



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniería Civil”

**Título del proyecto**

**“ESTIMACIÓN DE INCIDENCIA DE PROBLEMAS ESTRUCTURALES  
CAUSADOS POR ERRORES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE  
INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN EL CANTÓN CHAMBO”**

**Autor:**

Sula Milán Alex David

**Director:**

Ingeniero Carlos Israel Montalvo Montenegro

**Riobamba – Ecuador**

**2022**

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Declaro que la responsabilidad del contenido de este proyecto de investigación corresponde exclusivamente a: Alex David Sula Milan y al Ing. Carlos Israel Montalvo Montenegro, MSc. y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



.....  
Sr. Alex David Sula Milan

C.I. 060465906-0

## CERTIFICACION DEL TUTOR

Yo, Mgs. Carlos Israel Montalvo Montenegro, en calidad de tutor de tesis, cuyo tema es: **“ESTIMACIÓN DE INCIDENCIA DE PROBLEMAS ESTRUCTURALES CAUSADOS POR ERRORES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN EL CANTÓN CHAMBO”**, **CERTIFICO**; que el informe final del trabajo investigativo, ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo al estudiante Alex David Sula Milán para que se presente ante el tribunal de defensa respectivo para que se lleve a cabo la sustentación de su Tesis.

Atentamente;



Firmado electrónicamente por:  
CARLOS ISRAEL  
MONTALVO  
MONTENEGRO

.....  
Ing. Carlos Montalvo

**Tutor de Tesis**

## REVISION TRIBUNAL

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: **“ESTIMACIÓN DE INCIDENCIA DE PROBLEMAS ESTRUCTURALES CAUSADOS POR ERRORES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN EL CANTÓN CHAMBO”**, presentado por Alex David Sula Milan y dirigida por: Ing. Carlos Israel Montalvo Montenegro. Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Carlos Montalvo  
**Tutor del Proyecto**



Firmado electrónicamente por:  
**CARLOS ISRAEL  
MONTALVO  
MONTENEGRO**

.....

Ing. Diego Hidalgo  
**Miembro del Tribunal**



Firmado electrónicamente por:  
**DIEGO HERNAN  
HIDALGO  
ROBALINO**

.....

Ing. Gabriela Zúñiga  
**Miembro del Tribunal**



Firmado electrónicamente por:  
**MARIA ABRIELA  
ZUÑIGA  
RODRIGUEZ**

.....

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo es dedicado a mis padres, y hermanas que me enseñaron el valor de luchar por las cosas que uno quiere en la vida, demás me enseñaron que uno no debe rendirse ante la adversidad, me brindaron sabios consejos en los momentos más duros de la carrera.

Dedicado a demás para toda mi familia y confiaron en mí y contribuyeron con un granito de arena para poder cumplir mi sueño.

*Alex David Sula Milan.*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por ser el conductor de mi vida, por regalarme salud, sabiduría y fe para superar cualquier obstáculo, a mis angelitos que de seguro interceden por mí y me cuidan desde el cielo y me ayudan a alcanzar mis metas.

A mis padres Pedro y Cristina por su apoyo incondicional, su inmenso amor y por creer en mí siempre, a mis hermanas Verónica y Alexandra quienes con sus consejos y ejemplo son la guía en los momentos más importantes.

A mis amigos con quienes a lo largo de la carrera compartimos risas y preocupaciones, así mismo nos teníamos para superar las dificultades que se nos presentaban.

A mis docentes que compartieron sus conocimientos y experiencias con lo cual nos inculcaron amor por nuestra carrera, un agradecimiento especial al Ing. Carlos Montalvo quien supo ayudarme con su conocimiento y comprensión para el desarrollo del presente proyecto.

*Alex David Sula Milan*

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	IX
ABSTRAC .....	X
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1 JUSTIFICACIÓN.....	3
2 OBJETIVOS .....	5
2.1 Objetivo General.....	5
2.2 Objetivos Específicos .....	5
CAPÍTULO II .....	6
3 ESTADO DEL ARTE.....	6
3.1 Tipología Estructural .....	6
3.2 Elementos Estructurales en las Edificaciones.....	7
3.3 Elementos Hidrosanitarios en las Edificaciones .....	10
3.4 Revisión de la Normativa .....	12
3.5 Estudio de problemas en edificaciones, causados por falencias en el diseño y construcción de sistemas hidrosanitarios.....	14
CAPÍTULO III .....	20
4 METODOLOGÍA .....	20
4.1 Tipo de Investigación. ....	21
4.2 Unidad de Análisis.....	22
4.3 Tamaño de la Muestra .....	23
4.4 Materiales .....	24
4.5 Técnicas De Recolección de Datos.....	25
4.5.1 Revisión Bibliográfica.....	25
4.5.2 Toma de muestras a analizar. ....	25
4.6 Técnicas de análisis e interpretación de información. ....	26
4.6.1 Análisis de datos recogidos .....	26
CAPÍTULO IV .....	27
5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
5.1 Resultados de Inspecciones Visuales.....	27

5.2	Resultado Obtenidos en el Cantón Chambo.....	31
6	CONCLUSIONES .....	34
7	RECOMENDACIONES .....	36
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37
9	ANEXOS.....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b>	Error Constructivo de Sistemas Hidrosanitarios.....	4
<b>Figura 2:</b>	Esquema de losa plana con vigas banda.....	9
<b>Figura 3:</b>	Tubería situada en la zona de confinamiento de la viga.....	11
<b>Figura 4:</b>	Tubería Sanitaria embebida en elemento Estructural (Viga).....	16
<b>Figura 5:</b>	Viga atravesada por tubería.....	17
<b>Figura 6:</b>	Disposición típica de refuerzo para todas las vigas.....	17
<b>Figura 7:</b>	Incrustación de una tubería de 4plg dentro de la zona de confinamiento de la columna. .....	19
<b>Figura 8:</b>	Representación gráfica del proceso metodológico. ....	20
<b>Figura 9:</b>	Localización Territorial Cantón (izq.) y Cabecera Cantonal (der.).....	22
<b>Figura 10:</b>	Barrios que conforman el casco Central del Cantón Chambo.....	23
<b>Figura 11:</b>	Tuberías Embebidas en la zona de confinamiento de la viga.....	28
<b>Figura 12:</b>	Edificaciones de gran altura atravesado por bajantes de aguas.....	29
<b>Figura 13:</b>	Edificaciones con presencia de bajantes, presentan efecto de columna corta.....	29
<b>Figura 14:</b>	Vigas Atravesadas por vigas.....	30
<b>Figura 15:</b>	Vigas con Tuberías Embebidas.....	30
<b>Figura 16:</b>	Área de predios afectados, no afectados, No Identificados Cantón Chambo. ....	32
<b>Figura 17:</b>	Porcentaje de afectaciones estructurales en el Cantón Chambo. ....	32
<b>Figura 18:</b>	Mapa de Resultados cantón Chambo.....	33

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b>	Propuesta de diámetro tuberías, en relación a la sección de la columna.....	14
<b>Tabla 2:</b>	Materiales empleados para desarrollar la investigación. ....	24
<b>Tabla 3:</b>	Porcentaje de afectación Cantón Chambo. ....	31

## RESUMEN

El incremento en la demanda de viviendas en el Cantón Chambo hace necesario la construcción de edificaciones de mayor altura donde se vuelve necesario la intervención de varios sistemas para dotar a la estructura de un ambiente habitable, entre ellos tenemos la parte arquitectónica, la parte estructural, y los sistemas hidrosanitarios, los cuales al ser de gran importancia deben ser distribuidos de manera que no afecten al comportamiento estructural de la edificación. La presente investigación pretende obtener la estimación de incidencia de problemas estructurales causados por errores de diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias en el cantón Chambo. Basándose en una inspección visual, se identifican a las estructuras que se encuentran afectadas por dicha problemática en el casco urbano y la zona de expansión urbana del cantón Chambo. Se realizó el levantamiento de campo usando una tabla predefinida donde se catalogó a las estructuras como afectadas, no afectadas y no identificadas. Posteriormente se procesó la información utilizando el Software ArcGIS marcando los predios afectados gracias al catastro facilitado por GADM de Chambo. El resultado de la investigación arrojó que un 42% de las estructuras se encuentran afectadas por la problemática, es decir, que miembros estructurales tanto vigas como columnas se hallan atravesadas por elementos hidrosanitarios. Por ello es necesario recomendar que se investigue el comportamiento de los miembros estructurales que se ven afectados por la incorporación de tuberías dentro de su área de trabajo y cómo afectaría su comportamiento ante un evento sísmico.

**Palabras clave:** instalaciones hidrosanitarias, montante, bajantes, tubería embebida, viga, columna, ducto.

## ABSTRAC

The increase in the demand for housing in the Chambo Canton makes it necessary to build taller buildings where the intervention of various systems becomes necessary to provide the structure with a habitable environment, among them we have the architectural part, the structural part, and the hydro-sanitary systems, which, being of great importance, must be distributed in such a way that they do not affect the structural behavior of the building. This research aims to obtain an estimate of the incidence of structural problems caused by errors in the design and construction of hydro-sanitary facilities in the Chambo canton. Based on a visual inspection, the structures that are affected by this problem in the urban area and the urban expansion zone of the Chambo canton are identified. The field survey was carried out using a predefined table where the structures were classified as affected, unaffected and unidentified. Subsequently, the information was processed using the ArcGIS Software, marking the affected properties thanks to the cadastre provided by GADM de Chambo. The result of the investigation showed that 42% of the structures are affected by the problem, that is, that structural members, both beams and columns, are crossed by hydro sanitary elements. For this reason, it is necessary to recommend that the behavior of the structural members that are affected by the incorporation of pipes within their work area be investigated and how it would affect their behavior in the event of a seismic event. \

**Keywords:** plumbing, downspouts, embedded pipe, beam, column, duct.



Reviewed by:

Lcdo. Alexander Pérez Herrero  
**ENGLISH PROFESSOR**

C.C. 1757815798

## INTRODUCCIÓN

Los grandes terremotos son considerados por muchos como las más grandes catástrofes naturales que azotan a la humanidad. Esta idea ha sido confirmada en todas las latitudes del planeta, calculándose que unos catorce millones de personas han perecido desde que se tiene reseñas relativamente bien documentadas de terremotos (Barbat et al., 1995).

La cita anterior demuestra la importancia de un buen diseño y construcción de edificaciones que cumplan con todos los requisitos de sismo resistencia, sin embargo, en la actualidad nuestro país no cuenta con una normativa que regule la ubicación y distribución de las tuberías que conforman los sistemas hidrosanitarios e hidráulicos en una edificación, si no ciertas especificaciones puntuales en la NEC 2011-CAP. 16 que en algunos casos no se cumple en su totalidad. Razón por la cual frecuentemente se comenten muchos errores relacionados con la ubicación y distribución de las instalaciones.

Las recomendaciones que la Norma Ecuatoriana de la Construcción recogen requerimientos mínimos que se deben tener en cuenta al momento de realizar el diseño de los planos hidrosanitarios, estamos conscientes que, además durante el desarrollo constructivo se produce la interrelación de elementos estructurales con elementos arquitectónicos, así como también con elementos hidrosanitarios, siendo necesario la presencia de un profesional de la construcción durante todo el proceso para disminuir la cantidad de errores que se puedan cometer.

La informalidad de la construcción ha dado origen a un crecimiento desorganizado en los sectores aledaños al casco central del cantón Chambo. Problema que se ve magnificado por la falta de control por parte de la autoridad municipal y la escasez de acompañamiento técnico de un profesional de la construcción.

En varias edificaciones es apreciable que no se cumple en su totalidad las especificaciones técnicas existentes para la ubicación y distribución de las diversas tuberías que constituyen los sistemas hidráulico y sanitario (Oyola. & Alvarez, 2006).

Por lo tanto, frecuentemente se cometen muchos errores relacionados con la distribución de éstas en dichas edificaciones. Siendo común que se atraviesen miembros estructurales como vigas, con tuberías, sin considerarse las consecuencias que esto puede acarrear a la estabilidad y resistencia del sistema estructural.(Chambilla, 2016)

La siguiente investigación tiene como fin lograr la estimación porcentual de incidencia de los problemas estructurales en las edificaciones aledañas al casco central del Cantón Chambo, debido a errores en el diseño y construcción de sistemas hidrosanitarios, reconocer la procedencia de estos problemas y realizar propuestas que permitan disminuir esta problemática.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1 JUSTIFICACIÓN**

Las instalaciones hidrosanitarias se definen como un conjunto de instalaciones conformadas por una red de tuberías ramificadas a través de la edificación, las cuales tiene por objetivo la dotación de agua; y eliminación de residuos líquidos, pluviales y sanitarios (Farinango, 2016).

Las tuberías deberían ser ubicadas de modo que no se afecte la parte estructural de la edificación, utilizando ductos que permitan su fácil instalación y mantenimiento en el caso de ser necesario.

En ocasiones por desconocimiento y falta de asesoramiento técnico un gran número de edificaciones presentan deficiencias en el diseño y construcción de dichas instalaciones, unos de los casos más comunes es atravesar las bajantes a través de vigas, ocasionando que el área efectiva de trabajo de la viga se vea disminuido, y, por ende, la resistencia del miembro estructural se vea afectada, provocando vulnerabilidad ante eventos fortuitos, como sismos (Pulido & Wilches, 2017).



**Figura 1:** *Error Constructivo de Sistemas Hidrosanitarios.*

**Fuente:** (Sula, 2022).

El incremento poblacional ocasiona mayor demanda de viviendas, lo que a su vez provoca la construcción de edificaciones de mayor altura sin la supervisión de un técnico y además la falta de control por parte de la municipalidad ocasiona que se construyan edificaciones de manera informal y sin la aplicación de las especificaciones técnicas mínimas que se establecen en la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

El Ecuador no cuenta con una cuantificación de las estructuras que son afectadas por la problemática planteada, debido al desconocimiento por parte de la población en general y la falta de ordenanzas o normativas que regulen y controlen la construcción de edificaciones.

Por ello, la siguiente investigación pretende identificar los sectores que presentan éste problema y cuantificar la magnitud actual del mismo. Se estableció trabajar con los sectores; Santo Cristo, Cuba, Quintus, Llio, La Dolorosa y San Sebastián, que se localizan en el casco central del Cantón Chambo.

Aplicando un análisis geo estadístico, utilizando la herramienta informática ArcGIS, usando a demás información del catastro municipal, donde se marcó los predios afectados, y posteriormente se obtuvo el porcentaje que estos representan dentro de la zonificación de estudio.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General

- Conseguir una estimación porcentual de incidencia de problemas estructurales en edificaciones localizadas en los sectores; Santo Cristo, Cuba, Quintus, Llio, La Dolorosa y San Sebastián, del Cantón Chambo, causados por errores en el diseño y construcción de las instalaciones hidrosanitarias.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Identificar mediante inspecciones visuales posibles problemas debido a los errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias en las estructuras de los sectores; Santo Cristo, Cuba, Quintus, Llio, La Dolorosa y San Sebastián del Cantón Chambo.
- Usar el software ArcGIS en complemento con el catastro municipal para identificar en este las estructuras que presentan problemas estructurales debido a errores en el diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias.
- Utilizar las herramientas de Geoestadística del Software ArcGIS para determinar cuantitativamente las zonas afectadas por el problema en análisis.
- Determinar en base a los resultados obtenidos la relevancia del problema y discutir las posibles causas de esta problemática.
- Plantear propuestas para evitar el incremento de infraestructuras civiles que se vean afectadas por esta problemática.

## CAPÍTULO II

### 3 ESTADO DEL ARTE

#### 3.1 Tipología Estructural.

Las losas planas con vigas embebidas con estructuras muy usadas en nuestro país debido a la facilidad constructiva y a la capacidad de permitir la mejor interface arquitectónica, sin embargo, se ha visto que muchas de estas estructuras han colapsado durante eventos sísmicos. (Mauricio & Oñate, 2017)

La Norma Ecuatoriana de la Construcción categoriza a las estructuras debido a la tipología estructural que la compone entre ellas tenemos:

#### **Pórticos Especiales Sismo Resistente con Diagonales Rigidizadoras.**

Sistema Resistente de una estructura compuesta tanto por pórticos especiales sismo resistente como por diagonales estructurales, concéntricas o no, adecuadamente dispuestas espacialmente, diseñados todos ellos para resistir fuerzas sísmicas. Se entiende como una adecuada disposición el ubicar las diagonales lo más simétricamente posible, hacia la periferia y en todo lo alto de la estructura. Para que la estructura se considere pórtico con diagonales se requiere que el sistema de diagonales absorba al menos el 75% del cortante basal en cada dirección.

#### **Pórtico Especial Sismo Resistente con Muros Estructurales (Sistemas Duales).**

Sistema resistente de una estructura compuesta tanto por pórticos especiales sismo resistente como por muros estructurales adecuadamente dispuestos espacialmente, diseñados todos ellos para resistir fuerzas sísmicas. Se entiende como una adecuada disposición ubicar los muros

estructurales lo más simétricamente posible, hacia la periferia y que mantienen su longitud en planta en todo lo alto de su estructura. Para que la estructura se considere como un sistema dual se requiere que los muros absorban al menos el 75% del corte basal en cada dirección.

### **Pórtico Espacial Sismo Resistente con Vigas Banda.**

Estructura compuesta por columnas y losas con vigas bandas (del mismo espesor de la losa) que resisten cargas verticales y de origen sísmico, en la cual tanto el pórtico como la conexión losa columna son capaces de resistir fuerzas y ésta especialmente diseñada y detallada para presentar un comportamiento estructural dúctil (Nec & Armado, 2015).

En este tipo de estructuras es necesario revisar la falla por punzonamiento, ya que el peralte de las vigas es igual al peralte de las losas ocasionando que la zona de confinamiento que susceptible a este tipo de falla.

### **3.2 Miembros Estructurales en las Edificaciones.**

Los elementos estructurales son los componentes esenciales de una construcción pues sirven para darle rigidez y resistencia, la función principal de dichos elementos es soportar el peso propio de la estructura, así como de las diferentes cargas que se pueden presentar por fenómenos naturales, en las estructuras a porticadas se consideran esencialmente las vigas, columnas, y la cimentación, donde se apoya a la súper estructura.

Se define como viga al elemento horizontal, en general recto, sometido principalmente a cargas verticales y que trabaja fundamentalmente a flexión, se denomina pilas, soporte o columna al elemento estructural, generalmente recto y vertical, que resiste cargas axiales de compresión y en algunos casos también momentos de flexión (Ruiz, Miguel Cervera & Dias, 2014).

Una columna es el miembro estructural vertical que soporta cargas axiales de compresión, con o sin momentos. Las columnas soportan cargas verticales de los pisos y el techo, transmitiendo estas cargas a los cimientos. La falla de una columna en una ubicación crítica puede causar el colapso progresivo de los pisos contiguos y el colapso total de toda la estructura (Mousavian, 2010).

Se debe evitar el fenómeno de “columna corta” que en la Normativa Ecuatoriana de la Construcción en su capítulo de Estructuras de Hormigón Armado (NEC-SE-HM-2015), describe que se produce debido a muros o paredes que no son continuos del piso al techo, deben ser provistas de la resistencia igual o superior al cortante desarrollado al formarse rótulas plásticas en los extremos de la altura libre de la columna corta.

Las columnas y vigas deben ser diseñadas y construidas de modo que soporten las grandes cargas e impactos que pueden provocar los sismos, disipando la energía que causa estos fenómenos y brindando un período de tiempo suficiente para que los ocupantes de las edificaciones puedan ponerse a buen recaudo, de modo que se evite la pérdida de vidas humanas ante eventos fortuitos.

La filosofía de diseño sismo resistente nos indica que el daño no debe producirse en las columnas, sino más bien en las vigas de ahí viene el criterio de columna fuerte viga débil, para sistemas estructurales de pórticos especiales, con columnas y vigas descolgadas.

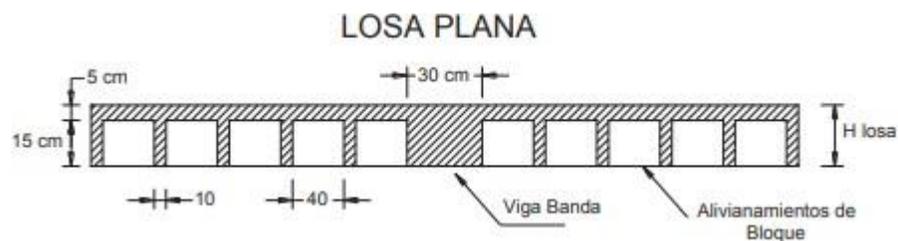
Los edificios están diseñados para soportar ciertas cargas sin deformarse excesivamente. Las cargas son: el peso de personas y objetos, el peso de la lluvia y la nieve y la presión de viento llamadas cargas vivas y la carga muerta del edificio en sí (Almarwae, 2017).

Por lo mencionado en el párrafo anterior se debe contemplar todas las cargas que se pudiese presentar durante la vida útil de la estructura, así mismo aplicar las normativas vigentes para nuestro país, y emplear al máximo las recomendaciones de construcción que se solicita para tener una estructura de calidad.

Un mal diseño no significa solo errores de cálculo, si no que no se tiene en cuenta las cargas que la estructura deberá soportar, teorías erróneas, dependencia de imprecisiones de datos, ignorancia de los efectos del estrés repetido o impulsivo, y elección inadecuada de materiales o incomprensión de sus propiedades.

Es común ver en nuestro país edificaciones provistas de losas planas donde el peralte de las vigas es igual al peralte de las losas, la losa no se llega apoyar sobre las vigas debido a su peralte, sino que directamente se apoya sobre las columnas; razón por la que es necesario revisar la conexión losa-columna (Mauricio & Oñate, 2017).

La disposición de las vigas dentro del peralte de la losa puede llegar a ocasionar un fenómeno de punzonamiento lo que ocasionaría una falla estructural difícil de solucionar.



**Figura 2:** Esquema de losa plana con vigas banda.

*Tomado de:* (Jacqueline Ochoa y David Ulcuango, 2014)

### **3.3 Elementos Hidrosanitarios en las Edificaciones.**

El diseño del Sistema Hidráulico-Sanitario de una edificación es de gran importancia, pues si esta no cumple con los requerimientos mínimos, se pueden generar graves problemas de salubridad y funcionalidad (Mercedes, 2013).

Las instalaciones hidrosanitarias son un conjunto de tuberías pluviales, así como sanitarios encargados de evacuar las aguas procedentes de las diversas actividades que realiza el ser humano.

Es necesario indicar que una edificación cuenta con dos sistemas bien definidos para la evacuación de aguas, el sistema pluvial encargado de evacuar las aguas producidas por fenómenos naturales como la lluvia, que generalmente se acumulan en terrazas, cubiertas y patios de la vivienda que debe culminar en una conexión al sistema de alcantarillado pluvial de la localidad, mientras que los sistemas sanitarios son los encargados de evacuar las aguas procedentes de las actividades de aseo, cocción y limpieza que realiza el ser humano, que desembocan al sistema de alcantarillado sanitario de la localidad.

Esto no siempre es posible debido a la falta de planificación por parte del ente encargado de brindar el servicio de alcantarillado en la localidad, pues es común ver que aún existen sistemas combinados para el manejo de las aguas servidas.

La instalación de aparatos sanitarios no contemplados en los planos son otra de las causas que generan la incorporación de tuberías no planificadas, siendo común que se trate de unificar las tuberías y disponer de todas ellas en un mismo sitio de manera que afectan significativamente el comportamiento de los miembros estructurales.

La presencia de tuberías que atraviesan los elementos estructurales o que hacen parte de ellos, es una clara demostración del desconocimiento de la mecánica estructural y una inadecuada práctica constructiva generalizada en el país, que debe erradicarse de las obras, puesto que con ello no solo se crean zonas débiles en los elementos, si no que se modifican sustancialmente las condiciones de resistencia y rigidez supuestas en el proceso de análisis estructural (Oyola. & Alvarez, 2006).

Se debe evitar la disposición de tuberías dentro de la zona de confinamiento de las vigas puesto que esto afecta directamente al comportamiento de la viga impidiendo la formación de rótulas plásticas “Figura 3”, pues es en esta zona se produce la ductilidad y al incorporar tuberías se impide la disipación de la energía generada por sismos.



**Figura 3:** *Tubería situada en la zona de confinamiento de la viga.*

**Fuente:** (Sula, 2022).

En ocasiones los errores cometidos en el diseño de sistemas hidrosanitarios provocan que durante la construcción que es una actividad de gran complejidad, donde se integran aspectos estructural y demás elementos que componen la obra, se generen inconvenientes debido a que tuberías atraviesan elementos estructurales, sin embargo al no contar con personal técnico que brinde soluciones en situ, se decida continuar con la construcción del proyecto.

### **3.4 Revisión de la Normativa**

La Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC) nos brinda lineamientos para que durante el diseño se distribuyan las tuberías, según (NEC-11, 2011), dice que: “Durante la construcción de las edificaciones es necesario proveer de una área hueca con suficiente holgura para permitir el paso de tuberías que transporte el suministro de agua, así como también evacuen las aguas procedentes del uso doméstico y las aguas provenientes de lluvias.

La disposición de estos agujeros permite denominar columna falsa cuando son verticales y se hallan intercaladas entre la pared y la columna; viga falsa, cuando se encuentran horizontales, y se sujetan entre las losas y las vigas, éstas se sustentan del piso superior y localizan arriba del techo falso o cielo raso. La camisa les brinda a las tuberías protección y facilita su libre movimiento en las actividades de instalación o mantenimiento.”

Lo estipulado en la Norma Ecuatoriana de la Construcción, pocas veces se cumple durante el diseño de los planos hidrosanitarios, pues es común ver que las bajantes de aguas lluvias, así como también sanitarias se sitúan, por en medio de la mampostería, atravesando por lo general las vigas de los pisos superiores, afectado al comportamiento estructural de la viga, en ocasiones se puede incluso observar la incrustación de tuberías en las columnas.

Los ductos y tuberías embebidas en la losa no deben tener un diámetro superior a  $1/3$  de la altura de la misma, el acero de refuerzo no debe ser desplazado por las tuberías, excepto cuando se indique en los documentos del proyecto, la distancia entre elementos embebidos no debe ser menor a 3 veces su diámetro o ancho y deben tener un recubrimiento de hormigón mínimo de 40 mm para superficies expuestas a la intemperie o al suelo y de 20 mm para otras superficies (NEC & Armado, 2015).

En ocasiones se modifica la distribución del acero que constituyen los estribos de las vigas para permitir el paso de las tuberías, esto a su vez modifica el comportamiento propio de la viga pues cambia su ductilidad y posiblemente su comportamiento a flexión.

La resistencia de las vigas o muros no deben verse afectadas significativamente por la incrustación de tubería y ductos.

Los ductos y tuberías, junto con sus conexiones, incrustadas en el interior de una columna, no deben ocupar más allá del 4% del área de la sección transversal con la cual se procedió a calcular la resistencia, o de la emplazada para la defensa contra el fuego.

Se presenta una propuesta de diámetros de tuberías que se pueden embeber en las columnas según lo descrito en el apartado “Tabla 1”, excepto cuando en los planos los ductos y tuberías hayan sido aprobados por el ingeniero estructural, las tuberías y ductos embebidos en una losa, muro o viga (ACI-318, 2014).

**Tabla 1:** Propuesta de diámetro tuberías, en relación a la sección de la columna.

Dimensión de Columna		Diámetro Máximo de Tubería
X (cm)	Y (cm)	mm
30	30	67.70
35	35	78.99
40	40	90.27
45	45	101.55
50	50	112.84
55	55	124.12
60	60	135.41

*Elaborado por: (Sula, 2022).*

Al ser las bajantes que un diámetro mayor o igual a 110mm superan lo permitido en la normativa ACI, pues es común ver columnas que ni siquiera cumplen con la dimensión mínima que, recomienda la NEC, todo esto nos hace notar que los códigos de construcción no se respetan y por el contrario evitamos a aplicación de estas recomendaciones.

### **3.5 Estudio de problemas en edificaciones, causados por falencias en el diseño y construcción de sistemas hidrosanitarios.**

En la actualidad por diversas razones como la densidad habitacional, las menores áreas de los predios donde se construye las residencias, los requerimientos de confort, etc., cada día son más las tuberías que se requiere incluir en las edificaciones, por lo que es obligatorio la definición de ductos horizontales y verticales que no afecten el diseño estructural.

Es preocupante ver cómo muchas construcciones de pequeñas y grandes ciudades muestran con evidencia la costumbre constructiva de atravesar los elementos estructurales no sólo con tubos de pequeño diámetro, sino con grupos de ellos, o bajantes de aguas lluvias, inclusive dentro de las columnas, presentando una gran disminución de la sección resistente y cierta modificación de la estructura asumida durante el proceso de análisis estructural.(Oyola. & Alvarez, 2006)

Durante la fase de diseño el objetivo primordial es brindar la suficiente información para la fase constructiva, sin embargo no siempre se cumple con este objetivo debido a la falta de criterio apropiado, errores en los cálculos, por parte del ingeniero hidráulico, o por falta de un diseño arquitectónico apropiado, todo lo mencionado anteriormente converge en una falta de planos con los detalles necesarios para la distribución adecuada de los elementos hidrosanitarios tan necesarios para la edificación.

La etapa constructiva es fundamental para materializar todos los diseños y especificaciones que se contemplan en la fase de diseño, sin embargo, la falta de control de la calidad de materiales, mano de obra y un seguimiento por parte de un profesional de la construcción conllevan a que en las edificaciones se observe un problema recurrente, “Figura 4” donde claramente se visualiza como elementos hidrosanitarios atraviesan elementos estructurales importantes como la viga, esto nos pone a pensar cuantas edificaciones en el cantón Chambo pueden presentar este tipo de errores, que en muchas ocasiones no se lo observa a simple vista pero que en algún momento serán los causantes de un desastre.



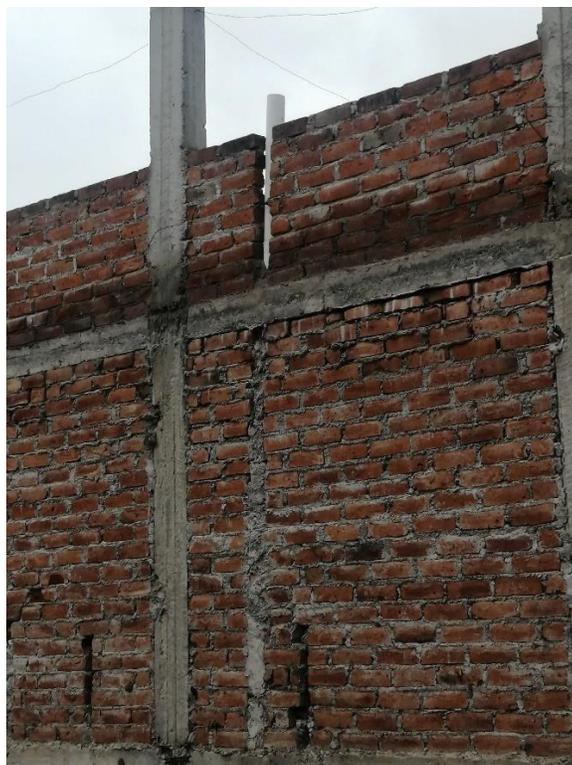
**Figura 4:** *Tubería Sanitaria embebida en elemento Estructural (Viga).*

**Fuente:** (Sula, 2022).

La instalación de tuberías de PVC en vigas de hormigón armado disminuye la resistencia y rigidez de las vigas en función de los tamaños y ubicaciones de estas tuberías.

El tamaño de la tubería insertada en vigas de hormigón armado influye en la capacidad de las vigas. Para las vigas con tubos de menor diámetro, su capacidad de carga disminuye en un 3,3 % con respecto a las vigas que no tienen incrustaciones de tubería, la disminución de la capacidad de carga para vigas con tuberías de mayores diámetros es del 26,7 % (Thaar & Salaman, 2015).

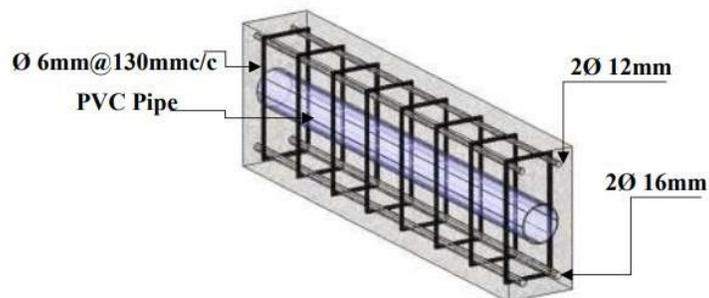
Durante la observación de las edificaciones situadas en el cantón Chambo se observa un problema recurrente en muchas viviendas que es el atravesar elementos estructurales en este caso vigas “Figura 5”.



**Figura 5:** Viga atravesada por tubería.

**Fuente:** (Sula, 2022).

La ubicación de la tubería dentro de la viga juega un papel importante, pues si está colocada en el eje neutro de la viga y tiene un diámetro menor a un tercio del ancho de la viga no presentara una menor falla de la unión, “Figura 6”.



**Figura 6:** Disposición típica de refuerzo para todas las vigas.

**Fuente:** Tomado de Dr. T. Salaman.

### **Ensayo de columnas con tuberías embebidas:**

La incrustación de tuberías dentro de una columna ocasiona una disminución considerable de la cantidad de carga axial que soporta la columna, viéndose afectada principalmente el factor ductilidad calculado de la columna con tubería empotrada cuando se somete a una alta carga axial disminuyó en un 57% en comparación con la de una columna complementaria sin tubería, se descubrió que el nivel de carga axial aplicada era el parámetro clave en lo que respecta a la reducción de la resistencia y ductilidad causada por la tubería empotrada.

Bajo una carga axial mayor que la carga axial equilibrada de la columna, la presencia de una tubería redujo la capacidad de carga última de la columna en un 32%, y su capacidad de momento en un 2% y de deriva en un 61% (Nataj, 2018).

El estudio realizado evidencia la disminución de la capacidad de carga de la columna por la incrustación de tuberías, en las observaciones realizadas en el cantón Chambo se identificó este mismo fenómeno, lo cual nos hace pensar en que cantidad se disminuyó la capacidad de carga de esta columna, “Figura 7”.



**Figura 7:** *Incrustación de una tubería de 4plg dentro de la zona de confinamiento de la columna.*

**Fuente:** *(Sula, 2022).*

### CAPÍTULO III

#### 4 METODOLOGÍA

En la siguiente investigación se desarrollará un enfoque cuantitativo, puesto que se reunirá y procesará datos numéricos, generando resultados porcentuales, levantando datos de unas zonas específicas del cantón Chambo.



**Figura 8:** Representación gráfica del proceso metodológico.

**Fuente:** (Sula, 2022).

Es una investigación documental que se inició con la revisión bibliográfica donde se recolectó información relevante al problema de estimación porcentual de edificaciones afectadas debido a errores en el diseño y construcción de los sistemas hidrosanitarios, con la ayuda de los buscadores: Scopus, ProQuest, RefSeek y buscadores web como Google académico.

Se estableció un formato de ficha de campo que nos permita caracterizar las diferentes afectaciones que se pueden visualizar en las viviendas del cantón Chambo, donde aparte de denotar las edificaciones afectas se establece el tipo de afectación, el número de pisos con el que cuenta la edificación.

Se realizó la recolección de datos, en cada una de las cuadras seleccionadas durante un periodo de dos meses, se recopiló información de cada una de las viviendas construidas en los predios, realizando una caracterización de las construcciones en donde presenten problemas estructurales debido a errores constructivos de las instalaciones hidrosanitarias.

Habiendo obtenido la información y registrado cada predio contemplado dentro del estudio se procedió a registrar la información en el software ArcGIS, esto para almacenar, procesar y analizar los datos geo estadísticos obtenidos durante el levantamiento de información. “Figura 8”.

Posteriormente se logrará un estimar el porcentaje de incidencia de los problemas estructurales ocasionados por errores en el diseño y construcción de los sistemas hidrosanitarios en las zonas urbanas del cantón Chambo, utilizando el software Microsoft Excel el cual nos permite realizar el estudio estadístico.

#### **4.1 Tipo de Investigación.**

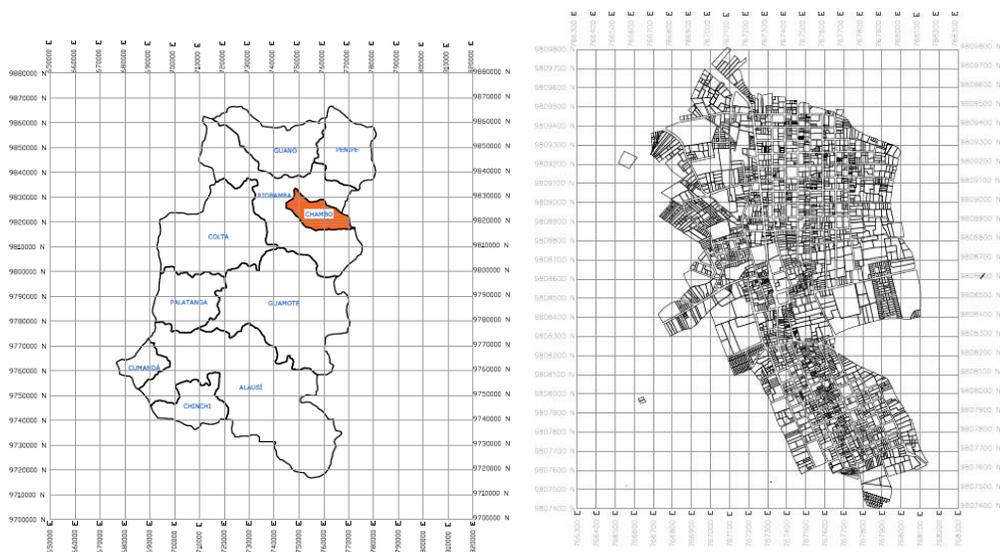
Es una investigación cuantitativa donde se pretende describir la incidencia de problemas estructurales provocados por errores en el diseño y construcción de sistemas hidrosanitarios, estableciendo un análisis geo estadístico, al utilizar el software ArcGIS como instrumento, en el

cual mediante el uso del catastro municipal permitirá identificar los predios afectados dentro de la urbe del cantón Chambo.

Así mismo la investigación tiene un enfoque cualitativo, pues durante la observación de las estructuras se llenará una ficha de campo, con parámetros definiendo a cada estructura si se encuentra afectada, no afectada o no se identifica.

## 4.2 Unidad de Análisis.

El estudio de campo se llevará a cabo con un grupo de predios que serán nuestro foco de análisis, delimitado por cuadras que se hallan dentro de la zona de mayor crecimiento constructivo del cantón Chambo, se tomará la muestra en base a la cantidad de predios localizados en la zona urbana del Cantón.



**Figura 9:** Localización Territorial Cantón (izq.) y Cabecera Cantonal (der.).

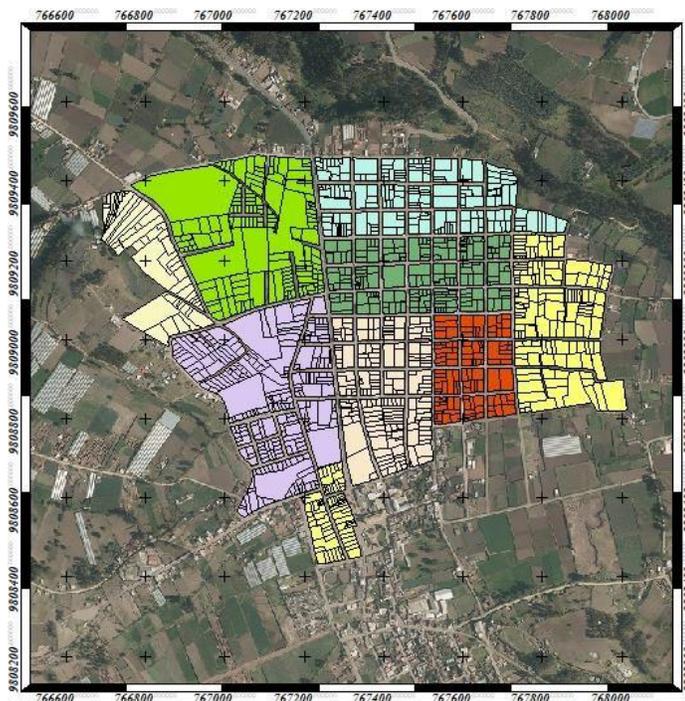
**Fuente:** (Sula, 2022).

### 4.3 Tamaño de la Muestra.

La población general de los predios que comprenden el cantón Chambo es de 180 cuadras comprendidas en la zona urbana del cantón.

Se escogió como muestra 90 cuadras situadas en la parte céntrica del Cantón Chambo, utilizando una muestra basada en el juicio particular del investigador denominado, “Muestreo por Conveniencia”, además de ellos se eligió los predios de estudio mediante la selección bajo los siguientes parámetros: densidad poblacional, construcciones relativamente nuevas.

Con la ayuda del Software ArcGIS 10.5 y el catastro facilitado por el Gobierno Autónomo Municipal de Chambo se estableció el área de investigación, delimitando a los predios en cuadras de estudio.



**Figura 10:** Barrios que conforman el casco Central del Cantón Chambo.

*Fuente:* (Sula, 2022).

#### 4.4 Materiales.

Durante el desarrollo de la investigación se utilizaron los siguientes materiales que se detallan en la, “**Tabla 2**”

*Tabla 2: Materiales empleados para desarrollar la investigación.*

<b>FUENTE</b>	<b>RECURSOS</b>
<b>GADM Cantón Chambo</b>	Catastro Municipal actualizado 2021
<b>GADM Cantón Chambo</b>	Orto foto Georreferenciada Limite Urbano del Cantón

*Fuente: (Sula, 2022).*

Para poder visualizar la orto foto proporcionada por el GADM del cantón Chambo se requiere de un Sistema de Información Geográfica (GIS), en este caso se utilizó el Software ArcGIS debido a que este software es de manejo no tan complejo y cuenta con las herramientas necesarias para el desarrollo de la investigación.

Los Sistemas de Información Geográfica son sistemas que permiten recopilar, organizar, administrar, y analizar la información geográfica en base a un conjunto de mosaico de aerofotografías e información recopilada en campo.

Un SIG es un conjunto de herramientas compuesto por hardware, software, datos y usuarios, que permite capturar, almacenar, administrar y analizar información digital, así como realizar gráficos y mapas, y representar datos alfanuméricos. El hardware es el conjunto de los componentes físicos del sistema informático; incluye los periféricos de entrada y salida. Los primeros permiten obtener datos (dispositivos móviles, escáneres, cámaras...) y los segundos visualizar y presentar la información procesada (monitor, impresora...). El software está compuesto por los elementos lógicos o intangibles (programas, aplicaciones, instrucciones y

reglas informáticas), que realizan las operaciones y tareas específicas entre ellas el control del hardware. Por último, los datos pueden ser de dos tipos geográficos o alfanuméricos. Su característica fundamental es que están georreferenciados o referidos a la superficie terrestre (López Trigal, 2015).

El objetivo de un sistema de información geográfica es la representación de la realidad para analizar y operar con esta. Para ello, es clave el almacenamiento y la estructuración de los distintos datos espaciales. La estructura de los datos puede almacenarse en sistemas duales o independientes, por un lado, la parte gráfica sobre la que se realizan vínculos que interconectan la información gráfica y alfanumérica.(López Trigal, 2015)

## **4.5 Técnicas De Recolección de Datos**

### 4.5.1 Revisión Bibliográfica

La búsqueda de fuentes bibliográficas es de suma importancia para recabar más información del tema investigado, con la ayuda de buscadores académicos como Google Scholar, y repositorios digitales de diferentes universidades, Scopus, ProQuest, con temas relacionados a la investigación, problemas que generan la incrustación de tuberías en los elementos estructurales que constituyen una vivienda.

### 4.5.2 Toma de muestras a analizar.

Se recopiló datos numéricos aplicando la ficha de campo, en todos los predios seleccionados de la urbe del Cantón Chambo, identificando mediante la observación los problemas estructurales debido a errores en la distribución de sistemas hidrosanitarios, catalogando a cada estructura como afectada, no afectada o no identificada, se debe recalcar que dentro de la

estructuras no identificadas se tomó en cuenta las viviendas patrimoniales y los predios en los que no se registra ninguna construcción.

#### **4.6 Técnicas de análisis e interpretación de información.**

##### 4.6.1 Análisis de datos recogidos.

Toda la información recolectada mediante el uso de la ficha de campo se integró al Software ArcGIS, al que previamente se cargó la orto foto y el catastro facilitado por el Municipio de Chambo, una vez identificado el predio se procedió a catalogarlo si se encontraba afectado, no afectado, o no identificado, en caso de estar afectado se identifica el tipo de afectación pudiendo ser de tipo sanitario, pluvial o de agua potable, finalmente se especifica los nivel o pisos con los que cuenta la estructura.

Descargado toda la información digitalizada y a analizada mediante el Software ArcGIS, tabulamos los datos usando el Software Microsoft Excel aplicado las siguientes ecuaciones:

$$\%Área_{Afectada} = \frac{Área_{Afectada}}{Área_{Total}} * 100\% \quad (\text{Ecuación 1})$$

Aplicando la ecuación 1 se obtuvo el porcentaje de afectación que está buscando en la presente investigación.

## CAPÍTULO IV

### 5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aplicando una metodología apropiada en base a la revisión bibliográfica y abarcado la mayor información posible sobre el tema de investigación, se observó a través de inspecciones visuales que una cantidad significativa de estructuras presentan errores en el diseño y construcción de sistemas hidrosanitarios, ya con lo expuesto se estableció el porcentaje de incidencia de la problemática, denotando claramente que no se cumple con las recomendaciones que sugiere la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), así como también la American Concrete Institute (ACI).

#### 5.1 Resultados de Inspecciones Visuales.

Las Inspecciones visuales arrojaron como resultado la identificación de diversas edificaciones que presentan errores en el diseño y construcción las instalaciones hidrosanitarias, pudiéndose identificar la presencia de tuberías en las zona de confinamiento de las vigas “Figura 11”, se observó además que este tipos de problemas no se presenta solo en edificaciones de baja altura sino que demás se está presente en edificaciones de gran altura y con diferentes tipo de uso (vivienda y comercial) “Figura 12”.

Otro y sin duda uno los problemas más preocupantes que se apreció durante las inspecciones visuales es que existen edificaciones donde además de presentar la incrustación de tuberías en las vigas, se nota claramente la presencia de ventanas en el mismo sitio de modo que en estas estructuras se presenta el efecto de columna corta en la misma zona “Figura 13”.

Los elementos hidrosanitarios que atraviesan las vigas desplazan a la correcta distribución del acero, además de ello exponen al acero de refuerzo a la intemperie de modo que sufran oxidación, esto de evidencia en varias edificaciones del cantón Chambo “Figura 14 y 15”.



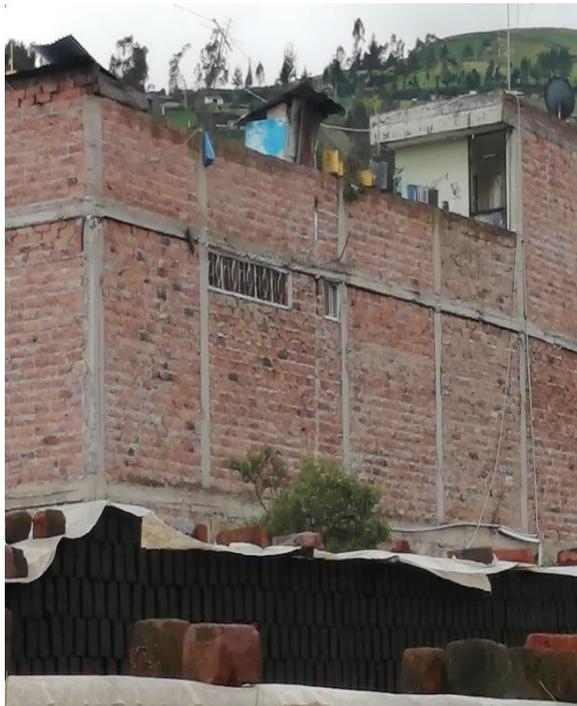
***Figura 11: Tuberías Embebidas en la zona de confinamiento de la viga.***

***Fuente: (Sula, 2022).***



**Figura 12:** Edificaciones de gran altura atravesado por bajantes de aguas.

**Fuente:** (Sula, 2022).



**Figura 13:** Edificaciones con presencia de bajantes, presentan efecto de columna corta.

**Fuente:** (Sula, 2022).



***Figura 14: Vigas Atravesadas por vigas.***

***Fuente: (Sula, 2022).***



***Figura 15: Vigas con Tuberías Embebidas.***

***Fuente: (Sula, 2022).***

## 5.2 Resultado Obtenidos en el Cantón Chambo

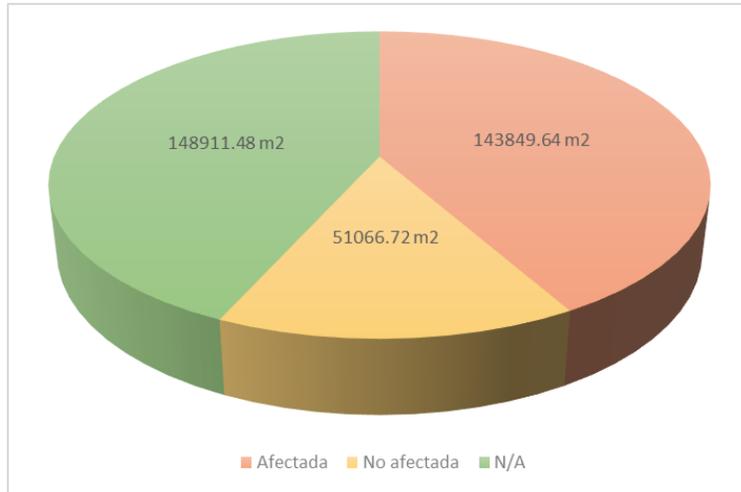
Para establecer el porcentaje de incidencias de complicaciones estructurales debido a falencias en el diseño y construcción del sistema hidrosanitario en el cantón Chambo, se procedió a equiparar la información del total de áreas levantadas en el cantón y así se obtuvo un total de 143 849.63  $m^2$  lo que representa el 42 % de predios afectados en el cantón Chambo “Tabla 3, Figura 16 y 17”.

Se muestra gráficamente los predios localizados como afectados marcándolos con color rojo, los no afectados con color verde y los no identificados se los denota con color naranja, localizado cada predio de acuerdo al tipo de afectación que presenta “Figura 18”.

*Tabla 3: Porcentaje de afectación Cantón Chambo.*

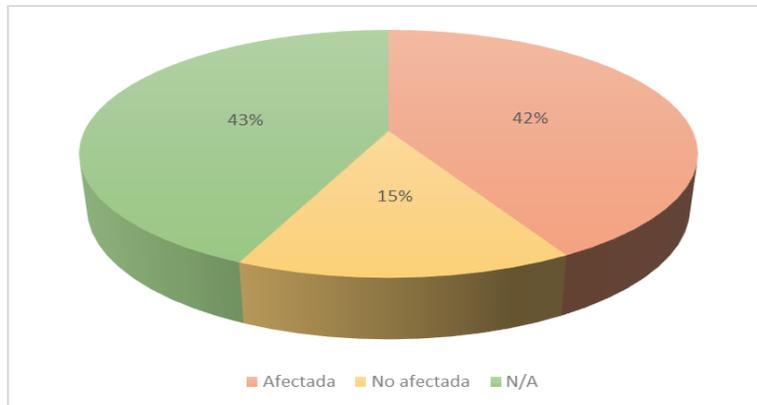
<i>Área de Estudio</i>		
<i>Predios</i>	<i>Área (<math>m^2</math>)</i>	<i>Porcentaje</i>
<i>Afectada</i>	143849.637	42%
<i>No afectada</i>	51066.7194	15%
<i>N/A</i>	148911.481	43%
	<b>343827.837</b>	<b>100%</b>

*Fuente: (Sula, 2022).*



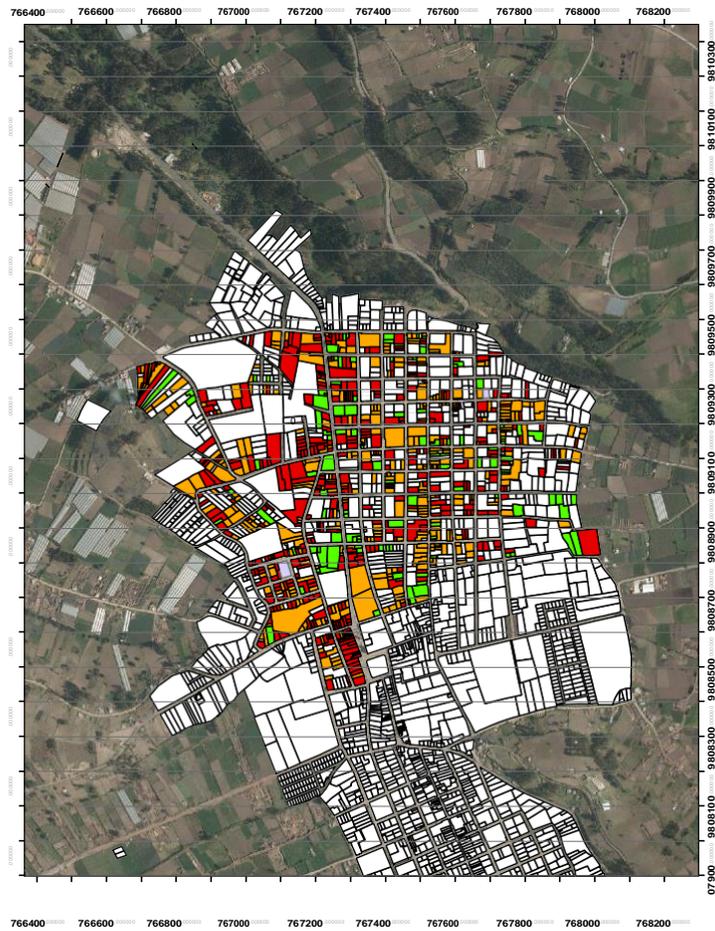
**Figura 16:** Área de predios afectados, no afectados, No Identificados Cantón Chambo.

**Fuente:** (Sula, 2022).



**Figura 17:** Porcentaje de afectaciones estructurales en el Cantón Chambo.

**Fuente:** (Sula, 2022).



*Figura 18: Mapa de Resultados cantón Chambo.*

*Fuente: (Sula, 2022).*

## 6 CONCLUSIONES

Mediante inspecciones visuales de las estructuras que se hallan construidas en el cantón Chambo se apreció que muchas de ellas presentan erros en la parte constructiva, pues existen miembros estructurales que son atravesados por los sistemas hidrosanitarios, denotando que un 42% de edificaciones existentes presentan el problema que se analiza en la presente investigación, siendo las mayormente afectadas construcciones relativamente nuevas, específicamente edificaciones con una altura superior a dos pisos.

Usando la herramienta informática ArcGIS en complemento con el catastro facilitado por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Chambo se registró las edificaciones que presentan errores de diseño y constructivos debido a las instalaciones hidrosanitarias.

Se conoce que la construcción es una actividad compleja que requiere la integración de varios aspectos entre ellos, el diseño arquitectónico, el diseño estructural, el diseño hidrosanitario, es por ello que es sumamente necesario la inserción de un profesional de la construcción que garantice la correcta integración de todos los elementos que constituyen la construcción.

Entre las principales causas que ocasionan errores tanto en el diseño como en la parte constructiva es la falta de ordenanzas que regulen la construcción de edificaciones de gran altura donde se integran varios aspectos.

La ordenanza que regula el uso y ocupación del suelo en el cantón Chambo en su artículo 11 establece los requisitos para la aprobación de planos de un proyecto de edificación, siendo el

requisito número 15 los estudios de Instalaciones Hidrosanitarias, aprobados en la Dirección de Obras Públicas.

Se debe mencionar además que solo exige, sí el diseño supera a los 400 m<sup>2</sup> de construcción siendo necesario presentar planos estructurales, eléctricos, hidrosanitarios y especiales si fuera el caso.

Otra de las causas que generan la problemática descrita en la presente investigación se debe a la construcción informal y al crecimiento desorganizado, además de la falta de planificación y un ordenamiento territorial adecuado.

Crear organismos de control (comisaria de construcción) que velen por el cumplimiento de procesos constructivos que garanticen la correcta localización de los sistemas hidrosanitarios, dentro de la edificación.

Concientizar a los propietarios, así como también a los constructores de cuáles son las especificaciones técnicas mínimas que deben cumplir al momento de realizar una construcción, ya sea de una vivienda de uso residencial o una edificación de mayor importancia.

La academia no puede quedar lejos de esta problemática debido a que son los futuros diseñadores y constructores, se debe involucrar a la academia para que brinde soluciones oportunas aplicando el uso de nuevas herramientas tecnológicas como la metodología BIM, que nos permite la recreación de todo el proceso constructivo, y además nos ayuda a encontrar problemas que podrían suscitarse durante la ejecución de las obras en sitio.

## **7 RECOMENDACIONES**

En la presente investigación se analizaron los posibles problemas estructurales que presentan las edificaciones localizadas en el Cantón Chambo, debido a errores en el diseño y construcción de sistemas hidrosanitarios, notando en varias ocasiones como tuberías atraviesan miembros estructurales como vigas, columnas siendo esto un problema recurrente.

Todo lo descrito previamente nos pone a pensar de qué manera influye la incorporación de tuberías dentro de los miembros estructurales, cuáles podrían ser las repercusiones que tendría la estructura ante un eventual sismo de grandes proporciones.

Se recomienda que se realice una investigación del comportamiento de los miembros estructurales que se ven afectados por la incorporación de tuberías dentro de su área de trabajo, aplicando la normativa vigente, y ayudados de los softwares SAP2000 y ETABS que específicamente utilizados para la modelación de edificaciones.

## 8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACI-318. (2014). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural ( ACI 318S-05 ) y Comentario ( ACI 318SR-05 ). *American Concrete Institute*, 495.

Almarwae, M. (2017). *Structural Failure of Buildings : Issues and Challenges*. January.

Barbat, A. H., Canas, J. A., & Yezpez, F. (1995). Riesgo, peligrosidad y vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería. In *Monografías de Ingeniería Sísmica* (p. 118).

<http://www.cimne.com/tiendaCIMNE/free/MIS12.pdf>

Chambilla, C. (2016). “ANÁLISIS, DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES SANITARIAS DE UN EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS DE 05 NIVELES Y 01 SEMISÓTANO, UTILIZANDO PLATAFORMA BIM, EN EL DISTRITO DE JOSÉ LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO.” UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA.

Farinango, D. F. S. (2016). “BASES PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS HIDROSANITARIOS EN EDIFICACIONES ESCOLARES, UNIDAD EDUCATIVA DEL MILENIO (UEM).” UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.

López Trigal, L. (2015). *Diccionario de Geografía aplica y profesional: terminología de análisis, planificación* (D. Rio Fernades; José Alberto; Savérico Sposito, Eliseu; Trinca Fighera (ed.)). Universidad de León.

Mauricio, D., & Oñate, S. (2017). *Comportamiento De Conexion Losa Columna En Porticos Con Vigas Vanda En Nudos Interiores*.

Mercedes, A. L. H. (2013). *Planificacion para Implementar el Diseño del Sistema Hidráulico-Sanitario en la Residencia Estudiantil de la ESPE, Sede Latacunga*.

- Mousavian, S. (2010). Experimental Study of Reinforced Concrete Columns with Embedded Pipe. *Universiti Teknologi Malaysia, April*.
- Nataj, A. B. (2018). *Seismic behaviour and strength of reinforced concrete columns with embedded drain pipe*.
- Nec, C., & Armado, H. (2015). NEC-SE-HM. *Nec, C., & Armado, H. (n.d.). No Title*.
- NEC-11, (2011).
- Oyola., O. D. D., & Alvarez, D. A. T. (2006). ANÁLISIS DE EFECTOS CAUSADOS A LA ESTRUCTURA DE UNA EDIFICACIÓN POR LA DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES HIDRÁULICA Y SANITARIA. In *Universidad Industrial de Santander*.
- Pulido, A., & Wilches, M. (2017). *Deficiencias identificadas en instalaciones técnicas en tres obras caso de estudio*. Universidad La Gran Colombia.
- Ruiz, Miguel Cervera & Dìas, E. (2014). *Mecánica de Estructuras*.
- Thaar, L., & Salaman, S. (2015). *Reinforced Concrete Moderate Deep Beams with Embedded PVC Pipes ABSTRACT : 3, 19–29*.

## 9 ANEXOS







*Anexo 1: Resultados de Inspección Visual, Cantón Chambo.*

*Fuente: (Sula, 2022).*



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



**"ESTIMACIÓN DE INCIDENCIA DE PROBLEMAS ESTRUCTURALES CAUSADOS POR ERRORES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES  
HIDROSANITARIAS EN EL CANTÓN CHAMBO"**

PARROQUIA: \_\_\_\_\_ BARRIO: \_\_\_\_\_ REFERENCIA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

	Errores en diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias			Instalaciones Hidrosanitarias			Número de pisos			
	AFECTADA	NO AFECTADA	N/A	PLUVIALES	A. POTABLE	SANITARIAS	1	2	3	4
Vivienda 1										
Vivienda 2										
Vivienda 3										
Vivienda 4										
Vivienda 5										
Vivienda 6										
Vivienda 7										
Vivienda 8										
Vivienda 9										
Vivienda 10										
Vivienda 11										
Vivienda 12										
Vivienda 13										
Vivienda 14										
Vivienda 15										
Vivienda 16										
Vivienda 17										
Vivienda 18										
Vivienda 19										
Vivienda 20										
Vivienda 21										
Vivienda 22										
Vivienda 23										
Vivienda 24										
Vivienda 25										

CROQUIS

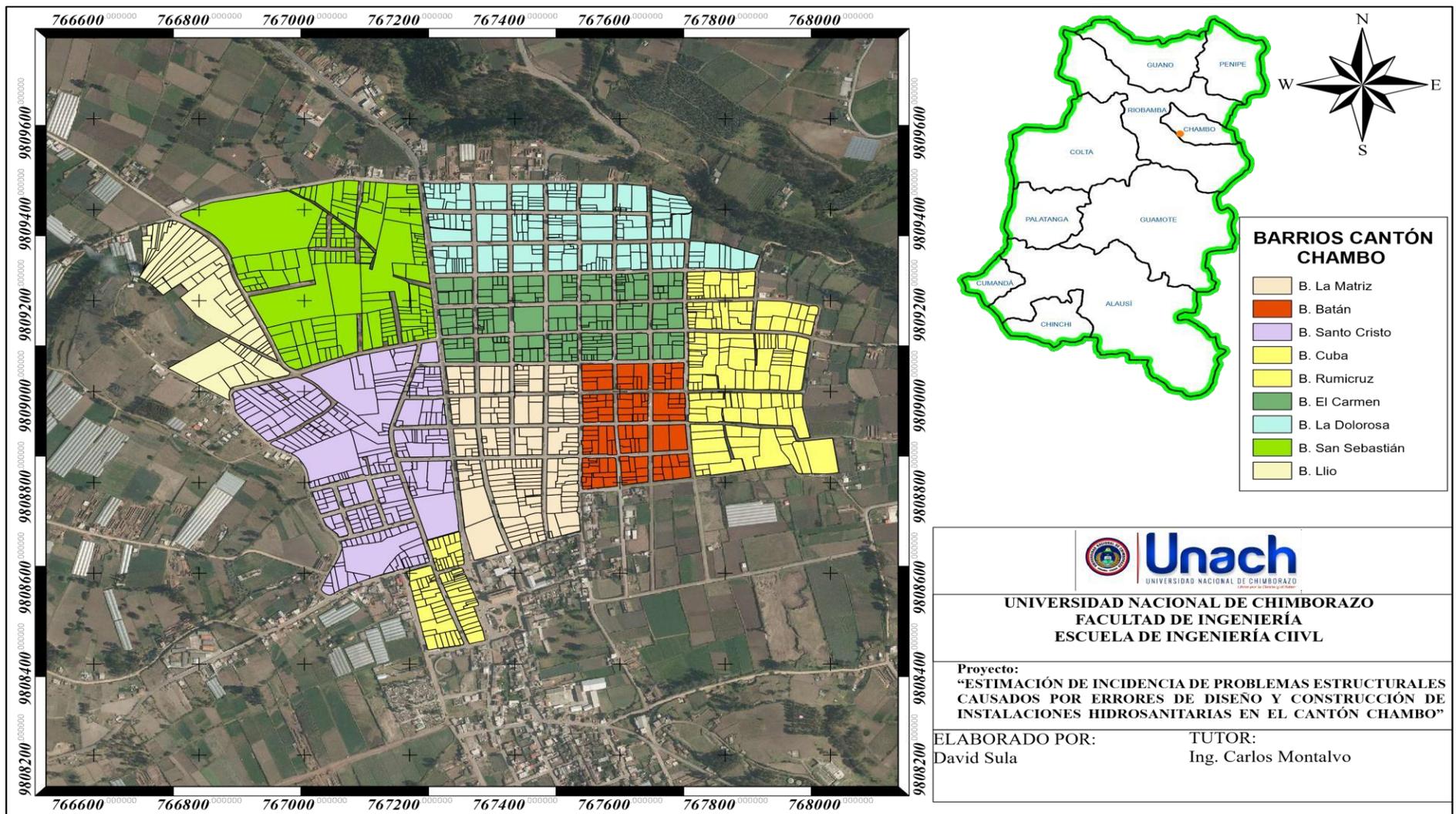
COORDENADAS:	

AFECTADA  
NO AFECTADA  
N/A: No se puede identificar

OBSERVACIONES:

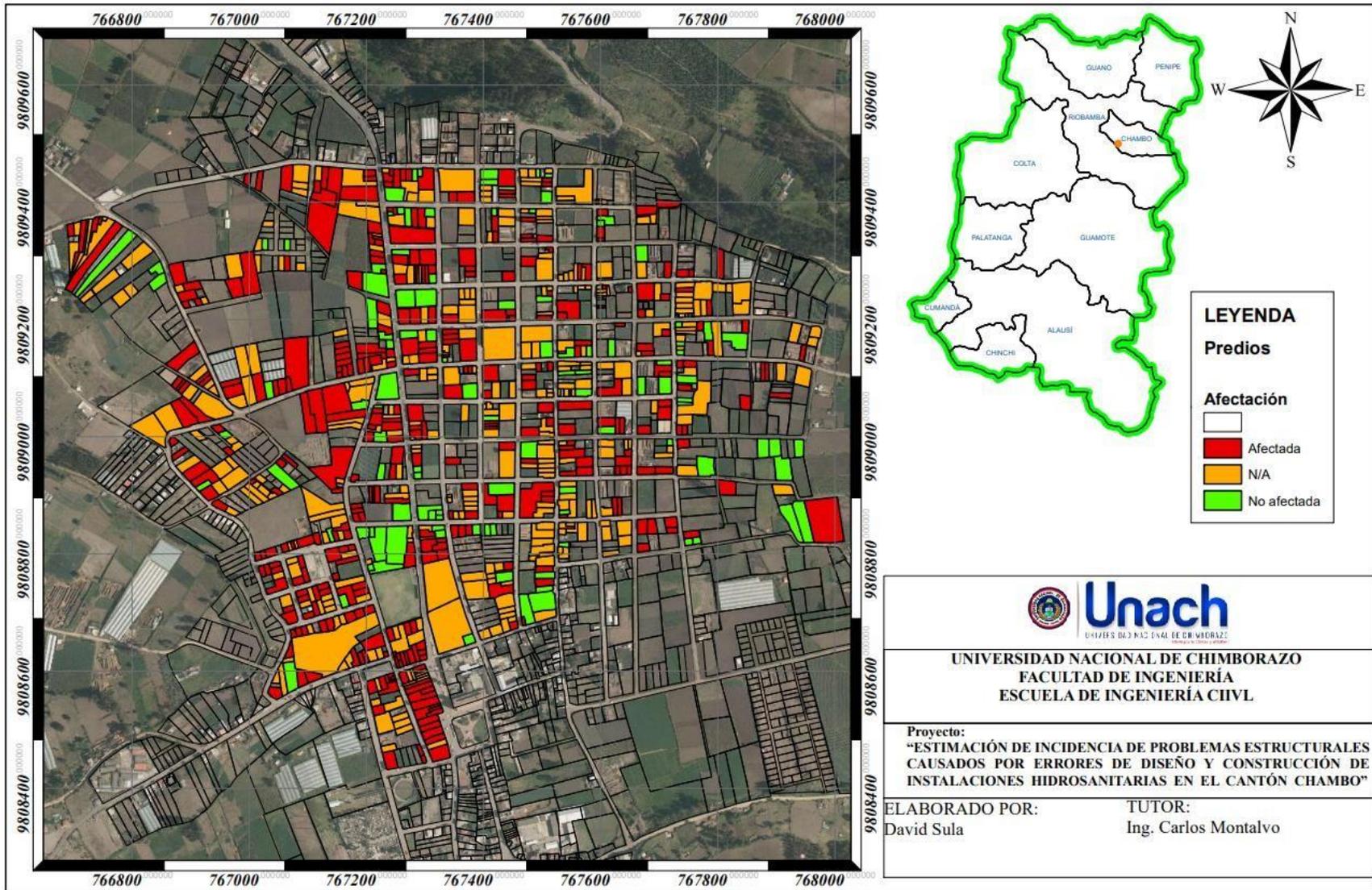

*Anexo 2: Ficha de levantamiento en Campo.*

*Fuente: (Sula, 2022).*



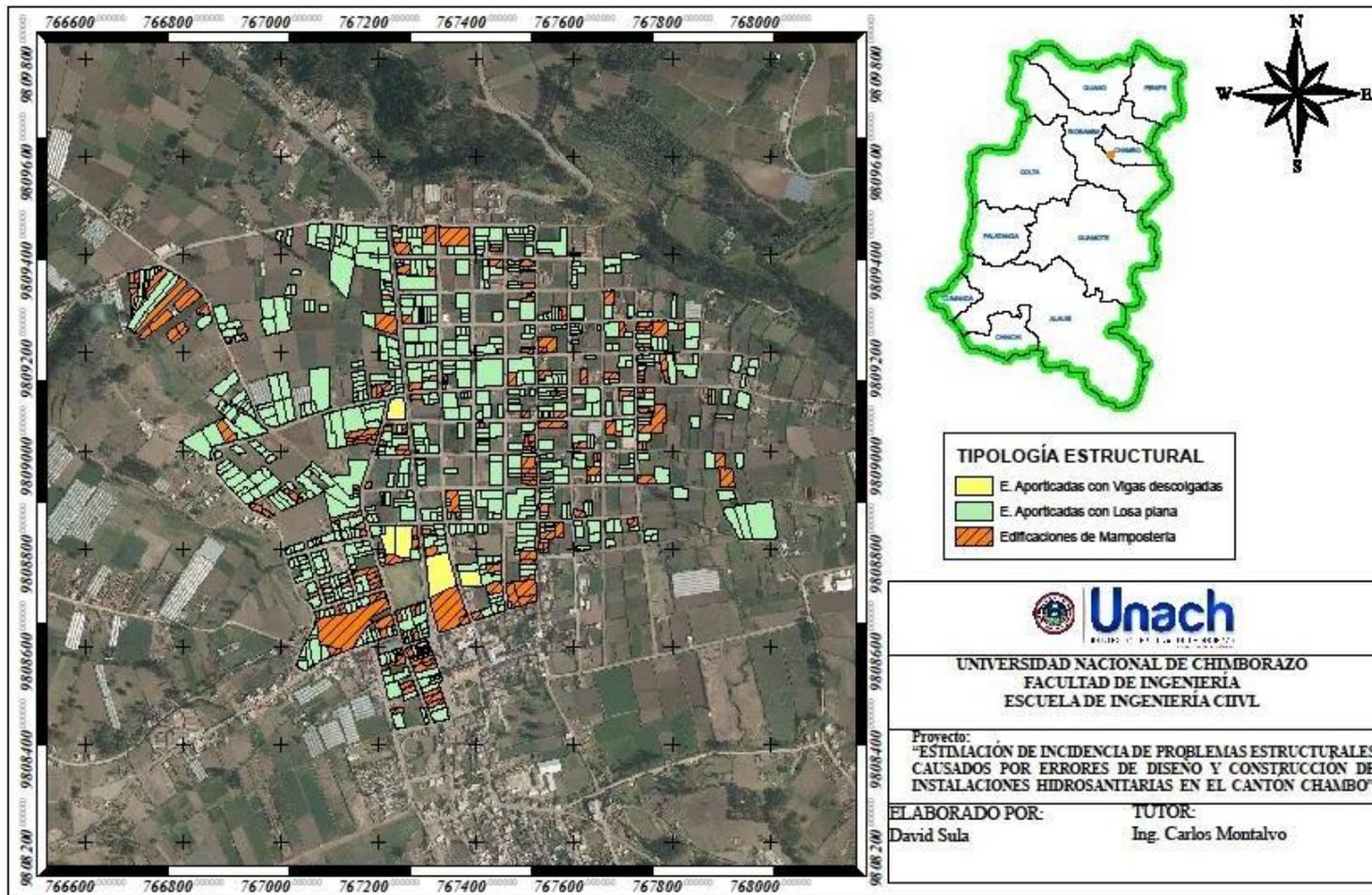
Anexo 3: Barrios del casco central, Cantón Chambo.

Fuente: (Sula, 2022).



*Anexo 4: Edificaciones afectadas en el Cantón Chambo.*

*Fuente: (Sula, 2022).*



*Anexo 5: Tipología Estructural de las Edificaciones en el Cantón Chambo.*

*Fuente: (Sula, 2022).*