



PROYECTO FINAL DE GRADO

“ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL HORMIGÓN
UTILIZADO EN CONSTRUCCIONES CIVILES DE LA CIUDAD DE CAAGUAZÚ”

AUTORES:

LUIS ELÍAS BENÍTEZ GAUTO.

ARMANDO JOSÉ MEDINA BUSTAMANTE.

TUTOR:

ING. Dr. ROBERTO ROJAS HOLDEN.

CORONEL OVIEDO, MES DE MAYO DE 2024



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

PÁGINA DE APROBACIÓN.

Trabajo de fin de grado para la obtención del Título de Ingeniero Civil aprobado en representación de la Facultad Ciencias y Tecnología de la Universidad Nacional de Caaguazú, por el Tribunal Examinador constituido por los siguientes profesores y con la siguiente nota final:

Calificación final: ____ (Números)

_____ (Letras)

-----Prof.
Ing.

-----Prof.
Ing.

-----Prof.
Ing.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ
Sede Coronel Oviedo
Creada por Ley N° 3198 del 4 de mayo de 2007.
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS – F.C. y T.
Coronel Oviedo – Paraguay



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.
VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

DEDICATORIA.

A mis queridos padres, Jorge y Marisol, cuyo apoyo incondicional ha sido la base de mis logros. Gracias por creer en mí y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. Su sabiduría, sacrificio y guía han sido fundamentales en cada etapa de mi vida, y les debo todo lo que soy y todo lo que he logrado. Sin su constante ánimo y dedicación, este proyecto no habría sido posible. Este logro es tanto suyo como mío, y siempre les estaré eternamente agradecido.

Luis Elías Benítez Gauto.



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

DEDICATORIA.

Este trabajo está dedicado a mis amados padres, Leoncio y Rosalina, cuyo amor incondicional ha sido el faro que ha iluminado cada paso de mi vida. Ellos son mi mayor inspiración, demostrándome con su ejemplo que con fe, sacrificio y perseverancia, se pueden alcanzar grandes logros. A través de su apoyo inquebrantable y sus sabias enseñanzas, me han brindado el impulso necesario para perseguir mis sueños y enfrentar los desafíos con valentía. Su amor y dedicación son el motor que impulsa cada logro en mi vida, y por ello, les dedico este trabajo con profundo agradecimiento y admiración.

También mencionar a mis hermanos Carolina, Rolando y Fredy que siempre me brindaron su apoyo en todo momento y circunstancia.

Armando José Mediana Bustamante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ
Sede Coronel Oviedo
Creada por Ley N° 3198 del 4 de mayo de 2007.
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS – F.C. y T.
Coronel Oviedo – Paraguay



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

AGRADECIMIENTOS.

A Dios, La Virgen y por supuesto nuestras familias que son los protagonistas principales de este logro tan importante en nuestras vidas.

A nuestra casa de estudios, la querida FCyT que nos dio las herramientas necesarias para poder formarnos de la mejor manera como persona y profesional.

A nuestro tutor el Dr. Ing. Roberto Rojas Holden quién siempre se mostró predispuesto y nos tuvo la paciencia necesaria para orientarnos y poder llevar a cabo este proyecto.

A todos nuestros amigos, en especial a los integrantes de LA SELE que fueron los que hicieron que toda nuestra estadía estudiantil universitaria haya sido más llevadera.

Luis Elías Benítez Gauto, Armando José Medina Bustamante.



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentido crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

RESUMEN.

Este proyecto de grado tiene como objetivo principal evaluar y analizar la calidad del hormigón utilizado en diversas obras de construcción. Para ello, se abordan múltiples aspectos fundamentales, desde la formulación y planteamiento del problema, justificación y objetivos, hasta las conclusiones y recomendaciones finales.

En la introducción se expone el contexto del problema, la relevancia del estudio y se establecen los objetivos generales y específicos que guiarán la investigación. Se justifica la necesidad de un análisis exhaustivo del hormigón debido a su importancia en la seguridad y durabilidad de las estructuras.

El proyecto incluye una revisión detallada de los antecedentes y fundamentos teóricos del hormigón, abarcando su concepto, calidad y propiedades tanto en estado fresco como endurecido. Se analizan aspectos cruciales como la consistencia, trabajabilidad, homogeneidad, resistencia a la compresión y tracción, permeabilidad y retracción del hormigón.

Se desarrolla un plan de investigación que incluye la descripción de las muestras, el control estadístico de la resistencia del hormigón y la evaluación de la calidad según la normativa NP 17 058 08. Se describen las propiedades de los materiales utilizados, como el hormigón, los aglomerantes y los agregados, y se realizan diversos ensayos para evaluar su calidad, como el ensayo de compresión y el ensayo de asentamiento del cono de Abrams.

El estudio concluye con recomendaciones específicas para las dosificaciones de mezcla necesarias para alcanzar las resistencias especificadas de F_{ck} 210 kg/cm² y F_{ck} 250 kg/cm². Finalmente, se presentan las conclusiones del estudio y se brindan recomendaciones basadas en los hallazgos obtenidos durante la investigación.

Palabras Claves

Hormigón

Calidad

Resistencia

Dosificación

Compresión



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

ABSTRACT.

The primary objective of this final degree project is to evaluate and analyze the quality of concrete used in various construction projects. To achieve this, multiple fundamental aspects are addressed, from problem formulation and justification to objectives and final conclusions and recommendations.

The introduction outlines the problem context, the relevance of the study, and establishes the general and specific objectives that will guide the research. The need for an exhaustive analysis of concrete is justified due to its importance in the safety and durability of structures.

The project includes a detailed review of the background and theoretical foundations of concrete, covering its concept, quality, and properties in both fresh and hardened states. Crucial aspects such as the consistency, workability, homogeneity, compressive and tensile strength, permeability, and shrinkage of concrete are analyzed.

A research plan is developed, which includes the description of the samples, statistical control of concrete strength, and quality assessment according to NP 17 058 08 standards. The properties of the materials used, such as concrete, binders, and aggregates, are described. Various tests are conducted to evaluate their quality, including compressive strength tests and the Abrams cone slump test.

The study concludes with specific recommendations for the mix dosages required to achieve the specified strengths of F_{ck} 210 kg/cm² and F_{ck} 250 kg/cm². Finally, the study's conclusions are presented, along with recommendations based on the findings of the research.

KEYWORDS

- Concrete
- Quality
- Strength
- Dosage
- Compression



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.	1
1.2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN.	2
1.4. OBJETIVOS.	3
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.	3
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
2. CAPÍTULO II.....	4
2.1. ANTECEDENTES.....	4
2.2. ALCANCE.....	4
2.3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.	5
2.3.1. CONCEPTO DE HORMIGON.....	5
2.3.2. CALIDAD DEL HORMIGON	5
2.3.3. PROPIEDADES DEL HORMIGON.	5
2.3.4. PROPIEDADES DEL HORMIGON FRESCO.	5
2.3.4.1. CONSISTENCIA.....	5
2.3.4.2. TRABAJABILIDAD DEL HORMIGON.....	6
2.3.4.3. HOMOGENEIDAD.....	6
2.3.5. PROPIEDADES DEL HORMIGON ENDURECIDO.	6
2.3.5.1. RESISTENCIA A LA COMPRESION.	6
2.3.5.2. RESISTENCIA A TRACCION DEL HORMIGON.....	7
2.3.5.3. PERMEABILIDAD	7
2.3.5.4. RETRACCION.	7
3. CAPÍTULO III.	7
3.1. PLAN DE INVESTIGACION.	7
3.2. MUESTRAS.	8
3.3. CONTROL ESTADISTICO DE LA RESISTENCIA DEL HORMIGON.	8
3.4. EVALUACION DE LA CALIDAD DEL HORMIGON SEGÚN NP 17 058 08.....	9
3.5. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.....	10
3.5.1. HORMIGÓN.....	10
3.5.2. AGLOMERANTES.	10
3.5.3. AGREGADOS.	10
3.5.3.1. AGREGADOS FINOS	10
3.5.3.2. AGREGADOS GRUESOS.....	10

3.6.	EVALUACION DEL CONTROL DE CALIDAD	11
3.6.1.	ENSAYO A COMPRESION DEL HORMIGON.	11
3.6.2.	ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONO DE ABRAMS.	11
3.7.	ELEMENTOS UTILIZADOS.	11
3.7.1.	CONO ABRAMS.....	11
3.7.2.	PROBETAS.....	12
3.7.3.	PRENSA MANUAL CON SENSOR DE CARGA.	13
4.	CAPÍTULO IV.....	13
4.1.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	13
4.1.1.	UBICACIÓN DE LAS OBRAS EVALUADAS.....	14
4.1.2.	TIPOS DE DOSIFICACIONES UTILIZADAS	15
4.1.3.	PROFESIONALES A CARGO.....	16
4.1.4.	DISTRIBUCION DE CEMENTOS UTILIZADOS	17
4.1.5.	OBRAS CON RESISTENCIA ESPECIFICADA.....	18
4.1.6.	ANALISIS DE CONTROL ESTADISTICO	19
4.1.7.	ANALISIS DE ACEPTACION DEL HORMIGON	21
4.1.8.	CEMENTOS CERTIFICADOS.....	22
4.1.9.	ANALISIS COMPARATIVO ENTRE HORMIGON ELABORADO E IN SITU. 23	
4.1.9.1.	ANALISIS DE RESISTENCIA.	23
4.1.9.2.	GRAFICO COMPARATIVO DE RESISTENCIA.....	24
4.1.10.	ANALISIS ECONOMICO.....	25
4.1.10.1.	HORMIGON ELABORADO.....	25
4.1.10.2.	HORMIGON IN SITU.	26
4.1.11.	RECOMENDACIÓN DE DOSIFICACION.	27
4.1.11.1.	DISEÑO DE MEZCLA PARA UNA RESISTENCIA Fck 210 kg/cm2.	27
4.1.11.2.	DISEÑO DE MEZCLA PARA UNA RESISTENCIA Fck 250 kg/cm2.	28
5.	CAPÍTULO V.....	29
5.1.	CONCLUSIONES.	29
5.2.	RECOMENDACIONES.....	31
6.	CAPÍTULO VI.....	32
6.1.	BIBLIOGRAFÍA.....	32
7.	CAPITULO VII.....	33
7.1.	ANEXO 1 – OBRAS.	33
7.2.	ANEXO 2 – ELEMENTOS DE ESTUDIO	35
7.3.	ANEXO 3 – MUESTRAS	36
7.4.	ANEXO 4 – ENSAYO A COMPRESIÓN.....	37
7.5.	ANEXO 5 – COMPROBANTES.....	39



MISIÓN: Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

VISIÓN: Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

7.6. ANEXO 6 – PLANILLAS DE INFORMACION GENERAL DE LA CONSTRUCCION.....	41
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Especificaciones de la Prensa Utilizada.....	13
Figura 2. Fotografía de la prensa utilizada.	13
Figura 3. Dosificaciones Utilizadas.....	15
Figura 4. Distribuciones de Profesionales a Cargo.	16
Figura 5. Porcentaje de Tipos de Cementos Utilizados.....	17
Figura 6. Porcentaje de Resistencia Especificada.	18
Figura 7. Tipos de Cementos Utilizados.	22
Figura 8. Gráfico Comparativo de Resistencia de Hormigón.	24

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Consistencia de los Hormigones.....	6
Tabla 2. Resistencia media mínima de cada serie de tres ensayos consecutivos (R_m) en función de la resistencia característica f_{ck}	9
Tabla 3. Ubicación de las obras evaluadas.	14
Tabla 4. Condición de Control Estadístico	20
Tabla 5. Condición de Aceptación del Hormigón.....	21
Tabla 6. Cementos Certificados.....	22
Tabla 7. Resistencias Características de las Obras	23
Tabla 8. Analisis de Costo del Hormigón Elaborado.....	25
Tabla 9. Análisis de Costo del Hormigón Elaborado In situ.....	26
Tabla 10. Ensayos realizados a los materiales para 21mpa.	27
Tabla 11. Dosificación recomendada por peso.	28
Tabla 12. Ensayos realizados a los materiales para 25mpa.	28
Tabla 13. Dosificación recomendada por peso.	29

1. CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN.

El proyecto de evaluación de la calidad del hormigón utilizado en las obras civiles de la ciudad de Caaguazú representa un esfuerzo significativo en el ámbito de la ingeniería civil y la construcción. Caaguazú, con una extensión territorial de 977,6 km², se destaca por su potencial de desarrollo, el cual se ve reflejado en un creciente número de obras civiles en la región.

La evaluación de la calidad del hormigón en estas obras se convierte en un aspecto crucial para garantizar la durabilidad, seguridad y eficiencia de las estructuras construidas. En este sentido, el proyecto se enfoca en la resistencia del hormigón utilizado, así como la calidad de los materiales empleados en su elaboración. A través de ensayo de compresión, se llevaron a cabo pruebas y análisis para determinar la resistencia, en diferentes obras civiles de la ciudad. Estos análisis permitieron identificar posibles deficiencias en el proceso de mezcla, colocación y control de calidad del hormigón.

Posteriormente, basándose en las conclusiones obtenidas, el proyecto ofrece recomendaciones técnicas específicas destinadas a mejorar la calidad del hormigón en futuras obras civiles en Caaguazú.

En resumen, el proyecto de evaluación de la calidad del hormigón en las obras civiles de Caaguazú representa un esfuerzo integral para mejorar los estándares de construcción en la región, brindando una base sólida para el desarrollo sostenible y seguro de la infraestructura urbana en el futuro.

1.2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

Este estudio se centra en la importancia de la calidad del hormigón en proyectos de construcción civil, con un enfoque específico en la Ciudad de Caaguazú. El problema radica en las preocupaciones sobre la garantía de calidad y durabilidad del hormigón, incluyendo la variabilidad en la composición, deficiencias en el proceso de mezcla y control de calidad insuficiente.

Además, este estudio se centrará en la realización de pruebas estándar de laboratorio, como ensayos a compresión y medición del asentamiento utilizando el cono de Abrams, para evaluar la resistencia y trabajabilidad del hormigón utilizado en los proyectos de construcción civil en la Ciudad de Caaguazú. Estos ensayos proporcionarán datos concretos sobre la calidad del hormigón y servirán como base para identificar posibles deficiencias en el proceso de mezcla y colocación. Al integrar estos resultados con el análisis de campo, se podrá obtener una visión completa de los factores que afectan la calidad del hormigón en la ciudad mencionada, lo que permitirá formular recomendaciones específicas para mejorar las prácticas de construcción y garantizar la durabilidad y seguridad de las estructuras civiles.

1.3. JUSTIFICACIÓN.

Con este trabajo de investigación se busca estudiar la calidad del hormigón que se está utilizando en la ciudad de Caaguazú, así también el tipo de cemento y las propiedades de los agregados que se utilizan en ella.

Se pretende a la vez elaborar una comparativa en el nivel del hormigón elaborado en planta ante el hormigón preparado in situ en obra tanto en la calidad como también en lo económico. Esto ayudará a conocer las posibles variantes que podría haber entre una y otra por las técnicas utilizadas.

Esta investigación será de mucha utilidad para los constructores, entidades públicas como la Municipalidad local y usuarios particulares en general ya que proporcionará recomendaciones de diseño de mezcla optimizado y sabrán de manera certera qué resistencia esperar del hormigón que preparen en obra.

1.4. OBJETIVOS.

1.4.1. OBJETIVO GENERAL.

- Examinar la calidad del hormigón empleado en proyectos de construcciones civiles realizados en la ciudad de Caaguazú.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Describir el tipo de cemento y la calidad de los agregados más utilizados en zona de estudio.
- Verificar los valores de la resistencia característica del hormigón utilizado en las obras de la ciudad de Caaguazú.
- Identificar las fallas en el proceso de elaboración del hormigón y realizar sugerencias de dosificación adecuada según los materiales de la zona.
- Desarrollar una comparativa entre la calidad del hormigón elaborado en planta con la del hormigón elaborado in situ.

2. CAPÍTULO II.

2.1. ANTECEDENTES.

Se cuenta con dos antecedentes recientes de investigación similar que fueron llevados a cabo en la Ciudad de Coronel Oviedo en el año 2019 y en la Ciudad de Asunción en el año 2022.

La Tesis de Mario Servín, quien realizo la siguiente investigación “ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL HORMIGON UTILIZADA EN CONSTRUCCIONES CIVILES EN LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO. Tuvo como Objetivo Evaluar la calidad del hormigón utilizado en obras civiles en la Ciudad de Coronel Oviedo, 2019”.

El autor indica que luego de procesar la información recogida obtuvo la conclusión de que la baja calidad del hormigón empleado en las construcciones de coronel Oviedo se debe a los siguientes factores; empleo de dosificación deficiente, uso de alto contenido de agua, personal no calificado para la elaboración y supervisión de los trabajos de control.

La Tesis de Celsa Honig quien realizo la siguiente investigación “Evaluación de la Calidad del Hormigón Elaborado en obra en el gran Asunción. Tuvo como objetivo Evaluar la Calidad del Hormigón Fabricado a pie de obra en construcciones ubicadas en el área de Gran Asunción, 2022”.

El autor concluye estipulando, que el 48 por ciento de las obras visitadas no cumplen con la resistencia característica especificada por el proyectista que en su mayoría para hormigones in situ eran de 20MPa.

2.2. ALCANCE

La presente investigación busca definir el nivel de calidad del hormigón utilizado en las construcciones civiles de la ciudad de Caaguazú que se encuentran en ejecución durante el periodo correspondiente a los meses de noviembre 2023; a abril 2024, empleando la metodología propuesta por el criterio probabilístico de la norma Eurocodigo 02.

2.3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

2.3.1. CONCEPTO DE HORMIGON.

“El hormigón es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesto de cemento portland y agua, une a los agregados (arena y grava o piedra triturada), para formar una masa semejante a una roca ya que la pasta endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua”. [1]

2.3.2. CALIDAD DEL HORMIGON

La calidad del hormigón se refiere a la capacidad del material para cumplir con los requisitos y expectativas establecidos en términos de resistencia, durabilidad, trabajabilidad y otros atributos relevantes para su uso en la construcción de estructuras. Este concepto implica la garantía de que el hormigón fabricado y utilizado en proyectos de construcción cumple con estándares específicos y es capaz de cumplir con su función durante su vida útil prevista.

2.3.3. PROPIEDADES DEL HORMIGON.

Las propiedades del hormigón son las características físicas y mecánicas que determinan su comportamiento y rendimiento en aplicaciones de construcción. Estas propiedades son fundamentales para evaluar la idoneidad y calidad del hormigón en diferentes situaciones

2.3.4. PROPIEDADES DEL HORMIGON FRESCO.

2.3.4.1. CONSISTENCIA.

“Es la menor o mayor facilidad que tiene el hormigón fresco para deformarse. Varía con multitud de factores: cantidad de agua de amasado, tamaño máximo, granulometría y forma de los áridos, etc.; el que más influye es la cantidad de agua de amasado”. [2]

“Existen varios procedimientos para determinar la consistencia, siendo los más empleados el cono de Abrams, El cono de Abrams es un molde troncocónico de 30 cm de altura que se rellena con el hormigón objeto de ensayo. La pérdida de altura que experimenta la masa fresca del hormigón una vez desmoldada, expresada en centímetros, da una medida de su consistencia”. [2]

Consistencia	Asiento en cono de Abrams (cm)
Seca (S)	0 a 2
Plástica (P)	3 a 5
Blanda (B)	6 a 9
Fluida (F)	10 a 15
Líquida (L)	≥ 16

Tabla 1. Consistencia de los Hormigones.

Fuente: [2]

2.3.4.2. TRABAJABILIDAD DEL HORMIGON.

“Es la facilidad que tiene el hormigón para ser mezclado, manipulado y puesto en obra, con los medios de compactación del que se disponga. Depende de: Dimensiones del elemento; Secciones armadas; Medios de puesta en obra. Habrá una mayor trabajabilidad cuando: contenga más agua, baja la resistencia; Agregados redondeados y más finos, más cemento; Fluidificantes/Plastificantes y Adiciones”. [1]

2.3.4.3. HOMOGENEIDAD.

“Es la cualidad por la cual los diferentes componentes del hormigón aparecen regularmente distribuidos en toda la masa, de manera tal que dos muestras tomadas de distintos lugares de la misma resulten prácticamente iguales. La homogeneidad se consigue con un buen amasado y para mantenerse requiere un transporte cuidadoso y una colocación adecuada”. [2]

2.3.5. PROPIEDADES DEL HORMIGON ENDURECIDO.

2.3.5.1. RESISTENCIA A LA COMPRESION.

“La resistencia a la compresión se puede definir como la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto o de mortero a carga axial. Generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm²) a una edad de 28 días y se designa con el símbolo ***fck***”. [2]

2.3.5.2. RESISTENCIA A TRACCION DEL HORMIGON

“Aunque no suele contarse con la resistencia a tracción del hormigón a efectos resistentes, es necesario conocer su valor porque juega un importante papel en ciertos fenómenos, tales como la fisuración, el esfuerzo cortante, la adherencia de las armaduras, etc. Por otra parte, en ciertos elementos de hormigón, como en el caso de pavimentos, puede ser más interesante el conocimiento de la resistencia a tracción que la de compresión, por reflejar mejor ciertas cualidades, como la calidad y limpieza de los áridos”. [2]

2.3.5.3. PERMEABILIDAD

Indica la capacidad del hormigón para resistir el paso de líquidos y gases a través de su estructura. Una baja permeabilidad es importante para prevenir problemas como la infiltración de agua y la corrosión de refuerzos.

2.3.5.4. RETRACCION.

Es la contracción que experimenta el hormigón durante el proceso de fraguado y endurecimiento debido a la pérdida de humedad. Controlar la retracción es importante para prevenir la aparición de grietas y garantizar la integridad estructural.

3. CAPÍTULO III.

3.1. PLAN DE INVESTIGACION.

Con la intención de realizar esta investigación que consiste en utilizar probetas cilíndricas normales de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, las que deben ser moldeadas y curadas de acuerdo con lo establecido en la norma ASTM C31/C31M y la Falla El último paso para completar un resultado confiable de resistencia del concreto con La norma ASTM C39/C39M la cual describe el procedimiento de falla para especímenes cilíndricos de concreto. Si se asume que los pasos anteriores (muestreo, moldeo y curado) se ejecutaron adecuadamente con una se debe realizar la falla del espécimen a una velocidad dada en este caso con una máquina de indicador analógico de carga, es necesario fallar un cilindro de prueba para ajustar la velocidad al tiempo requerido. “Para el espécimen del ejemplo, se debería durar entre 47 y 70 segundos en realizar el ensayo”. [3]

3.2. MUESTRAS.

En total se recolectaron 60 probetas de hormigón de 20 obras que se estaban desarrollando durante el periodo de la investigación. La cantidad de muestras según fuerza de un solo cilindro (también conocida como resistencia individual) es la resistencia a la compresión de un solo cilindro (ASTM C39/C39M); la resistencia de un solo cilindro es parte, pero individualmente no constituye, el resultado de una prueba. Se necesita un número suficiente de pruebas para indicar con precisión la variación de la resistencia del concreto y permitir la aplicación de procedimientos estadísticos apropiados para interpretar los resultados de la prueba. Los procedimientos estadísticos proporcionan una base sólida para determinar la calidad y resistencia potencial del hormigón y para expresar los resultados en la forma más útil. [3]

3.3. CONTROL ESTADISTICO DE LA RESISTENCIA DEL HORMIGON.

“El criterio para saber si los valores obtenidos de las probetas de una misma amasada son representativos o aberrantes es el siguiente, según la Instrucción española: Si se han confeccionado dos probetas, el recorrido relativo no debe superar el 13 %; y si se han confeccionado tres, no debe superar el 20 %. Este criterio conduce a la siguiente regla práctica, válida para ambos casos ($n = 2$ y $n = 3$)” [2]

$$D/S \leq 0,066$$

Donde:

D: Diferencia entre probetas extremas.

S: Suma de todas las probetas.

“Si esta relación se cumple, los resultados son válidos; se calcula entonces la media aritmética de los valores y esa es la resistencia de la amasada en cuestión. Si no se cumple, debe desecharse la amasada a efectos de control. La aparición de resultados aberrantes puede deberse también, aunque con menor probabilidad, a una falta de homogeneidad del hormigón por defecto en la operación de amasado o en el equipo amasador”. [2]

3.4. EVALUACION DE LA CALIDAD DEL HORMIGON SEGÚN NP 17 058 08.

Establece los siguientes controles para hormigones mezclados empíricamente en mezcladora portátiles. Se establece dos tipos de controles, diferenciados por el número de pastones elaborados. El límite entre un caso y otro es seis pastones. En el caso de contar con una obra con una producción de hormigón mayor de seis pastones, el material elaborado pertenece a una determinada calidad cuando.

Resistencia media mínima de cada serie de tres ensayos consecutivos (R_m) en función de la resistencia característica f_{ck}			
f_{ck} (kg/cm ²)	130	170	210
f_{cm} (kg/cm ²)	175	215	260

Tabla 2. Resistencia media mínima de cada serie de tres ensayos consecutivos (R_m) en función de la resistencia característica f_{ck}

Fuente: [4]

Siendo el resultado de ensayos consecutivos, el promedio de las resistencias de dos o más probetas moldeadas con la misma muestra de hormigón y ensayadas a la misma edad (mínimo dos probetas por edad)

B) Ningún resultado de ensayo tendrá una resistencia menor del 85% de la resistencia característica especificada. Entendiéndose por el resultado de ensayo a la resistencia promedio de por lo menos dos probetas moldeadas con el mismo material y ensayada a la misma edad.

$$f_{cm} \geq 0.85f_{ck}$$

C) En el caso de contar con más de 30 resultados consecutivos de ensayos, los valores de la tabla podrán reemplazarse por la expresión siguiente, donde "s" es la desviación normal correspondiente al total de los ensayos disponibles. [4]

$$f_{cm} = f_{ck} + 0,825s$$

3.5. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.

3.5.1. HORMIGÓN.

En el estudio hay una marcada cantidad de elementos estructurales a las cuales fueron destinados estos hormigones. Se incluyen tanto los elaborados en planta e in situ con diferentes tipos de dosificación, tamaños de agregados y una variedad de aglomerantes utilizados en la mezcla. A continuación, se detalla los materiales utilizados y las procedencias de las mismas.

3.5.2. AGLOMERANTES.

Existe un tipo de cemento que predomina en la zona de estudio con un porcentaje del 80% de todas las obras visitadas. Que es el CECON CPIV – 32. Siendo el principal argumento de su utilización por parte de los responsables de obra el equilibrio entre la calidad y el precio que se ofrece en el mercado, llegando así a posicionarse como número uno en uso en la Ciudad de Caaguazú, siendo seguidos por Vallemí 15% y por último Yguazu con 5%.

3.5.3. AGREGADOS.

3.5.3.1. AGREGADOS FINOS

Los agregados finos desempeñan un papel fundamental en la formulación del hormigón, contribuyendo a su resistencia, durabilidad y otras propiedades importantes.

La explotación de arena lavada en la ciudad es escasa a nula, siendo así que la mayor fuente de entrada de arena utilizada son las dragadas del Río Paraguay y las del Río Tebicuary.

3.5.3.2. AGREGADOS GRUESOS.

La selección de los agregados gruesos depende del tipo de estructura que se esté construyendo y de los requisitos específicos del proyecto. Es importante que los agregados gruesos estén limpios y libres de impurezas que puedan afectar la calidad del hormigón.

Son utilizadas en esta zona las 4ta y 5ta. Retiradas de la Cantera NGA Localidad de Tacuarita de la ciudad de Villarrica.

3.6. EVALUACION DEL CONTROL DE CALIDAD

3.6.1. ENSAYO A COMPRESION DEL HORMIGON.

Se realizaron los ensayos de compresión al hormigón según la norma ASTM C 39 /C39M A las 60 probetas moldeadas y transportadas a fin de determinar los valores de carga ultima que poseen a los 28 días cada muestra y así determinar si alcanza o no la resistencia a la cuál fue diseñada.

3.6.2. ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONO DE ABRAMS.

De manera in situ se procedió a la medición de los asentamientos en cada obra visitada utilizando el criterio del cono de Abrams según norma ASTM C143/C143M.

3.7. ELEMENTOS UTILIZADOS.

3.7.1. CONO ABRAMS.

Para realizar un ensayo de asentamiento con el cono de Abrams, se requiere un conjunto específico de equipo y materiales.

Cono de Abrams: Es un molde troncocónico metálico utilizado para determinar el asentamiento del concreto fresco. Debe cumplir con las especificaciones de la norma correspondiente y tener las dimensiones estándar, que incluyen una base inferior de 200 mm de diámetro, una base superior de 100 mm de diámetro y una altura de 300 mm.

Varilla de Compactación: es una barra de acero con extremos redondeados. Se utiliza para compactar el concreto dentro del cono de Abrams, asegurando que no queden huecos ni burbujas de aire.

Superficie de Ensayo: Se necesita una superficie plana, estable y nivelada donde se pueda colocar el cono de Abrams durante el ensayo. Esto puede ser una mesa de trabajo de concreto u otra superficie firme que cumpla con estos requisitos.

Hormigón Fresco: Preparado de acuerdo con las especificaciones del proyecto o las normas aplicables. Debe estar en estado fresco y listo para ser moldeado dentro del cono de Abrams.

Regla o Barra de Medición: Se utiliza para medir el asentamiento del concreto después de retirar el cono de Abrams. Debe ser lo suficientemente larga y precisa para medir la distancia desde la parte superior del cono hasta la parte superior del concreto asentado.

Cuchara de Mezcla: Para verter el concreto fresco dentro del cono de Abrams de manera controlada y sin derrames.

Estos son los principales equipos y materiales necesarios para llevar a cabo un ensayo de asentamiento con el cono de Abrams.

3.7.2. PROBETAS.

Se utilizaron cilindros para dar forma a las probetas de concreto, de metal o plástico que cumplen con la norma ASTM C470/C470M, asegurando que sean no absorbentes y mantengan las dimensiones requeridas. Los cilindros estándar tienen dimensiones de 150 mm de diámetro por 300 mm de altura. Estos moldes deben estar limpios y recubiertos con un agente desmoldante para facilitar la extracción de las probetas después del fraguado, así también martillo de goma y cuchara para cargar las probetas y darle el acabado.

La varilla de compactación se utiliza para consolidar el concreto dentro del molde. La compactación adecuada es crucial para eliminar las burbujas de aire y asegurar que el concreto tenga una densidad uniforme. La varilla de compactación, de acero con 16 mm de diámetro y 600 mm de longitud y punta redondeada a un extremo, se utiliza para compactar el concreto manualmente en capas, con 25 golpes por capa y en este caso tres capas por haber utilizado el molde de 300mm de altura y 150mm de diámetro. [5]

3.7.3. PRENSA MANUAL CON SENSOR DE CARGA.

Se utilizó una Prensa Manual de la Marca FT Fortest Modelo FT02 con N/S 00133 y capacidad de carga de hasta 100tn. del Laboratorio de la FCyT.



Figura 2. Fotografía de la prensa utilizada.



Figura 1. Especificaciones de la Prensa Utilizada.

4. CAPÍTULO IV.

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

En este capítulo se examinará la información recopilada a través de la encuesta y los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión, así como la consistencia del concreto, con el objetivo de identificar las variables necesarias para responder a los objetivos de esta investigación. Específicamente, se busca evaluar la calidad del concreto producido en la ciudad de Caaguazú. Permite evaluar la posibilidad de mejorar los resultados de manera racional mediante una dosificación, elaboración y control adecuados del concreto.

4.1.1. UBICACIÓN DE LAS OBRAS EVALUADAS.

En la **Tabla 3**, se presentan las ubicaciones de las diferentes obras donde se recolectaron muestras para la elaboración de probetas de hormigón en la ciudad de Caaguazú. La tabla está dividida en dos columnas principales: "Nomenclatura de la Obra" y "Dirección".

Nomenclatura de la Obra: Esta columna asigna un código específico a cada obra, numerado del O-1 al O-20, lo que permite una identificación rápida y sistemática de cada sitio de muestreo.

Dirección: Esta columna detalla la ubicación exacta de cada obra, incluyendo nombres de calles.

Esta recopilación de ubicaciones es crucial para la evaluación de la calidad del hormigón producido en diferentes partes de la ciudad. Al tener una diversidad de puntos de muestreo, se garantiza que los resultados obtenidos sean representativos de las condiciones generales de construcción en Caaguazú.

Nomenclatura de la Obra	Dirección
O-1	María Luisa Rivaldi de Caballero
O-2	Gral. Bernardino Caballero c/ Carlos A. López
O-3	Arroyo terere
O-4	Nuestra Señora de la Asunción y Dr Juan M. Frutos
O-5	Gabriel Orue Achinelli c/ Cristóbal colon
O-6	Colectora Juan M. Frutos c/ Mcal Francisco Solano López
O-7	Boquerón c/ Enrique Vera
O-8	Cnel. Manuel A. Godoy y Dr. José G. Rodríguez de Francia
O-9	Pedro Caballero c/ Nanawa
O-10	Pedro Iván Caballero Barrio San Roque
O-11	Dr. Juan Manuel Frutos y Nuestra Sra. De la Asunción
O-12	Dr. Walter Insfran y Juan A. Sandoval
O-13	Fulgencio Yegros y Dr. Walter Insfran
O-14	Sobre Colectora Avda Juan Manuel Frutos
O-15	Nuestra Señora de la Asunción y Dr Juan M. Frutos
O-16	Avda Juan Manuel Frutos
O-17	Pte Carlos Antonio López y María Cadozo Acuña
O-18	Maria Luisa Rivaldi de Gallardo y Don José Domingo Morínigo
O-19	Mariscal Estigarribia y calle 6
O-20	Calle 3 y 2

Tabla 3. Ubicación de las obras evaluadas.

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. TIPOS DE DOSIFICACIONES UTILIZADAS

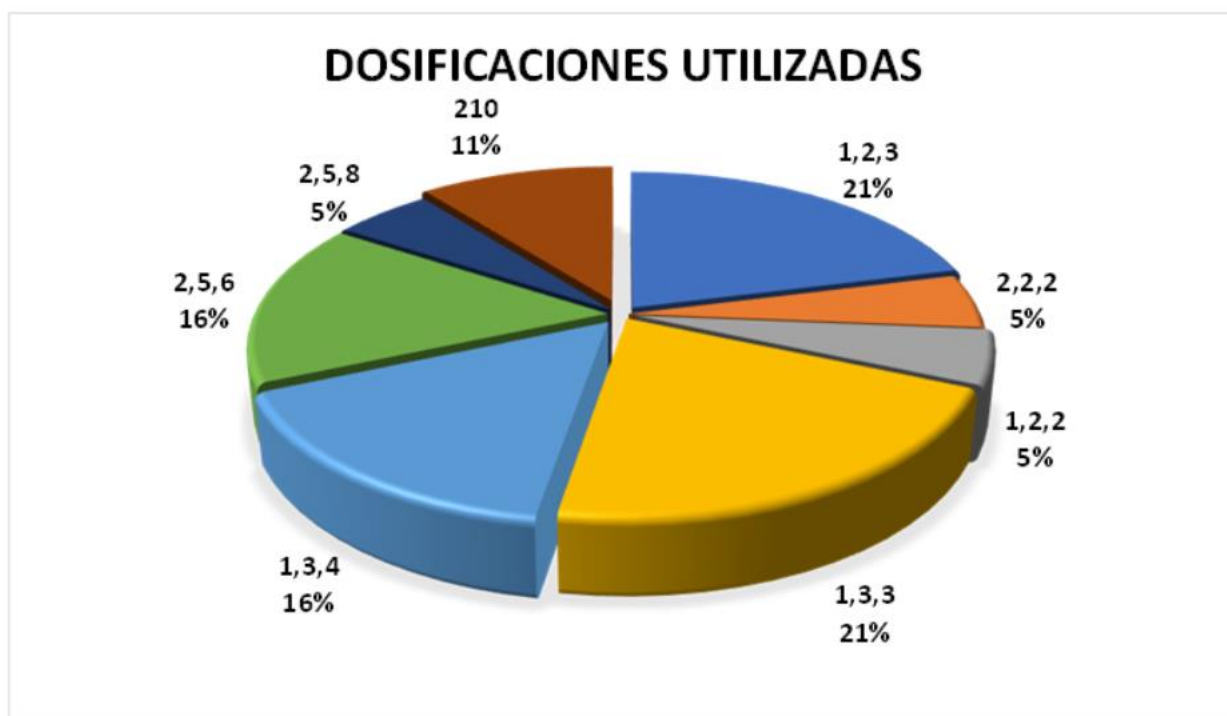


Figura 3. Dosificaciones Utilizadas.

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico se observa el porcentaje correspondiente a cada dosificación utilizada siendo la de mayor porcentaje el 1,3,3 con 21% de las obras totales.

4.1.3. PROFESIONALES A CARGO



Figura 4. Distribuciones de Profesionales a Cargo.

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico de Profesional a cargo nos muestra un bajo porcentaje de Ingenieros con solo 5% del total, seguido de arquitectos con un 30% y en mayor porcentaje con Maestros de obra a Cargo siendo el 65%.

4.1.4. DISTRIBUCION DE CEMENTOS UTILIZADOS

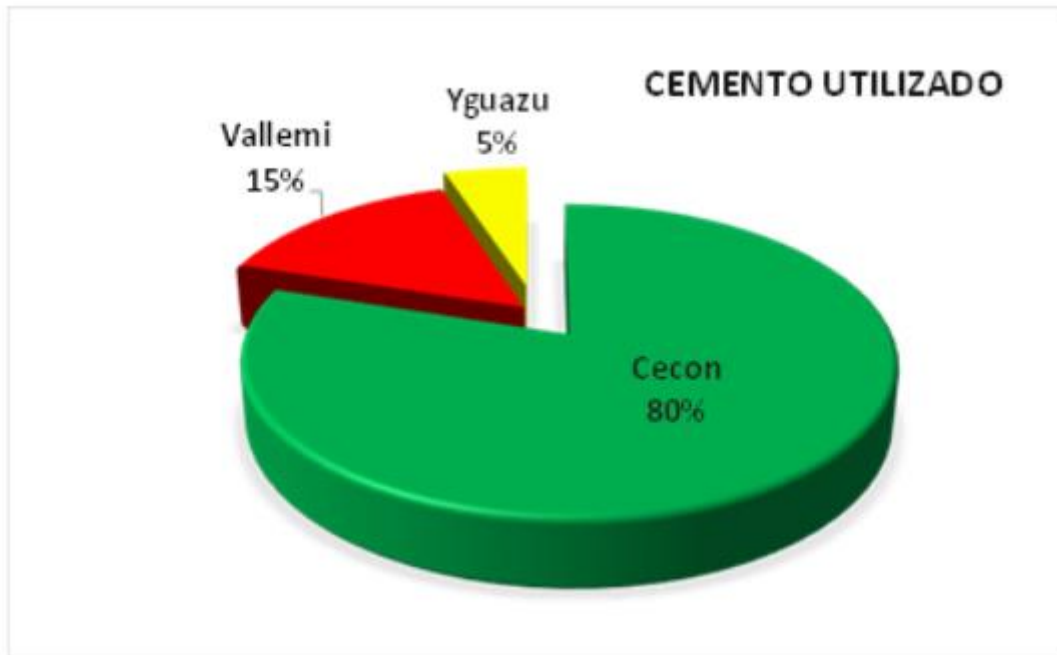


Figura 5. Porcentaje de Tipos de Cementos Utilizados.

Fuente: Elaboración Propia

La grafica nos muestra que el cemento mayormente utilizado en la ciudad de Caaguazú es la marca CECON con 80% del total, seguido de Vallemi con un 15% y finalmente Yguazu con solo 5%.

4.1.5. OBRAS CON RESISTENCIA ESPECIFICADA



Figura 6. Porcentaje de Resistencia Especificada.

Fuente: Elaboración Propia

Se Observa en la gráfica que un 65% de las obras no cuentan con resistencia especificada en cambio un 35% si lo cuenta.

4.1.6. ANALISIS DE CONTROL ESTADISTICO

“El criterio para saber si los valores obtenidos de las probetas de una misma amasada son representativos o aberrantes es el siguiente, según la Instrucción española: Si se han confeccionado dos probetas, el recorrido relativo no debe superar el 13 %; y si se han confeccionado tres, no debe superar el 20 %. Este criterio conduce a la siguiente regla práctica, válida para ambos casos (n = 2 y n = 3)” [2]

$$D/S \leq 0,066$$

Donde:

D: Diferencia entre probetas extremas.

S: Suma de todas las probetas

Nomenclatura de la Obra	Nomenclatura de la Probeta	Resistencia (Kg/cm2)	Dosificación	Condición de Control Estadístico
				$\frac{\text{Diferencia entre Probetas extremas}}{\text{Suma de todas las probetas}} \leq 0,066$
O-1	P1	277,89	Hormigón Elaborado	0,003 ≤ 0,066
	P2	275,97		
	P3	277,38		
O-2	P1	74,98	2,5,8	0,054 ≤ 0,066
	P2	84,50		
	P3	71,94		
O-3	P1	187,91	Hormigón Elaborado	0,051 ≤ 0,066
	P2	188,62		
	P3	218,47		
O-4	P1	64,25	1,2,3	0,045 ≤ 0,066
	P2	61,57		
	P3	65,00		
O-5	P1	60,61	1,2,3	0,063 ≤ 0,066
	P2	64,03		
	P3	73,07		
O-6	P1	109,28	1,2,3	0,045 ≤ 0,066
	P2	99,94		
	P3	95,15		
O-7	P1	89,36	1,2,3	0,019 ≤ 0,066
	P2	94,78		
	P3	90,27		
O-8	P1	88,43	2,2,2	0,028 ≤ 0,066
	P2	82,02		
	P3	89,26		
O-9	P1	90,64	1,2,2	0,038 ≤ 0,066

	P2	84,50		
	P3	94,98		
O-10	P1	46,83	1,3,3	0,060≤0,066
	P2	44,55		
	P3	53,10		
O-11	P1	45,89	1,3,3	0,010≤0,066
	P2	45,04		
	P3	44,54		
O-12	P1	79,06	1,3,4	0,047≤0,066
	P2	75,99		
	P3	87,25		
O-13	P1	86,94	1,3,3	0,027≤0,066
	P2	80,28		
	P3	84,96		
O-14	P1	126,45	1,3,3	0,052≤0,066
	P2	147,49		
	P3	128,09		
O-15	P1	138,32	1,3,4	0,011≤0,066
	P2	142,85		
	P3	141,22		
O-16	P1	165,92	1,3,4	0,015≤0,066
	P2	169,05		
	P3	173,39		
O-17	P1	173,18	1,3,4	0,025≤0,066
	P2	160,58		
	P3	166,74		
O-18	P1	125,56	2,5,7	0,025≤0,066
	P2	130,27		
	P3	135,15		
O-19	P1	146,86	2,5,7	0,055≤0,066
	P2	173,08		
	P3	158,77		
O-20	P1	134,18	2,5,7	0,022≤0,066
	P2	128,82		
	P3	125,91		

Tabla 4. Condición de Control Estadístico

Fuente: Elaboración Propia

En la **Tabla 4.** Se detalla a continuación los resultados de cada Obra visitada en relación a los números estadísticos que reflejan la validez de los resultados obtenidos

Demuestra con los datos de cada valor de resistencia alcanzada por todas las probetas recolectadas, la dosificación empleada y el criterio que define la veracidad de los muestreos y su aceptación estadística.

4.1.7. ANALISIS DE ACEPTACION DEL HORMIGON

Nomenclatura de las Obras	Resistencia Media del Hormigón (Kg/cm2)	Aceptación del Hormigón	
		$f_{cm} \geq 0.85f_{ck}$	$f_{cm} \geq f_{ck}$
Hormigón Elaborado (O-1)	277,52	277,52>144,5	277,52>170
In Situ (O-2)	77,15	77,15<144,5	77,15<170
Hormigón Elaborado (O-3)	198,13	198,13>144,5	198,13>170
In Situ (O-4)	65,57	65,57<144,5	65,57<170
In Situ (O-5)	65,67	65,67<144,5	65,67<170
In Situ (O-6)	101,53	101,53<144,5	101,53<170
In Situ (O-7)	91,24	91,24<144,5	91,24<170
In Situ (O-8)	86,54	86,54<144,5	86,54<170
In Situ (O-9)	89,95	89,95<144,5	89,95<170
In Situ (O-10)	48,19	48,19<144,5	48,19<170
In Situ (O-11)	45,16	45,16<144,5	45,16<170
In Situ (O-12)	80,73	80,73<144,5	80,73<170
In Situ (O-13)	83,99	83,99<144,5	83,99<170
In Situ (O-14)	134,06	134,06<144,5	134,06<170
In Situ (O-15)	140,82	140,82<144,5	140,82<170
In Situ (O-16)	169,27	169,27>144,5	169,27<170
In Situ (O-17)	166,78	166,78>144,5	166,78<170
In Situ (O-18)	130,53	130,53<144,5	130,53<170
In Situ (O-19)	159,46	159,46>144,5	159,46<170
In Situ (O-20)	129,73	129,73<144,5	129,73<170

Tabla 5. Condición de Aceptación del Hormigón

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar en la **Tabla 5.** a simple vista lo crítico que es la situación con los resultados lanzados, se detalla la resistencia característica que se alcanzó en cada obra seguido con los dos criterios de evaluación de la aceptación del producto.

Los que corresponden a O-1 y O-3, dónde se utilizaron hormigones elaborados en planta en ambos casos son los que lanzan valores positivos.

Mientras el resto fueron elaborados a pie de obra y están por debajo del parámetro.

4.1.8. CEMENTOS CERTIFICADOS

El Organismo Nacional de Certificación del INTN (ONC-INTN), Tiene otorgado Licencia de Conformidad y Calidad según la NP 17 044 80. Para:

-CECON CPII-F32

-VALLEMI CPIV-32

-YGUAZU CPII-F40



Figura 7. Tipos de Cementos Utilizados.

Tipo de Cementos utilizados	Certificado INTN
Yguazu CPII-F40	Certificado
Vallemi CPIV-32	Certificado
CECON CPII-F32	Certificado

Tabla 6. Cementos Certificados

Fuente: Elaboración Propia

4.1.9. ANALISIS COMPARATIVO ENTRE HORMIGON ELABORADO E IN SITU.

4.1.9.1. ANALISIS DE RESISTENCIA.

En la tabla se observa que los dos valores de mayor de resistencia corresponden a Hormigones Elaborados (O-1) con 277,52 kg/cm² y (O-3) con 198,14 kg/cm² y en cuanto a los hormigones elaborados a pie de obra el mayor valor de resistencia obtenido es de (O-16) con 169,27 kg/cm² por lo tanto en cuanto a resistencia los hormigones elaborados están muy por encima que de las elaboradas in situ.

Nomenclatura de las Obras	Resistencia del Hormigón (kg/cm ²)
Hormigón Elaborado (O-1)	277.52
In Situ (O-2)	77.15
Hormigón Elaborado (O-3)	198.13
In Situ (O-4)	65.57
In Situ (O-5)	65.67
In Situ (O-6)	101.53
In Situ (O-7)	91.24
In Situ (O-8)	86.54
In Situ (O-9)	89.95
In Situ (O-10)	48.19
In Situ (O-11)	45.16
In Situ (O-12)	80.73
In Situ (O-13)	83.99
In Situ (O-14)	134.06
In Situ (O-15)	140.82
In Situ (O-16)	169.27
In Situ (O-17)	166.78
In Situ (O-18)	130.53
In Situ (O-19)	159.46
In Situ (O-20)	129.73

Tabla 7. Resistencias Características de las Obras

Fuente: Elaboración Propia

4.1.9.2. GRAFICO COMPARATIVO DE RESISTENCIA.

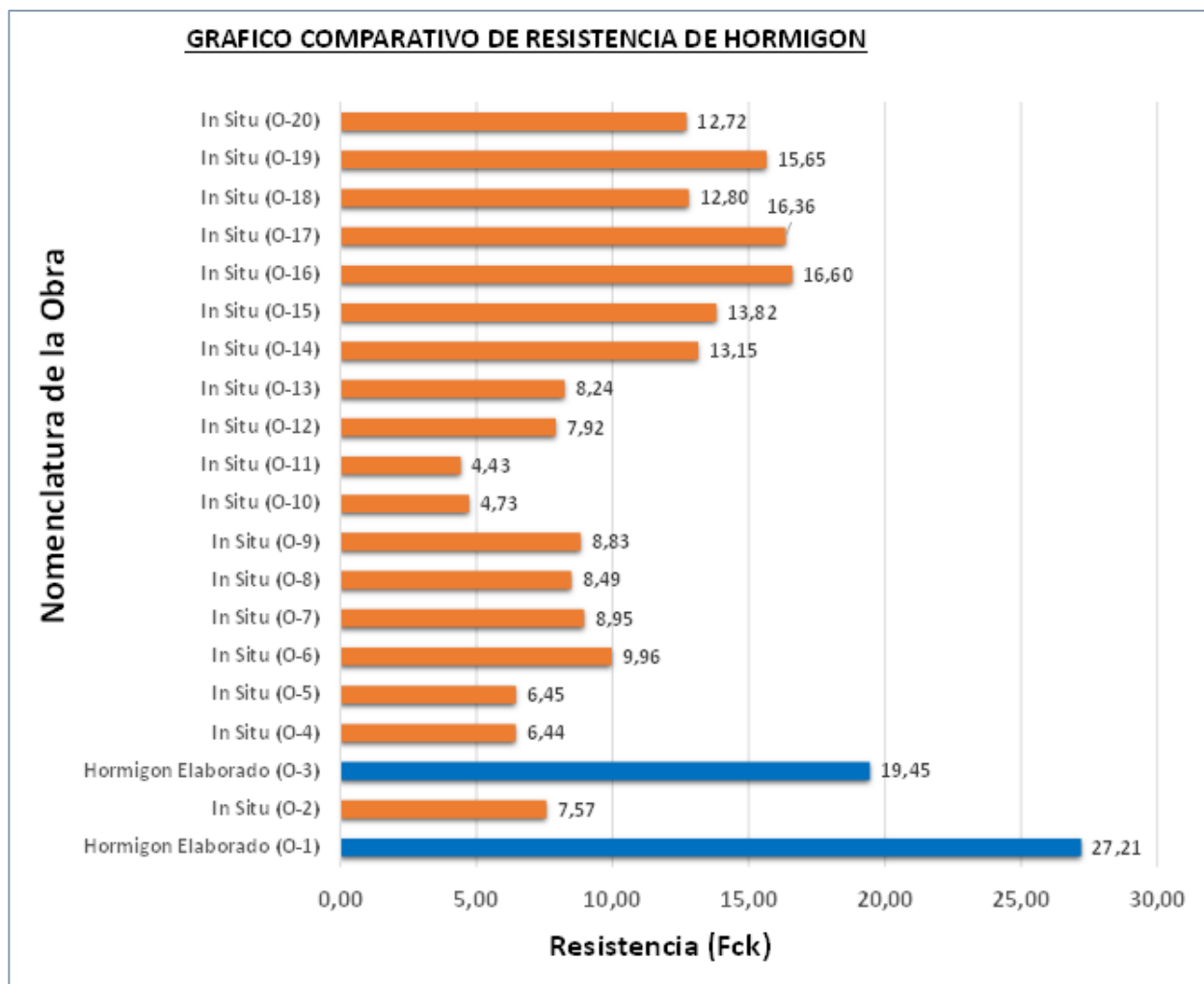


Figura 8. Gráfico Comparativo de Resistencia de Hormigón.

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica se muestra los valores obtenidos de cada una de las obras siendo el mayor (O-1) Hormigón Elaborado y menor (O-11) Elaborado In situ.

4.1.10. ANALISIS ECONOMICO.

La economía juega un papel fundamental en la elección del tipo de hormigón que se podría emplear en la obra. Se deja un análisis de costo representativo ajustado a números que se manejan en la ciudad para poder diferenciar ambos productos.

4.1.10.1. HORMIGON ELABORADO.

Al precio de fábrica del producto en cuestión se agrega la mano de obra de armado, encofrado y el vertido del hormigón.

Sumando a esto el factor tiempo que de alguna manera maximiza bastante los recursos. La velocidad de carga del Elaborado es mucho mayor que el in situ.

FORMULARIO PARA ANALISIS DE COSTO					HOJA N° 1
Descripción del rubro: Hormigón Armado,fck=21 Mpa				Unidad de Medida:m3	
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD REAL	PRECIO UNITARIO (Gs)	PRECIO TOTAL (Gs)
A	MANO DE OBRA:				
1	Mano de obra de armado	gl	1	40.000	₡ 40.000
2	Mano de obra de encofrado	gl	1	100.000	₡ 100.000
3	Mano de obra de vertido	gl	1	80.000	₡ 80.000
				Total mano de obra	₡ 220.000
B	EQUIPOS				
1	Mixer de hormigón	gl	1	940.000	₡ 940.000
				Total de equipos	₡ 940.000
				TOTAL	₡ 1.160.000

Tabla 8. Análisis de Costo del Hormigón Elaborado

Fuente: Elaboración Propia

4.1.10.2. HORMIGON IN SITU.

Teniendo en cuenta los precios de los materiales y el valor de una mano de obra total que incluye el armado, encofrado, posterior preparación y vertido.

FORMULARIO PARA ANALISIS DE COSTO							HOJA N° 2
Descripción del rubro: Hormigón Armado, fck=21 MPa,Dosaje 1:2:4						Unidad de Medida: m3	
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	% DE PERDIDA	CANTIDAD REAL	RENDIMIENTO EQUIPOS	PRECIO UNITARIO (Gs)	PRECIO TOTAL (Gs)
A	MATERIALES:						
1	Cemento	kg	1,05	300		1.080	340.200
2	Arena	m3	1,12	0,42		80.000	37.632
3	Piedra Triturada de 19mm (4ta'	tn	1,10	1,42		110.000	171.820
4	Agua	lts	1,05	220		100	23.100
					TOTAL MATERIAL:		572.752
B	MANO DE OBRA:						
1	Mano de obra total para H°A	m3	1	1		800.000	800.000
					TOTAL MANO DE OBRA:		800.000
C	EQUIPOS						
1	Hormigonera de 400 Lts	hs		1	0,4	200.000	80.000
					TOTAL EQUIPOS:		55.000
Total (Gs/m3):							1.427.752

Tabla 9. Análisis de Costo del Hormigón Elaborado In situ

Fuente: Elaboración Propia

4.1.11. RECOMENDACIÓN DE DOSIFICACION.

Tras comprobarse la crítica situación con respecto a la poca resistencia del hormigón elaborado en obra se procedió a analizar los materiales predominantes en la zona de estudio, para poder lograr una resistencia característica aceptable con resultados que estén en el margen de la seguridad y confiabilidad.

El procesamiento de los materiales y su estudio se realizó en el laboratorio de hormigón de la Facultad de Ingeniería (FIUNA) de la Universidad Nacional de Asunción.

4.1.11.1. DISEÑO DE MEZCLA PARA UNA RESISTENCIA F_{ck} 210 kg/cm².

Ensayo realizado	Material ensayado	Resultados Obtenidos	Norma Utilizada
Densidad	Cemento CECON CP-32	3000 kg/m ³	NP N° 53
Densidad	Arena lavada	2530 kg/m ³	IRAM 1520
Densidad	Triturada 5ta	2770 kg/m ³	IRAM 1520
Peso unitario, compactado	Triturada 5ta	1595 kg/m ³	IRAM 1548
Peso unitario, compactado	Arena lavada	1690 kg/m ³	IRAM 1548
Peso unitario, suelto	Triturada 5ta	1456 kg/m ³	IRAM 1548
Peso unitario, suelto	Arena lavada	1510 kg/m ³	IRAM 1548
Módulo de finura, Agregado fino	Arena lavada	3,01	IRAM 1505
Diámetro máximo, Agregado grueso	Triturada 5ta	19,05mm	IRAM 1569

Tabla 10. Ensayos realizados a los materiales para 21mpa.

En la **Tabla 10.** se muestran los ensayos realizados para cada material con sus resultados y norma utilizada para un hormigón de 21mpa.

FcK (Kg/cm ²)	Cemento CPIV-32 (Kg)	Arena lavada (Kg)	Triturada (Kg)	Agua (Kg)
210	367,95	776,36	957	205

Tabla 11. Dosificación recomendada por peso.

Se muestra en la **Tabla 11.** la cantidad en kg para cada uno de los materiales para 1m³ de hormigón de 21mpa.

Dosificación recomendada por relación.

2:4:5

Cemento: Arena: Triturada

4.1.11.2. DISEÑO DE MEZCLA PARA UNA RESISTENCIA Fck 250 kg/cm².

Ensayo realizado	Material ensayado	Resultados Obtenidos	Norma Utilizada
Densidad	Cemento CECON CP-32	3000 kg/m ³	NP N° 53
Densidad	Arena lavada	2560 kg/m ³	IRAM 1520
Densidad	Triturada 5ta	2780 kg/m ³	IRAM 1520
Densidad	Triturada 4ta	2710 kg/m ³	IRAM 1520
Peso unitario, compactado	Triturada 5ta	1730 kg/m ³	IRAM 1548
Peso unitario, compactado	Triturada 4ta	1660 kg/m ³	IRAM 1548
Peso unitario, compactado	Arena lavada	1640 kg/m ³	IRAM 1548
Peso unitario, suelto	Triturada 5ta	1540 kg/m ³	IRAM 1548
Peso unitario, suelto	Triturada 4ta	1440 kg/m ³	IRAM 1548
Peso unitario, suelto	Arena lavada	1480 kg/m ³	IRAM 1548
Módulo de finura, Agregado fino	Arena lavada	2,17	IRAM 1505
Diámetro máximo, Agregado grueso	Triturada 4ta	25,4 mm	IRAM 1569

Tabla 12. Ensayos realizados a los materiales para 25mpa.

En la **Tabla 12.** se muestran los ensayos realizados para cada material con sus resultados y norma utilizada para un hormigón de 25mpa.

FcK (Kg/cm2)	Cemento CPIV-32(Kg)	Arena lavada (Kg)	Triturada (Kg)	Agua (Kg)
250	381,64	1106,05	150,51	193

Tabla 13. Dosificación recomendada por peso.

Se muestra en la **Tabla 13.** la cantidad en kg para cada uno de los materiales para 1m³ de hormigón de 25mpa.

Dosificación recomendada por relación.

2:3:2:6

Cemento: Arena: 4ta: 5ta.

5. CAPÍTULO V.

5.1. CONCLUSIONES.

Dentro del contexto de este estudio, que se centra en la evaluación de hormigones producidos en la ciudad de Caaguazú, mediante métodos in situ y elaborados en planta, se llevaron a cabo la confección de 60 muestras cilíndricas de dimensiones 150 mm x 300 mm en varias obras seleccionadas. Además, se recopiló información detallada sobre los procedimientos de fabricación y el control de calidad del hormigón. En este informe, presentamos los hallazgos obtenidos en dicho proceso.

Se logró identificar que en un 65% de las obras realizadas en la ciudad de Caaguazú no cuentan con una resistencia característica fck especificada.

Se observa que el proceso de dosificación utilizado para la elaboración del hormigón en el lugar de trabajo se basa en medidas volumétricas con dosificaciones empíricas que carecen de argumentos técnicos.

A su vez en lo que respecta al manejo de materiales, el seguimiento del tiempo de mezclado, la comprobación de la relación agua/cemento, el nivel de asentamiento del hormigón y el monitoreo de la resistencia mediante un análisis estadístico, no se llevan a cabo de manera uniforme en todas las obras inspeccionadas.

La resistencia media a la compresión del hormigón (F_{cm}) a los 28 días de curado, para los componentes estructurales investigados en la zona de estudio, se situó en 117,614 .kg/cm², en ambos casos. Además, se observó que el nivel medio de asentamiento de las estructuras estudiadas es de 8.5 cm, lo que indica una consistencia blanda, con la consecuente reducción en la resistencia del material.

La falta de control técnico y la ausencia de profesionales calificados para supervisar la calidad del hormigón son factores clave que contribuyen a la baja calidad de los hormigones producidos en la ciudad de Caaguazú. Como resultado, la mayoría de los maestros de obras admiten que la proporción excesiva de agua en la mezcla afecta negativamente la resistencia del hormigón, pero no pueden abordar este problema debido a su falta de comprensión sobre la cantidad de agua necesaria, lo que resulta en una relación agua/cemento desfavorable para la resistencia del material.

Tras comparar el hormigón elaborado en planta e in situ, se encuentra que el primero ofrece mayor uniformidad y resistencia debido a un control más estricto, pero puede implicar costos adicionales. En contraste, el hormigón in situ proporciona flexibilidad y puede ser más económico, aunque la falta de control riguroso puede afectar su uniformidad y resistencia. La elección entre ambos métodos dependerá de las necesidades específicas de cada proyecto, buscando un equilibrio entre economía y resistencia para asegurar la durabilidad de la estructura.

5.2. RECOMENDACIONES.

Con los resultados a la vista de este trabajo de investigación surgen las siguientes recomendaciones a fin de mejorar la calidad de las construcciones civiles de la ciudad y por supuesto garantizar la seguridad de las obras.

- Instar a la población en general a contratar profesionales del rubro de la construcción con títulos para garantizar tanto la calidad como también la seguridad de sus obras.
- Encargar a la Municipalidad de Caaguazú que se refuercen los controles pertinentes en las distintas obras de pequeña a mediana envergadura y que se apliquen sanciones a aquellas que no están a la altura de las exigencias de seguridad y calidad.
- Utilizar aditivos plastificantes o super fluidificantes a fin de reducir el uso excesivo del agua y el uso excesivo del cemento.
- Considerar el uso del hormigón elaborado en planta.
- Con los materiales predominantes de la zona, para hormigones elaborados in situ utilizar la relación 2:4:5.
- Respetar la relación Agua/Cemento que debe ser de $\frac{1}{2}$ por lo general.
- Profundizar el estudio de todos los tipos de materiales de la zona a fin de tener una dosificación adecuada y ajustada a sus características.
- Dosificar adecuadamente de acuerdo a las resistencias especificadas para cada tipo de obra.

6. CAPÍTULO VI.

6.1. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] I. E. B. A. I. A. A. C. D. F. D. F. I. R. A. R. H. Ing. Oscar Bieber Alonso, Manuel de Materiales de Obras Civiles Tomo I - Volumen II, Ciudad de Asuncion, Paraguay: EDITORA LITOCOLOR, 2011.
- [2] F. M. C. C. A. P. Álvaro García Meseguer, Jiménez Montoya Hormingon Armado, Barcelona: © Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 2009, 2009.
- [3] C. ACI, Guía para la Evaluación de los Resultados de pruebas de resistencia del concreto, American Concrete Institute, 2011.
- [4] N. y. M. Instituto Nacional de Tecnologia, «Hormigon Elaborado, Especificaciones, transporte, colocacion, compactacion y curado,» de *Hormigon Elaborado, Especificaciones, transporte, colocacion, compactacion y curado*, Asuncion, 2008, p. 17.
- [5] L. N. d. M. y. M. E. d. I. U. d. C. Rica, «Métodos y Materiales Volumen 1,» de *Recomendaciones para obtener resultados confiables de resistencia de cilindros de probeta*, LanammeUCR, 2011.

7. CAPITULO VII

7.1. ANEXO 1 – OBRAS.

Fotografía 1.



O1: Losa.

Fotografía 2.



O15: Zapata.

Fotografía 3.



O2: Platea.

Fotografía 4.



O20: Viga de Fundación.

Fotografía 5



O14: Columna.

Fotografía 6.



O3: Puente

Fotografía 7.



O3: Puente

7.2. ANEXO 2 – ELEMENTOS DE ESTUDIO

Fotografía 8.



Moldes de probetas y cono de Abrams.

Fotografía 9.



Prensa manual Ft Fortest Modelo Ft02.

7.3. ANEXO 3 – MUESTRAS

Fotografía 10.



Carga de probetas.

Fotografía 11.



Carga de probetas.

Fotografía 12.



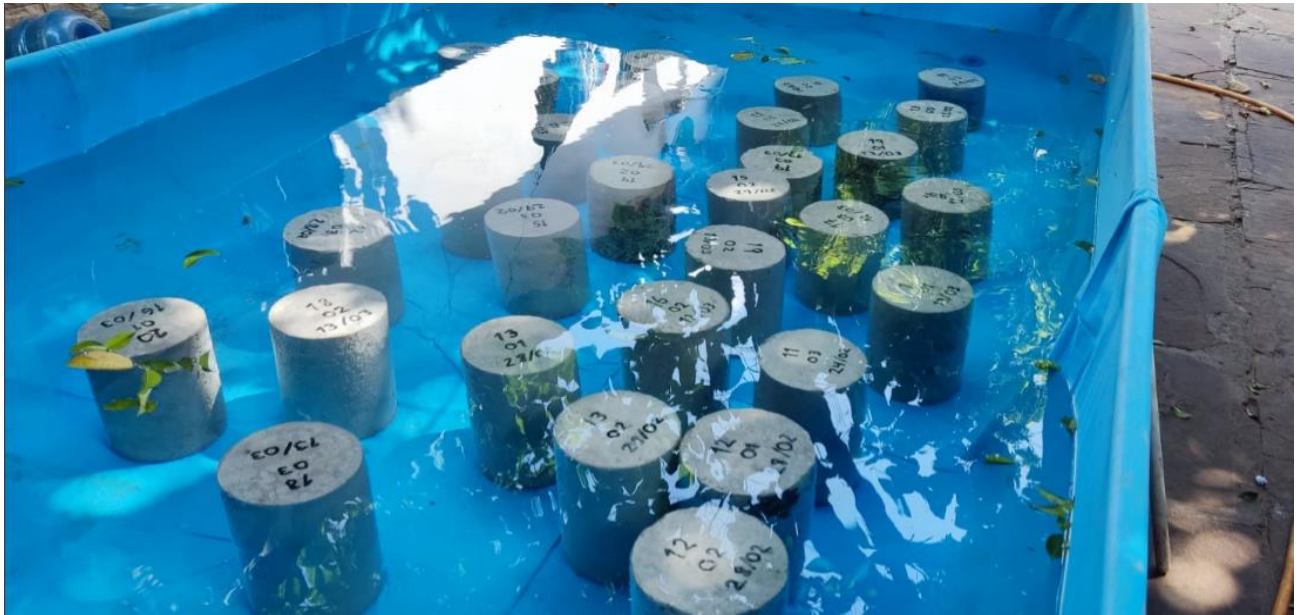
Asentamiento – Cono de Abrams.

Fotografía 13.



Asentamiento – Cono de Abrams.

Fotografía 14.



Proceso de curado de las probetas.

7.4. ANEXO 4 – ENSAYO A COMPRESIÓN.

Fotografía 15.



Rotura Tipo 3.

Fotografía 16.



Rotura Tipo 2.

Fotografía 17.



Rotura Tipo 5.

Fotografía 18.



Rotura Tipo 1.

Fotografía 19.



Ensayo de probetas laboratorio FCyT UNCA.

Fotografía 20.



Ensayo de probetas laboratorio FCyT UNCA.

Fotografía 21.



Fotografía 22.



Diseño de mezcla laboratorio FIUNA.

Diseño de mezcla laboratorio FIUNA.

7.5. ANEXO 5 – COMPROBANTES.

Fotografía 23.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA, NORMALIZACIÓN Y METROLOGÍA			
SOLICITUD DE SERVICIO AL INTN			
			RUC: 4471075-5
Nombre y Apellido / Razón Social: BENITEZ GAUTO, LUIS ELIAS			
Dirección: Ignacio A pane c/ Carlos Antonio Lopez			
Por la presente, solicito a la Dirección General del INTN, se sirva ordenar por donde corresponda la realización de los sgtdoc. trabajos:			
Cantidad y detalle del Material Entregado			
PROGRAMA DE TRABAJO			
DETERMINACIÓN	CANT.	PRECIO UNI.	SUBTOTAL
NP 17 058 08 - CTN 17	1.0	84.000	84.000
		Costo	84.000
Responsable: - CITN			
Llamar a: BENITEZ GAUTO, LUIS ELIAS			
Telef: -		Cel:	
NOTA: Los materiales serán sometidos a ensayos destructivos, por lo que a partir de la entrega de los resultados, el recurrente renuncia a todo reclamo en propiedad y el INTN queda autorizado a disponer de los mismos, a excepción de los equipos de medición y los materiales que por expreso pedido en la solicitud serán reutilizadodoc.			
INTN PTYF Nro. Entrada: INTN/2024/112039 Fecha: 22/05/2024	RETIRADO TOTAL () Por: C.I: Fecha: Hora: Firma:	Firma y Alcaración Conformidad y Aceptación del Solicitante C.I.	

Comprobante de Adquisición de la Norma Paraguaya 17 058 08.

Fotografía 24.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN
Entidad Responsable: FACULTAD DE INGENIERÍA
Dirección: Campus Universitario - Telefax: 585 581/5 - San Lorenzo, Paraguay
Ley 36/93 - Estatuto de la UNA

RECIBO DE DINERO
RUC: 80022761 - 1
Res.: D.G.T.P. N° 01
SERIE: "ING"

N° 0749013

22 de Marzo de 20 2024

Recibi de MEDINA ARMANDO (5963683-1) RUC:

IMPUTACIÓN CONTABLE

CODIFICACIÓN			CONCEPTO	IMPORTE TOTAL
CUENTA MAYOR	RUBRO	SUB RUBRO		
212	142	013	ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION	810.000
			TOTAL	810.000
			Son Guaraníes: Ochocientos diez mil	
			Pagado con Cheque N°: 5432800	
			c/ Bco. BANCO NACIONAL DE FOMENTO	
			CAJERO	

ORIGINAL (Banco) INTERESADO - DUPLICADO (Kermito) ARCH. TRIBUTARIO - TRIPULADO (Basa) CONTABILIDAD

Recibo de dinero por ensayos de diseño de mezcla laboratorio de Hormigón FIUNA.

7.6. ANEXO 6 – PLANILLAS DE INFORMACION GENERAL DE LA CONSTRUCCION.

Fotografía 25.

INFORMACION GENERAL DE LA CONSTRUCCION							
Direccion: Maria Luisa Rivaldi de Caballero						Obra Nro: 1	
Fecha de Visita: 21/12/23							
Responsable de la Obra: Arq. Peña						Anonimo	☐
1.Encargado de la Obra							
Maestro de Obra	☐	Arquitecto	☒	Conocimiento	Formacion tecnica	☒	
Ingeniero Civil	☐	Ayudante	☐	Adquirido	Empirico	☐	
Elemento Evaluado							
Losa	☒	Columna	☐	Zapata	☐	Puente	☐
Viga	☐	Cimiento	☐	Platea	☐		
Conoce la resistencia caracterista que alcanzara el hormigon empleado?						Si	☒
						No	☐
Resistencia Especificada: 210 Kg/cm2							
2.Características de los Materiales							
Cemento	Tipo: Yguazu						
Agregado Fino	Procedencia: Guyraungua						
Agregado Grueso	Procedencia: Cantera Guyraungua				Tipo: Mezcla 4ta y 5ta		
Agua	Procedencia: Essap						
Aditivo	Si	☒	No	☐	Razon por la que Emplea: Mayor Resistencia, Trabajabilidad		
3.Características del Concreto							
3.1 Tipo de Mezcladora							
Manual	☐	Mezcladora	☐	Hormigon Elaborado	☒		
Dosificacion							
Hormigon Elaborado							
Asentamiento							
12cm							
4.Resultados							
Resistencia a Compresion	Probeta Nro 1:		277,89 kg/cm2				
	Probeta Nro 2:		275,97 kg/cm2				
	Probeta Nro 3:		277,38 kg/cm2				
	Resistencia:		277,52 kg/cm2				

Panilla O1

Fotografía 26.

INFORMACION GENERAL DE LA CONSTRUCCION									
Direccion: Gral. Bernardino Caballero c/ Carlos A. Lopez						Obra Nro: 2			
Fecha de Visita: 15/01/24									
Responsable de la Obra:						Anonimo	☒		
1.Encargado de la Obra									
Maestro de Obra	☒	Arquitecto	☐	Conocimiento	Formacion tecnica	☐			
Ingeniero Civil	☐	Ayudante	☐	Adquirido	Empirico	☒			
Elemento Evaluado									
Losa	☐	Columna	☐	Zapata	☐	Puente	☐		
Viga	☐	Cimiento	☐	Platea	☒				
Conoce la resistencia caracterista que alcanzara el hormigon empleado?						Si	☐	No	☒
Resistencia Especificada:									
2.Características de los Materiales									
Cemento	Tipo: Vallemi Rojo								
Agregado Fino	Procedencia: Arena Rio Py								
Agregado Grueso	Procedencia: Cantera NG					Tipo: Mezcla 4ta			
Agua	Procedencia: Essap								
Aditivo	Si	☐	No	☒	Razon por la que Emplea:				
3.Características del Concreto									
3.1 Tipo de Mezcladora									
Manual	☐	Mezcladora	☒	Hormigon Elaborado	☐				
Dosificacion									
2,5,8									
Asentamiento									
5cm									
4.Resultados									
Resistencia a Compresion	Probeta Nro 1:		74,98 kg/cm2						
	Probeta Nro 2:		84,50 kg/cm2						
	Probeta Nro 3:		71,94 kg/cm2						
	Resistencia:		77,15 kg/cm2						

Planilla O2

Fotografía 27.

INFORMACION GENERAL DE LA CONSTRUCCION											
Direccion: Arroyo Terere						Obra Nro: 3					
Fecha de Visita: 18/01/24											
Responsable de la Obra: Benito Roggio e Hijos S.A						Anonimo		☐			
1.Encargado de la Obra											
Maestro de Obra		☐	Arquitecto		☐	Conocimiento		Formacion tecnica			
Ingeniero Civil		☒	Ayudante		☐	Adquirido		Empirico			
Elemento Evaluado											
Losa		☐	Columna		☐	Zapata		☐	Puente		
Viga		☐	Cimiento		☐	Platea		☐	☒		
Conoce la resistencia caracterista que alcanzara el hormigon empleado?								Si	☒	No	☐
Resistencia Especificada: 210 Kg/cm2											
2.Características de los Materiales											
Cemento		Tipo: Cecon									
Agregado Fino		Procedencia: Coronel Martinez									
Agregado Grueso		Procedencia: Cantera CCC Aguapety						Tipo: Mezcla 4ta y 5ta			
Agua		Procedencia: Essap									
Aditivo		Si	☒	No	☐	Razon por la que Emplea: Mayor Resistencia, Trabajabilidad					
3.Características del Concreto											
3.1 Tipo de Mezcladora											
Manual		☐	Mezcladora		☐	Hormigon Elaborado		☒			
Dosificacion											
Hormigon Elaborado											
Asentamiento											
15cm											
4.Resultados											
Resistencia a Compresion		Probeta Nro 1:		187,91 kg/cm2							
		Probeta Nro 2:		188,62 kg/cm2							
		Probeta Nro 3:		218,47 kg/cm2							
		Resistencia:		198,13 kg/cm2							

Planilla O3

Fotografía 28.

INFORMACION GENERAL DE LA CONSTRUCCION									
Direccion: Nuestra Señora de la Asuncion y Dr Juan M. Frutos							Obra Nro: 4		
Fecha de Visita: 14/02/24									
Responsable de la Obra:							Anonimo		☒
1. Encargado de la Obra									
Maestro de Obra	☒	Arquitecto	☐	Conocimiento	Formacion tecnica	☐			
Ingeniero Civil	☐	Ayudante	☐	Adquirido	Empirico	☒			
Elemento Evaluado									
Losa	☐	Columna	☐	Zapata	☐	Puente	☐		
Viga	☒	Cimiento	☐	Platea	☐				
Conoce la resistencia caracterista que alcanzara el hormigon empleado?							Si	☐	No ☒
Resistencia Especificada:									
2. Características de los Materiales									
Cemento	Tipo: Cecon								
Agregado Fino	Procedencia: Arena Rio Py								
Agregado Grueso	Procedencia: Cantera NG								
Agua	Procedencia: Essap								
Aditivo	Si ☐	No ☒	Razon por la que Emplea:						
3. Características del Concreto									
3.1 Tipo de Mezcladora									
Manual	☐	Mezcladora	☒	Hormigon Elaborado	☐				
Dosificacion									
1,2,3									
Asentamiento									
9cm									
4. Resultados									
Resistencia a Compresion	Probeta Nro 1:		64,25 kg/cm2						
	Probeta Nro 2:		61,57 kg/cm2						
	Probeta Nro 3:		65,00 kg/cm2						
	Resistencia:		65,57 kg/cm2						

Planilla O4

Fotografía 29.

INFORMACION GENERAL DE LA CONSTRUCCION									
Direccion: Gabriel Orue Achinelli c/ cristobal colon						Obra Nro: 5			
Fecha de Visita: 14/02/24									
Responsable de la Obra:						Anonimo	☒		
1.Encargado de la Obra									
Maestro de Obra	☒	Arquitecto	☐	Conocimiento	Formacion tecnica	☐			
Ingeniero Civil	☐	Ayudante	☐	Adquirido	Empirico	☒			
Elemento Evaluado									
Losa	☐	Columna	☒	Zapata	☐	Puente	☐		
Viga	☐	Cimiento	☐	Platea	☐				
Conoce la resistencia caracterista que alcanzara el hormigon empleado?						Si	☐	No	☒
Resistencia Especificada:									
2.Características de los Materiales									
Cemento	Tipo: Cecon								
Agregado Fino	Procedencia: Arena del Rio Py								
Agregado Grueso	Procedencia: Desconoce					Tipo: Mezcla 5ta			
Agua	Procedencia: Aguatera Santa Rosa								
Aditivo	Si	☐	No	☒	Razon por la que Emplea:				
3.Características del Concreto									
3.1 Tipo de Mezcladora									
Manual	☐	Mezcladora	☒	Hormigon Elaborado	☐				
Dosificacion									
1,2,3									
Asentamiento									
9 cm									
4.Resultados									
Resistencia a Compresion	Probeta Nro 1:		60,61 kg/cm2						
	Probeta Nro 2:		64,03 kg/cm2						
	Probeta Nro 3:		73,07 kg/cm2						
	Resistencia:		65,67 kg/cm2						

Planilla O5

Fotografía 30.

INFORMACION GENERAL DE LA CONSTRUCCION											
Direccion: Colectora Juan M. Frutos c/ Mcal Francisco Solano Lopez								Obra Nro: 6			
Fecha de Visita: 14/02/24											
Responsable de la Obra:								Anonimo	☒		
1. Encargado de la Obra											
Maestro de Obra	☐	Arquitecto	☒	Conocimiento	Formacion tecnica	☒					
Ingeniero Civil	☐	Ayudante	☐	Adquirido	Empirico	☐					
Elemento Evaluado											
Losa	☐	Columna	☒	Zapata	☐	Puente	☐				
Viga	☐	Cimiento	☐	Platea	☐						
Conoce la resistencia caracterista que alcanzara el hormigon empleado?								S	☒	No	☐
Resistencia Especificada: 210 Kg/cm2											
2. Caracteristicas de los Materiales											
Cemento	Tipo: Cecon										
Agregado Fino	Procedencia: Arena Rio Py										
Agregado Grueso	Procedencia: Cantera NG										
Agua	Procedencia: Essap										
Aditivo	Si	☐	No	☒	Razon por la que Emplea:						
Tipo: 4ta											
3. Caracteristicas del Concreto											
3.1 Tipo de Mezcladora											
Manual	☐	Mezcladora	☒	Hormigon Elaborado	☐						
Dosificacion											
1,2,3											
Asentamiento											
10cm											
4. Resultados											
Resistencia a Compresion	Probeta Nro 1:		109,28 kg/cm2								
	Probeta Nro 2:		99,94 kg/cm2								
	Probeta Nro 3:		95,15 kg/cm2								
	Resistencia:		101,53 kg/cm2								

Planilla O6

Fotografía 31.

INFORMACION GENERAL DE LA CONSTRUCCION									
Direccion: Boqueron c/ Enrique Vera						Obra Nro: 7			
Fecha de Visita: 19/02/24									
Responsable de la Obra:						Anonimo		☒	
1. En cargo de la Obra									
Maestro de Obra	☒	Arquitecto	☐	Conocimiento	Formacion tecnica	☐			
Ingeniero Civil	☐	Ayudante	☐	Adquirido	Empirico	☒			
Elemento Evaluado									
Losa	☐	Columna	☐	Zapata	☐	Puente	☐		
Viga	☐	Cimiento	☒	Platea	☐				
Conoce la resistencia caracterista que alcanzara el hormigon empleado?						S	☐	No	☒
Resistencia Especificada:									
2. Caracteristicas de los Materiales									
Cemento	Tipo: Cecon								
Agregado Fino	Procedencia: Arena Rio Tebicuary								
Agregado Grueso	Procedencia: Cantera NG								
Agua	Procedencia: Aguatera Santa Rosa								
Aditivo	Si	☐	No	☒	Razon por la que Emplea:				
3. Caracteristicas del Concreto									
3.1 Tipo de Mezcladora									
Manual	☐	Mezcladora	☒	Hormigon Elaborado	☐				
Dosificacion									
1,2,3									
Asentamiento									
7cm									
4. Resultados									
Resistencia a Compresion	Probeta Nro 1:	89,36 kg/cm2							
	Probeta Nro 2:	94,78 kg/cm2							
	Probeta Nro 3:	90,27 kg/cm2							
	Resistencia:	91,24 kg/cm2							

Planilla O7

Fotografía 32.

INFORMACION GENERAL DE LA CONSTRUCCION											
Dirección: Cnel. Manuel A. Godoy y Dr. Jose G. Rorodriguez de Francia								Obra Nro: 8			
Fecha de Visita: 22/02/24											
Responsable de la Obra:								Anonimo	☒		
1.Encargado de la Obra											
Maestro de Obra	☒	Arquitecto	☐	Conocimiento	Formacion tecnica	☐					
Ingeniero Civil	☐	Ayudante	☐	Adquirido	Empirico	☒					
Elemento Evaluado											
Losa	☐	Columna	☒	Zapata	☐	Puente	☐				
Viga	☐	Cimiento	☐	Platea	☐						
Conoce la resistencia caracterista que alcanzara el hormigon empleado?								Si	☐	No	☒
Resistencia Especificada:											
2.Características de los Materiales											
Cemento	Tipo: Cecon										
Agregado Fino	Procedencia: Arena Rio Tebycuary										
Agregado Grueso	Procedencia: Cantera NG										
Agua	Procedencia: Essap										
Aditivo	Si	☐	No	☒	Razon por la que Emplea:						
Tipo: 5ta											
3.Características del Concreto											
3.1 Tipo de Mezcladora											
Manual	☐	Mezcladora	☒	Hormigon Elaborado	☐						
Dosificacion											
2,2,2											
Asentamiento											
7cm											
4.Resultados											
Resistencia a Compresion	Probeta Nro 1:		88,43 kg/cm2								
	Probeta Nro 2:		82,02 kg/cm2								
	Probeta Nro 3:		89,26 kg/cm2								
	Resistencia:		86,54 kg/cm2								

Planilla O8

Fotografía 33.

INFORMACION GENERAL DE LA CONSTRUCCION							
Direccion: Pedro Caballero c/ Nanawa						Obra Nro: 9	
Fecha de Visita: 22/02/24							
Responsable de la Obra:						Anonimo	☒
1. Encargado de la Obra							
Maestro de Obra	☒	Arquitecto	☐	Conocimiento	Formacion tecnica	☐	
Ingeniero Civil	☐	Ayudante	☐	Adquirido	Empirico	☒	
Elemento Evaluado							
Losa	☐	Columna	☒	Zapata	☐	Puente	☐
Viga	☐	Cimiento	☐	Platea	☐		
Conoce la resistencia caracterista que alcanzara el hormigon empleado?						Si	☐
						No	☒
Resistencia Especificada:							
2. Caracteristicas de los Materiales							
Cemento	Tipo: Cecon						
Agregado Fino	Procedencia: Arena Rio Tebycuary						
Agregado Grueso	Procedencia: Cantera Boca					Tipo: 5ta	
Agua	Procedencia: Essap						
Aditivo	Si	☐	No	☒	Razon por la que Emplea:		
3. Caracteristicas del Concreto							
3.1 Tipo de Mezcladora							
Manual	☐	Mezcladora	☒	Hormigon Elaborado	☐		
Dosificacion							
1,2,2							
Asentamiento							
10cm							
4. Resultados							
Resistencia a Compresion	Probeta Nro 1:		90,64 kg/cm2				
	Probeta Nro 2:		84,50 kg/cm2				
	Probeta Nro 3:		89,26 kg/cm2				
	Resistencia:		89,95 kg/cm2				

Planilla O9

Fotografia 34.

INFORMACION GENERAL DE LA CONSTRUCCION								
Direccion: Pedro Ivan Caballero Barrio San Roque						Obra Nro: 10		
Fecha de Visita: 24/02/24								
Responsable de la Obra:						Anonimo	☒	
1. Encargado de la Obra								
Maestro de Obra	☒	Arquitecto	☐	Conocimiento	Formacion tecnica	☐		
Ingeniero Civil	☐	Ayudante	☐	Adquirido	Empirico	☒		
Elemento Evaluado								
Losa	☐	Columna	☐	Zapata	☐	Puente	☐	
Viga	☐	Cimiento	☒	Platea	☐			
Conoce la resistencia caracterista que alcanzara el hormigon empleado?						Si	☐	
						No	☒	
Resistencia Especificada:								
2. Caracteristicas de los Materiales								
Cemento	Tipo: Cecon							
Agregado Fino	Procedencia: Arena Rio Tebycuary							
Agregado Grueso	Procedencia: Cantera NG							
Agua	Procedencia: Essap							
Aditivo	Si	☐	No	☒	Razon por la que Emplea:			Tipo: 5ta
3. Caracteristicas del Concreto								
3.1 Tipo de Mezcladora								
Manual	☐	Mezcladora	☒	Hormigon Elaborado	☐			
Dosificacion								
1,3,3								
Asentamiento								
8cm								
4. Resultados								
Resistencia a Compresion	Probeta Nro 1:		46,83 kg/cm2					
	Probeta Nro 2:		44,55 kg/cm2					
	Probeta Nro 3:		53,10 kg/cm2					
	Resistencia:		48,19 kg/cm2					

Planilla O10

Fotografía 35.

INFORMACION GENERAL DE LA CONSTRUCCION									
Direccion: Dr. Juan Manuel Frutos y Nuestra Sra. De la Asuncion						Obra Nro: 11			
Fecha de Visita: 24/02/24									
Responsable de la Obra:						Anonimo	☒		
1. Encargado de la Obra									
Maestro de Obra	☒	Arquitecto	☐	Conocimiento	Formacion tecnica	☐			
Ingeniero Civil	☐	Ayudante	☐	Adquirido	Empirico	☒			
Elemento Evaluado									
Losa	☐	Columna	☐	Zapata	☐	Puente	☐		
Viga	☐	Cimiento	☐	Plataea	☒				
Conoce la resistencia caracterista que alcanzara el hormigon empleado?						Si	☐	No	☒
Resistencia Especificada:									
2. Caracteristicas de los Materiales									
Cemento	Tipo: Cecon								
Agregado Fino	Procedencia: Arena Rio Py								
Agregado Grueso	Procedencia: Cantera Boca					Tipo: 5ta			
Agua	Procedencia: Essap								
Aditivo	Si	☐	No	☒	Razon por la que Emplea:				
3. Caracteristicas del Concreto									
3.1 Tipo de Mezcladora									
Manual	☐	Mezcladora	☒	Hormigon Elaborado	☐				
Dosificacion									
1,3,3									
Asentamiento									
6cm									
4. Resultados									
Resistencia a Compresion	Probeta Nro 1:		45,89 kg/cm2						
	Probeta Nro 2:		45,09 kg/cm2						
	Probeta Nro 3:		44,54 kg/cm2						
	Resistencia:		45,16 kg/cm2						

Planilla O11

Fotografía 36.

INFORMACION GENERAL DE LA CONSTRUCCION										
Direccion: Dr. Walter Insfran y Juan A. Sandoval							Obra Nro: 12			
Fecha de Visita: 28/02/24										
Responsable de la Obra: Antonio Figueredo							Anonimo		☐	
1. Encargado de la Obra										
Maestro de Obra	☒	Arquitecto	☐	Conocimiento	Formacion tecnica	☐				
Ingeniero Civil	☐	Ayudante	☐	Adquirido	Empirico	☒				
Elemento Evaluado										
Losa	☐	Columna	☐	Zapata	☐	Puente	☐			
Viga	☒	Cimiento	☐	Platea	☐					
Conoce la resistencia caracterista que alcanzara el hormigon empleado?							Si	☐	No	☒
Resistencia Especificada:										
2. Caracteristicas de los Materiales										
Cemento	Tipo: Vallemi Rojo									
Agregado Fino	Procedencia: Arena de Repatriacion									
Agregado Grueso	Procedencia: Desconoce					Tipo: 5ta				
Agua	Procedencia: Essap									
Aditivo	Si	☐	No	☒	Razon por la que Emplea:					
3. Caracteristicas del Concreto										
3.1 Tipo de Mezcladora										
Manual	☐	Mezcladora	☒	Hormigon Elaborado	☐					
Dosificacion										
1,3,4										
Asentamiento										
10 cm										
4. Resultados										
Resistencia a Compresion	Probeta Nro 1:		79,06 kg/cm2							
	Probeta Nro 2:		75,99 kg/cm2							
	Probeta Nro 3:		87,25 kg/cm2							
	Resistencia:		80,73 kg/cm2							

Planilla O12

Fotografía 37.

INFORMACION GENERAL DE LA CONSTRUCCION											
Direccion: Fulgencio Yegros y Dr. Walter Insfran								Obra Nro: 13			
Fecha de Visita: 28/02/24											
Responsable de la Obra: Roberto Cabañas								Anonimo	☐		
1. Encargado de la Obra											
Maestro de Obra	☒	Arquitecto	☐	Conocimiento	Formacion tecnica	☐					
Ingeniero Civil	☐	Ayudante	☐	Adquirido	Empirico	☒					
Elemento Evaluado											
Losa	☐	Columna	☐	Zapata	☐	Puente	☐				
Viga	☒	Cimiento	☐	Platea	☐						
Conoce la resistencia caracterista que alcanzara el hormigon empleado?								Si	☐	No	☒
Resistencia Especificada:											
2. Características de los Materiales											
Cemento	Tipo: Cecon										
Agregado Fino	Procedencia: Arena de Repatriacion										
Agregado Grueso	Procedencia: Cantera Boca										
Agua	Procedencia: Essap										
Aditivo	Si	☐	No	☒	Razon por la que Emplea:						
Tipo: 4ta											
3. Características del Concreto											
3.1 Tipo de Mezcladora											
Manual	☐	Mezcladora	☒	Hormigon Elaborado	☐						
Dosificacion											
1,3,3											
Asentamiento											
9 cm											
4. Resultados											
Resistencia a Compresion	Probeta Nro 1:		86,94 kg/cm2								
	Probeta Nro 2:		80,24 kg/cm2								
	Probeta Nro 3:		89,96 kg/cm2								
	Resistencia:		83,99 kg/cm2								

Planilla O13

Fotografía 38.

INFORMACION GENERAL DE LA CONSTRUCCION											
Direccion: Sobre Colectora Avda Juan Manuel Frutos							Obra Nro: 14				
Fecha de Visita: 29/02/24											
Responsable de la Obra: Luis Rodriguez							Anonimo		☐		
1.Encargado de la Obra											
Maestro de Obra		☒	Arquitecto		☐	Conocimiento		Formacion tecnica		☐	
Ingeniero Civil		☐	Ayudante		☐	Adquirido		Empirico		☒	
Elemento Evaluado											
Losa		☐	Columna		☐	Zapata		☒	Puede		☐
Viga		☐	Cimiento		☐	Platea		☐			
Conoce la resistencia caracterista que alcanzara el hormigon empleado?							Si		☐	No	☒
Resistencia Especificada:											
2.Caracteristicas de los Materiales											
Cemento		Tipo: Cecon									
Agregado Fino		Procedencia: Arena de Repatriacion									
Agregado Grueso		Procedencia: Desconoce						Tipo: 5ta			
Agua		Procedencia: Essap									
Aditivo		Si	☐	No	☒	Razon por la que Emplea:					
3.Caracteristicas del Concreto											
3.1 Tipo de Mezcladora											
Manual		☐	Mezcladora		☒	Hormigon Elaborado		☐			
Dosificacion											
1,3,3											
Asentamiento											
5 cm											
4.Resultados											
Resistencia a Compresion		Probeta Nro 1:		126,45 kg/cm2							
		Probeta Nro 2:		147,49 kg/cm2							
		Probeta Nro 3:		128,02 kg/cm2							
		Resistencia:		134,06 kg/cm2							

Planilla O14

Fotografía 39.

INFORMACION GENERAL DE LA CONSTRUCCION										
Direccion: Nuestra Señora de la Asuncion y Dr Juan M. Frutos							Obra Nro: 15			
Fecha de Visita: 29/02/24										
Responsable de la Obra:							Anonimo ☒			
1.Encargado de la Obra										
Maestro de Obra		☐	Arquitecto		☒	Conocimiento		Formacion tecnica		☒
Ingeniero Civil		☐	Ayudante		☐	Adquirido		Empirico		☐
Elemento Evaluado										
Losa		☐	Columna		☐	Zapata		☒	Puente	
Viga		☐	Cimiento		☐	Platea		☐		
Conoce la resistencia caracterista que alcanzara el hormigon empleado?							Si ☒ No ☐			
Resistencia Especificada: 210 kg/m2										
2.Características de los Materiales										
Cemento		Tipo: Cecon								
Agregado Fino		Procedencia: Arena de rio Tebycuary								
Agregado Grueso		Procedencia: Cantera NG							Tipo: 5ta	
Agua		Procedencia: Essap								
Aditivo		Si ☐	No ☒	Razon por la que Emplea:						
3.Características del Concreto										
3.1 Tipo de Mezcladora										
Manual		☐	Mezcladora		☒	Hormigon Elaborado		☐		
Dosificacion										
1,3,4										
Asentamiento										
6 cm										
4.Resultados										
Resistencia a Compresion		Probeta Nro 1:		138,32 kg/cm2						
		Probeta Nro 2:		142,85 kg/cm2						
		Probeta Nro 3:		141,22 kg/cm2						
		Resistencia:		140,82 kg/cm2						

Planilla O15

Fotografía 40.

INFORMACION GENERAL DE LA CONSTRUCCION									
Direccion: Avda Juan Manuel Frutos						Obra Nro: 16			
Fecha de Visita: 12/03/24									
Responsable de la Obra: Marcelino Vera						Anonimo	☐		
1. Encargado de la Obra									
Maestro de Obra	☒	Arquitecto	☐	Conocimiento	Formacion tecnica	☐			
Ingeniero Civil	☐	Ayudante	☐	Adquirido	Empirico	☒			
Elemento Evaluado									
Losa	☐	Columna	☒	Zapata	☐	Puente	☐		
Viga	☐	Cimiento	☐	Platea	☐				
Conoce la resistencia caracterista que alcanzara el hormigon empleado?						Si	☐	No	☒
Resistencia Especificada:									
2. Características de los Materiales									
Cemento	Tipo: Cecon								
Agregado Fino	Procedencia: Arena de rio Py								
Agregado Grueso	Procedencia: Cantera Boca					Tipo: 5ta			
Agua	Procedencia: Essap								
Aditivo	Si	☐	No	☒	Razon por la que Emplea:				
3. Características del Concreto									
3.1 Tipo de Mezcladora									
Manual	☐	Mezcladora	☒	Hormigon Elaborado	☐				
Dosificacion									
1,3,4									
Asentamiento									
10 cm									
4. Resultados									
Resistencia a Compresion	Probeta Nro 1:		165,92 kg/cm2						
	Probeta Nro 2:		169,05 kg/cm2						
	Probeta Nro 3:		173,39 kg/cm2						
	Resistencia:		169,27 kg/cm2						

Planilla O16

Fotografía 41.

INFORMACION GENERAL DE LA CONSTRUCCION							
Direccion: Pte Carlos Antonio Lopez y Maria Cadozo Acuña						Obra Nro: 17	
Fecha de Visita: 12/03/24							
Responsable de la Obra: Vera Constructora						Anonimo	☐
1. Encargado de la Obra							
Maestro de Obra	☐	Arquitecto	☒	Conocimiento	Formacion tecnica	☒	
Ingeniero Civil	☐	Ayudante	☐	Adquirido	Empirico	☐	
Elemento Evaluado							
Losa	☐	Columna	☐	Zapata	☒	Puente	☐
Viga	☐	Cimiento	☐	Platea	☐		
Conoce la resistencia caracterista que alcanzara el hormigon empleado?						Si	☒
Resistencia Especificada: 210 kg/cm2						No	☐
2. Características de los Materiales							
Cemento	Tipo: Cecon						
Agregado Fino	Procedencia: Arena de rio Py						
Agregado Grueso	Procedencia: Cantera NG						
Agua	Procedencia: Essap						
Aditivo	Si	☐	No	☒	Razon por la que Emplea:		
3. Características del Concreto							
3.1 Tipo de Mezcladora							
Manual	☐	Mezcladora	☒	Hormigon Elaborado	☐		
Dosificacion							
1,3,4							
Asentamiento							
7 cm							
4. Resultados							
Resistencia a Compresion	Probeta Nro 1:	173,18 kg/cm2					
	Probeta Nro 2:	160,58 kg/cm2					
	Probeta Nro 3:	166,74 kg/cm2					
	Resistencia:	166,78 kg/cm2					

Planilla O17

Fotografía 42.

INFORMACION GENERAL DE LA CONSTRUCCION							
Direccion: Maria Luisa Rivaldi de Gallardo y Don Jose Domingo Morinigo						Obra Nro: 18	
Fecha de Visita: 13/03/24							
Responsable de la Obra: Javier Perez						Anonimo	☐
1. Encargado de la Obra							
Maestro de Obra	☒	Arquitecto	☐	Conocimiento	Formacion tecnica	☐	
Ingeniero Civil	☐	Ayudante	☐	Adquirido	Empirico	☒	
Elemento Evaluado							
Losa	☐	Columna	☐	Zapata	☒	Puerta	☐
Viga	☐	Cimiento	☐	Platea	☐		
Conoce la resistencia caracterista que alcanzara el hormigon empleado?						Si	☐ No ☒
Resistencia Especificada:							
2. Características de los Materiales							
Cemento	Tipo: Cecon						
Agregado Fino	Procedencia: Arena de rio Tebicuary						
Agregado Grueso	Procedencia: Cantera Boca					Tipo: 5ta	
Agua	Procedencia: Essap						
Aditivo	Si	☐	No	☒	Razon por la que Emplea:		
3. Características del Concreto							
3.1 Tipo de Mezcladora							
Manual	☐	Mezcladora	☒	Hormigon Elaborado	☐		
Dosificación							
2,5,7							
Asentamiento							
6 cm							
4. Resultados							
Resistencia a Compresion	Probeta Nro 1:		125,56 kg/cm2				
	Probeta Nro 2:		130,27 kg/cm2				
	Probeta Nro 3:		135,15 kg/cm2				
	Resistencia:		130,53 kg/cm2				

Planilla O18

Fotografía 43.

INFORMACION GENERAL DE LA CONSTRUCCION									
Direccion: Mariscal Estigarribia y calle 6						Obra Nro: 19			
Fecha de Visita: 14/03/24									
Responsable de la Obra: Viviano Salinas						Anonimo ☐			
1.Encargado de la Obra									
Maestro de Obra ☐		Arquitecto ☒		Conocimiento		Formacion tecnica		☒	
Ingeniero Civil ☐		Ayudante ☐		Adquirido		Empirico		☐	
Elemento Evaluado									
Losa ☐		Columna ☒		Zapata ☐		Puente		☐	
Viga ☐		Cimiento ☐		Platea ☐					
Conoce la resistencia caracterista que alcanzara el hormigon empleado?						Si ☒ No ☐			
Resistencia Especificada: 210 kg/cm2									
2.Características de los Materiales									
Cemento		Tipo: Cecon							
Agregado Fino		Procedencia: Arena de rio Tebicuary							
Agregado Grueso		Procedencia: Cantera NG				Tipo: 5ta			
Agua		Procedencia: Essap							
Aditivo		Si ☐		No ☒		Razon por la que Emplea:			
3.Características del Concreto									
3.1 Tipo de Mezcladora									
Manual ☐		Mezcladora ☒		Hormigon Elaborado ☐					
Dosificacion									
2,5,7									
Asentamiento									
8 cm									
4.Resultados									
Resistencia a Compresion		Probeta Nro 1:		146,86 kg/cm2					
		Probeta Nro 2:		173,08 kg/cm2					
		Probeta Nro 3:		158,77 kg/cm2					
		Resistencia:		159,46 kg/cm2					

Planilla O19

Fotografía 44.

INFORMACION GENERAL DE LA CONSTRUCCION									
Direccion: Calle 3 y 2						Obra Nro: 20			
Fecha de Visita: 16/03/24									
Responsable de la Obra:						Anonimo ☒			
1.Encargado de la Obra									
Maestro de Obra	☐	Arquitecto	☒	Conocimiento	Formacion tecnica	☒			
Ingeniero Civil	☐	Ayudante	☐	Adquirido	Empirico	☐			
Elemento Evaluado									
Losa	☐	Columna	☐	Zapata	☐	Puente	☐		
Viga	☒	Cimiento	☐	Platea	☐				
Conoce la resistencia caracterista que alcanzara el hormigon empleado?						Si	☒	No	☐
Resistencia Especificada: 210 kg/cm2									
2.Caracteristicas de los Materiales									
Cemento	Tipo: Vallemi Rojo								
Agregado Fino	Procedencia: Arena de rio Py								
Agregado Grueso	Procedencia: Cantera NG				Tipo: 5ta				
Agua	Procedencia: Essap								
Aditivo	Si	☐	No	☒	Razon por la que Emplea:				
3.Caracteristicas del Concreto									
3.1 Tipo de Mezcladora									
Manual	☐	Mezcladora	☒	Hormigon Elaborado	☐				
Dosificacion									
2,5,7									
Asentamiento									
9 cm									
4.Resultados									
Resistencia a Compresion	Probeta Nro 1:	134,18 kg/cm2							
	Probeta Nro 2:	128,82 kg/cm2							
	Probeta Nro 3:	125,91 kg/cm2							
	Resistencia:		129,73 kg/cm2						

Planilla O20