de rejillas mal instaladas en "Interesado 3".
- **Sistema Eléctrico:** Todas las unidades cumplieron con los resultados esperados, mostrando un correcto funcionamiento de luces y enchufes.
- **Sistema Hidrosanitario:** Se detectaron fugas y filtraciones en varias unidades, con problemas en el lavadero de "Solicitado 3" y filtraciones en "Interesado 1" y "Interesado 2".
- **Puertas y Ventanas Principales:** Problemas de sellado y filtraciones fueron observados en "Solicitado 1" y "Interesado 1", mientras que otras unidades cumplieron con los estándares.
- **Ventilación Mecánica y Natural:** Excepto "Interesado 3", todas las unidades cumplieron con los requisitos de ventilación adecuada.
- **Seguridad contra Incendios:** Todos los detectores y alarmas funcionaron correctamente en todas las unidades.
- **Sistema de Agua Caliente:** "Solicitado 1" no cumplió debido a obstrucciones en la grifería del calentador. Las demás unidades cumplieron sin problemas.

Modelo QA en Viviendas VIS de Bogotá: Pruebas Funcionales

- **Mobiliario Fijo (Almacenamiento):** Algunos problemas como un lavaplatos flojo en "Solicitado 2" y filtraciones en "Interesado 1" y "Interesado 2" fueron observados.
- **Inspección de Pisos:** Se detectaron zonas huecas en el piso de cerámica de "Solicitado 1" y juntas de guardaescobas caídas en "Interesado 3".
- **Electrodomésticos / Gasodomésticos:** Problemas con quemadores de estufa y sellado fueron reportados en "Solicitado 1" e "Interesado 1".
- **Control de Humedad:** No se encontraron problemas de humedad en ninguna unidad.
- **Vidrios y Espejos:** Una esquina desportillada en la división de la ducha fue detectada en "Solicitado 1".
- **Estabilidad Estructural (muros):** Fisuras y reparaciones mal adheridas fueron observadas en "Solicitado 1", "Solicitado 2", y "Interesado 1" y "Interesado 2".
- **Iluminación Natural y Artificial:** Todas las unidades cumplieron con los estándares de iluminación.
- **Griferías, Aparatos y Accesorios:** Las unidades cumplieron sin problemas, asegurando la ausencia de óxido, corrosión, y funcionamiento adecuado.

La evaluación de la matriz muestra que mientras algunos sistemas y elementos cumplen con los estándares esperados, otros presentan fallas recurrentes. De manera general, se identificaron problemas en acabados interiores, sistema hidrosanitario, estabilidad estructural de muros y electrodomésticos/gasodomésticos.

Finalmente, para dar respuesta al **tercer objetivo de la investigación**, se implementaron dos instrumentos (uno cuantitativo y otro cualitativo) para identificar el perfil poblacional de

clientes y/o compradores interesados en el Aseguramiento de Calidad (QA). Se analizaron los beneficios percibidos por los compradores, especialmente en términos de reducción de solicitudes de posventa y garantías.

4.3. Encuesta de Satisfacción

Luego de la aplicación de las pruebas funcionales, la socialización de los resultados, la verificación, con cada uno de los clientes de los puntos donde la vivienda había aprobado y fallado en las pruebas, se les explicó a cada uno de ellos la propuesta de crear un proceso de control de calidad externo, que pueda ser contratado por compradores primerizos (y de todo tipo) de viviendas VIS, con el fin de acompañar y asesorar el proceso de entrega de las viviendas, con el fin de mejorar su experiencia y asegurar que las viviendas se entreguen funcionales, reduciendo los procesos de posventas y utilización de garantías. En ese sentido, y con lo anteriormente expuesto, se les solicitó diligenciar la encuesta (ver anexo 4), de la cual se obtuvieron los datos contenidos en la tabla 5 “Matriz de Resultados de Encuesta” (ver anexo 3).

Tabla 5 “Matriz de Resultados de Encuesta”

La Tabla 5 presenta una matriz que resume los resultados de una encuesta realizada a seis sujetos de prueba, segmentados en "Solicitados" e "Interesados". La encuesta está dividida en dos secciones principales: Segmentación sociodemográfica e Índice de satisfacción.

En la sección de Segmentación sociodemográfica, los datos muestran que los participantes tienen entre 21 y 59 años, con una mayor concentración en el rango de 31 a 59 años. La situación laboral varía entre empleados, independientes, y combinaciones de ambos. En cuanto al estado civil, encontramos solteros, personas en unión libre, casados y separados.

Algunos de los participantes tienen hijos, y todos tienen un nivel educativo de profesional o

posgrado, con ingresos familiares que oscilan entre 1 y 8 salarios mínimos legales vigentes (SMLVM).

La sección del Índice de satisfacción revela que todos los participantes consideraron "muy útil" la información obtenida de las pruebas funcionales en sus viviendas. Además, hubo un consenso general sobre la necesidad de un servicio de pruebas externas antes de la entrega de las viviendas, con todos los sujetos totalmente de acuerdo en que este servicio es útil y ayudaría en el proceso de entrega. La probabilidad de recomendar y contratar este servicio también fue muy alta entre los participantes.

De la aplicación de la encuesta, en lo que respecta a la Segmentación sociodemográfica, se determinó que los sujetos de prueba que se interesaron y participaron en la aplicación de pruebas, en su mayoría, ganan más de 4 salarios y 8 salarios mínimos, son personas que no aplican a subsidios, tal y como se puede evidenciar en la figura 4:

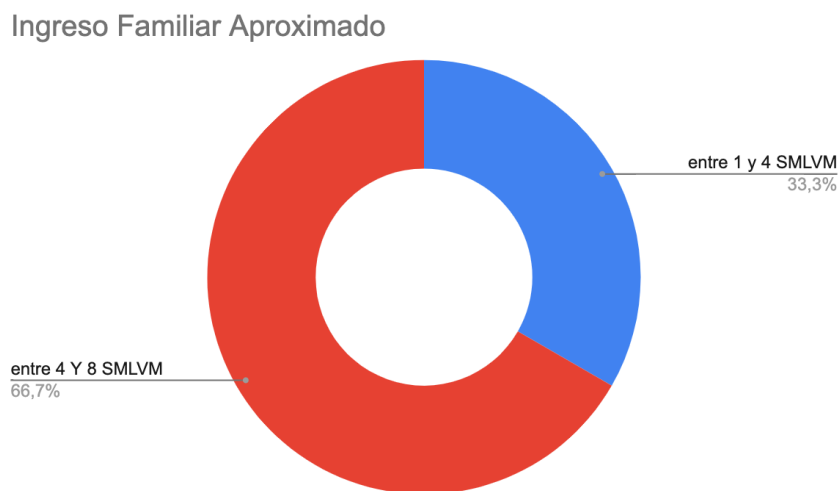


Figura 4. Recuento de la pregunta sobre ingreso familiar aproximado.

Fuente: Elaboración propia.

Modelo QA en Viviendas VIS de Bogotá: Pruebas Funcionales

Este nivel de ingresos se relaciona directamente con el nivel de escolaridad de los sujetos de prueba que se interesaron y participaron en la aplicación de pruebas pues el 100% de participantes es profesional e, incluso, el 50% cuenta con algún estudio de posgrado, tal y como se puede evidenciar en la figura 5:

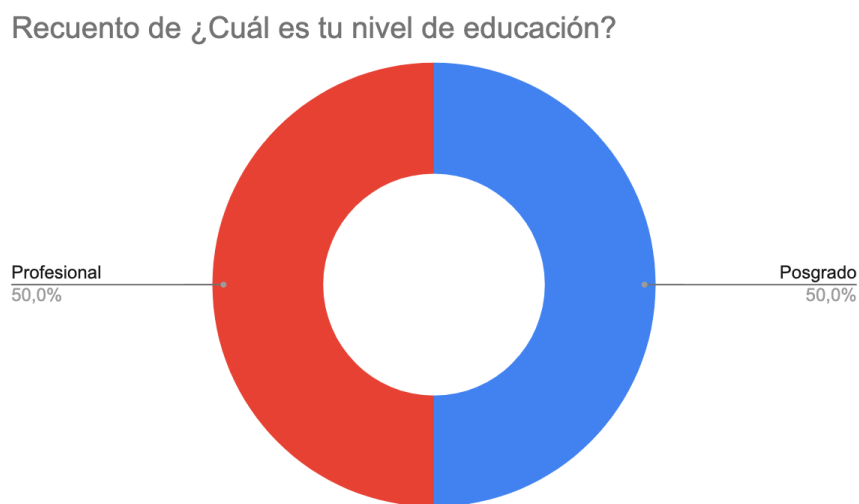


Figura 5. Recuento de la pregunta ¿Cuál es tu nivel de educación? de la encuesta realizada.

Fuente: Elaboración propia.

Además, los datos indican que la mayoría de los encuestados (66,66%) pertenecen a grupos familiares compuestos por personas solteras o en unión libre, lo cual sugiere que estos grupos familiares están conformados principalmente por 1 o 2 personas. Esta información sugiere que, aunque los comentarios positivos impulsan la participación de familias con hijos, el segmento predominante interesado en el servicio está formado por individuos o parejas sin hijos. Lo anterior, de conformidad con las figuras 6 y 7:

Estado civil de los sujetos de prueba

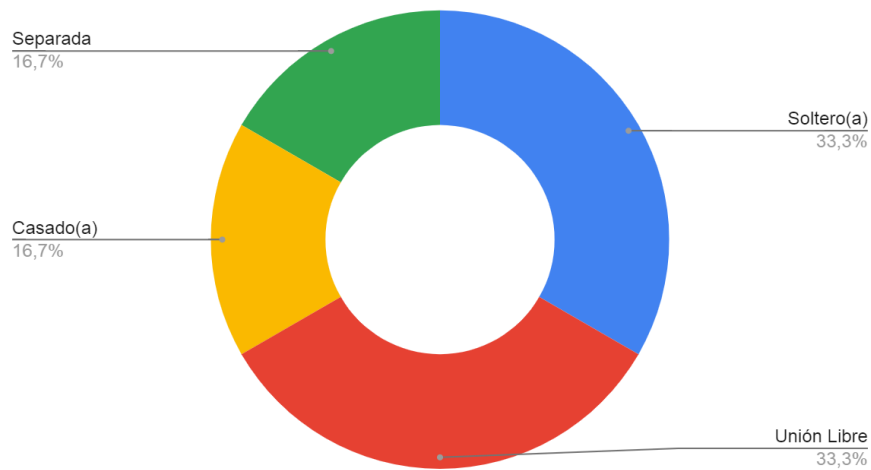


Figura 6. Estado Civil de los sujetos de Prueba.

Fuente: Elaboración propia.

¿Tienes hijos?

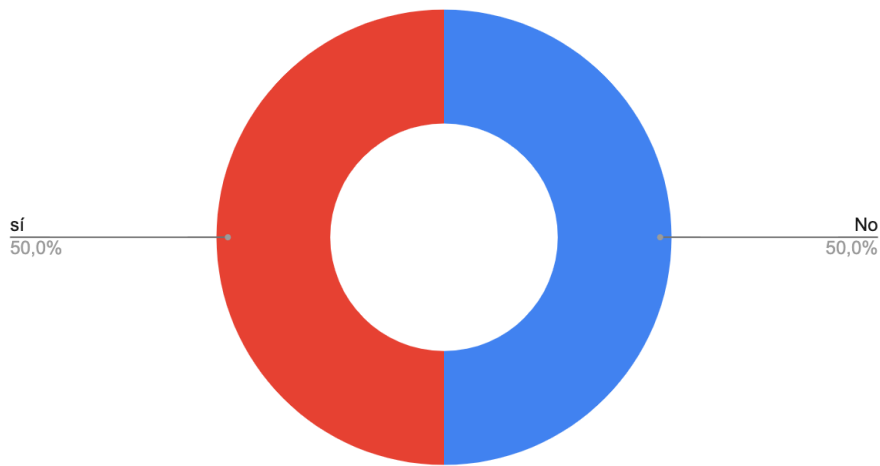


Figura 7. Recuento de la pregunta ¿tienes hijos? de la encuesta realizada.

Fuente: Elaboración propia.

De los individuos que mostraron interés y participaron activamente en las pruebas, la mayoría pertenecía al rango de edad de 31 a 59 años (ver figura 8). Este grupo demográfico demostró una mayor disposición a recibir información detallada, participar en las pruebas

Modelo QA en Viviendas VIS de Bogotá: Pruebas Funcionales

funcionales, y valorar los beneficios de un control de calidad riguroso en sus viviendas VIS. En contraste, los rangos de edad menores (menos de 20 y 21-30 años) y los mayores de 60 años presentaron una menor tasa de interés y participación en el servicio ofrecido.

Rangos de edad de los sujetos de prueba

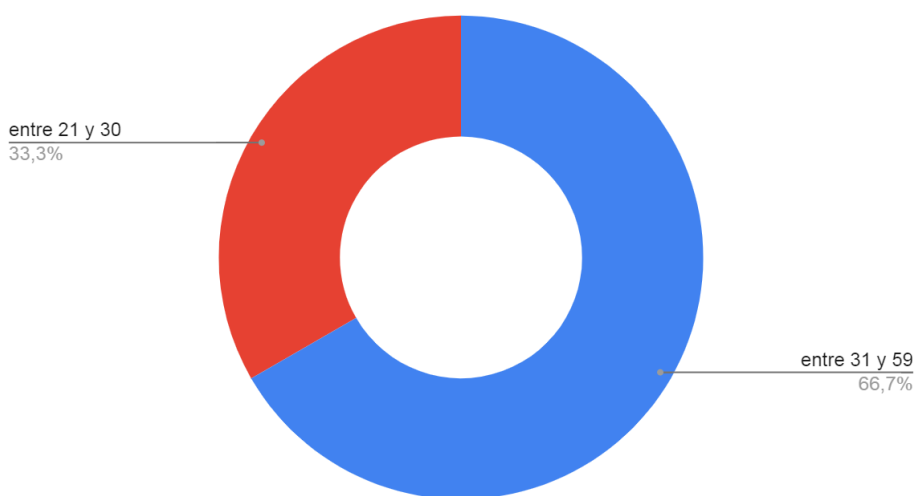


Figura 8. Recuento de los rangos de edad de los sujetos de prueba de la encuesta realizada.

Fuente: Elaboración propia.

En el proceso de entrega de información sobre las pruebas funcionales a través de volantes, se distribuyeron un total de 50 volantes a posibles interesados. De estas 50 personas, solo 10 mostraron interés en recibir más detalles sobre el servicio, mientras que el resto simplemente aceptó el volante y continuó sin prestar mayor atención.

El proceso de socialización de los resultados de las pruebas funcionales incluyó un registro detallado de observaciones, proporcionando una visión integral de la percepción del cliente sobre la funcionalidad de las viviendas. Este registro permitió capturar datos cualitativos valiosos que complementaron la información cuantitativa, ofreciendo una comprensión más completa de las expectativas y experiencias de los clientes.

4.4. Registro de Observaciones

Durante el proceso de socialización de los resultados de las pruebas funcionales, se implementó un registro detallado de observaciones como un componente paralelo esencial. Este proceso implicó la presentación y verificación de los resultados con cada cliente, destacando tanto los puntos aprobados como los fallidos en las pruebas. Durante estas interacciones, se tomó nota meticulosa de las reacciones, gestos y comentarios emitidos por los clientes. Este registro de observaciones permitió complementar la información cuantitativa de los otros instrumentos, para capturar una visión integral de la percepción del cliente sobre la funcionalidad de las viviendas, proporcionando datos cualitativos valiosos que pueden guiar mejoras en el proceso de entrega y reducir la necesidad de posventas y utilización de garantías. De este registro, la tabla 6 presenta las siguientes anotaciones, producto de la observación realizada:

Tabla 6. Registro de Observaciones

Datos Preliminares tomados en sitio (observación previa)				Observación posterior a la aplicación
No. Sujeto de prueba	Tipo de inmueble	¿Cuántas personas viven en el inmueble?	Fecha de diligenciamiento	
Solicitado 1	Constructora Coninsa Ramón H. 23 m2, entregado sin proceso de remodelación	1	11/06/2024	De las 50 personas a las que se les entregó el volante sólo 10 personas estuvieron interesadas en recibir la información y las demás solo recibieron la información y continuaron. De las 10 personas que se quedaron, sólo 3 decidieron aceptar y participar en las pruebas, aceptando con dudas y bajas expectativas. En uno de los sujetos de prueba solicitados, luego de la aplicación de las pruebas, se acompañó y
Solicitado 2	Constructora Coninsa Ramón H. 37 m2, entregado en proceso de remodelación.	2	12/06/2024	
Solicitado 3	Constructora Coninsa Ramón H. 23 m2, entregado y con proceso de remodelación finalizado.	2	12/06/2024	

Modelo QA en Viviendas VIS de Bogotá: Pruebas Funcionales

				asesoró la solicitud de garantía con la constructora, lo que generó confianza en el cliente al ver el beneficio del servicio prestado y el ejercicio del control de calidad en su apartamento. Debido a ello, se corrió la voz.
Interesado 1	Constructora Coninsa Ramón H. 37 m2, entregado y con proceso de remodelación finalizado.	2	15/06/2024	Los tres sujetos de prueba adicionales, a quienes se denominó “interesados” llegaron por recomendación o referencia de alguno de los primeros tres sujetos solicitados. Los interesados, al tener un previo conocimiento de las personas que referenciaron el servicio, estaban más dispuestos a realizar las pruebas, producto de la confianza en los posibles comentarios de los primeros.
Interesado 2	Constructora Coninsa Ramón H. 37 m2, entregado sin proceso de remodelación	3	16/06/2024	
Interesado 3	Constructora Coninsa Ramón H. 23 m2, entregado sin proceso de remodelación	2	16/06/2024	

Fuente: elaboración propia

De las 10 personas interesadas, únicamente 3 decidieron participar en las pruebas funcionales, aunque inicialmente con ciertas dudas y bajas expectativas. Durante la aplicación de las pruebas con uno de los sujetos de prueba, se logró brindar acompañamiento y asesoría en la solicitud de garantía con la constructora. Esto generó confianza en el cliente al evidenciar el beneficio del servicio y la efectividad del control de calidad en su vivienda. Como resultado, recomendó del servicio entre otros posibles interesados. Posteriormente, se presentaron tres nuevos sujetos de prueba, denominados "interesados", quienes llegaron por la referencia antedicha. Estos nuevos interesados, al contar con la recomendación previa, mostraron una mayor disposición e interés para realizar las pruebas funcionales en sus viviendas.

5. DISCUSIÓN

5.1. Discusión de resultados de la generación del modelo QA para la entrega de viviendas VIS, a partir de la literatura de Software

La presente investigación, en primer lugar, generó un modelo de aseguramiento de calidad (QA) para la evaluación de viviendas de interés social (VIS) en los casos de estudio.

Según León y Bohórquez (2019), la infraestructura, la operatividad y la funcionalidad hacen parte de la lista de chequeo para evaluar una vivienda de interés social. En tal sentido, funcionó la generación del modelo de esta investigación (ver figura 3, anexo 5 y tabla 3), basado en pruebas funcionales, que ha permitido identificar y analizar los principales aspectos críticos en la construcción y entrega de viviendas evaluadas: se definieron 15 escenarios de prueba que abordan desde acabados interiores y sistemas eléctricos, hasta estabilidad estructural y control de humedad, que sumados a otros elementos que componen una vivienda VIS. La inclusión de elementos como ventilación, seguridad contra incendios, y funcionamiento de electrodomésticos, asegura una evaluación amplia de la calidad y habitabilidad de las viviendas de los 6 sujetos de prueba (ver tabla 3).

Por otro lado, la tabla 4 (Ver anexo 2) muestra como la implementación del modelo QA propició la definición clara y precisa de los criterios y procedimientos de evaluación para cada aspecto de la vivienda, incluyendo la especificación de los métodos de prueba, los resultados esperados y los criterios de cumplimiento. Esto concuerda con lo concluido por Peláez, Cohuó, Delgado, Toro y Arias (2021) donde mencionan que con la implementación preliminar de modelos de control de calidad, lograron “conseguir la definición de especificaciones completas, consistentes, trazables y no ambiguas de las necesidades de los clientes con considerables niveles de automatización y documentación, evitando problemas relacionados con un deficiente

desarrollo de los requisitos”. Lo anterior sugiere que, con parámetros bien definidos, es más sencillo identificar y corregir desviaciones respecto a los estándares esperados, mejorando el control de calidad en cada etapa del proceso. En tal sentido, “es necesario ahondar y aplicar un modelo PHVA(...) se deben diseñar estrategias de acción que permitan el cumplimiento del proyecto, así mismo, con la elaboración y validación de indicadores se podrá analizar el alcance de la propuesta, en el caso de las viviendas de interés social, esenciales en el cumplimiento de obras de alto impacto bajo el marco de los lineamiento del Ministerio de Vivienda de Colombia” (Correo & Triana, 2023, p. 137).

5.2. Discusión de resultados de la aplicación del modelo QA por pruebas funcionales

Luego de la aplicación de las pruebas funcionales, se ha identificado que hay áreas críticas que necesitan atención para asegurar la calidad en la entrega de las viviendas VIS, pues ninguno de los sujetos de prueba, superó los escenarios aplicados (ver tabla 4, anexo 2). Este resultado está alineado con lo hallado por Correo y Triana, quienes identificaron que, producto de la etapa de obra civil en proyectos de viviendas VIS, “en esta etapa es la que presenta mayores inconsistencias otorgadas por muchos factores siendo los más frecuentes, la baja calidad de las especificaciones técnicas” (2023, p.110).

Estos hallazgos sugieren la necesidad de implementar mejoras continuas y verificaciones exhaustivas para garantizar que todas las viviendas cumplan con los estándares de calidad esperados, mejorando así la satisfacción del cliente y, por consiguiente, la durabilidad de las construcciones. De esta manera, como lo indica Barzola (2019), se determinó que es importante “realizar los trabajos según un plan de gestión de la calidad aumenta las posibilidades de hacer

bien las cosas desde la primera vez, obteniendo un producto de calidad”, más aún cuando se trata de proyectos de Vivienda VIS.

5.3. Discusión de resultados sobre la identificación del perfil poblacional de interesados en el aseguramiento de calidad en viviendas VIS.

Como resultados generales de la aplicación de la encuesta, la mayoría de los participantes se encuentran en el rango de edad entre 31 y 59 años (ver figura 8 y tabla 5, anexo 3). Este resultado sugiere que la estrategia de comunicación y promoción de las pruebas funcionales podría enfocarse en el segmento de edad de 31 a 59 años para maximizar la efectividad y el impacto del servicio. Además, indica la necesidad de explorar motivaciones y barreras específicas de otros grupos de edad para ajustar las estrategias de marketing y comunicación, ampliando así la base de usuarios interesados en el futuro.

Dice Barzola (2019) que “las deficiencias durante la aplicación de la gestión de la calidad en proyectos constructivos son causa de una aplicación poco responsable de los procedimientos, conocimientos técnicos, del personal técnico y leyes” (p. 83). Esto concuerda con el consenso generalizado de los participantes en la encuesta, sobre el valor y la necesidad de un servicio de pruebas externas antes de la entrega de la vivienda, con todos los sujetos de prueba totalmente de acuerdo con su utilidad y ayuda, pues consideran "muy útil" la información obtenida de las pruebas funcionales (ver tabla 5, anexo 3). De hecho, la probabilidad de recomendar y contratar este tipo de servicios es muy alta entre los participantes.

La recepción positiva hacia la propuesta de un servicio de control de calidad externo sugiere un mercado potencial para servicios adicionales que acompañen y asesoren a los compradores durante la entrega de la vivienda. Este resultado concuerda con lo concluido por

Alfonso (2009), donde resalta la importancia del relacionamiento con los clientes para “lograr una mayor participación, motivación, empoderamiento y satisfacción de los mismos, como punto de partida para alcanzar los objetivos corporativos” (p. 126).

Adicionalmente, los comentarios favorables y las recomendaciones de los primeros sujetos de prueba han jugado un papel crucial en atraer a nuevos participantes. Específicamente, los nuevos interesados en participar después de escuchar testimonios positivos corresponden en su mayoría a personas con hijos, lo que sugiere que este segmento de clientes tiene un alto interés en verificar la calidad de su vivienda. Estos clientes valoran especialmente la garantía de un entorno seguro y funcional para sus familias (ver tabla 6).

Este hallazgo puede guiar futuras estrategias de marketing y comunicación para enfocarse en las preocupaciones específicas de estos diferentes tipos de grupos familiares, asegurando que los mensajes sobre los beneficios de las pruebas funcionales sean relevantes y atractivos para todos los segmentos demográficos identificados.

6. RECOMENDACIONES

Dado que la presente investigación utilizó un tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia, el estudio se limitó a seis sujetos de prueba. Esta elección metodológica respondió a la disponibilidad de recursos y sujetos dispuestos a participar en la investigación. Sin embargo, para aumentar la validez de los resultados, es recomendable que futuras investigaciones amplíen la muestra. Específicamente, la implementación de un muestreo probabilístico permitiría seleccionar una muestra más representativa de la población objetivo. Este tipo de muestreo, que incluye técnicas como el muestreo aleatorio simple, estratificado o por conglomerados, aseguraría que cada vivienda de la muestra tenga una probabilidad conocida y no nula de ser seleccionada. Como resultado, los hallazgos obtenidos serían más generalizables y reflejarían de manera más precisa las características y opiniones de la totalidad de los usuarios de viviendas VIS del caso de estudio, mejorando la robustez estadística de los análisis realizados.

Por otro lado, la investigación actual se basa en la disponibilidad y el momento constructivo de los casos de estudio seleccionados. Sin embargo, la calidad y funcionalidad pueden variar significativamente, dependiendo de la fase vigente del proceso constructivo. Así, para investigaciones futuras es deseable realizar evaluaciones en distintas etapas del proceso de construcción: desde la planificación y desarrollo hasta la finalización y entrega; esto, para identificar y corregir problemas de calidad y funcionalidad en etapas tempranas y mejorar el control del proyecto.

Estas recomendaciones buscan mejorar la representatividad, precisión y aplicabilidad de los resultados en futuras investigaciones, permitiendo un desarrollo más exhaustivo y generalizable sobre la implementación de modelos de aseguramiento de calidad en la entrega de viviendas VIS.

7. CONCLUSIONES

La implementación de un modelo de Aseguramiento de Calidad (QA) basado en pruebas funcionales es viable y efectiva en proyectos nuevos de vivienda de interés social (VIS) en Bogotá. La investigación aplicada al caso de estudio de la torre 6 del Proyecto Centenari Living demuestra que el modelo QA puede mejorar significativamente el control de calidad y la satisfacción del cliente durante el proceso de entrega de viviendas. Sin embargo, la limitada muestra de estudio impide la generalización de estos resultados, lo cual indica la necesidad de futuras investigaciones con muestras más amplias para validar la viabilidad y efectividad del modelo en un contexto más amplio.

La generación de un modelo de Aseguramiento de Calidad (QA) fundamentado en principios de control de calidad y metodologías de pruebas funcionales proporcionó un marco estructurado para evaluar la calidad de las viviendas de los sujetos de prueba, garantizando evaluaciones uniformes y consistentes. No obstante, permite evidenciar que los procesos actuales de calidad en la entrega de viviendas VIS no es la ideal y hay áreas críticas que necesitan atención para asegurar la calidad en la entrega de las viviendas VIS, pues ninguno de los sujetos de prueba, superó los escenarios aplicados. Los resultados subrayan la importancia del control de calidad en la entrega de viviendas VIS. Un enfoque sistemático y riguroso en la aplicación de pruebas funcionales para asegurar que las viviendas cumplan con los requisitos y expectativas de los usuarios finales. Este proceso no solo mejoraría la satisfacción del cliente, sino que también refuerza la confianza en la calidad del producto entregado, estableciendo un estándar elevado para futuros proyectos de vivienda VIS.

Modelo QA en Viviendas VIS de Bogotá: Pruebas Funcionales

Por otro lado, la identificación del perfil poblacional de clientes interesados en el Aseguramiento de Calidad (QA) revela que la mayoría son personas de entre 31 y 59 años, con altos niveles educativos y estabilidad laboral. Estos clientes valoran la calidad y están dispuestos a invertir en servicios adicionales que garanticen la calidad de sus viviendas. Este perfil sugiere una demanda significativa por servicios de QA en el mercado de viviendas VIS, especialmente entre compradores con mayores expectativas de calidad y servicio.

Finalmente, se determinó que, al asesorar y acompañar a los clientes en la solicitud de garantías, se generó confianza en el servicio prestado, demostrando el valor añadido de un control de calidad riguroso. Este enfoque no solo mejoraría la experiencia del cliente, sino que también contribuiría a reducir los procesos de posventa y la utilización de garantías, lo cual es beneficioso tanto para los constructores como para los compradores.

Referencias

- Alfonso, W. (2009). Diseño de un plan estratégico de CRM Customer Relationship Management para mejorar la calidad del servicio al cliente en la constructora Colpatría. Universidad de la Salle. FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y CONTABLES PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS. Recuperado de:
https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1948&context=administracion_de_empresas
- Baena, A., & Olaya, C. (2013). Vivienda de Interés Social de calidad en Colombia: hacia una solución integral. *Sistemas & Telemática*, 11(24), 9-26. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/pdf/4115/411534392001.pdf>
- Barrios F, A. (2018). Pioneros de la Calidad. [Proyecto de postgrado, repositorio institucional UFSC] <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/190966?show=full>
- Barzola, E. (2019). Gestión de la Calidad - PMBOK y Costos de Calidad de Viviendas Techo Propio (Chilca - Huancayo). Universidad del Centro del Perú. Unidad de Posgrado de Arquitectura. Recuperado de: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/6328>
- Bernal, C. A. (2016). Cómo elaborar un anteproyecto de investigación científica. En Bernal, C. A. *Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (pp.104-118). Pearson Educación.
- CAMACOL (2019). Catálogo de Cualificaciones del Sector Construcción. Contextualización del Sector. Documento Web. Recuperado de
URL:https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2021-08/caracterizacion-sector-construccion.pdf

Modelo QA en Viviendas VIS de Bogotá: Pruebas Funcionales

CAMPOS C., Cindy. (2015). Las pruebas en el desarrollo de software (Tesis Pre-Grado).

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, México. Recuperado de: <https://ru.dgb.unam.mx/handle/20.500.14330/TES01000728331>

Cancer, A. José M. (2005). La denostada Postventa. En: www.revista ICE.com

Carrizo, D., Alfaro, A. (2018). Método de aseguramiento de la calidad en una metodología de desarrollo de software: un enfoque práctico. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 26(1), 114-129. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052018000100114>

Casal, J., & Mateu, E. (2003). Tipos de muestreo. *Rev. Epidem. Med. Prev.*, 1(1), 3-7.

Recuperado de:

[http://mat.uson.mx/~ftapia/Lecturas%20Adicionales%20\(C%C3%B3mo%20dise%C3%B1ar%20una%20encuesta\)/TiposMuestreo1.pdf](http://mat.uson.mx/~ftapia/Lecturas%20Adicionales%20(C%C3%B3mo%20dise%C3%B1ar%20una%20encuesta)/TiposMuestreo1.pdf)

Chinarro Morales, E., Ruiz Rivera, M. E., & Ruiz Lizama, E. (2017). Desarrollo de un modelo de pruebas funcionales de software basado en la herramienta SELENIUM. *Industrial Data*, 20(1), 139-147.

Colegio Oficial de Arquitectos Vasco-Navarro (2012). Guía de pruebas de servicio. Portal Web.

Recuperado de:

https://www.euskadi.eus/web01-a2garrai/eu/contenidos/informacion/guiapruebasservicio/es_guiaps/guiapruebasservicio.html

Equipo de Redactores LEGIS (2022, 27 de abril), ¿Qué se sabe sobre el área mínima para construcción de vivienda?, Blog de Construcción. Recuperado de URL:

<https://blog.legis.com.co/construccion/area-minima-para-construccion-de-vivienda>

Escobar, M., Fuertes, W. (2015). Modelo formal de pruebas funcionales de software para alcanzar el Nivel de Madurez Integrado 2. *Revista Facultad de Ingeniería*, 24(39), 31-42.

Modelo QA en Viviendas VIS de Bogotá: Pruebas Funcionales

Retrieved June 23, 2024, from

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-11292015000200004&lng=en&tlng=es.

Flórez, G. (2018, 29 de agosto). Hay vacíos en control de calidad a insumos para construcción.

Revista Portafolio. Economía y Negocios. Recuperado de URL:

<https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/hay-vacios-en-control-de-calidad-a-insumos-para-construccion-520605>

Galeano España, C. A. (2011). Control de calidad en el proceso de estructura de la vivienda de

interés social. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/171

Gelperin, D., & Hetzel, W. (June de 1988). The Growth of software Testing. (ACM, Ed.) n at n t

, 1(6), 687 - 695

González, L. (2009). Método para generar casos de prueba funcional en el desarrollo de

software. Revista Ingenierías - Universidad de Medellín, Vol. 8, núm. 15 Sup. 1 (2009);

29-36. Recuperado de URL: <https://repository.udem.edu.co/handle/11407/863?show=full>

González, D. (2021, 4 de septiembre). El rol del QA Manager. Blog Izertis. Recuperado de URL:

<https://www.izertis.com/es/-/blog/el-rol-del-qa-manager#:~:text=Un%20QA%20Manager%2C%20o%20Quality,la%20calidad%20del%20producto%20final>.

Heredia Carrillo, D. (2020). El efecto de los Subsidios de Vivienda a la Demanda: evidencia

desde el programa "Mi Casa Ya" en Colombia. Universidad Nacional de Colombia.

Recuperado de:

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/78954/Evidencia%20desde%20el%20programa%20Mi%20Casa%20Ya%20en%20Colombia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Modelo QA en Viviendas VIS de Bogotá: Pruebas Funcionales

Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, M. D. (2010). Metodología de la Investigación (Vol. 5). (J. M. Chacon, Ed.) México: Mc Graw Hill.

Hernández, R. , Mendoza, C. (2018). El planteamiento del problema en la ruta cuantitativa y el inicio del proceso cualitativo: planteamiento del problema, revisión de la literatura, surgimiento de las hipótesis e inmersión en el campo. En Hernández, R. , Mendoza, C. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (pp. 38-56 y 390-410). McGraw-Hill.

Horovitz, J. (1997). La Calidad del Servicio. A la Conquista del Cliente. Editorial Mc Graw Hill. Madrid.

Inspecciona. (2024) Servicio de Inspección de vivienda nueva - Garantías de la LOE. (página web). Disponible en:

<https://www.inspecciona.es/blog-3/servicio-inspeccion-vivienda-nueva-garantias-loe>

Juran, J. (1961). Quality Control Handbook. New York: McGraw-Hill.

Layedra, N., Ramos V., Hidalgo, B., Samaniego, A. (2019). Análisis de la aplicación de pruebas funcionales y pruebas de usabilidad de software en el desarrollo de sistemas web. Ciencia Digital, 3(3.4.), 180-190. Recuperado de:

<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4.845>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia. (2021, 11 de enero). El año 2020 fue el mejor de la historia de Colombia en ventas de vivienda. Recuperado de URL:

<https://minvivienda.gov.co/sala-de-prensa/el-ano-2020-fue-el-mejor-de-la-historia-de-colombia-en-ventas-de-vivienda#:~:text=Durante%20el%20a%C3%B1o%202020%2C%20seg%C3%BAAn,del%2011%25%20frente%20a%202019.>

Modelo QA en Viviendas VIS de Bogotá: Pruebas Funcionales

Malaver, C. (2023, 23 de mayo). Último informe de Camacol: localidades y municipios con más oferta de vivienda. El Tiempo. Recuperado de URL:

<https://www.eltiempo.com/bogota/ultimo-informe-de-camacol-localidades-y-municipios-con-mas-oferta-de-vivienda-770831>

Montoya, E. S. (2013). Prueba funcional del software: un proceso de verificación constante.

Instituto Tecnológico Metropolitano. Recuperado de:

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=U_c-DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA60&dq=pruebas+funcionales+de+software&ots=odwzNUV8G0&sig=h09jF3q-RjhGHT_KWzY3iFxqaDE#v=onepage&q=pruebas%20funcionales%20de%20software&f=false

Peláez, L., Cohuó, M., Delgado, I., Toro, A., & Arias, J. (2021). El Sistema CHAMÍ para Asistir el Aseguramiento de la Calidad de los Requerimientos Funcionales y No Funcionales en la Industria del Software. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 15(30), 49-56. Epub June 18, 2022.

Recuperado de: <https://doi.org/10.31908/19098367.2698>

Pressman, R. (2002). *Ingeniería de Software: Un enfoque práctico*: Madrid: McGraw Hill.

Recuperado de:

<https://www.javier8a.com/itc/bd1/ld-Ingenieria.de.software.enfoque.practico.7ed.Pressman.PDF>

Sanchís Milla, FJ. (2016). Definición e implantación de un proceso QA para desarrollo de software. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática. Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/102521/71381>

Ramos Galarza, C. (2020). Los Alcances de una Investigación. *CienciAmérica*, 9(3). Recuperado de URL: <https://cienciamerica.edu.ec/index.php/uti/article/view/336>

Modelo QA en Viviendas VIS de Bogotá: Pruebas Funcionales

Romero, J. T. (2022, 6 febrero). ¿Bogotá sí necesita tantas viviendas pequeñas? El Tiempo.

<https://www.eltiempo.com/bogota/este-es-el-panorama-de-las-viviendas-pequenas-en-bogota-649652>

Anexos

Anexo 1

Invitación a participar en la investigación: “Aseguramiento de la calidad en la entrega de viviendas de interés social (VIS) en casos de estudio de Bogotá, Colombia: aplicación e impacto del modelo QA por pruebas funcionales”.

spaziati.



Apreciados

Residentes Torre 6, Centenari Living:

¡INVITACIÓN A PARTICIPAR EN INVESTIGACIÓN DE CALIDAD EN LA ENTREGA DE VIVIENDAS!

Nos complace invitarles a ser parte de una importante investigación que se llevará a cabo en su comunidad. El arquitecto Juan José Bacca, estudiante de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, está realizando su trabajo de grado para obtener el título de Especialista en Gerencia de Proyectos, y su participación es crucial para el éxito de este estudio.

¿En qué consiste la investigación? Esta investigación busca explorar la viabilidad de implementar un modelo de Aseguramiento de Calidad (QA) basado en pruebas funcionales en viviendas de interés social (VIS). Inspirado en prácticas del desarrollo de software, este modelo tiene como objetivo garantizar la calidad de las viviendas mediante la creación y evaluación de diversos escenarios de prueba.

¿Cómo pueden participar? Su participación implicará la apertura de sus hogares para la realización de diversas pruebas funcionales, que evaluarán aspectos cruciales de la calidad de construcción y acabados de sus viviendas. El arquitecto Juan José Bacca llevará a cabo estas pruebas de manera respetuosa y profesional, asegurando la mínima interrupción en su vida diaria.

¿Fecha y Hora? Las pruebas se llevarán a cabo en fechas y horarios convenientes para cada participante, coordinados previamente con el investigador.

¡Esperamos contar con su valiosa participación en este proyecto que no solo beneficiará a su hogar, sino también contribuirá al avance del conocimiento y la mejora de la calidad en el sector de la construcción de viviendas!

Agradecemos de antemano su colaboración.

Equipo **spaziati.**©

ARQ. JUAN JOSÉ BACCA

(+57) 3204193920

juan.bacca@uniminuto.edu.co

Anexo 2

Tabla 4 “Matriz de Ejecución y Resultados de Pruebas”.

Elemento / Sistema	Medio de Pruebas Funcionales	Resultado Esperado	Sujeto-01	Sujeto-02	Sujeto-03	Sujeto-04	Sujeto-05	Sujeto-06	RESULTADOS
Descripción	Observaciones	Cumple	Observaciones	Cumple	Observaciones	Cumple	Observaciones	Cumple	Observaciones
Escenario de prueba 01	Inspección visual y física de paneles, techos o superficies interiores para detectar imperfecciones como grietas, manchas, abolladuras en la pintura y huellas.	Superficies lisas, planas, sin grietas visibles, sin manchas y con acabados uniformes.	Cumple	No	Hay muros que no están revestidos con la boquilla. No son muros originales que deberían ser corregidos.	Cumple		Se evidenció mala instalación de rejillas en los muros de los baños, la apertura en el muro no es la adecuada.	3 sujetos fallaron
Escenario de prueba 02	Encender y apagar todas las luces, probar todos los interruptores, verificar el funcionamiento de los puntos accesorios.	Todas las luces y enchufes funcionan correctamente en caso de sobrecarga, salvaguardando los equipos conectados.	Cumple	Cumple		Cumple			0 sujetos fallaron
Escenario de prueba 03	Abrir y cerrar todas las llaves de agua (frías, calientes y de agua caliente), verificar que no haya fugas, manómetros, regadores, lavafregaderos y lavabos en tuberías.	Flejo constante de agua, sin fugas ni desahucios en todos los puntos.	Cumple	No	Se detectó fuga en la salida del lavadero y el encuentro del sifón.	No	Se evidencia filtración de la tubería de desagüe de la unidad superior, lo que ocasiona manchas de humedad en el techo sobre la ducha.		3 sujetos fallaron
Escenario de prueba 04	Abrir y cerrar todas las puertas y ventanas, comprobar el funcionamiento de cerraduras y pestillos, verificar que las cerraduras y pestillos funcionen correctamente, verificar que las cerraduras y pestillos estén correctamente instalados.	Puertas y ventanas se abren y cierran sin esfuerzo, cerraduras y pestillos funcionan correctamente, sin ruidos que permitan detectar problemas de funcionamiento. Las cerraduras y pestillos están correctamente instalados.	No	Cumple	La ventana principal tiene la cerradura rota y no se abre.	No	Hay evidencia de filtración de agua por mal contacto entre las manijas de la cocina y el foyah sobre el mismo.		2 sujetos fallaron
Escenario de prueba 05	Comprobar la presencia y funcionamiento de los sensores de humo y de gas, verificar que los sensores estén correctamente instalados y que deben garantizar una ventilación adecuada de los espacios de servicio y estancia.	Existen detectores de humo y de gas, funcionando correctamente.	Cumple	Cumple		Cumple			1 sujeto falló
Escenario de prueba 06	Verificar la presencia, adecuada instalación y funcionamiento de los detectores de humo y alarmas contra incendios.	Existen detectores y alarmas que funcionan correctamente y adecuadamente instalados.	Cumple	Cumple		Cumple			0 sujetos fallaron
Escenario de prueba 07	Verificar la presencia, adecuada instalación y funcionamiento de los detectores de humo y alarmas contra incendios.	Existen detectores de humo y alarmas contra incendios correctamente instalados.	No	Cumple	El calentador no está por obstrucciones en la grifería.	Cumple		Se evidenció mala instalación de muros no es la adecuada.	1 sujeto falló
Escenario de prueba 08	Abrir y cerrar todos los armarios, closets y otros muebles, verificar que los armarios y closets estén correctamente instalados y que los armarios y closets estén correctamente instalados.	Todos los armarios y closets deben estar correctamente instalados y funcionar correctamente. Las superficies de acabados deben ser uniformes, sin rayaduras, abolladuras ni imperfecciones.	Cumple	No	El lavaplatos está fijo y debe pagarse al menos de manera adecuada.	No	Se evidencia filtración de la tubería de desagüe de la unidad superior, lo que ocasiona manchas de humedad en el mobiliario de la cocina y el foyah sobre el mismo.		2 sujetos fallaron
Escenario de prueba 09	Abrir y cerrar todos los armarios, closets y otros muebles, verificar que los armarios y closets estén correctamente instalados y que los armarios y closets estén correctamente instalados.	Los pisos están correctamente nivelados, sin desniveles o imperfecciones perceptibles. No se evidencian grietas ni fisuras en ninguna parte, firmemente adheridos a sus huecos de apoyo. No hay juntas dañadas, rayadas o desconectadas.	No	Cumple	El piso en veredas no está correctamente instalado.	Cumple		Las juntas de los pisos en el guardasecos se caen.	2 sujetos fallaron
Escenario de prueba 10	Para esto, se debe encontrar y probar cada electrodoméstico (horno, estufa, etc.) para asegurarse de que funcionan correctamente y que no haya problemas, revisar visualmente y con herramientas adecuadas las conexiones de gas, comprobando que no haya fugas, que las válvulas estén bien selladas y alineadas, que los cables estén bien sujetos y asegurados.	Todos los electrodomésticos funcionan correctamente, respondiendo a sus controles y cumpliendo sus funciones sin fallos ni ruidos inusuales. Las conexiones de gas son correctas, con válvulas y conexiones bien selladas y robustas.	No	Cumple	Uno de los quemadores de la estufa no se activa correctamente.	Cumple		La estufa no está sellada contra fugas de gas, lo que puede ocasionar filtración de elementos de uso cotidiano en la cocina.	2 sujetos fallaron
Escenario de prueba 11	Inspeccionar con higrómetro y termómetro la ausencia de humedad en techos, paredes y superficies, verificar que los sensores estén correctamente instalados y que los sensores estén correctamente instalados.	No se evidencian signos de humedad o filtraciones en ningún espacio interior, asegurando que los sensores estén correctamente instalados.	Cumple	Cumple		Cumple			0 sujetos fallaron
Escenario de prueba 12	Verificar la presencia, adecuada instalación y funcionamiento de los vidrios y espejos, asegurándose de que estén correctamente instalados y que los vidrios y espejos estén correctamente instalados.	Los vidrios y espejos están correctamente instalados, sin fisuras, rayaduras o imperfecciones perceptibles.	No	Cumple	La división de la ducha tiene una esquera desportillada en la parte inferior.	Cumple			1 sujeto falló
Escenario de prueba 13	Evaluar la estabilidad de los muros mediante la inspección visual y física de la adherencia del mortero, verificar que los muros estén correctamente instalados y que los muros estén correctamente instalados.	Los muros presentan una adherencia del mortero adecuada y sin fisuras en las juntas de material, y se perciben que los muros están correctamente instalados.	No	Cumple	Hay partes en los muros donde se hicieron reparaciones que no están bien acabadas.	No	Hay evidencia de fisuras de asentamiento en cambio de muro entre juntas de concreto en el baño.	Hay evidencias de fisuras normales de asentamiento que deben ser cubiertas por la construcción.	4 sujetos fallaron
Escenario de prueba 14	Medir la intensidad de la luz natural en diferentes partes de la vivienda. Encender y probar todos los tipos de lámparas, verificar que los interruptores estén correctamente instalados y que los interruptores estén correctamente instalados.	Todas las áreas de la vivienda reciben suficiente iluminación adecuada y sin zonas oscuras. Las distribuciones eléctricas son adecuadas y uniformes en todas las áreas, con luminarias funcionales y una buena cobertura lumínica para cada ambiente específico.	Cumple	Cumple		Cumple			0 sujetos fallaron
Escenario de prueba 15	Inspección visual para detectar oído, corrosión o daños en los muros, techos, pisos y paredes, verificar que los muros, techos, pisos y paredes estén correctamente instalados y que los muros, techos, pisos y paredes estén correctamente instalados.	Los muros, techos, pisos y paredes están correctamente instalados, sin grietas, manchas, abolladuras ni imperfecciones perceptibles. No hay fugas en las conexiones y los acabados están en buen estado. Los aparatos eléctricos, como lavabos, lavafregaderos, lavaplatos, estufas y hornos, están correctamente instalados y funcionan correctamente sin fugas.	Cumple	Cumple		Cumple			0 sujetos fallaron

Anexo 3

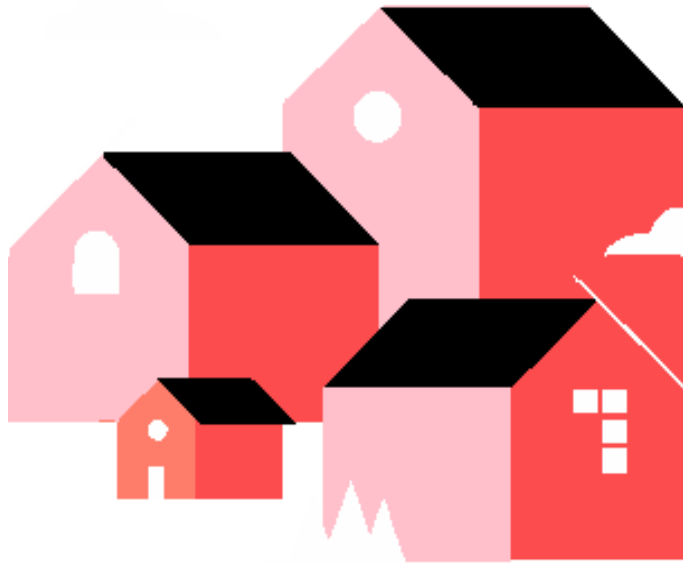
Tabla 5 “Matriz de Resultados de Encuesta”.

Datos Preliminares tomados en sitio (observación)		Sección 1: Segmentación sociodemográfica				Sección 2: Índice de satisfacción								
No. Sujeto de prueba	Tipo de inmueble	Cuántas personas viven en el inmueble	Fecha de diligencia en el momento	¿Cuántos años tienes?	¿Cuál es tu situación laboral?	¿Cuál es tu estado civil?	¿Tienes hijos?	¿Cuál es tu nivel de educación?	¿Cuál es tu ingreso familiar aproximado?	¿Qué tan útil te pareció la información producida de la ejecución de las pruebas funcionales en tu vivienda?	¿Estás de acuerdo o en desacuerdo con que una empresa externa brinde servicio de pruebas antes de que la constructora te entregue tu vivienda nueva?	¿Estás de acuerdo o en desacuerdo con que el servicio te ayude en el proceso de entrega de tu vivienda?	¿Qué tan probable es que recomiendes este tipo de servicio a otras personas?	¿Qué tan probable es que contrates la asesoría y acompañamiento de una empresa para este tipo de servicio?
Interesado 1	Constructora Coninsa Ramón H. 23 m ² , entregado sin proceso de remodelación	1	11/06/2024	entre 31 y 59	Independiente	Soltero(e)	No	Posgrado	entre 1 y 4 SMLVM	5	5	5	5	5
Interesado 2	Constructora Coninsa Ramón H. 37 m ² , entregado en proceso de remodelación.	2	12/06/2024	entre 31 y 59	Empleado(a)	Unión Libre	No	Posgrado	entre 4 Y 8 SMLVM	5	5	5	5	5
Interesado 3	Constructora Coninsa Ramón H. 23 m ² , entregado y con proceso de remodelación finalizado.	2	12/06/2024	entre 21 y 30	Empleado(a)	Unión Libre	No	Posgrado	entre 4 Y 8 SMLVM	5	5	5	5	5
Solicitado 1	Constructora Coninsa Ramón H. 37 m ² , entregado y con proceso de remodelación finalizado.	2	15/06/2024	entre 31 y 59	Empleado e independiente	Soltero(e)	si	Profesional	entre 4 Y 8 SMLVM	5	5	5	5	5
Solicitado 2	Constructora Coninsa Ramón H. 37 m ² , entregado sin proceso de remodelación	3	16/06/2024	entre 21 y 30	Empleado(a)	Casado(a)	si	Profesional	entre 1 y 4 SMLVM	5	5	5	5	5
Solicitado 3	Constructora Coninsa Ramón H. 23 m ² , entregado sin proceso de remodelación	2	16/06/2024	entre 31 y 59	Empleado(a)	Separada	si	Profesional	entre 4 Y 8 SMLVM	5	5	5	5	5

Datos Preliminares tomados en sitio (observación)		Sección 1: Segmentación sociodemográfica				Sección 2: Índice de satisfacción								
No. Sujeto de prueba	Tipo de inmueble	Cuántas personas viven en el inmueble	Fecha de diligencia en el momento	¿Cuántos años tienes?	¿Cuál es tu situación laboral?	¿Cuál es tu estado civil?	¿Tienes hijos?	¿Cuál es tu nivel de educación?	¿Cuál es tu ingreso familiar aproximado?	¿Qué tan útil te pareció la información producida de la ejecución de las pruebas funcionales en tu vivienda?	¿Estás de acuerdo o en desacuerdo con que una empresa externa brinde servicio de pruebas antes de que la constructora te entregue tu vivienda nueva?	¿Estás de acuerdo o en desacuerdo con que el servicio te ayude en el proceso de entrega de tu vivienda?	¿Qué tan probable es que recomiendes este tipo de servicio a otras personas?	¿Qué tan probable es que contrates la asesoría y acompañamiento de una empresa para este tipo de servicio?
Interesado 1	Constructora Coninsa Ramón H. 23 m ² , entregado sin proceso de remodelación	1	11/06/2024	entre 31 y 59	Independiente	Soltero(e)	No	Posgrado	entre 1 y 4 SMLVM	Muy útil	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Muy probable	Muy probable
Interesado 2	Constructora Coninsa Ramón H. 37 m ² , entregado en proceso de remodelación.	2	12/06/2024	entre 31 y 59	Empleado(a)	Unión Libre	No	Posgrado	entre 4 Y 8 SMLVM	Muy útil	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Muy probable	Muy probable
Interesado 3	Constructora Coninsa Ramón H. 23 m ² , entregado y con proceso de remodelación finalizado.	2	12/06/2024	entre 21 y 30	Empleado(a)	Unión Libre	No	Posgrado	entre 4 Y 8 SMLVM	Muy útil	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Muy probable	Muy probable
Solicitado 1	Constructora Coninsa Ramón H. 37 m ² , entregado y con proceso de remodelación finalizado.	2	15/06/2024	entre 31 y 59	Empleado e independiente	Soltero(e)	si	Profesional	entre 4 Y 8 SMLVM	Muy útil	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Muy probable	Muy probable
Solicitado 2	Constructora Coninsa Ramón H. 37 m ² , entregado sin proceso de remodelación	3	16/06/2024	entre 21 y 30	Empleado(a)	Casado(a)	si	Profesional	entre 1 y 4 SMLVM	Muy útil	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Muy probable	Muy probable
Solicitado 3	Constructora Coninsa Ramón H. 23 m ² , entregado sin proceso de remodelación	2	16/06/2024	entre 31 y 59	Empleado(a)	Separada	si	Profesional	entre 4 Y 8 SMLVM	Muy útil	Totalmente de acuerdo	Totalmente de acuerdo	Muy probable	Muy probable

Anexo 4

Formato código SPZ-F-EJ-EF de invitación y consentimiento de participación.



spaziati.

<Nombre Proyecto>

Formato de Entrevista de Satisfacción

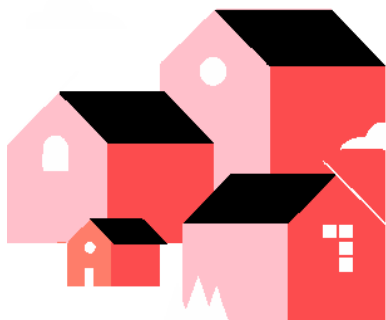
Versión: 01

Fecha: DD/MM/AAAA

NOTA:

Todos los derechos reservados. @Spaziati. - 2023.

Los textos, imágenes, gráficos, esquemas, datos e información, así como su composición o diseño están protegidos por derechos de autor y otras leyes de protección. El contenido no puede copiarse con fines comerciales ni de otro tipo, ni puede mostrarse, ni siquiera en una versión modificada, en otras reproducciones. El uso de estos contenidos sólo está permitido bajo el consentimiento previo por escrito. Me gustaría señalar que ciertas imágenes que se muestran en son propiedad de terceros.



spaziati.

Pruebas Funcionales

Código: SPZ-F-EJ-EF

Fecha: 23/10/2023

Versión: 01

Página: 2 de 10

HOJA DE CONTROL

Proyecto	<Nombre Proyecto>		
Entregable	Formato de Pruebas Funcionales		
CONTACTO SPAZIATI. ©	<Nombre de la persona responsable del proyecto>		
Versión/Edición	0100	Fecha Versión	DD/MM/AAAA
Proyectó	<Nombre de la persona responsable de las pruebas>	Fecha Aprobación	DD/MM/AAAA
Revisó	<Nombre de la persona responsable del proyecto>	Nº Total de Páginas	10

CONTROL DE CAMBIOS

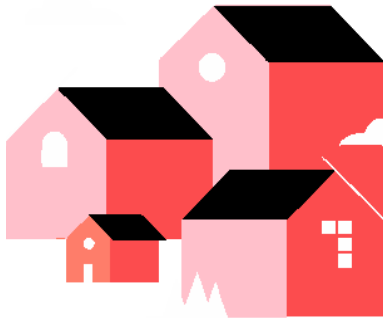
Versión doc	Causa del Cambio	Responsable del Cambio	Fecha del Cambio
01	Versión inicial	<Nombre Apellido1 Apellido2>	DD/MM/AAAA

CONTROL DE DISTRIBUCIÓN

Nombre y Apellidos
<Nombre Apellido1 Apellido2>

OBJETIVO DEL FORMATO

Este documento tiene como propósito realizar entrevistas en profundidad a los clientes objetivo, para obtener información cualitativa detallada sobre la experiencia de los mismos después de la entrega de los resultados de las pruebas funcionales y del proceso de acompañamiento, en general. En el proceso final de aplicación de la entrevista (en sitio) se participará activamente mediante interacciones con el cliente para observar y registrar de manera detallada las reacciones y opiniones de los clientes.



spaziati.

Pruebas Funcionales

Código: SPZ-F-EJ-EF

Fecha: 23/10/2023

Versión: 01

Página: 3 de 10

1. ENTREVISTA DE SATISFACCIÓN

Sección No. 1

1. *¿Cuántos años tienes?*

- menos de 20
- 21-30
- 31-59
- más de 60

2. *¿Cuál es tu situación laboral?*

- Empleado(a)
- Independiente
- Pensionado(a)
- Otro, ¿Cuál? _____

3. *¿Cuál es tu estado civil?*

- Soltero(a)
- Casado(a)
- Unión Libre
- Otro, ¿Cuál? _____

4. *¿Tienes hijos?*

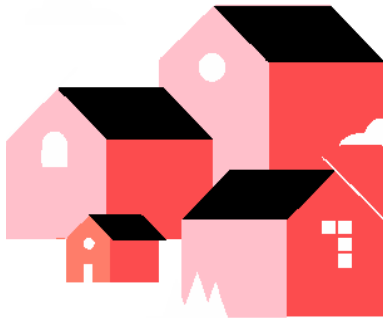
- Sí
- No

5. *¿Cuál es tu nivel de educación?*

- Bachillerato
- Técnico / Tecnólogo
- Profesional
- Posgrado

6. *¿Cuál es tu ingreso familiar anual aproximado?*

- menos de 1 SMLVM
- entre 1 y 4 SMLVM
- entre 4 y 8 SMLVM
- más de 8 SMLVM



spaziati.

Pruebas Funcionales

Código: SPZ-F-EJ-EF

Fecha: 23/10/2023

Versión: 01

Página: 4 de 10

Sección No. 2

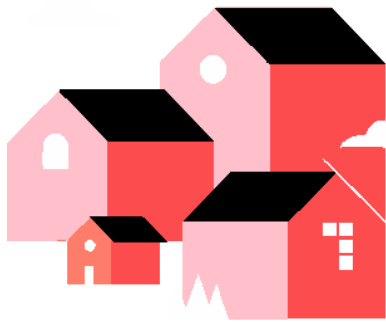
1. ¿Qué tan útil te pareció la información producto de la ejecución de las pruebas funcionales en tu vivienda?
 - Muy útil
 - Útil
 - Normal
 - Poco útil
 - Nada útil

2. ¿Estás de acuerdo o en desacuerdo con que una empresa externa brinde servicio de pruebas antes de que la constructora te entregue tu vivienda nueva?
 - Totalmente de acuerdo
 - De acuerdo
 - Normal
 - en desacuerdo
 - Totalmente en desacuerdo

3. ¿Estás de acuerdo o en desacuerdo con que el servicio te ayudaría en el proceso de entrega de tu vivienda?
 - Totalmente de acuerdo
 - De acuerdo
 - Normal
 - en desacuerdo
 - Totalmente en desacuerdo

4. ¿Qué tan probable es que recomiendes este tipo de servicio a otras personas?
 - Muy Probable
 - Probable
 - Normal
 - Poco Probable
 - Nada Probable

5. ¿Qué tan probable es que contrates la asesoría y acompañamiento de una empresa para este tipo de servicio?
 - Muy Probable
 - Probable
 - Normal
 - Poco Probable
 - Nada Probable



spaziati.

Pruebas Funcionales

Código: SPZ-F-EJ-EF

Fecha: 23/10/2023

Versión: 01

Página: 5 de 10

2. CONSENTIMIENTO INFORMADO

En este apartado se diligenciará la información necesaria del proyecto (para efectos del trabajo de grado), en el que los participantes del grupo objetivo de la población, aceptan o rechazan su invitación a participar como parte del muestreo de los casos de estudio.

Ciudad, fecha

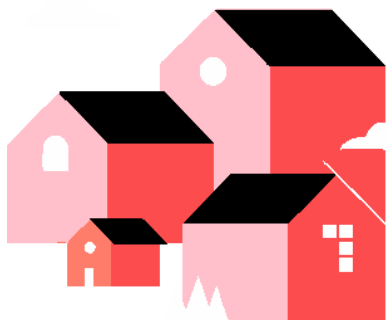
Apreciado(a)

[nombres y apellidos del participante]

Mi nombre es [nombre] y soy estudiante de la Especialización en Gerencia de Proyectos de la Universidad Uniminuto. Como parte de mis estudios, estoy desarrollando un proyecto de investigación titulado “*Aseguramiento de la Calidad en la Construcción de Viviendas de Interés Social (VIS) en Bogotá, Colombia: Aplicación del Modelo QA por pruebas funcionales*”. Por ello, quiero invitarla(o) a participar en este proyecto, que permitirá recopilar información sobre un modelo de pruebas funcionales a ejecutar en proyectos inmobiliarios que serán entregados a clientes/compradores finales. Este proyecto fue avalado por el docente coordinador de la asignatura Investigación II - NRC 50083 y tiene una finalidad académica; no tiene una finalidad comercial.

Si usted acepta participar, le pediré que me permita ingresar a su inmueble, tomar un registro fotográfico, revisar la información otorgada por la inmobiliaria y realizar unas pruebas funcionales a los sistemas del inmueble. Adicionalmente, le solicito atender una corta entrevista. La entrevista tendrá una duración aproximada de 5 minutos y le haré preguntas sobre las pruebas funcionales ejecutadas.

Su participación en esta investigación no tiene ninguna recompensa material o económica y usted es libre de no participar o de retirarse cuando lo desee. Sus opiniones y aportes a esta investigación se usarán exclusivamente para este proyecto y se archivarán de manera segura. Si usted me autoriza, grabaré y transcribiré la entrevista y, si lo desea, puedo hacerle llegar copia de la transcripción para que usted pueda revisarla y corregirla, si lo considera necesario. Si usted lo prefiere, su nombre no aparecerá en mi trabajo de grado. Mi trabajo de grado quedará a disposición del público en la biblioteca de la Universidad.



spaziati.

Pruebas Funcionales

Código: SPZ-F-EJ-EF

Fecha: 23/10/2023

Versión: 01

Página: 6 de 10

Estoy muy agradecido de que me haya permitido explicar este proyecto. Si lo desea puede contactarme en el siguiente correo electrónico: [correo]@uniminuto.edu.co.

Gracias,

Espacio para firma de estudiante/investigador(a)

Nombre de estudiante/investigador(a)

Si está de acuerdo en participar en este proyecto por favor escriba SI o NO con su puño y letra en cada una de las casillas y escriba su nombre y datos de contacto

- Acepto participar de manera libre y voluntaria en este proyecto y entiendo que no recibiré recompensa material o económica y que puedo retirarme cuando lo desee

- Autorizo a que el trabajo de grado / las publicaciones derivadas de esta investigación incluyan fotografías del grupo focal en las que yo aparezco

- Autorizo a que grabe la entrevista y tome apuntes durante la misma

- Solicito que me haga llegar copia de la transcripción de mi entrevista

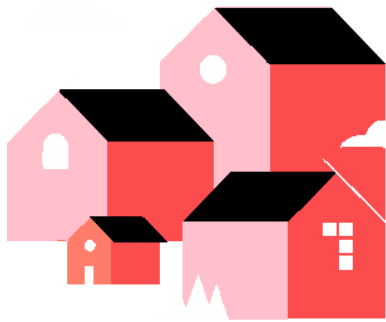
- Solicito que no revele mi nombre y si mis opiniones son citadas solicito que se haga de manera anónima

- Autorizo que mi nombre aparezca en el trabajo de grado o las publicaciones resultantes para mencionar que participé en esta investigación o cuando mis opiniones sean citadas

- Solicito que me haga llegar copia del trabajo de grado o de las publicaciones que se deriven de esta investigación

Espacio para firma de participante

Nombre de participante



spaziati.

Pruebas Funcionales

Código: SPZ-F-EJ-EF

Fecha: 23/10/2023

Versión: 01

Página: 7 de 10

Cédula de ciudadanía del participante
(o de sus padres si es menor de edad)
Fecha
Correo electrónico
Teléfono

Anexo 5

Esquema propuesta: estructura de desglose de trabajo para metodología QA de pruebas funcionales en la entrega de viviendas VIS.

