



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

Diseño de Hormigón por el método del ACI-211 con Resistencia F'C 240 kg/cm², consistencia Fluída, tipo de cemento selva alegre y agregados de cantera cantesan, sitio la chicha, parroquia San Isidro, Cantón Sucre

Autor:

Kelly Katherine López Cedeño

Tutor(a)

Ing.Patricio Andrés Pazmiño Balda.

**Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica – Extensión
Sucre
Tecnología Superior en Construcciones Sismorresistentes**

Bahía de Caráquez- Manabí- Ecuador

2025

CERTIFICACION DEL TUTOR

Patricio Andrés Pazmiño Balda, Mg.; docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, en calidad de Tutor(a).

CERTIFICO:

Que el presente proyecto integrador con el título: “Diseño de Hormigón por el método del ACI-211 con Resistencia F'C 240 kg/cm², consistencia Fluída, tipo de cemento selva alegre y agregados de cantera cantesan, sitio la chicha, parroquia San Isidro, Cantón Sucre” ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, está listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opciones y conceptos vertidos en este documento son fruto de la perseverancia y originalidad de su(s) autor(es):

Kelly Katherine López Cedeño

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

Bahía de Caráquez, septiembre de 2025



Ing. Patricio Andrés Pazmiño Balda.

TUTOR(A)

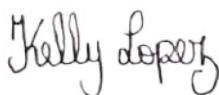
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien(es) suscribe(n) la presente:

Kelly Katherine López Cedeño

Estudiante(s) de la Carrera construcción sismorresistente, declaro bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: **“Diseño de Hormigón por el método del ACI-211 con Resistencia F'C 240 kg/cm², consistencia Fluida, tipo de cemento selva alegre y agregados de cantera cantesan, sitio la chicha, parroquia San Isidro, Cantón Sucre”**, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Bahía de Caráquez, septiembre de 2025



Kelly Katherine López Cedeño



APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: **“Diseño de Hormigón por el método del ACI-211 con Resistencia F'C 240 kg/cm², consistencia Fluída, tipo de cemento selva alegre y agregados de cantera cantesan, sitio la chicha, parroquia San Isidro, Cantón Sucre”** de su autor: *Kelly Katherine López Cedeño* de la Carrera “¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.”, y como Tutor del Trabajo el Ing. Patricio Andrés Pazmiño Balda.

Bahía de Caráquez, septiembre de 2025

Dr. Eduardo Antonio Caicedo Coello

Ing. Patricio Andrés Pazmiño Balda

DECANO(A)

TUTOR(A)

PRIMER MIEMBRO TRIBUNAL

SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL

Lcda. Fátima Saldarriaga Santana, Mg.

SECRETARIA

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por concederme la fortaleza, la sabiduría y la constancia necesarias para alcanzar esta meta. A mi madre, por ser mi guía, mi mayor apoyo y el ejemplo más grande de esfuerzo, dedicación y amor incondicional y a mi hijo que ha sido mi ánimo y valor para seguir ante cualquier cosa, gracias.

Extiendo mi reconocimiento a los docentes de la carrera de **tecnología superior construcción sismorresistente** por compartir su conocimiento y acompañar mi formación profesional. En especial, al Ing. Patricio Andrés Pazmiño Balda por su orientación, compromiso y apoyo constante durante la elaboración de este proyecto.

Kelly Katherine López Cedeño

DEDICATORIA

Hay logros que no se alcanzan en soledad. Detrás de cada paso dado, hubo amor, miradas que alentaron, brazos que sostuvieron y pequeñas razones que hicieron grande este camino. Este proyecto no es solo una meta cumplida, es también un homenaje silencioso a quienes lo hicieron posible.

A mi madre, cuyo amor inquebrantable ha sido mi mayor motor. Por ser fortaleza cuando todo flaqueaba y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Su ejemplo me acompaña en cada decisión y su sacrificio está presente en cada logro.

A mi hijo, pequeño y luminoso, que con su ternura y su sola existencia me ha dado la razón más profunda para persistir. Aunque aún no lo sepa, él fue mi impulso más grande y mi meta más noble.

Esta dedicatoria no es solo un agradecimiento: es una promesa. A ustedes, que caminaron conmigo, les pertenece también este logro.

Kelly Katherine López Cedeño

RESUMEN

En el cantón Sucre y en gran parte de la provincia de Manabí, la elaboración de mezclas de hormigón se realiza de manera empírica, sin considerar las propiedades físicas de los materiales locales, lo que afecta la calidad y durabilidad de las obras. El objetivo general del proyecto fue diseñar una dosificación de mezcla de hormigón estructural mediante el método ACI 211.1, con una resistencia $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$, utilizando cemento Selva Alegre y agregados de la cantera Cantesan. La metodología se basó en recopilar información de la caracterización física de los materiales (granulometría, peso específico, absorción, módulo de finura), luego poniendo en práctica los conocimientos adquiridos para la dosificación en diseños de mezclas de hormigón mediante la aplicación del procedimiento ACI para obtener la una dosificación óptima. Como resultado, se obtuvo una mezcla, adecuada para las condiciones locales. Se concluye que la aplicación del método ACI 211.1 garantiza la obtención de mezclas técnicamente confiables, promoviendo mejores prácticas constructivas el cantón sucre y en la provincia de Manabí.

PALABRAS CLAVE

Hormigón, ACI 211.1, Dosificación, granulometría, absorción.

ABSTRACT

In the canton of Sucre and much of the province of Manabí, concrete mixes are prepared empirically, without considering the physical properties of local materials, which affects the quality and durability of the structures. The overall objective of the project was to design a structural concrete mix using the ACI 211.1 method, with a strength of $f'_c = 240 \text{ kg/cm}^2$, using Selva Alegre cement and aggregates from the Cantesan quarry. The methodology was based on collecting information on the physical characterization of the materials (grain size, specific weight, absorption, fineness modulus), then putting the knowledge acquired into practice for the dosage in concrete mix designs by applying the ACI procedure to obtain the optimal dosage. As a result, a mixture suitable for local conditions was obtained. It is concluded that the application of the ACI 211.1 method guarantees the production of technically reliable mixes, promoting better construction practices in the canton of Sucre and the province of Manabí.

KEYWORDS

Concrete, ACI 211.1, Mix design, grain size, absorption

ÍNDICE

CERTIFICACION DEL TUTOR	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA.....	VI
RESUMEN	VII
PALABRAS CLAVE	VII
ABSTRACT	VIII
KEYWORDS	VIII
ÍNDICE.....	IX
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	X
ÍNDICE DE TABLAS	X
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. TITULO	1
1.2. INTRODUCCIÓN.....	1
1.3. PROBLEMA.....	2
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.5. OBJETIVOS.....	4
1.5.1. Objetivo general.....	4
1.5.2. Objetivos específicos.....	4
1.6. METODOLOGÍA	5
1.6.1. Procedimiento.....	5
1.6.2. Técnicas	5
1.6.3. Métodos.....	5

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. DEFINICIONES	6
2.2. ANTECEDENTES.....	¡Error! Marcador no definido.
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS	11
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA	13
3.1. OBJETIVO 1	¡Error! Marcador no definido.
3.2. OBJETIVO 2	¡Error! Marcador no definido.
3.3. OBJETIVO 3	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	17
4.1. CONCLUSIONES	17
4.2. RECOMENDACIONES.....	18
BIBLIOGRAFÍA	20
ANEXOS	23

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

ÍNDICE DE TABLAS

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. TITULO

Diseño de Hormigón por el método del ACI-211 con Resistencia F'C 240 kg/cm², consistencia Fluída, tipo de cemento selva alegre y agregados de cantera cantesan, sitio la chicha, parroquia San Isidro, Cantón Sucre

1.2. INTRODUCCIÓN

La calidad del concreto juega un papel importante en garantizar la seguridad estructural y la funcionalidad en el campo de la construcción civil. La mezcla de concreto está formada por cemento, agregados pétreos, agua y aire que influyen en sus características mecánicas para su durabilidad, esta mezcla o combinación debe ser precisa para garantizar la resistencia requerida.

El diseño de la mezcla de concreto no debe realizarse de manera empírica, sino basarse en normativas técnicas que garanticen su calidad y resulten en una estructura económica y más segura para la construcción. Como menciona Cajilema Cango (2019), el empleo de criterios técnicos como el ACI 211.1 proporciona composiciones adecuadas para situaciones individuales, además de la optimización de los materiales pétreos y la calidad del producto.

En la parroquia de San Isidro perteneciente al cantón Sucre, existen canteras como Cantesan que distribuyen material pétreo para obras de gran parte de la zona norte de la provincia de Manabí. Y aun así no existen estudios técnicos en relación con las propiedades de estos materiales, es por tal motivo que aún persisten dudas sobre la calidad de las mezclas empleadas de manera empírica por falta de conocimiento técnico de Maestros constructores que prefieren dosificar el hormigón de manera tradicional o empírica, generando problemas que comprometen la seguridad de estructuras construidas con este material noble como lo es el hormigón.

Por tal motivo es necesaria una evaluación técnica de los agregados existentes para seleccionar mezclas eficientes por etapas que se adapten a los requisitos locales sujetos a los criterios de sostenibilidad.

En otros lugares se han realizado experimentos basados en este tipo de propuestas. Por ejemplo, en el trabajo de Sánchez et al. (2022) en el sur de Perú, se aplicó el método del ACI para el diseño de mezclas con materiales locales, lo que llevó a un aumento en la resistencia y el costo. En Ecuador, los estudios de Llor y Guerrero (2020) en la provincia de El Oro han demostrado la viabilidad técnica y económica en el uso de insumos regionales para desarrollar mezclas para obras rurales.

1.3. PROBLEMA

En el cantón Sucre de la provincia de Manabí, la mayor parte de las obras se ejecutan frecuentemente con mezclas de hormigón elaboradas de forma empírica, sin contar con una dosificación técnica realizada con la normativa respectiva que sea ajustada a las propiedades de los materiales del sector. Esta práctica inadecuada conlleva a que las mezclas de hormigón, sean de baja resistencia debido al abuso en las cantidades de agua que se aplican a estas mezclas de origen empírico. Además, la ausencia de una caracterización física de los agregados y el uso indiscriminado de arena de playa, junto con la falta de aplicación las normativas técnicas para dosificaciones de concreto, representan una desventaja que puede comprometer la durabilidad y eficiencia de las obras construidas en la zona. Por tales motivos, surge la necesidad de analizar y diseñar una mezcla de hormigón, mediante el método ACI 211, implementando los materiales de la zona y el uso de Cemento Tipo Gu de la marca Selva Alegre, con el fin de garantizar un producto estructuralmente confiable.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Desde el punto de vista académico, esta propuesta representa una oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en la materia control y calidad del hormigón en el proceso de formación profesional, además de implicar los conocimientos teóricos, se pueden formar los conocimientos prácticos de ensayos de laboratorio para caracterizar los materiales pétreos de la zona.

Desde el componente tecnológico, el proyecto plantea la aplicación del método ACI 211.1, reconocido internacionalmente por su precisión en el diseño

de mezclas de hormigón. La ejecución del mismo permite validar este procedimiento en un contexto rural, con materiales disponibles localmente, demostrando que es posible generar soluciones estructurales mediante herramientas normativas que optimicen los recursos y garanticen calidad técnica. Además, se emplean ensayos estandarizados para verificar propiedades como el asentamiento y el peso unitario del hormigón fresco, aportando datos cuantitativos sobre su desempeño.

En relación con la línea de investigación institucional, esta propuesta se vincula directamente con el eje de “Tecnología de los materiales y soluciones constructivas sostenibles”, ya que promueve el uso racional y técnico de los recursos disponibles en la comunidad. Simultáneamente, concuerda con las metas de vinculación con la sociedad, ya que aporta al robustecimiento de habilidades locales a través de la creación de un producto técnico ajustado a las demandas auténticas del territorio.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general

Diseñar una mezcla de hormigón mediante el método ACI 211.1, utilizando materiales de la cantera Cantesan del sitio La Chicha, parroquia San Isidro del cantón Sucre, con el fin de obtener una mezcla de consistencia fluida y resistencia $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$.

1.5.2. Objetivos específicos

- Caracterizar físicamente los materiales disponibles en el sitio de intervención (cemento, agregado fino, agregado grueso y agua).
- Realizar la dosificación de la mezcla de hormigón utilizando el método ACI 211.1, ajustada a las propiedades de los materiales.
- Obtener el resumen de la dosificación para 1m^3 de hormigón

1.6. METODOLOGÍA

1.6.1. Procedimiento

El proceso se dividió en tres etapas. En la primera etapa, se recolectaron muestras de los materiales disponibles en el sitio La Chicha, que incluían cemento Selva Alegre, agregado fino, agregado grueso de la cantera Cantesan y agua. Durante la segunda etapa, se recolectaron los datos de los materiales pétreos en las instalaciones del laboratorio Concrenor basados en las normas técnicas para diseño de mezclas agregados pétreos para el diseño de mezclas.

Con la información obtenida, se garantizó avanzar a la tercera etapa, que implicó el diseño de la mezcla utilizando el método ACI 211, con una consistencia fluida y una resistencia requerida de 240 kg/cm².

1.6.2. Técnicas

Una de las técnicas utilizadas para caracterizar los agregados fue el ensayo de granulometría, con base en la norma ASTM C136. Esta técnica permite determinar el tamaño máximo del agregado grueso y el módulo de finura del agregado fino.

Asimismo, se aplicaron técnicas de ensayo para absorción y contenido de humedad (ASTM C566 y C128), fundamentales para corregir el agua efectiva de la mezcla. La técnica del cono de Abrams (INEN 1763) se empleó para determinar el asentamiento del hormigón fresco, mientras que la técnica del peso unitario (ASTM C138) permitió evaluar la densidad de la mezcla obtenida.

1.6.3. Métodos

1.6.4. Diseño de mezcla de hormigón convencional – ACI 211.1

Este método fue desarrollado por el American Concrete Institute y es uno de los procedimientos más utilizados a nivel mundial para la dosificación del hormigón. Se fundamenta en principios técnicos que consideran la resistencia especificada del concreto (f'_c), las propiedades de los materiales disponibles, la trabajabilidad requerida y las condiciones de exposición.

El método proporciona un sistema de cálculo para seleccionar las proporciones de cemento, agua, agregado fino y agregado grueso con base en la densidad, la absorción y el contenido de humedad de los materiales, lo cual permite ajustar la mezcla a las condiciones reales del sitio de construcción (Cajilema Cango, 2019).

En el presente proyecto, este método fue utilizado en la fase de diseño, posterior a la caracterización física de los materiales, para obtener una mezcla de consistencia fluida y resistencia de 240 kg/cm² adaptada a las condiciones del sitio La Chicha, parroquia San Isidro.

1.6.5. Método de validación en estado fresco – Ensayo de propiedades físicas.

Para verificar el comportamiento de la mezcla diseñada, se utilizó el método de validación en estado fresco mediante ensayos de laboratorio. Este procedimiento se basó en normas técnicas reconocidas, como la ASTM C143 que sirve para medir la consistencia del hormigón en estado fresco, método conocido como ensayo de cono de Abrams.

Estos métodos fueron aplicados al elaborar una muestra de prueba de la mezcla diseñada, con el objetivo de comprobar el cumplimiento del diseño teórico realizado por el método ACI-211.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES

2.1.1 Fundamentación teórica del primer componente: Hormigón estructural y método ACI 211.1

El hormigón es uno de los materiales de construcción más utilizados a nivel mundial debido a su versatilidad, resistencia mecánica y durabilidad. Está compuesto por una mezcla de cemento, agua, agregados finos y gruesos, y en

algunos casos aditivos, cuya proporción debe ser cuidadosamente diseñada en función del uso estructural deseado. Según Neville (2012), el comportamiento del hormigón está determinado por la calidad de sus componentes, su dosificación y las condiciones de colocación y curado, por lo cual su diseño debe basarse en criterios técnicos y normativos.

El diseño de mezclas de hormigón estructural consiste en determinar las proporciones más adecuadas de los materiales, de tal forma que se garantice una resistencia específica, una buena trabajabilidad, durabilidad, economía y facilidad de colocación. En este proceso intervienen variables como la resistencia deseada, el tamaño máximo del agregado, la relación agua-cemento, la trabajabilidad requerida y la densidad de los materiales. El método ACI 211.1, desarrollado por el American Concrete Institute, es una de las metodologías más empleadas a nivel internacional para el diseño racional de mezclas. Este procedimiento se basa en el método del peso absoluto (también conocido como método volumétrico), y establece una serie de pasos técnicos que incluyen la determinación del contenido de agua, la selección de la relación a/c, la cantidad de cemento, el volumen de aire, y la proporción de agregados según sus propiedades físicas (American Concrete Institute, 2002).

Este método permite adaptar la dosificación a diferentes condiciones de obra y tipos de exposición, estableciendo tablas referenciales basadas en décadas de investigación y validación experimental. Como señalan Mehta y Monteiro (2014), la ventaja del método ACI 211.1 radica en su flexibilidad y en la posibilidad de ajustar las proporciones mediante ensayos simples como la determinación del revenimiento, la densidad del concreto fresco y la verificación de la resistencia en laboratorio. A diferencia de métodos empíricos, este sistema garantiza resultados reproducibles y compatibles con las normas ASTM y otras guías internacionales.

En el presente proyecto, se ha adoptado el método ACI 211.1 para el diseño de una mezcla de hormigón estructural con resistencia $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$, con consistencia fluida, utilizando cemento Selva Alegre y agregados de la

cantera Cantesan. Esta elección metodológica responde a la necesidad de estandarizar el proceso de diseño de mezclas en una zona donde tradicionalmente se han utilizado fórmulas empíricas sin validación técnica, lo que ha generado deficiencias estructurales en las edificaciones de la parroquia San Isidro, cantón Sucre, provincia de Manabí.

2.1.2 Fundamentación teórica del segundo componente: Cemento, agregados, agua y consistencia fluida

La calidad del hormigón está determinada en gran parte por las propiedades físicas y químicas de sus componentes. En particular, el cemento portland actúa como el aglomerante que une a los agregados mediante reacciones de hidratación. El cemento tipo IP, como el Selva Alegre utilizado en este estudio, contiene puzolanas naturales que mejoran la resistencia a largo plazo, disminuyen el calor de hidratación y ofrecen mayor durabilidad frente a ambientes moderadamente agresivos (INEN, 2020).

Los agregados representan entre el 60% y el 75% del volumen total del hormigón, razón por la cual su adecuada caracterización es fundamental. Se dividen en agregados finos (arenas) y agregados gruesos (gravas o piedras), y sus propiedades influyen directamente en la resistencia, durabilidad y trabajabilidad del concreto. Según el Instituto del Cemento Portland Argentino (2019), los agregados deben estar limpios, libres de impurezas orgánicas, y presentar una curva granulométrica continua. En este proyecto, se emplearon agregados extraídos de la cantera Cantesan del sitio La Chicha.

El agua de mezcla, por su parte, debe cumplir condiciones de potabilidad y estar libre de materiales que puedan interferir en la hidratación del cemento o afectar la durabilidad del hormigón. La relación agua/cemento (a/c) es un factor determinante en la resistencia del concreto: a mayor proporción de agua, mayor trabajabilidad, pero menor resistencia. Como afirman Mehta y Monteiro (2014), cada décima adicional en la relación a/c puede reducir significativamente la resistencia del hormigón endurecido. Por esta razón, el método ACI 211.1

establece recomendaciones precisas para ajustar esta relación en función del tipo de consistencia deseada.

En este proyecto se optó por una consistencia fluida, correspondiente a un asentamiento de aproximadamente 18 cm, según el ensayo de revenimiento ASTM C143. Este tipo de mezcla es ideal para vaciados directos, encofrados densos o secciones con alta concentración de acero, donde se requiere buena trabajabilidad sin recurrir a aditivos plastificantes. La fluidez se logra controlando el contenido de agua y el tamaño máximo de los agregados, y debe verificarse que no exista sangrado ni segregación en la mezcla. Como lo explican Castillo y Córdova (2021), una mezcla fluida bien diseñada permite mayor rendimiento y facilidad constructiva, sin comprometer la cohesión ni la resistencia del material.

En suma, una correcta selección y caracterización de los materiales, acompañada de un diseño normativo adaptado al entorno local, permite garantizar la calidad técnica del hormigón estructural. En este caso, los materiales disponibles en San Isidro, cantón Sucre, presentan condiciones adecuadas para la elaboración de una mezcla fluida con resistencia controlada, lo que demuestra la viabilidad técnica y económica de este tipo de soluciones constructivas para el contexto rural manabita.

2.2 ANTECEDENTES

La presente propuesta se desarrolló con la implementación de materiales pétreos de origen local, obtenidos en la cantera Cantesan del cantón Sucre, en la zona norte de la provincia de Manabí, Ecuador. Materiales que son considerados de excelente calidad según estudios recientes realizados en los laboratorios de la empresa Concrenor. Por lo tanto se reconoce que la zona Norte de la provincia de Manabí presenta una creciente demanda de infraestructura básica, especialmente en obras de vivienda, bordillos, alcantarillado, pavimentos rígidos, Puentes y sistemas de agua potable. Sin embargo, el crecimiento constructivo no ha estado acompañado de procesos técnicos estandarizados en cuanto al diseño de mezclas de hormigón, control de materiales o ejecución supervisada por profesionales.

La cantera Cantesan, ubicada en el sitio La Chicha dentro de esta parroquia, es una fuente activa de agregados para la construcción, abasteciendo tanto a obras locales como a proyectos del cantón Sucre. Sus materiales agregados finos y gruesos son utilizados de forma frecuente en cimentaciones, muros, losas y elementos prefabricados, aunque en muchos casos sin una caracterización previa adecuada. Del mismo modo, el cemento de uso más común en la zona es el tipo Selva Alegre, producido por la empresa UCEM, disponible en centros ferreteros y distribuidores locales.

La ejecución de este proyecto de titulación se enmarca, por tanto, en una necesidad real y vigente del territorio: contar con una propuesta técnica y replicable para el diseño de mezclas de hormigón que utilice los materiales disponibles localmente, basada en normas internacionales y ajustada a las condiciones constructivas del entorno. Esta vinculación directa con la parroquia y su GAD constituye un aporte valioso no solo en términos académicos, sino también como herramienta práctica para el desarrollo territorial.

Previo a la ejecución este proyecto, no se han identificado investigaciones de aspecto técnico que apliquen el método del ACI 211.1 utilizando los materiales la cantera cantesan, y no se ha encontrado evidencia de que existían estudios de dosificación de hormigón estructural que tomen en consideración las propiedades específicas del cemento Selva Alegre y los agregados de la cantera Cantesan. Se suele emplear medidas volumétricas heredadas de la experiencia de maestros y albañiles, tales como “usar o dosificar hormigón al ojo” formulas empíricas, sin ajustar las cantidades según la absorción del material, granulometría o humedad de los agregados lo que conlleva al abuso en la cantidad de agua y reduciendo la resistencia final del concreto. Esto ha generado mezclas de baja calidad, trabajabilidad deficiente y resistencia impredecible, comprometiendo seriamente las construcciones en el sector constructivo, dejándolas vulnerables ante amenazas sísmicas.

Como señala López (2022), la aplicación de diseños empíricos en contextos rurales puede ser útil en casos de emergencia, pero no garantiza el cumplimiento de normas técnicas ni la durabilidad de las estructuras.

En cuanto a estudios anteriores, si bien existen tesis y proyectos académicos que aplican el método ACI 211.1 en otras provincias del país como Loja, Santo Domingo o Tungurahua, no se había reportado ninguna investigación publicada que utilice como base los materiales de San Isidro, cantón Sucre. Asimismo, tampoco se había realizado una caracterización granulométrica completa de los agregados extraídos de la cantera Cantesan, ni un análisis del comportamiento del cemento Selva Alegre en mezclas de consistencia fluida.

Esta falta de antecedentes técnicos demuestra que la propuesta actual responde a un vacío concreto en el conocimiento aplicado a este territorio, y que su ejecución permite sentar las bases para nuevas investigaciones locales en el campo de la ingeniería civil. Además, abre la posibilidad de estandarizar procesos constructivos en la zona, capacitar a los actores locales en buenas prácticas y generar documentación técnica disponible para proyectos futuros, tanto públicos como privados.

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

En el continente europeo, el método ACI 211.1 ha sido referenciado como base comparativa en diversos estudios. Abd Elrahman et al. (2021) realizaron en Alemania un análisis del comportamiento de hormigones autocompactantes con agregados reciclados, aplicando metodologías europeas, pero comparando sus resultados con las especificaciones del ACI 211.1. El estudio evidenció que, a pesar de las diferencias normativas, el método ACI es adaptable a contextos con materiales alternativos, siempre que se realicen ajustes técnicos adecuados.

En América, un estudio destacado fue realizado en Colombia por Cárdenas y González (2020), quienes diseñaron mezclas de concreto utilizando escoria de acero como agregado grueso, aplicando el método ACI 211.1 para establecer proporciones adecuadas. El trabajo, publicado en la revista Ingeniería e Investigación de la Universidad Nacional de Colombia, validó el uso del ACI para concretos no convencionales, adaptando la relación agua/cemento en función de la absorción de los nuevos materiales. Los autores concluyeron que

el método permite obtener mezclas técnicamente viables con materiales alternativos.

En Ecuador, dentro de la provincia de Loja, Castillo y Córdova (2021) desarrollaron un diseño de mezcla de hormigón estructural para viviendas de hasta cinco pisos, aplicando el método ACI 211.1 con agregados del río Zamora. El estudio, realizado en la Universidad Nacional de Loja, evaluó la granulometría local, peso específico y absorción de los agregados, y obtuvo una dosificación con resistencia estable, buena trabajabilidad y asentamiento controlado.

Desde la Universidad Técnica de Machala, Briones Rodríguez y Mora Moscoso (2022) diseñaron mezclas de hormigón bombeado, aplicando el método ACI 211.1 adaptado a las características de agregados comerciales de la región. Su estudio evidenció la importancia de ajustar las dosificaciones a las condiciones locales para optimizar costos y mejorar la trabajabilidad, aspecto relevante para proyectos rurales como el desarrollado en San Isidro.

En la provincia de Manabí, la revisión de tesis y artículos técnicos de acceso abierto no ha encontrado estudios aplicados específicamente al cantón Sucre ni a la parroquia San Isidro, utilizando el método ACI 211.1 con materiales como el cemento Selva Alegre o los agregados de la cantera Cantesan. Si bien existen trabajos en otros cantones como Portoviejo y Manta relacionados con control de calidad de agregados y ensayos de resistencia, no se han identificado diseños completos de mezcla adaptados a contextos rurales manabitas. Esto confirma que el presente estudio representa una propuesta original y pionera dentro de la provincia, cubriendo un vacío técnico en la aplicación de normativas internacionales en zonas con acceso limitado a asesoría estructural profesional.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1. Caracterizar físicamente los materiales disponibles en el sitio de intervención (cemento, agregado fino, agregado grueso y agua).

El primer paso fue identificar y recolectar los materiales empleados en la mezcla: cemento tipo Gu Selva Alegre, agregado fino y grueso extraído de la cantera Cantesan (sitio La Chicha, parroquia San Isidro, cantón Sucre), y agua limpia de red. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio, donde se aplicaron ensayos normalizados conforme a las normas ASTM, para determinar sus propiedades físicas y verificar su adecuación al diseño estructural requerido.

Los ensayos realizados fueron:

- **Granulometría (ASTM C136):** permitió calcular el módulo de finura del agregado fino (2.96) y verificar la continuidad de la curva del agregado grueso.
- **Peso específico y absorción (ASTM C127 para el agregado grueso y ASTM C128 para el fino):**
 - Agregado fino:
 - Densidad sss: 2890 kg/m³
 - Absorción: 2.86 %

- Agregado grueso:
 - Densidad sss: 2880 kg/m³
 - Absorción: 1.12 %

El análisis de estos valores permitió ajustar los porcentajes de humedad en la dosificación y garantizar un diseño técnicamente confiable. Todos los materiales se encontraron dentro de rangos aceptables según ACI 211.1 y ASTM C33

3.2. Realizar la dosificación de la mezcla de hormigón estructural utilizando el método ACI 211.1.

Con la caracterización completa de los materiales, se aplicó el procedimiento del método ACI 211.1, el cual permite obtener una dosificación precisa de los componentes del hormigón estructural. Este método parte de condiciones como:

- Resistencia característica: $f'_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ (24 MPa)
- Consistencia fluida: asentamiento estimado de 18 cm
- Tamaño máximo nominal del agregado: 12.5 mm
- Sin aire incorporado
- Relación agua/cemento estimada: 0.52

Se consideró una densidad promedio del concreto de 2397 kg/m³. A partir de los valores recomendados por la metodología del ACI y considerando los resultados de laboratorio, se calcularon los volúmenes absolutos de cada componente. El diseño base para 1 m³ en condiciones sss es el siguiente:

Tabla 1

Material	Peso sss (kg)
Agregado fino	831
Agregado grueso	900

La mezcla fue ajustada posteriormente para tener en cuenta la humedad existente en los agregados, lo cual permitió mantener la relación agua/cemento efectivo sin comprometer la resistencia ni la cohesión. El método ACI garantiza

que, con estos valores, se pueda obtener una mezcla uniforme, resistente y de fácil colocación en obra.

3.3. Obtener el resumen de la dosificación para 1 m³ de hormigón.

Como resultado final de la aplicación del método ACI 211.1, se elaboró el resumen técnico de la dosificación, que consolida la información necesaria para la preparación práctica de 1 m³ de hormigón estructural, utilizando materiales disponibles localmente en la parroquia San Isidro.

Dosificación final para 1 m³ de hormigón (ACI 211, f'c = 240 kg/cm²)

Componente	Cantidad (kg/m³)
Cemento Selva Alegre	438 kg
Agua	228 L
Arena	821 kg
Ripio	900 kg
Relación A/C	0.52
Asentamiento (slump)	18 cm
Aire incorporado	2.5 %
TMN (agregado grueso)	12.5 mm

La dosificación presentada constituye una referencia base ajustada a las condiciones reales de humedad, absorción y peso específico de los materiales disponibles en la parroquia San Isidro del cantón Sucre. Su aplicación en obra garantiza una mezcla fluida, homogénea y estructuralmente confiable, siempre que se respeten las proporciones establecidas y se mantengan condiciones similares a las del diseño original. Ante cualquier variación en los materiales o el

entorno, se recomienda realizar una nueva verificación de laboratorio para asegurar la calidad del hormigón.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

En función del cumplimiento de los objetivos específicos propuestos, se establecen las siguientes conclusiones:

La caracterización física de los materiales disponibles en las instalaciones del laboratorio de hormigones de la empresa Concrenor, permitió utilizarlos para poder realizar el diseño de mezclas implementando cemento tipo Gu de la marca Selva Alegre, aplicando los conocimientos técnicos establecidos en normas internacionales. Se logró además obtener el resumen de dosificación en la que se evidenció que estos materiales pueden ser utilizados de forma segura en la elaboración de mezclas de hormigón estructural. Contar con materiales de características conocidas garantizan un buen desempeño de mezcla.

Por otra parte, la aplicación del método ACI 211.1 permitió realizar una dosificación precisa de los componentes del hormigón estructural, asegurando una resistencia característica de $f'_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ y una consistencia fluida con un asentamiento de aproximadamente 18 cm. El diseño propuesto se ajustó obteniéndose una mezcla proporcionada. La metodología empleada demostró ser efectiva para generar una mezcla confiable y lista para ser probada, sin necesidad de utilizar aditivos especiales ni procedimientos complejos.

Finalmente, como resultado del proceso de diseño, se obtuvo un resumen técnico de dosificación por metro cúbico que incluye las proporciones exactas de cada componente: cemento, agua, agregado fino y agregado grueso. Este cuadro puede ser utilizado directamente en obra como referencia práctica para la elaboración de mezclas de hormigón estructural mediante proporciones básicas de parihuelas. Su implementación contribuirá a mejorar los procesos constructivos en la zona, disminuyendo los hormigones de origen empíricos, y permitiendo una mayor durabilidad y calidad en las edificaciones locales.

4.2. RECOMENDACIONES

En función de los resultados obtenidos y con el objetivo de asegurar el aprovechamiento técnico de la propuesta desarrollada, se plantean las siguientes recomendaciones dirigidas a los actores clave que interactúan en los procesos constructivos en el ámbito local:

Al Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Sucre, se le recomienda promover la difusión del diseño de mezcla propuesto mediante actividades de capacitación dirigidas a maestros de obra, albañiles y técnicos locales. Esto puede realizarse a través de talleres, guías impresas o charlas comunitarias, con el fin de estandarizar el uso de dosificaciones técnicamente fundamentadas en las obras comunitarias que se ejecutan en la parroquia.

A los profesionales de la construcción que ejercen su labor en el cantón Sucre, se les sugiere tomar esta dosificación como referencia inicial, pero complementarla con nuevas pruebas de laboratorio si las condiciones del sitio o los materiales empleados presentan variaciones respecto a los ensayados. La verificación constante de las propiedades físicas de los agregados es fundamental para garantizar la seguridad estructural de las edificaciones.

A las instituciones de educación superior que ofrecen la carrera de Ingeniería Civil o carreras técnicas, se les invita a utilizar este proyecto como material de estudio en asignaturas relacionadas con tecnología del concreto, diseño de mezclas o prácticas de laboratorio. Además, se propone incentivar investigaciones similares en otros cantones de la provincia, que permitan validar nuevas combinaciones de materiales locales bajo criterios técnicos estandarizados.

Finalmente, a las ferreterías, proveedores de materiales y centros de acopio que operan en la zona, se les recomienda implementar controles básicos de calidad sobre los materiales que distribuyen, como granulometría, humedad y procedencia. Disponer de fichas técnicas actualizadas contribuirá a que los

usuarios puedan ajustar correctamente sus mezclas y promover una cultura de construcción técnica y segura en la parroquia San Isidro.

BIBLIOGRAFÍA

- Abd Elrahman, A., Mishra, S., & Stephan, D. (2021). Microstructure, mechanical and environmental properties of lightweight concrete made with recycled aggregates and aerogel. *Construction and Building Materials*, 280, 122491. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122491>
- American Concrete Institute. (2002). *Standard practice for selecting proportions for normal, heavyweight, and mass concrete (ACI 211.1-91)*. Recuperado de <https://pdfcoffee.com/2-norma-aci-2111-3-pdf-free.html>
- Briones Rodríguez, E. V., & Mora Moscoso, P. S. (2022). *Caracterización de materiales y diseño de hormigones bombeados según ACI 211.1 y Fuller* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Machala. Recuperado de <https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/20869>
- Cárdenas, F., & González, A. (2020). Diseño de mezclas de concreto con escoria de acero mediante el método ACI 211.1. *Ingeniería e Investigación*, 40(1), 37-45. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ingeinv/article/view/80987>
- Castillo, J., & Córdova, P. (2021). *Diseño de mezcla de hormigón estructural mediante método ACI 211.1 utilizando agregados del río Zamora* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja. Recuperado de <http://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/23485>
- CivilGeeks.com. (2016). *Dosificación de mezclas de hormigón: métodos ACI 211.1, Fuller-Thompson*. Recuperado de <https://civilgeeks.com/2016/12/18/dosificacion-mezclas-hormigon-metodos-aci-211-1-weymouth-fuller-bolomey-faury/>
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Sucre. (2021). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial PDOT 2021–2025*. Recuperado de

<https://sucre.gob.ec/wp-content/uploads/2021/10/PDOT-SUCRE-2021-2025.pdf>

Granja Bolaños, E. F. (2014). *Diseño de un hormigón fluorescente para la señalización de vías terrestres* (Tesis de Ingeniería Civil). Universidad Internacional del Ecuador (UIDE). Recuperado de <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2258>

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2020). *NTE INEN 1576: Hormigón. Elaboración y curado en obra de especímenes*. Recuperado de <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-tecnica-particular-de-loja/hormigon-armado/nte-inen-1576-hormigon-elaboracion-y-curado-en-obra-de-especimenes/47008206>

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2021). *Catálogo de normas oficializadas*. Recuperado de <https://www.normalizacion.gob.ec/normas-oficializadas/>

Neville, A. M., & Brooks, J. J. (2020). *Concrete Technology* (2ª ed.). Recuperado de <https://www.scribd.com/document/548466897/Concrete-Technology-2nd-Edition-Book-by-a-M-Neville-and-J-J-Brooks>

Peña, C. (s.f.). *Dosificación Método ACI 211.1*. Recuperado de <https://www.udocz.com/apuntes/140351/dosificacion-metodo-aci-2111>

Quimí Reyes, A., & Merchán Reyes, C. A. (2019). *Diseño de hormigón permeable mediante el método ACI-211.1 utilizando cantos rodados del río Manantial de Guangala* (Tesis de pregrado). Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE). Recuperado de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5034>

Revista INGENIO – Universidad Central del Ecuador. (2019). Hormigón estructural de baja densidad para edificaciones: aplicación de normas ACI

211.1-98 y ACI 213R-14. *Revista INGENIO*, 16(1), 45-56. Recuperado de <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/INGENIO/article/view/1704>

Rodríguez Auquillas, W. A. (s.f.). *Dosificación de mezclas de hormigón mediante un software en Python aplicando el método ACI*. Universidad Técnica de Ambato (UTA). Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/33465>

ANEXOS

TABLA 1 – CÁLCULO DEL F'_{cr} = RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA

F'_c (kg/cm ²)	F'_{cr}
Menos de 210	$F'_c + 70$
210 - 350	$F'_c + 84$
$F'_c > 350$	$F'_c + 98$

T.M.N Grava (mm)	% Aire Atrapado
75.00	0.30
50.00	0.50
37.50	1.00
25.00	1.50
19.00	2.00
12.50	2.50
9.50	3.00

TABLA 2 – CONTENIDO DE AIRE

TABLA 3 – CONTENIDO DE AGUA (L/M³)

Según el T.M.N del agregado grueso y el slump

Slump (mm)	9.5	12.5	19	25	37.5	50	75
Concreto sin aire incorporado							
2.5 a 5.0	207	199	190	179	166	164	130
7.5 a 12.5	228	216	205	193	181	169	145
15 a 18	243	228	216	202	190	178	160
Concreto con aire incorporado							
2.5 a 5.0	181	175	168	160	150	142	122
7.5 a 12.5	228	193	184	175	165	157	133
15 a 18	216	205	197	184	174	166	154

TABLA 4 – RELACIÓN AGUA/CEMENTO (A/C)

Resistencia a 28 días (kg/cm²)	Relación A/c (sin aire)	Relación A/c (con aire)
450	0.38	0.31
400	0.43	0.34
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.62
150	0.80	0.71

TABLA 5 – PESO AGREGADO GRUESO

Peso del agregado grueso por unidad de volumen de cemento					
Tamaño máximo nominal (mm)	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20
75,00	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79
63,00	0,81	0,79	0,77	0,75	0,73
50,00	0,78	0,76	0,74	0,72	0,70
37,00	0,76	0,74	0,72	0,70	0,68
25,00	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63
19,00	0,66	0,64	0,62	0,60	0,58
12,00	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51
9,50	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42