

---

---

**UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO**

**ÁREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**“PLAN DE CONTROL DE LA CALIDAD PARA LAS VIGUETAS  
FABRICADAS EN LA EMPRESA AMAZON MIX “**

**Proyecto de grado**

POSTULANTE: Univ. Cesar Alberto Flores Amaru

TUTOR: Ing. Joaquín Esteban Plata Gutiérrez

ASESOR: Ing. Alfredo Escobar Arana

Cobija - Pando – Bolivia

2021

---

---

***DEDICATORIA***

*A la memoria de mi querido padre Alberto Flores López y mi hermano menor  
Rodrigo Flores Amaru, por su amor, comprensión y apoyo.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por darme la luz y guiar mi camino dándome fuerza, voluntad y crecimiento para seguir adelante.*

*A mi padre Alberto Flores por todo el sacrificio y apoyo que me brindo, por estar a mi lado en todo momento.*

*A todas mis amigas Jenni, Natty, Araceli, Luz, Cindy y Gladys que siempre estuvieron conmigo en los momentos de alegría, tristeza enojo y sobre todo ayuda en todo momento.*

*Al plantel docente de toda la carrera Ingeniería Industrial por nutrirme de sabiduría, enseñanzas y guías en todo el transcurso de los años de estudio.*

*A mi asesor el Ing. Alfredo Escobar, por su guía en la elaboración de este proyecto, consejos y sobre todo apoyo en salir adelante*

*A mis amigos y compañeros que dentro de toda el área de ciencias y tecnología que estuvieron apoyándome.*

*A la Universidad Amazónica de Pando y particularmente a la carrera de Ingeniería Industrial por cobijarme en sus aulas todos estos años.*

*¡Muchas Gracias!*

## **RESUMEN**

El presente proyecto titulado “Plan De Control de calidad Para Las Viguetas Fabricadas En La Empresa Amazon Mix”, tiene como objetivo proponer un plan de mejora del producto final mediante el control de análisis, pruebas de laboratorios y registros de documentación donde avalen las características y los resultados del hormigón como también realizar un seguimiento a través de las Normas Bolivianas recomendadas por la NB 997 (Elementos prefabricados de Hormigón, Viguetas Prefabricadas de Hormigón pretensado – Requisitos y métodos de ensayo).

Para cumplir los objetivos del proyecto se realizó un diagnóstico en el sector de producción, donde elaboraban viguetas con instrumentos y herramientas de trabajo empírico, se llegó a concluir que la empresa cumple con un 28,56% de control y registro de documentación, el control sobre la materia prima cumple un 50 % y el producto final un 0% dando a desconocer la resistencia y durabilidad del producto al cliente final.

Tras realizar el análisis se procedió a realizar un control general de conformidad del producto en general, tanto como la materia prima y el hormigón (viguetas fabricadas), a través de la ayuda de los laboratorios de control de hormigón del área ciencias y tecnología y el laboratorio microbiológico de agua residuales de la UAP, se obtuvo como resultado que todas las materias primas cumplen el 90 % de los requisitos propuestos por la norma boliviana haciendo conocer que son aptas para la realización del hormigón cumpliendo con las especificaciones técnicas, también se obtiene los resultados de las pruebas de resistencia del hormigón superan el 446 Kg/cm<sup>2</sup> a compresión.

Una vez terminado el análisis de conformidad, se realizó un plan de mejora para la empresa donde se detalla un sistema para implementar formatos para el control del personal, procedimientos análisis para el control de acciones correctivas y preventivas, como también especificando las actividades a realizar para obtener el sello NB 997 en la empresa y acciones que controlar mediante límites específicos en todo el proceso de elaboración del producto de acuerdo a las Normas Bolivianas y guías de control de proceso llegando a cubrir una pequeña parte del sistema de gestión de la calidad (SGC),

Se diseñó un laboratorio de control y análisis de hormigón, para la empresa en el que se procedió a realizar las pruebas detalladas para no depender de laboratorios externos, este diseño detalla los costos de inversión a corto plazo con una inversión de 115.970,0 Bs y un costo anual de 98.646,07 Bs/año.

Para concluir el proyecto se realizó un análisis económico financiero para implementar el proyecto del plan de control de la calidad con y sin laboratorio de hormigón mediante un medidor económico (flujo de caja).

Para el proyecto del plan de control con laboratorio se tiene como resultado un VAN (valor actual neto) de 763.910,83 Bs, TIR (tasa interna de retorno) de 37% y RBC (relación beneficio costo) de 1.19 con una TMA (tasa mínima de atractividad) del 10% esto deja a concluir que los beneficios son mayores a los costos lo cual se acepta el proyecto.

Una alternativa para implementar el proyecto del plan de control sin laboratorio se tiene un VAN (valor actual neto) de 828.135,0 Bs. TIR (tasa interna de retorno) de 42% y una RBC (relación beneficio costo) de 1.24 con una TMA (tasa mínima de atractividad) del 10% por ello se debe aceptar el proyecto porque según el medidor económico RBC demuestra que los beneficios aún son mayores a los costos.

Comparado con ambos proyectos es más conveniente implementar el proyecto plan de control de calidad con laboratorio de hormigón, porque los beneficios costos son más altos que el anterior proyecto sin laboratorio.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
ANTECEDENTES.....	2
CAPITULO 1 .....	3
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.2. FORMULACION DE LA PREGUNTA.....	3
1.3. OBJETIVO GENERAL .....	3
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
CAPITULO 2.....	4
2. MARCO TEORICO .....	4
2.1. CONTROL DE CALIDAD .....	4
2.2. VIGUETA PRETENSADA .....	4
2.3. REQUISITOS DE LAS VIGUETAS .....	5
2.4. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA .....	5
2.5. CURADO DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN .....	5
2.6. LABORATORIO PARA ENSAYOS DE HORMIGÓN.....	6
2.7. IMPORTANCIA DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO .....	6
2.8. ANÁLISIS DE DATOS .....	7
2.9. SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN .....	7
2.10. CONTROL DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN .....	8
2.11. TIPOS DE HORMIGONES.....	8
2.12. CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA .....	9
2.13. ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION).....	10
2.14. MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN VIGUETA PRETENSADA .....	10
CAPITULO 3.....	16
3. MARCO METODOLOGICO .....	16
3.1. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA.....	16
3.2. FUENTES DE INVESTIGACIÓN .....	16
3.3. DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE LOS MATERIALES E INSUMOS .....	17
3.4. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	19
CAPITULO 4.....	20
4. DIAGNOSTICO DE ACUERDO A LA NORMA NB 997.....	20

<b>4.1. DIAGNOSTICO DEL PRODUCTO GENERAL</b> .....	20
<b>4.1.1. REQUISITOS DE MATERIA PRIMA</b> .....	20
<b>4.1.1.1. AGUA PARA HORMIGÓN</b> .....	20
<b>4.1.1.2. AGREGADOS O ÁRIDOS</b> .....	21
<b>4.1.1.3. ARMADURA PARA PRETENSADO O ALAMBRE</b> .....	23
<b>4.1.1.4. CEMENTO</b> .....	23
<b>4.1.2. REQUISITOS DE HORMIGÓN</b> .....	23
<b>4.1.3. REQUISITOS DE CONTROL PARA LAS VIGUETAS PRETENSADAS</b> .....	24
<b>4.1.4. REQUISITOS DE CONTROL SOBRE LA LOSA</b> .....	25
CAPITULO 5 .....	26
<b>5. PLAN DE CONFORMIDAD DEL PRODUCTO EN GENERAL</b> .....	26
<b>5.1. EVALUACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA</b> .....	26
<b>5.1.1. CONFORMIDAD DE MATERIA PRIMA</b> .....	26
<b>5.1.2. CONFORMIDAD DE PRODUCTO EN PROCESO</b> .....	39
<b>5.1.3. CONFORMIDAD DE PRODUCTO TERMINADO</b> .....	44
CAPITULO 6.....	50
<b>6. SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DURANTE EL PROCESO DE OPERACIÓN</b> .....	50
<b>6.1. DOCUMENTACIÓN PARA UN SISTEMA DE CALIDAD</b> .....	50
<b>6.2. CONTROL Y FORMACION PARA EL PERSONAL</b> .....	51
<b>6.3. PROCEDIMIENTO PARA DETECTAR LA NO CONFORMIDAD DE PRODUCTO</b> ....	52
<b>6.4. CONTROL Y SEGUIMIENTO MEDIANTE ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS</b> .....	53
<b>6.5. SEGUIMIENTO Y CONTROL DURANTE EL PROCESO</b> .....	56
<b>6.4. LIMITES DE CONTROL DE CONFORMIDAD</b> .....	59
<b>6.5. PROCESO DE CERTIFICACIÓN</b> .....	62
<b>6.5.1. ESQUEMA DEL PROCESO DE CERTIFICACIÓN SELLO IBNORCA</b> .....	62
<b>6.6. PLAN DE SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN DE PROCESOS</b> .....	63
<b>6.7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</b> .....	63
CAPITULO 7 .....	66
<b>7. INGENIERIA DE PROYECTO PARA UN LABORATORIO DE PRUEBAS DE HORMIGÓN</b> .....	66
<b>7.1. DISEÑO TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE PRUEBAS</b> .....	66
<b>7.2. TAMAÑO Y LOCALIZACION</b> .....	66

7.3.	INSTALACIONES DEL LABORATORIO .....	69
7.3.2.	DESCRIPCIÓN Y DISEÑO ARQUITECTÓNICO DEL PROYECTO .....	71
7.4.	DETERMINACIÓN DE PRUEBAS Y ENSAYOS BÁSICOS DEL LABORATORIO .....	71
7.5.	CONTROL DEL AMBIENTE DENTRO DEL LABORATORIO .....	72
7.5.1.	DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL LABORATORIO .....	73
7.5.2.	MANEJO DE RESIDUOS GENERADOS EN EL LABORATORIO .....	74
7.6.	DISEÑO DE LAS GUÍAS DE LABORATORIO .....	75
7.6.1.	RECOMENDACIONES PARA PRESENTAR INFORMES DE LABORATORIO .....	75
7.7.	PROPÓSITO Y ALCANCE DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO .....	75
7.8.	ESTUDIO ECONÓMICO .....	76
7.8.1.	COSTOS DE MAQUINARIA Y EQUIPOS .....	76
7.8.1.1.	COSTOS POR MANTENIMIENTO Y CALIBRACION DE EQUIPOS .....	77
7.8.2.	COSTO DE INFRAESTRUCTURA .....	78
7.8.3.	COSTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA .....	78
7.8.4.	COSTOS DEL PERSONAL DE LABORATORIO .....	79
7.8.5.	COSTOS POR CAPACITACION .....	80
7.8.6.	OTROS COSTOS .....	80
7.8.7.	INVERSIÓN TOTAL A CORTO PLAZO .....	81
7.8.8.	RESULTADOS OBTENIDOS .....	81
	CAPÍTULO 8 .....	82
8.	EVALUACION ECOMICO DEL PROYECTO .....	82
8.1.	ANALISIS DEL PROYECTO .....	82
8.1.1.	CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE COSTOS .....	83
8.1.2.	COSTOS TANGIBLES Y COSTOS INTANGIBLES .....	87
8.1.3.	ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE COSTOS DE CALIDAD CON Y SIN PROYECTO DE LABORATORIO .....	88
8.1.4.	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONOMICA .....	95
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	96
10.	BIBLIOGRAFIA .....	97

## **TABLA DE ANEXO**

1.	ANEXO A .....	1
1.1.	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL AGUA .....	1
1.2.	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE ARIDO GRUESO TIPO 1.....	2
1.3.	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE ARIDO GRUESO TIPO 0.....	3
1.4.	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ÁRIDO FINO .....	4
1.5.	FICHA TECNICA DE ACERO EMPRESA FERROTOD0 .....	5
1.6.	FICHA TECNICA DEL ADITIVO "SIKA - 3" .....	6
2.	ANEXO B.....	8
2.1.	RESULTADO DEL ENSAYO DE PROBETA DEL HORMIGON.....	8
2.2.	RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROBETA PARA LA ACEPTACION DEL LOTE .....	9
2.3.	ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE VIGUETA .....	10
3.	ANEXO C.....	12
3.1.	FORMATO PARA EL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD .....	12
3.2.	FORMATO PARA EL CONTROL Y CAPACITACION DEL PERSONAL .....	13
3.3.	FORMATO PARA EL CONTROL MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS DE MEDICION MEDIANTE ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS .....	14
3.4.	FORMATO PARA EL CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME.....	17
3.5.	CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME .....	18
3.6.	FORMATO PARA EL INFORME DE NO CONFORMIDAD .....	19
3.7.	PLAN DE SEGUIMIENTO .....	22
3.7.1.	FORMULARIO DE GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD.....	22
3.7.2.	FORMULARIO DE CONTROL DE CALIDAD .....	27
3.8.	CONTROL DE CALIDAD.....	30
3.9.	CROGRAMA DE IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD.....	32
4.	ANEXO D.....	33
4.1.	DISEÑO DE UN LABORATORIO DE PRUEBAS DE HORMIGON.....	33
4.1.1.	MICROLOCALIZACION DEL PROYECTO DE DISEÑO .....	33
4.1.2.	DISEÑO DEL LABORATORIO PARA EL CONTROL DE HORMIGON .....	33

<b>4.1.3.</b>	<b>DISEÑO DEL LABORATORIO PARA EL CONTROL DE HORMIGON .....</b>	<b>34</b>
<b>4.2.</b>	<b>EQUIPOS Y MAQUINARIAS PARA EL CONTROL DE HORMIGON ....</b>	<b>35</b>
<b>4.2.1.</b>	<b>PROFORMA DE LA EMPRESA “TecnoEquip” PARA LA IMPLEMENTACION DE MAQUINARIA Y EQUIPOS .....</b>	<b>36</b>
<b>4.2.2.</b>	<b>PROFORMA DE LA EMPRESA “Técnicas Cp. Bolivia” PARA LA IMPLEMENTACION DE MAQUINARIA Y EQUIPOS .....</b>	<b>37</b>

## INTRODUCCIÓN

La empresa Amazon Mix es una de las empresas que producen constantemente viguetas pretensadas, las cuales son piezas indispensables para el campo de la construcción de losas alivianadas, su sistema de producción está compuesta por maquinarias semi industriales para ello el producto fabricado es almacenado y listo para la venta, la falta de verificación y control durante el proceso pone en desconfianza al cliente final, en cuanto a la dosificación, características y la resistencia del producto final es plasmada en la ficha técnica realizada por la empresa y laboratorio de pruebas de hormigón.

A través de la presente propuesta titulada “plan de control de la calidad para las viguetas fabricadas en la empresa Amazon Mix”, se busca en solucionar bajo el proceso de fabricación mediante pruebas metodológicas a través de un seguimiento de la norma boliviana 997, permitiendo mejorar la competencia con una ventaja competitiva con la certificación y sello de calidad que le permita el crecimiento de la empresa aumentando las ventas y la confiabilidad por el cliente.

**Capcha Canaza (2016)** Según estudios del tesista, realizo un sistema de gestión de la calidad a la empresa previtec con mucha dificultad a través de seguimientos de las normas tanto como de materias primas y el producto final como referencia, luego estabilizar y controlar la dosificación de la materia prima y el hormigón a través de pruebas de laboratorio de hormigón llegando a una resistencia optima, por otra parte, aplico una serie de documentación de acuerdo al sistema de gestión de la ISO 9001 como objetivo final para la empresa incorporando el sello de calidad.

En el presente proyecto se pretende diseñar, implementar y evaluar un sistema de control para empresa, por ello el objetivo final es mejorar a través de ventajas que no se encuentran todavía en la ciudad de Cobija por parte de los competidores a través del proyecto propuesto del plan de control.

## **ANTECEDENTES**

La empresa viguetera Amazon Mix se encuentra instalada en el km 3, Urbanización Santa María a tres cuadras de la Ex Pizzería Eureka o la Avenida Acre, distrito 04, Predio 02, manzano 111 con una superficie de 1000.00 m<sup>2</sup>, es administrada por el señor Marcos Herrera como gerente de la empresa, cuenta con un personal de 3 operarios y un administrador, todos están capacitados para el trabajo pesado tanto como en la producción y el almacenamiento.

Se encuentra funcionando desde el año 2018, con dos líneas de producción las cuales son la argamasa un producto similar al cemento para el colocado de las cerámicas y las viguetas, es una pieza prismática para las losas alivianadas, se llegó a crear la empresa como una necesidad de parte de las empresas constructoras que demandaban estas piezas de construcción para así reducir sus costos y tiempo en el armado de una losa (edificio de piso), este producto llegó a incorporarse al mercado poco a poco llegando hacerse conocer por los constructores de la ciudad.

A mediados del año 2019 la empresa no realizaba ninguna fase de producción de viguetas por causas de hurto de piezas de maquinarias por personas externas, por ello esto fue un declive para el gerente tanto como perdida por falta del producto perdiendo el mercado de cobija, en el año 2020 fue una pérdida total a causa de la pandemia Mundial esto hizo que el gerente tome una decisión de parar la segunda línea de producción que es la argamasa, a inicios del año 2021 el gerente realizo una serie de compras de piezas faltantes para reestablecer la línea de producción de viguetas.

El gerente de la empresa implemento su cronograma de producción los días lunes, miércoles y viernes, el horario es dependiendo del tiempo como clima del ambiente (lluvias), esto influye muchas veces a la producción perjudicando tanto como el personal (mano de obra) en la elaboración del hormigón.

# CAPITULO 1

## 1. GENERALIDADES Y OBJETIVOS

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente la empresa es no es competitiva en el mercado de cobija porque no existe documentación que garantice que el producto fabricado en la planta cuente con un SGC (sistema de gestión de la calidad) o una certificación del control de la calidad del producto que avale las mediciones de proceso, tampoco existe documentación de producto no conformidad tanto como de la ficha técnica que describe el control constante de los límites del rendimiento, resistencia y durabilidad que garantizan al cliente.

### 1.2. FORMULACION DE LA PREGUNTA

¿Es posible estructurar e implementar un sistema de control de la calidad a través de la NB 997-16 que avale a la empresa AMAZON MIX, para que permita prevenir los defectos en el proceso de la fabricación?

### 1.3. OBJETIVO GENERAL

Proponer un plan de control de la calidad en la empresa Amazon Mix, para un seguimiento en el proceso de fabricación.

### 1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar un diagnóstico a la empresa "Amazon Mix" según el sello y la conformidad del producto viguetas pretensadas con los requisitos NB 997-16.
- ✓ Implementar un sistema de control del producto final de acuerdo a la norma.
- ✓ Diseñar un laboratorio de control de hormigón con el fin de mejorar el producto durante el proceso de producción.
- ✓ Realizar un análisis económico financiero del proyecto del plan de control de calidad con y sin laboratorio de hormigón

## **CAPITULO 2**

### **2. MARCO TEORICO**

#### **2.1. CONTROL DE CALIDAD**

**Mamani Pajarito (2015)** explica, que el control de calidad trata de la realización de inspección y ensayos para comprobar si una determinada materia prima y un producto semielaborado o terminado, cumple con las especificaciones establecida previamente. Se asume que es más rentable prevenir fallos de calidad que corregirlos o lamentarlos, y se incorpora el concepto de la prevención a la gestión de la calidad, que se desarrolla sobre esta nueva idea en las empresas industriales, bajo la denominación de aseguramiento de la calidad.

#### **Ventaja de establecer procesos de control de calidad**

- Muestra el orden, la importancia y la interrelación de los distintos procesos de la empresa.
- Se realiza un seguimiento más detallado de las operaciones.
- Se detectan los problemas antes y se corrigen más fácilmente.

#### **2.2. VIGUETA PRETENSADA**

**Alcon aranda (2014)** Explica, que es la parte de un sistema estructural que constituye a una losa alivianada, su función es absorber los esfuerzos de flexión que se presentan la forma y sentido en que es colocada permite transmitir las cargas de uso funcional hacia la estructura del edificio, para luego ser trasmitidas a las fundaciones.

Las viguetas pretensadas no trabajan por sí solas, sino recién en conjunto con la capa de compresión una vez fraguada a través de una maquina llamada vibradora. La Vigueta en la que para ejecutar el vaciado de losa es necesario el apuntalamiento por partes, si no que este debe ser de manera cruzada llegando a disminuir el apuntalamiento en la losa. La fabricación industrial de las viguetas producidas en serie se lleva a cabo con hormigones de gran resistencia, dosificados en peso y controlados en laboratorios.

### **2.3. REQUISITOS DE LAS VIGUETAS**

**Alcon aranda (2014)** explica que la vigueta pretensada es un elemento constructivo de forma prismática, de eje recto; elaborada en banco o pista, en base a hormigón y acero pretensado, transfiere sus cargas al hormigón por adherencia.

En la Norma Boliviana NB 997-2016 Elementos prefabricados de Hormigón, Viguetas Prefabricadas de Hormigón pretensado – Requisitos y métodos de ensayo, especifica los límites que deben ser controlados por ejemplo los defectos principales (DP), defectos secundarios (DS) y defectos críticos (DC) en las viguetas esto debe plasmarse en un formato para así realizar los cálculos en la aceptación de lote.

### **2.4. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA**

**Capcha Canaza (2016)** explica, que la etapa más crítica en el ensayo del hormigón son las primera muestras, esto hace que los datos finales sean falsos e inútiles para ello, en algunas ocasiones, una vez el personal del laboratorio toma la cantidad de muestra necesaria para ejecutar los ensayos, este deben estar a una temperatura ambiente no mayor a los 35°C ni menor a los 15°C esto va dependiendo en caso de grandes masas de hormigón de acuerdo a los requisitos requeridos por la norma debiendo evitarse la mala praxis o práctica.

### **2.5. CURADO DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN**

**Capcha Canaza (2016)** explica, que el curado de hormigón se refiere al rellenar con agua con un porcentaje de impermeable al hormigón seco luego de haber endurecido, así no perdería su dureza durante el secado esto influye mucho ya que si no lo realiza perdería la resistencia y la dureza.

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado. Este se prolongará durante el plazo necesario en función del tipo y clase del cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente, etc.

De las distintas operaciones necesarias para la ejecución de un elemento de hormigón, el proceso de curado es una de las más importantes por su influencia decisiva en la

resistencia y demás cualidades del hormigón resultante. Los principales métodos para el curado del hormigón puesto en obra son los siguientes:

- Protección con láminas de plástico contra el sol
- Protección con materiales humedecidos (sacos de arpillera, arena, paja, etc.).
- Riego con agua.
- Aplicación de productos de curado que fomenten membranas de protección.

Estos métodos pueden usarse separadamente o en combinación. No todos los métodos de curado son igualmente eficaces. En general, los métodos en los que se añade agua producen una estructura de poros más densa que los métodos que sólo impiden la desecación del hormigón.

## **2.6. LABORATORIO PARA ENSAYOS DE HORMIGÓN**

**P.Castro (2006)** explica que en un laboratorio de hormigón es un lugar equipado para la investigación, medición, comprobación, calibración o determinación de otras prácticas científicas técnicas o didácticas con la finalidad de conocer las características o el rendimiento de materiales o productos, el objetivo del laboratorio se define en producir datos analíticos de exactitud y fiabilidad suficientes en un plazo y con un costo aceptable.

En la ejecución de las pruebas y ensayos de laboratorio son esenciales para conocer las propiedades de los materiales verificando y controlando los datos pueden influenciar en el hormigón.

## **2.7. IMPORTANCIA DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO**

**P.Castro (2006)** explica que el objetivo de los ensayos de control, es comprobar que las características de calidad del hormigón, son las previstas en el proyecto.

Las condiciones o características de calidad exigidas al hormigón se especificarán en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, siendo siempre necesario indicar las referentes a su resistencia a compresión, su consistencia, tamaño máximo del árido, el tipo de ambiente a que va a estar expuesto, y, cuando sea preciso, las referentes a prescripciones relativas a aditivos y adiciones, resistencia a compresión y tención del

hormigón, absorción, peso específico, compacidad, desgaste, permeabilidad, aspecto externo, etc.

Normalmente se asociará el concepto de unidad de producto a la amasada, si bien, en algún caso y a efectos de control, se podrá tomar en su lugar la cantidad de hormigón fabricado en un intervalo de tiempo determinado y en las mismas condiciones esenciales.

La resistencia del hormigón a compresión se refiere a la resistencia de la unidad de producto o amasada y se obtiene a partir de los resultados de ensayo de rotura a compresión, en número igual o superior a dos, realizados sobre probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, de 28 días de edad, fabricadas por el laborante a partir de la muestra tomadas.

El control de la consistencia pone en manos del dueño o representante de Obra un criterio de aceptación condicionada y de rechazo de las amasadas de hormigón, al permitirle detectar anomalías en la dosificación, especialmente por lo que a la dosificación de agua se refiere, por ello le corresponde al encargado de producción o de obra debe decidir sobre si hacer la aceptación o rechazo del hormigón, por lo tanto, al laboratorista no le corresponde esa decisión.

## **2.8. ANÁLISIS DE DATOS**

**Mamani Pajarito (2015)** detalla, que la recopilación de datos deben ser exactos y apropiados para demostrar la idoneidad y la eficacia del sistema de calidad para evaluar donde puede realizarse la mejora continua de la eficiencia para un sistema de calidad.

El análisis de datos proporciona la información sobre:

- ✓ La conformidad de los requisitos del producto.
- ✓ Las características y tendencias de los procesos y de los productos, incluyendo las oportunidades para llevar a cabo las acciones preventivas.

## **2.9. SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN**

**Capcha Canaza (2016)** explica, como realizó un seguimiento de las características del producto para verificar que cumplan los requisitos, del mismo modo manteniendo las

evidencias de conformidad y los criterios de aceptación. Los controles de calidad tanto de la materia prima e insumos como de producto en proceso y terminados se llevaron a cabo por el laboratorio de control de calidad, el cual dispone por dispositivos de seguimiento y medición son debidamente calibrados, adicionalmente se realizan recopilación de datos para los ensayos.

## **2.10. CONTROL DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN**

**Capcha Canaza (2016)** Explica, que en la empresa PREVITEC S.R.L. se implanto dispositivos de medición y seguimiento para proporcionar evidencias de la conformidad del producto viguetas pretensadas con los requisitos determinados, para así asegurarse de la validez de los resultados los equipos de medición deben controlarse y tener registros de:

- a) Calibración y verificación a intervalos especificados según el Plan de Calibración y Verificación, realizados por entidades acreditadas las que emiten un certificado de calibración que queda en custodia del encargado de laboratorio, los mismos están registrados.
- b) Ajustarse o reajustarse según resultados de verificación; y registrar la validez de los resultados de las mediciones anteriores cuando se detecte que el equipo no está conforme con los requisitos.
- c) Estar identificados según verificación y calibración externa, para poder determinar su estado de calibración.
- d) Protegerse contra ajustes; daños y el deterioro durante la manipulación, el mantenimiento y el almacenamiento.

## **2.11. TIPOS DE HORMIGONES**

**Torres Jara (2017)** detalla, que de acuerdo con su aplicación constructiva, se pueden dosificar o combinar con otros materiales:

- Hormigón en masa: utilizado como único componente.
- Hormigón armado: combinado con barras o elementos de acero que mejoran la resistencia a flexión (armaduras pasivas).
- Hormigón pretensado: tipo de armado en el que los elementos de acero están tensados y comprimen el hormigón (armaduras activas).

- Hormigones avanzados: incorporan otros componentes para mejorar sus prestaciones (resistencia, fluidez).

### **2.11.1. HORMIGÓN EN MASA**

**Torres Jara (2017)** explica que se trata de usar el hormigón como único material constitutivo de un elemento estructural. Debido al comportamiento mecánico del hormigón (poca resistencia a tracción y fractura frágil), sólo se puede utilizar en elementos comprimidos.

### **2.11.2. HORMIGÓN ARMADO**

**Torres Jara (2017)** explica que es un material de construcción formado por una mezcla de piedras menudas y un tipo de argamasa (cal, cemento, arena y agua). Para mejorar las prestaciones se incorporan productos de acero en las piezas de hormigón (barras y mallas).

El acero cumple con dos funciones:

- Aumenta la resistencia a flexión de la sección.
- Aumenta la ductilidad (la fractura no es tan frágil).

### **2.11.3. HORMIGÓN PRETENSADO**

**Torres Jara (2017)** explica que es la aplicación controlada de una tensión al hormigón mediante el tesado de tendones de acero de alta resistencia (alambres, cordones o barras)

## **2.12. CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA**

**Torres jara (2017)** explica, que el concreto en el que se usa en la construcción pre esforzada se caracteriza por una mayor resistencia que aquel que se emplea en concreto reforzado ordinario, se le somete a fuerzas más altas, y por lo tanto un aumento en su calidad generalmente conduce a resultados más económicos, se pueden reducir el tamaño y el costo de los dispositivos de anclaje. En el caso de los elementos

pretensados, una mayor adherencia resulta en una reducción de la longitud de desarrollo requerida para transmitir la fuerza pretensora de los cables al concreto.

Finalmente, un concreto de alta resistencia a la compresión, tiene también una mayor resistencia a la tensión, de tal manera que se disminuye la formación de grietas debidas a la flexión y a la tensión diagonal.

## **2.13. ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION)**

**La ISO (International Organization for Standardization)** es una federación mundial de organismos de normalización establecida para promover el desarrollo de Normas Internacionales de fabricación, comercio y comunicación.

### **2.13.1. FUNCIONES DE LA ISO**

Siendo la ISO el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, su función principal es la de buscar la estandarización de normas de productos y seguridad para las organizaciones a nivel internacional. A más de estas se mencionarán otras funciones de gran relevancia como:

- Elaborar, discutir y presentar proyectos de normas técnicas internacionales
- Facilitar la utilización de las nuevas normas, a fin de ser empleadas internacionalmente
- Coordinar con los países miembros, las recomendaciones necesarias para la unificación de criterios de las Normas ISO nacionales en cada país
- Elaborar y actualizar las Normas internacionales con el apoyo, participación y aceptación de todos sus miembros

## **2.14. MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN VIGUETA PRETENSADA**

### **2.14.1. CEMENTO**

**Torres Jara (2017)**, explica que los tipos de cemento están fabricados básicamente de Clinker portland, yeso y adiciones que pueden ser puzolanas naturales, cenizas volantes, humo de sílice, escorias siderúrgicas o por filler calizo. Los cementos que se comercializan en Bolivia y que se clasifican en la norma boliviana NB-011 de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 2.1 De Cementos Comercializados En Bolivia**

CEMENTO	TIPOS DE CEMENTO		
VIACHA	IP30	IP40	
SOBOCE	IP30	IP40	
YURA	IP30	IP40	
ITAU	IP30	IP40	
ITACAMBA			IF30
FRANCESA	IP30	IP40	

El cemento utilizado en la fabricación de viguetas pretensadas debe cumplir con los requisitos establecidos, el mismo tiene a los 28 días una resistencia superior de 30 Mpa es decir 305.9 kgf/cm<sup>2</sup> certificado por el proveedor del cemento.

#### 2.14.1.1. PRUEBAS DE RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DE HORMIGÓN

**Condori (2018)**, demuestra mediante pruebas de resistencia de compresión en probetas con distintos tipos de cemento las cuales se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 2.2 de resistencia de hormigón según el tipo de cemento**

Cemento	Tipo	Resistencia A La Compresión 1 Días		Resistencia A La Compresión 3 Días		Resistencia A La Compresión 7 Días		Resistencia A La Compresión 28 Días	
		Kgf/cm <sup>2</sup>	Mpa	Kgf/cm <sup>2</sup>	Mpa	Kgf/cm <sup>2</sup>	Mpa	Kgf/cm <sup>2</sup>	Mpa
Viacha Standart IP-30	IP30	93,81	9,2	209,04	20,5	254,92	25	355,88	34,9
Viacha Especial IP-40	IP40	141,74	13,9	295,71	29	360,98	35,4	441,54	43,3
Yura IP	IP30	92,79	9,1	216,18	21,2	279,40	27,4	364,04	35,7
Itaú F M-10	IP40	93,81	9,2	215,16	21,1	277,36	27,2	358,94	35,3

Fuente: elaborada por el tesista Juan Condori

En la siguiente tabla se muestra la clasificación del tipo de cemento componentes y categoría de resistencia de acuerdo a la norma.

**Tabla 2.3 de clasificación y composición de los cementos**

TIPO DE CEMENTO		PROPORCION DE MASA %				
Denominación	Designación	tipo	componentes principales			componentes adicionales
			Clinker	puzolan a natural	filler calizo	
cemento portland	Cemento Portland	I	95 a 100			0 a 5
	Cemento Portland Con Puzolana	IP	70 a 94	6 a 30		0 a 5
	Cemento Portland Con Filler Calizo	IF	80 a 94		6 a 15	0 a 5
cemento puzolánico		P	>60	<40		0 a 5

**Fuente: Elaborada por la norma boliviana NB 011**

La Norma Boliviana distingue y clasifica a los cementos de acuerdo a la resistencia.

**Tabla 2.4 de categoría según la resistencia de los cementos**

CATEGORÍA RESISTENCIA DE LOS CEMENTOS				
Categoría Resistencia		resistencia a la compresión (Mpa)		
		mínima a 3 días	mínima a 7 días	mínima a 28 días
<b>Alta</b>	40	17	25	40
<b>Media</b>	30	-	27	30
<b>Corriente</b>	25	-	15	25

**Fuente: Elaborada por la norma boliviana NB 011**

a) **CEMENTO VIACHA**

**Condori Patzi (2018)**, explica que el cemento utilizado en la fabricación de concreto es el cemento “Viacha” tipo IP 30 Estándar las cuales son clasificadas y categorizadas de acuerdo a la norma de la anterior tabla.

También se Indica que el cemento utilizado en la producción de viguetas pretensadas cumple los requisitos establecidos, el mismo tiene a los 28 días una resistencia superior de 30 Mpa.

#### **b) CEMENTO YURA**

**Condori Patzi (2018)**, explica que es cemento de última generación elaboración bajo los más altos estándares de la industria cementera, colabora con el medio ambiente, de conformidad con la NTP334.090 y la norma ASTM C150, recomendando para todo tipo de obra civil.

Este contiene una alta resistencia al ataque de sulfato, ideal para obras portuarias expuestas al agua del mar, también en canales, alcantarillas, túneles y suelos con alto contenido de sulfatos. Considerando el cemento se divide en distintos tipos por cumplir con las exigencias de los cementos tipo I, II y V.

#### **c) CEMENTO ITAÚ**

**Condori Patzi (2018)**, explica que el Cemento brasilero tiene un secado rápido y con alta resistencia muy versátil puede ser utilizado para un buen acabado en la obra. Ideal para: revoco concreto convencional, contra piso y losas.

### **2.14.2. ADICTIVOS**

**Condori Patzi (2018)** explica, que los aditivos son productos que se emplean generalmente en pequeñas cantidades, para modificar alguna característica del hormigón. Los aditivos, pueden modificar algunas características del hormigón como: resistencia mecánica, impermeabilidad, durabilidad, tiempos de fraguado, reducir retracción y mejorar la trabajabilidad.

### **2.14.3. ALAMBRE O VARILLA DE ACERO**

**Torres jara (2017)** explica, que existen tres formas comunes en las cuales se emplea el acero como tendones en concreto pre esforzado: alambres redondos estirados en frío, cable trenzado y varillas de un acero de aleación. Los alambres y los cables trenzados tienen una resistencia a la tensión de 17,600 kg/cm<sup>2</sup> (1720 N/mm<sup>2</sup>). Los alambres de

trenzas de acero que se utilizan en la fabricación de viguetas pretensadas están certificados de acuerdo a normas de origen del país procedente, por tanto, el proveedor proporciona productos de calidad por cada lote.

#### **2.14.4. MATERIA PRIMA PARA LA FABRICACIÓN DE VIGUETA PRETENSADA**

##### **2.14.4.1. AGUA**

**Condori Patzi (2018)**, explica que en general la verificación de la calidad del agua debe ser una práctica obligatoria antes de iniciar una construcción importante. Sin embargo, esta verificación puede ser omitida en las siguientes dos condiciones:

- El agua procede de la red local de uso doméstico y no se aprecia olor, color ni sabor, no importando que esta agua no posea antecedentes en su uso en hormigones.
- El agua procede de cualquier fuente, no se aprecia olor, color ni sabor y posee antecedentes en el uso de hormigones con buenos resultados.

Las condiciones que debe cumplir el agua para la elaboración de hormigones, así como para el curado están especificados por las diferentes normas, así la norma boliviana del hormigón armado (CBH-87) y la Norma Boliviana NB 637-94 “agua para morteros y hormigones - requisitos”.

##### **2.14.4.2. ÁRIDOS**

Según NB 594 - Áridos para Morteros y Hormigones - árido es una materia granular, generalmente inerte, resultante de la desintegración natural y desgaste de las rocas o que se obtiene mediante la trituración de ellas a través de la máquina de los ángeles, como también se debe realizarse pruebas granulométricas tanto como el árido fino y áridos gruesos identificando el coeficiente de forma.

#### 2.14.4.2.1. PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ÁRIDOS

Dependiendo de la aplicación a la que se destinarán, los áridos deberán reunir distintas características, estas características están asociadas a la naturaleza petrográfica y al proceso utilizado para la producción, entre las que podríamos destacar:

- **Las propiedades de alteración y térmicas:** la resistencia a los ciclos de deshielo y a las heladas.
- **Las propiedades químicas:** cuál es el contenido de azufre, de cloruro, de materia orgánica, reactividad potencial y contaminantes ligeros.
- **Las propiedades geométricas:** forma de las partículas, tamaño, calidad de los finos, caras de la fractura.
- **Las propiedades mecánicas y físicas:** la resistencia a la fragmentación, la resistencia al pulimento, la resistencia al desgaste como ejemplo podemos citar la resistencia para que los coches no se deslicen en la carretera y por último la porosidad, densidad y contenido de agua.

## **CAPITULO 3**

### **3. MARCO METODOLOGICO**

#### **3.1. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA**

Inicialmente para un análisis de la empresa se utiliza el método deductivo con el fin de conocer la situación de la empresa, partiendo de un análisis del ambiente interno se consideró algunos aspectos.

- ✓ Maquinaria semi industrial. – la necesidad de moldes para la fabricación de las viguetas retrasa las actividades del personal operativo.
- ✓ Personal operativo. – los puestos de trabajos del personal son regulares, por lo que cambian de puesto de producción a la segunda línea de proceso.
- ✓ Sistema de control. – el personal de producción realiza las dosificaciones de acuerdo a las instrucciones del gerente, por lo tanto, no cuentan con una documentación que avale un control de calidad en cada proceso de fabricación en las viguetas.
- ✓ Se tiene un plan maestro de producción con un límite de stock de viguetas en el almacén.

Este diagnóstico se realiza a través de un seguimiento de acuerdo a los requisitos de la Norma Boliviana NB 997 - 16 (Elementos Prefabricados de Hormigón - Viguetas Prefabricadas de Hormigón pretensado – requisitos y métodos de ensayo)

#### **3.2. FUENTES DE INVESTIGACIÓN**

Se establece las fuentes de investigación, dónde se obtiene un conjunto de diversos datos a través de equipos de medición y calibración en la que se deben plasmar, calcular y verificar de acuerdo a la información que se obtiene de distintas fuentes como primarias o secundarias.

##### **3.2.1. FUENTES PRIMARIOS**

En proceso de investigación se realizó el contacto directo con sujetos y objetos o procesos directamente relacionados con el proceso de la fabricación del producto. Para

establecer las fuentes de investigación, equivale a determinar de dónde se va a obtener el conjunto de diversos datos originales que se requieren para poder llevarla cabo.

Para la recolección de datos la primera fuente utilizada fue la fuente primaria que con contacto directo con el personal operativo y administrativo se pudo recolectar la información requerida. Se tuvo una entrevista con el Gerente General que mediante preguntas explico la situación de la empresa a manera general, obtención de datos sobre la codificación del hormigón y proveedores de materia prima.

### **3.2.2. FUENTES SECUNDARIOS**

Para las fuentes secundarias se recopiló información, como documentos por parte de información primaria. El documento primario es la fuente del dato original; mientras que el secundario lo retoma, de acuerdo con las funciones que desempeña en el campo del conocimiento. Las fuentes de información secundaria utilizadas son:

Publicaciones. - Son publicaciones que aparecen en números o volúmenes sucesivos, con cierta periodicidad y frecuencia; contienen artículos escritos

Normas. - Un sistema de pautas, bosquejado generalmente por los expertos en un campo particular de la tecnología, que son publicados para el uso general por organizaciones de estándares nacionales e internacionales.

La base para el proyecto realizado son diferentes normas relacionadas, pero la esencial es Norma Boliviana NB 997-2016 (Elementos Prefabricados de Hormigón - Viguetas Prefabricadas de Hormigón pretensado – requisitos y métodos de ensayo)

### **3.3. DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE LOS MATERIALES E INSUMOS**

Para la implementación del sistema control, se debe realizar un manual de procesos para la empresa, así el operador pueda manipular los procesos de control en base a la extracción de muestras cumpliendo con las normativas bolivianas.

Las normas que se requieren para la guía del proyecto son las siguientes:

- ✓ NB 596 – 94 áridos para morteros y hormigones – requisitos

- ✓ NB 604 – 94 hormigones – requisitos generales
- ✓ NB 598 – 94 Áridos para morteros y hormigones – granulométrico
- ✓ NB 589 – 91 Hormigón fresco - Determinación de la consistencia por el método de cono de Abrahams.
- ✓ NB 586 – 91 Hormigones - Fabricados y conservación de probetas.
- ✓ NB 639 – 94 Hormigones - rotura por compresión.

### **3.3.1. MÉTODOS DE ENSAYO DEL PRODUCTO GENERAL**

Se debe establecer fuentes como las normas bolivianas relacionadas con el proyecto para establecer una guía que simplifique el proceso de extracción de muestras y métodos de ensayos inductivo, este caso investiga los elementos individuales por partes hasta llegar al enunciado en general.

Es decir, se realizaron una serie de pruebas de granulometría de los áridos finos como gruesos, análisis microbiológicos del agua, prueba de compresión y ruptura, análisis y mediciones de las viguetas.

Estos ensayos y controles se realizaron en el laboratorio de hormigón ubicado en el área ciencias y tecnologías por lo tanto los materiales y equipos necesarios que se requieren se encuentran en las mismas instalaciones.

### **3.3.2. DISEÑO DE UN LABORATORIO DE HORMIGÓN PARA LA EMPRESA**

Para implementar un laboratorio de hormigón a través de ingeniería de proyecto se procedió a realizar un macro y micro localización de la empresa, posteriormente plasmar un diseño técnico de un plano con el programa AutoCad y SketChup donde se este se equipará con una serie de equipos y herramientas para el uso y obtención de muestras o datos sobre el comportamiento del producto de hormigón que se desarrolla en la empresa es decir a través de un control de calidad.

Actualmente la empresa cuenta con la infraestructura realizada, por ello se planea definir las posiciones de los equipos calibrados según el área de control.

### **3.4. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.4.1. INVESTIGACIÓN DE CAMPO**

Es un método del investigador que realiza la obtención de datos reales de manera directa, es decir obtener datos de manera eficaz con el fin de conocer, construir, trabajar y familiarizarse con la empresa y el proceso de producción.

#### **3.4.2. OBSERVACIÓN**

Mediante la observación directa se conoce la situación en general de la empresa, se puede obtener registros acontecimientos o conductas, además es una técnica práctica que se utiliza tanto como métodos cuantitativos y cualitativos involucrándose con la investigación.

#### **3.4.3. LA ENCUESTA Y FORMULARIO**

El cuestionario y el llenado de los formularios una técnica de interrogatorio que emplea como un instrumento por ser estructurado y presentarse por escrito, una de las ventajas es aplicarlo de forma directa enviándolo por correo o dejándolo en manos del encuestador para después recogerlo y tabularlo e interpretarlo como datos.

##### **3.4.3.1. DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA**

Uno de los factores para lograr la extracción de la muestra va dependiendo de la población, es decir el tamaño de la muestra va dependiendo del lote el cual está determinada en las Normas Bolivianas, una vez determinado los datos o cantidad de las muestras deben realizarse un análisis estadístico.

## CAPITULO 4

### 4. DIAGNOSTICO DE ACUERDO A LA NORMA NB 997

#### 4.1. DIAGNOSTICO DEL PRODUCTO GENERAL

La Norma Boliviana NB 997 Elementos prefabricados de hormigón - Viguetas prefabricadas de hormigón pretensado – Requisitos y métodos de ensayo, requiere un diagnóstico general de la empresa Amazon Mix en general de acuerdo a los requisitos requeridos.

##### 4.1.1. REQUISITOS DE MATERIA PRIMA

Mediante el presente diagnostico se evaluó el cumplimiento de los materiales con las normas que estipulan cada uno de ellos.

##### 4.1.1.1. AGUA PARA HORMIGÓN

Se realizo una verificación y control por el método inductivo del agua para la fabricación del hormigón según detallan en la siguiente tabla 4.1:

**Tabla 4.1 Agua para Morteros y Hormigones – Requisitos.**

REQUISITOS	NORMA BOLIVIANA	VERIFICACION DE REQUISITOS
exponente de hidrogeno	NB 518-85 Agua potable - determinación del PH por el método del electrodo de cristal.	NO
substancias disueltas	NB 587-91 Agua para morteros y hormigones - determinación total de sustancias disueltas.	NO
sulfatos, expresados en ion sulfatos SO <sub>4</sub>	NB 523-85 Agua potable - determinación de sulfatos por el método gravimétrico	NO
Cloruro expresado en ion cloro Cl	Nb 520-85 Agua potable determinación de cloruros por argentometría.	NO

Hidratos de carbono	NB 588-91 Agua para morteros y hormigones determinación cualitativa de hidratos de carbono.	NO
sustancias orgánicas solubles en éter	NB 638-94 Agua para morteros y hormigones determinación de aceites y grasas.	NO

**Fuente: Información en base a la norma NB 596**

Se obtuvo como resultado que la misma empresa cuenta con un suministro de agua noria, esto generó dudas por la misma empresa el cual no se tiene ninguna verificación, documentación y control por la norma NB 637, se tiene necesidad de realizar pruebas de laboratorio.

#### 4.1.1.2. AGREGADOS O ÁRIDOS

Se realizó una verificación de las características de los áridos gruesos obtenidos por parte del proveedor de la brita tipo 1 del tamiz número 5/8 por lo tanto se tiene la información proporcionada por parte del vendedor proveedor del material.

Para los áridos finos como la arena se tiene de procedencia que es el río Acre, no se tiene información básica de las características físicas, la empresa proveedora de arena no tiene ninguna certificación o documentación sobre que avale su material por ello es necesario realizar las pruebas granulométricas, en la siguiente tabla 4.2 donde describe las normas que deben utilizar para las respectivas pruebas.

**Tabla 4.2 Áridos para morteros y hormigones – requisitos físicos**

REQUISITOS	NORMA BOLIVIANA	VERIFICACION DE REQUISITOS
Granulometría.	NB 598 - 91 Áridos para morteros y hormigones – granulométrico	NO
	NB597 - 91 Áridos para morteros y hormigones Análisis granulométrico	
Coefficiente de forma	NB 610 - 91 Áridos gruesos para hormigones - Determinación del coeficiente de forma.	NO

**Fuente: Información en base a la norma NB 596**

La empresa no realiza ninguna prueba de granulometría para el control de materiales, así como exige la Norma Boliviana 598 áridos para morteros y hormigones – granulométrico y NB 597 Áridos para morteros y hormigones Análisis granulométrico, es necesario realizar las pruebas granulométricas periódicamente.

**Tabla 4.3 Áridos para morteros y hormigones – requisitos mecánicos**

REQUISITOS	NORMA BOLIVIANA	VERIFICACION DE REQUISITOS
Durabilidad	NB 599 - 94 Áridos para morteros y hormigones - Determinación de la estabilidad frente a las disoluciones de sulfato sódico y sulfato magnésico	NO

**Fuente: Información en base a la norma NB 596**

La empresa no realiza pruebas mecánicas de los áridos por lo que es necesario realizar los controles.

**Tabla 4.4 Áridos para morteros y hormigones – requisitos químicos**

REQUISITOS	NORMA BOLIVIANA	VERIFICACION DE REQUISITOS
substancias perjudiciales	NB 596 Áridos para morteros y hormigones	NO
materia orgánica	NB 609 - 91 Áridos para morteros y hormigones - determinación aproximada de la materia orgánica	NO
reactividad frente a los álcalis de cemento	NB 600 - 94 Áridos para morteros y hormigones - determinación de la reactividad con los álcalis de cemento	NO

**Fuente: Información en base a la norma NB 596**

Para la verificación de la materia prima de los áridos gruesos (grava, brita) y los áridos finos (arena) son puntos importantes para la fabricación del producto, por ello es importante realizar los controles granulométricos para así verificar si cumplen los límites que corresponde a la Norma Boliviana, como conclusión al análisis granulométrico la empresa no se realizan ninguna verificación y como resultado pone en desconfianza si el árido es apto para la fabricación de las viguetas pretensadas.

#### **4.1.1.3. ARMADURA PARA PRETENSADO O ALAMBRE**

Los alambres de trenzas de acero que se utilizan en la fabricación de viguetas pretensadas están certificados de acuerdo a normas de origen del país procedente, por tanto, el proveedor proporciona un informe técnico del producto.

#### **4.1.1.4. CEMENTO**

El cemento Viacha IP 40 y el cemento Yura IP 40 son Cementos Portland con Puzolana más frecuentes y utilizados por la empresa, este cuenta con Categoría resistente alta con resistencia a la compresión mínimo de 40 MPa a 28 días en mortero normalizado de cemento, se caracteriza por su moderado calor de hidratación, menor fisuración y retracción térmica, mejor trabajabilidad, como una de la materia prima para la elaboración de las viguetas, la empresa utiliza como alternativa el cemento Viacha IP 40 por el alto porcentaje de puzolana por lo que la empresa no tiene la necesidad de verificar los requisitos de material periódicamente por lo que ya cuenta con una certificación de la ISO 9001 sistema de gestión de la calidad.

#### **4.1.2. REQUISITOS DE HORMIGÓN**

Se realizó una verificación de control si la empresa cumplía esta serie de actividades en cuanto al hormigón fresco (toma de muestras de acuerdo a la producción en la consistencia por el método del cono de Abraham) y hormigón endurecido (fabricación y conservación de probetas cilíndricas – resistencia a la compresión).

los requisitos guía para el control del hormigón son detallados en la siguiente tabla 4.5 de hormigón – requisitos.

**Tabla 4.5 Hormigón - Requisitos**

NORMA ESPECIFICA	VERIFICACION DE REQUISITOS
NB 604 - 94 Hormigones - requisitos	NO
NB 634 - 94 Hormigones fresco-toma de muestras	NO
NB 589 -91 Hormigón fresco - Determinación de la consistencia por el método de cono de Abrahams.	NO
NB 635 -94 Hormigón endurecido - Extracción de muestras.	NO
NB 586 - 91 Hormigones - Fabricados y conservación de probetas.	NO
NB 639 - 94 Hormigones - rotura por compresión.	NO

**Fuente: Información en base a la Normas Bolivianas**

#### **4.1.3. REQUISITOS DE CONTROL PARA LAS VIGUETAS PRETENSADAS**

En la siguiente tabla 4.6, se detalla las siguientes especificaciones y requisitos de control que se deben cumplir de acuerdo a la Norma NB 997-16 Elementos Prefabricados de Hormigón - Viguetas Prefabricadas de Hormigón pretensado – requisitos y métodos de ensayo.

**Tabla 4.6 Viguetas Prefabricadas de Hormigón Pretensado - Requisitos.**

REQUISITOS	ESPECIFICACION SEGÚN NB 997	VERIFICACION DE REQUISITOS
Defectos	No presentaran discontinuidad en el hormigón que sean apreciables a simple vista oquedades, armaduras visibles por falta de recubrimiento, fisuras visibles, ni rebabas que afecten en su uso	NO
Medidas	medidas transversales (+5mm; - 2mm) Medidas longitudinales (+ 30mm; - 20 mm)	NO

Fecha Lateral	$f_1 \leq \frac{L}{300} : f_1$ debe ser menor o igual a la longitud dividida entre 300	NO
Contra Flecha	$f_c \leq \frac{L}{300} : f_c$ debe ser menor o igual a la longitud dividida entre 300	NO

Fuente: Información en base a la Normas Bolivianas

#### 4.1.4. REQUISITOS DE CONTROL SOBRE LA LOSA

las viguetas pretensadas son fabricadas a partir del hormigón por lo que deben cumplir los siguientes requisitos de la tabla 4.7.

Tabla 4.7 Banda de Losas - Requisitos.

REQUISITOS	ESPECIFICACION SEGÚN NB 997	VERIFICACION DE REQUISITOS
Fecha	Bajo las solicitaciones debe ser menor o igual a la longitud dividido en 350	NO
Momento de flector de fisuración	momento flector de fisuración debe ser mayor o igual que $F_t = 0,68 * f_{ck}^{2/3}$	NO
momento de flector ultimo positivo	momento flector ultimo positivo debe ser mayor o igual que el momento de rotura	NO
esfuerzo cortante	el esfuerzo cortante debe ser mayor o igual que el esfuerzo cortante ultimo	NO

Fuente: elaboración propia en base a la Normas Bolivianas

La empresa no realiza ningún tipo de pruebas de hormigón como propone la norma NB 997 Elementos Prefabricados de Hormigón - Viguetas Prefabricadas de Hormigón pretensado – requisitos y métodos de ensayo.

Se cumplen con el grado 28,56 % de cumplimiento de control por parte de la empresa Amazon Mix, el cual demuestra que se desconoce las características y límites que controlar tanto de la materia prima como del producto final.

## CAPITULO 5

### 5. PLAN DE CONFORMIDAD DEL PRODUCTO EN GENERAL

#### 5.1. EVALUACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Para la obtención de certificación de conformidad según la norma NB 997-16 Elementos prefabricados de hormigón – viguetas prefabricadas de hormigón pretensado – requisitos y métodos de ensayo, debe cumplir con el reglamento en general y proceder a una evaluación de todo el proceso del producto viguetas pretensada cumpliendo las propiedades base.

##### 5.1.1. CONFORMIDAD DE MATERIA PRIMA

Se verifica la conformidad de la materia prima a través de ensayos, a partir de pruebas y ensayos de los áridos finos y gruesos que se realizan en el laboratorio de hormigón del A.C.yT. y el análisis microbiológico del agua para el hormigón en el laboratorio de A.C.N.B. de la Universidad Amazónica De Pando.

##### 5.1.1.1. AGUA PARA MORTEROS Y HORMIGONES

###### 5.1.1.1.1. REQUISITOS

El agua es un material indispensable para la elaboración del hormigón, se utiliza para el amasado tanto el cómo curado del hormigón, debe cumplir los requisitos estipulados en la siguiente tabla 5.1.

**Tabla 5.1 Agua para Morteros y Hormigones - Requisitos**

REQUISITOS	LIMITE	METODO DE ENAYO
exponente de hidrogeno PH	$\geq 5$	NB 518 – 85
Substancias disueltas	$\leq 15$ g/l	NB 587 – 91
Sulfatos expresados en ion sulfato (SO <sub>4</sub> )	$\leq 1$ g/l	NB 523 – 85
Cloruro expresado en ion cloro (CL)	$\leq 6$ g/l	NB 520 – 85
Hidrato de carbono	0	NB 588 – 91
Substancias orgánicas soluble en éter	$\leq 15$ g/l	NB 638 – 94

**Fuente: Información en base a la Norma Boliviana NB 637-94**

#### **5.1.1.1.2. INSPECCIÓN Y ANÁLISIS**

para el análisis microbiológico del agua se toma una cantidad requerida para las muestras de las fuentes del suministro, posteriormente se lo envía a un laboratorio externo (área de ciencias biológicas y naturales) laboratorio de agua, de acuerdo al instructivo de trabajo del laboratorio del A.C.B.N. El análisis debe realizarse una vez cada año para verificar si contiene algunas anormalidades que afecten directamente a la fabricación del hormigón.

#### **5.1.1.1.3. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO DEL AGUA**

La empresa debe comparar los resultados obtenidos por parte del laboratorio microbiológico con la norma boliviana NB 637 – 94 de la tabla de agua para mortero y hormigones en la que detalla los límites para el amasado y curado del hormigón, salvo justificación técnica documentada y experimentada que no perjudica apreciablemente las propiedades exigibles, a largo plazo.

Nota: La empresa no cuenta con el servicio del agua potable, como una alternativa la empresa realiza extracción a través de una noria que se encuentra ubicada en la propia planta.

#### **5.1.1.1.4. RESULTADOS OBTENIDOS DEL AGUA**

Se obtiene los resultados por parte del laboratorio microbiológico de aguas residuales del área ACBN con buenos datos en la que se detallan que si son aptos y están en los límites permisibles para la producción del hormigón. (*Ver Anexo A. análisis fisicoquímico del agua*).

#### **5.1.1.2. ÁRIDOS PARA MORTEROS Y HORMIGONES**

##### **5.1.1.2.1. REQUISITOS FÍSICOMECAÑICOS**

Los requisitos físico mecánicos son pruebas de granulometría de los áridos finos y gruesos que tienen por objetivo determinar la composición cuantitativa en tamaños, que será presentada mediante curva granulométrica.

## I. GRANULOMETRÍA DE ÁRIDO GRUESO

La granulometría de árido grueso debe encontrarse dentro de los límites específicos como se describe en la siguiente tabla 5.2 según los tamaños nominales.

**Tabla 5.2 Características de Gradaciones del Árido Grueso**

TAMIZ		% QUE PASA EN PESO PARA SER CONSIDERADO COMO ÁRIDO DE TAMAÑO NOMINAL					% QUE PASA EN PESO PARA SER CONSIDERADO COMO ÁRIDO GRADADO DE TAMAÑO NOMINAL				
		63 mm	40 mm	20 mm	10 mm	1,5 mm	9,5 mm	40 mm	20 mm	10 mm	12,5 mm
76,2 mm	3	100						100			
63,5 mm	2 1/2	25 - 100	100								
38,1 mm	1 1/2	0 - 30	85 - 100	100				95 - 100			
19,1 mm	3/4	0 - 5	0 - 20	85 - 100	100			30 - 70	95 - 100	100	100
16 mm	5/8				85 - 100					90 - 100	
12,7 mm	1/2					85 - 100	100				90 - 100
9,52 mm	3/8	0 - 5	0 - 5	0 - 20	0 - 30	0 - 45	85 - 100	10 - 35	25 - 55	30 - 70	40 - 85
4,76 mm	4			0 - 5	0 - 5	0 - 10	0 - 20	0 - 5	0 - 10	0 - 10	0 - 10
2,38 mm	8						0 - 5				

Fuente: IBNORCA - Norma Boliviana NB 598 – 91

La composición cuantitativa y características de gradaciones de los áridos destinados a la confección de hormigón presenta la importancia básica en relación con la calidad del hormigón obtenido.

## II. GRANULOMETRÍA DE ÁRIDO FINO

La granulometría de árido fino debe encontrarse dentro de uno de los límites especificados en la tabla 5.3 detallándose por el tipo I, II, III y IV de árido fino.

**Tabla 5.3 Características de Gradaciones del Árido Fino**

TAMIZ		% QUE PASA EN PESO				
Designación		I	II	II	IV	ASTM C33
4,76 mm	Nº 4	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100	90 - 100
2,38 mm	Nº 8	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100	80 - 100
1,19 mm	Nº 16	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100	50 - 85
590 um	Nº 30	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100	25 - 60
297 um	Nº 50	5 - 20	3 - 30	12 - 40	15 - 50	10 - 30
149 um	Nº 100	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 10	2 - 10

**Fuente: IBNORCA Norma Boliviana NB 598-91**

En su clasificación de los áridos finos se tomará en cuenta el Módulo de Finura (MF) con el propósito de verificar su uso en la fabricación de hormigón, el cual se calcula de la siguiente manera:

$$MF = \frac{\sum \% \text{ retenido acumulado (hasta tamiz 100)}}{100}$$

- ✓  $1,5 \leq MF < 2,30$  Arenas finas: no se aconsejan para su uso en la fabricación de hormigón.
- ✓  $2,30 \leq MF < 3,10$  Arenas medianas: Son óptimas para fabricación de hormigón.
- ✓  $3,10 \leq MF < 3,35$  Arenas gruesas: Son aptas para fabricación de hormigón; pero las mezclas se vuelven muy ásperas.

## III. COEFICIENTE DE FORMA

Consiste en clasificar las partículas de una muestra de árido según la relación entre sus dimensiones máxima y mínima

La determinación y el cálculo del coeficiente de forma del árido grueso nos permitirá evitar la presencia de áridos aciculares y/o laminares que dan lugar a bajas resistencia.

$$\alpha = \frac{V_i}{\frac{\pi}{6} \sum d_i^3}$$

- ✓  $\alpha$  = coeficiente de forma (adimensional)
- ✓  $V_i$  = volumen total de la muestra seca de los granos (cm<sup>3</sup>)
- ✓  $d_i$  = la mayor dimensional de cada grano (cm)

### 5.1.1.2.2. INSPECCIÓN Y/O ENSAYO DE REQUISITOS FÍSICOS

#### I. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL ÁRIDO FINO

El método de inspección y/o ensayo se establece en el método instructivo de la NB 598 – 91 análisis granulométrico, nos indica el procedimiento para determinar mediante tamizado la distribución por tamaño de partículas que forman los árido fino.

**Tabla de datos 1 análisis granulométrico árido fino**

Tamiz No.	Diámetro mm	Masa retenida gramos
3"	76,2	0
2"	50,8	0
1"	25,4	0
3/4"	19,0	0
1/2"	12,5	0
3/8"	9,5	0
4	4,8	0
8	2,360	0
16	1,180	0
30	0,600	0
50	0,300	9,40
100	0,150	378,70
200	0,075	53,30
Bandeja	0,000	4,00

**Fuente: Elaboración propia en base a la norma NB 598 - 91**

La metodología de los ensayos nos permite evaluar de una manera simple y económica la calidad de los árido que se utiliza en la fabricación del hormigón y conocer su afecto en la trabajabilidad del hormigón fresco y en la resistencia del hormigón.

### 5.1.1.2.3. RESULTADOS DE LOS ÁRIDOS FINOS

Los resultados proporcionados por el laboratorio demuestran que los agregados finos del río acre cuyo tamaño nominal es del tamiz número 50 de un diámetro de 0,300 mm cumple con el rango de aceptación para la fabricación de hormigón. (*Ver Anexo A. análisis granulométrico del árido fino*).

los resultados de los ensayos nos indica el procedimiento para la determinación y toma de la decisión, el cumplimiento de estos requisitos establecidos de acuerdo a la tabla árido fino los resultados demuestran que, si es apto para la fabricación del hormigón, por ello el módulo de finura obtenido es de 1,04.

## II. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL ÁRIDO GRUESO

En el método de inspección y ensayo que establece la norma boliviana NB 598 – 91 análisis granulométrico, nos indica el procedimiento para determinar mediante tamizado la distribución por tamaño de partículas que forman los áridos gruesos.

**Tabla de datos 2 análisis granulométrico árido grueso tipo 1**

Tamiz No.	Diámetro mm	Masa retenida gramos
3"	76,2	0
2 1/2"	63,0	0
2"	50,8	0
1 1/2"	37,5	0
1"	25,40	0
3/4"	19,00	63,00
1/2"	12,50	1046,00
3/8"	9,50	32,00
1/4"	6,30	1,00
4	4,75	0
Bandeja	0,00	0

**Fuente: Elaboración propia en base a la norma NB 598 – 91**

**Tabla de datos 3 análisis granulométrico árido grueso tipo 0**

Tamiz No.	Diámetro mm	Masa retenida gramos
1 1/2"	37,5	0
1"	25,40	0
3/4"	19,00	0
1/2"	12,50	269,53
3/8"	9,50	535,70
1/4"	6,30	332,30
4	4,75	18,00
<b>Bandeja</b>	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>

**Fuente: Elaboración propia en base a la norma NB 598 - 91**

En el “anexo A de pruebas granulométricas” se detalla la interpretación de los datos obtenidos tanto como el análisis granulométrico de árido grueso tipo 1 y el análisis granulométrico árido grueso tipo 0, la empresa realiza la producción con ambas gravas por ello se realizó las pruebas el laboratorio de hormigón del área ciencias y tecnología.

#### **5.1.1.2.4. RESULTADOS DE LOS ÁRIDOS GRUESOS**

Al realizar comparaciones y pruebas granulométricas con las muestras obtenidas de la empresa proveedora ROMBOL se obtuvo como resultado cuyo tamaño nominal describe del tipo 1 es 3/4 con el diámetro del tamiz 12,50 mm y del tipo 0 con un numero de tamiz de 1/2 de un diámetro de 9,50 mm son aptos para la fabricación de las viguetas pretensadas. (*Ver Anexo A. análisis granulométrico del árido grueso*).

### **III. COEFICIENTE DE FORMA**

El método de inspección o ensayo nos indica el procedimiento para determinar el coeficiente del árido grueso para la fabricación del hormigón, para ello la empresa no realiza ningún ensayo que corresponda al control del hormigón.

#### **5.1.1.2.5. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y/O RECHAZO DE REQUISITOS FÍSICOS**

- ✓ Para los controles granulométricos tanto como áridos finos y gruesos deben encontrarse dentro de los límites específicos de las anteriores tablas 1, tabla 2 y tabla 3, en caso contrario no cuerda con la tabla se considera como no aptos para la fabricación de hormigón.

- ✓ En el módulo de finura de los áridos finos no deben ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1.
- ✓ El coeficiente de forma del árido grueso no debe ser inferior a 0,15.

#### **5.1.1.2.6. RESULTADOS DEL COEFICIENTE DE FORMA**

El resultado del árido grueso tipo 0, indica que es apto para la fabricación de hormigón con un coeficiente de forma de 7,04 por otro lado, se tiene con resultado para el árido grueso tipo 1 demostrando que también es apto para la fabricación con un coeficiente de forma de 2,19.

Como último dato se tiene con un 3,19 de coeficiente de forma de los áridos finos como resultado, el cual indica que sobrepasa los límites estándares que demanda la Norma Boliviana el cual ya se considera no apto para la fabricación de hormigón según las dimensiones.

#### **5.1.1.3. CEMENTO**

es un material artificial de naturaleza inorgánica y mineral, es decir un conglomerante hidráulico donde finalmente molidos y amasados con agua forman una pasta que fraguan, endurecen tanto como al aire libre y bajo el agua a causa de reacciones hidrolisis e hidratación de sus constituyentes, dando lugar productos hidratados mecánicamente resistentes y estables, tanto en el aire o bajo el agua.

Para la fabricación del hormigón en la empresa Amazon Mix, normalmente utilizan cemento estándar IP 40 en el cual cumple con las especificaciones de la norma NB 011 “Cemento definiciones clasificación y especificaciones”, de los informes de control de calidad del proveedor de YURA HE que posee la certificación del producto.

### **I. ESPECIFICACIONES MECÁNICAS**

Para el método de ensayo se establece en la norma NB 470 2005 “Cemento – Determinación de la resistencia a la compresión”.

**Tabla 5.4 Resistencia A La Compresión – Cemento Tipo IP 40**

DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Mpa		
	3 días	7 días	28 días
Requisitos según NB - 011	> 17	> 25	> 40
Ensayo según NB 470	27,5	34,1	42,7

**Fuente: Según el informe de empresa de cemento YURA**

## II. ESPECIFICACIONES FÍSICAS DEL CEMENTO YURA IP 40

Las especificaciones físicas del cemento se encuentra el tipo de fraguado que se realizan dependiendo a la estabilidad del volumen en la superficie, para determinar el tiempo de fraguado se utiliza un método de ensayo indicado por la norma NB 063 – 2013 ‘cemento – método para determinar el tiempo de fraguado’

**Tabla 5.5 Tiempo De Fraguado Y Superficie Especifica – Cemento Tipo IP 40**

DESCRIPCIÓN	FRAGUADO (H: MIN)		SUPERFICIE ESPECÍFICA BLAINE [CM2/G] NB 472
	INICIAL	FINAL	
Requisitos según NB - 011	> 1:00	< 12:00	> 2600
Ensayo según NB 063	04:04	06:00	4010

**Fuente: Según el informe de empresa de cemento YURA**

Para determinar el porcentaje de autoclave máximo se utiliza el método de ensayo indicado en la NB 471 - 2013 “Cemento – ensayo en autoclave para determinar la estabilidad de volumen” Para determinar la estabilidad del volumen se utiliza el método de ensayo indicado en la NB 643 -2005 “Cemento – Ensayo para determinar la estabilidad de volumen para el método de Le Chatelier”

**Tabla 5.6 Estabilidad de Volumen – Cemento Tipo IP 40**

DESCRIPCIÓN	EXPANSIÓN	
	Autoclave (%)	Le Chatelier (mm)
requisito	< 0,07	< 10
ensayo	0,03	1

**Fuente: Según el informe de empresa de cemento YURA**

### III. ESPECIFICACIONES QUÍMICAS DEL CEMENTO YURA IP40

Para determinar las características químicas se utilizan el método de ensayo indicado en la NB 061 "Cemento – análisis químico"

**Tabla 5.7 Especificaciones Químicas – Cemento Tipo IP 40**

CARACTERÍSTICA QUÍMICA	REQUISITO	METODO DE ENSAYO
perdida por calcinación (% Max)	< 7	2,1
residuo insoluble R.I. (% Max)	-	14,78
trióxido de azufre (SO <sub>3</sub> ) (% Max)	< 4	2,36
Oxido de magnesio (MgO) (% Max)	< 6	2,42

**Fuente: Según el informe de empresa de cemento YURA**

#### 5.1.1.4. ACERO O ARMADURA PARA PRETENSADO

El acero pretensado es un material que ejerce activamente un momento y una fuerza que contrarresta la carga resultante. Hay tres formas comunes de utilizar acero pretensado: alambre paralelo agrupado, cable trenzado o acero en barra.

Los aceros pretensados que se emplea en el hormigón pretensado son sometidos a tracción, está compuesto por carbono o no aleados son aleaciones de hierro (Fe) y carbono (C), que contienen pequeñas proporciones de otros elementos, principalmente

manganeso (Mn), silicio (Si), fósforo (P) y azufre (S), estos datos son proveídos por la empresa "Ferrotodo" que se encuentra ubicado en el departamento de Santa Cruz, los alambres de acero utilizados son de procedencia Boliviana con un diámetro de 3\*2,25 mm acero trenzado. Estos vienen enrollados con un peso promedio de 1.500 a 2.000 Kg en peso.

Las trenzas de acero utilizadas en la fabricación de viguetas pretensadas son certificadas de acuerdo a normas Norma boliviana NB 713-98 "Alambre de acero ensayo de tracción" la que el proveedor de aceros de la empresa cumple. (Ver Anexo A. *ficha técnica del acero*).

#### 5.1.1.4.1. ESPECIFICACIONES MECÁNICAS DEL ACERO

Según las especificaciones técnicas de la empresa proveedora de acero pretensado Ferrotodo SRL. Los aceros tienen las siguientes características

**Tabla 5.8 Especificaciones mecánicas del acero para pretensado**

CONTENIDO DE ACERO TRENZADO	DIÁMETRO (mm)	ÁREA NOMINAL (mm <sup>2</sup> )	PESO POR LONGITUD DE ALAMBRE (Kg/M)	CARGA DE ROTURA MÍNIMA (KN)	TENSADO DEL ACERO
2	2,25	7,95	0,0624	15,6	10,92
3	2,25	11,93	0,0936	23,5	16,45

**Fuente: Según el informe técnico empresa Ferrotodo SRL.**

#### Tensiones admisibles en el acero pretensado

las tensiones de tracción en el acero de pretensado no deben exceder:

- Debido a la fuerza del gato en el acero de pretensado (no debe ser mayor que el valor obtenido entre  $0,80 f_{pu}$  mínimo y el máximo valor recomendado por el fabricante del acero pretensado o de los dispositivos de anclaje).
- Inmediatamente después de la transferencia del pretensado (pero no mayor que  $0,74 f_{pu}$ ).

La Trefa P/Hormigón 3\*2.25mm C1950 Sinal son cordones de 3 alambres de acero relevado de tensiones del mismo diámetro estos se encuentran enrollados helicoidalmente alrededor de su eje longitudinal con una medida de 3 x 2.25 mm multicable, con una fuerza en resistencia de tensión a 1860 Mpa.

#### 5.1.1.4.2. ESPECIFICACIONES QUÍMICAS DEL ACERO.

Los aceros empleados en la fabricación de estructuras de concreto pretensado son en general aceros no aleados o especiales con un alto contenido en carbono. Su composición química representativa es la que se indica en la siguiente tabla

**Tabla 5.9 Especificaciones Químicas del acero**

ELEMENTO	PORCENTAJE MÍNIMO	PORCENTAJE MÁXIMO
Carbono (C)	0,75	0,85
manganeso (Mn)	0,6	0,9
silicio (Si)	0,15	0,35
fósforo (P)	-	0,015
azufre (S)	-	0,01
Cromo (Cr)	-	0,3
Vanadio (V)	-	0,1

**Fuente: Información obtenida por la empresa Ferrotodo**

En este tipo de aceros se combina la resistencia de un material frágil (cementita) con la plasticidad de uno dúctil (ferrita) para obtener al mismo tiempo un material resistente y dúctil (perlita).

Las propiedades que deben poseer los alambres de acero para hormigón pretensado se indican de un modo general.

- ✓ El alambre debe ser lo más uniforme posible y libre de defectos.
- ✓ Superficie limpia, exenta de óxidos y grasas.
- ✓ El alambre dentro de cada rollo debe ser continuo, sin soldadura de ningún tipo ni grietas y sopladuras.

- ✓ El alambre debe de satisfacer los ensayos de tracción, carga de rotura, alargamiento, torsión, doblado, fluencia y cualquier otro señalado por las especificaciones dentro de los límites de tolerancia prescritos.
- ✓ No podrán utilizarse partidas de acero que no lleguen acompañadas del certificado de garantía del fabricante.

#### **5.1.1.5. ADITIVO**

Los aditivos son utilizados para la fabricación de hormigón, según norma boliviana NB 1001 – 15 “Aditivos para la construcción definición y calificaciones” son aquellas sustancias o productos que, incorporados al hormigón mortero o pasta, antes o durante el amasado suplementario, en una porción no mayor a 5% con relación al contenido del cemento, produce las modificaciones deseadas en el hormigón, pueden modificar algunas características del hormigón como: resistencia mecánica, impermeabilidad, durabilidad, tiempos de fraguado, reducir retracción y mejorar la trabajabilidad.

##### **5.1.1.5.1. CONSIDERACIONES TÉCNICAS Y ECONÓMICAS PARA EL USO DE UN ADITIVO**

La consideración del empleo de un aditivo se puede clasificar en uno de los dos grupos siguientes: Razones económicas y técnicas.

En el primer grupo lo que se pretende al usar un aditivo es realizar una construcción de hormigón de menor costo. La influencia del aditivo en el costo de la construcción no está directamente relacionada con la dosificación, sino que en la mayoría de los casos la justificación del uso de un aditivo está dada por la economía lograda en la disminución del costo en la faena de hormigonado, en la disminución de costos de encofrado o en el acortamiento de plazos de construcción.

En el segundo grupo, las razones técnicas son la modificación o mejoramiento de las propiedades del hormigón tanto en estado fresco como en endurecido. (*Ver Anexo A. ficha técnica de aditivo*).

## 5.1.2. CONFORMIDAD DE PRODUCTO EN PROCESO

Para la conformidad del producto en proceso el hormigón se verifica mediante las evaluaciones de propiedades físicas y mecánicas como la dosificación, consistencia y resistencia a la compresión, estas evaluaciones serán demostradas periódicamente por la empresa "Amazon Mix" mediante ensayos que se realizaron en los laboratorios del área ciencias y tecnologías.

### 5.1.2.1. DOSIFICACIÓN DE HORMIGÓN

La dosificación de los materiales para la obtención del hormigón es la determinación de la combinación práctica y económica de componentes, para que el estado fresco del hormigón desarrolle el endurecimiento requerido.

**Tabla 5.10 Dosificación de hormigón para la fabricación de viguetas pretensadas**

Producto	Asentamiento (cm)	Cemento Yura (Kg)	Agua (L)	Árido fino (Kg)	Árido Grueso (Kg)	Aditivo VB [gr]
Vigueta pretensada	1,35	50	13	95	128	150

**Fuente: Informe Dosificación De Hormigón Por La Empresa**

la fórmula de dosificación para la fabricación del hormigón es determinada por consultores civiles de la empresa PREVITEC afirmando la buena realización del amasado.

### 5.1.2.2. HORMIGÓN FRESCO

#### 5.1.2.2.1. CONSISTENCIA

Para el control de la consistencia del hormigón se realizó la medición el grado de fluidez donde la mayor o menor resistencia que presenta el hormigón tiende a tomar una forma determinada, se mide por su asentamiento mediante el cono de Abrahams, así como norma general no se utilizaran hormigón de conciencia fluida recomendado los de consistencia plástica y compactado por vibrado y compactado por vibrado las distintas consistencias y los valores y límites de los asentamientos correspondientes son la siguientes.

**Tabla 5.11 Consistencia del Hormigón**

<b>CONSISTENCIA</b>	<b>DESCENSO O ASENTAMIENTO (CM)</b>	<b>TRABAJABILIDAD</b>
<b>Hormigón Solido seco</b>	<b>0 – 2</b>	<b>muy baja</b>
<b>Hormigón solido plástico</b>	<b>2 – 5</b>	<b>baja</b>
<b>Hormigón plástico</b>	<b>5 – 8</b>	<b>Regular</b>
<b>Hormigón plástico fluido</b>	<b>8 - 12</b>	<b>Media</b>
<b>Hormigón fluido</b>	<b>12 – 15</b>	<b>Alta</b>
<b>Hormigón liquido</b>	<b>&gt; 15</b>	<b>Muy alta</b>

**Fuente: Norma Boliviana de Hormigón Armado.**

#### **5.1.2.2.2. INSPECCIÓN O ENSAYO DEL HORMIGON FRESCO**

El método de inspección se establece la determinación de la consistencia por el método del cono de Abrahams donde nos indica el procedimiento para determinar el asentamiento del hormigón fresco según la norma NB 589 - 1991 "determinación de la consistencia por el método de cono de Abrahams".

De esta manera la medida de asentamiento permite determinar principalmente la fluidez y la forma de derrumbamiento y además se puede apreciar la consistencia del hormigón.

#### **5.1.2.2.3. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO DEL HORMIGON FRESCO**

Las muestras se tomaron durante la descarga de la hormigonera al vehículo transportador (carretilla), la muestra de hormigón se obtuvo de la descarga de 5 distintos hormigonados tomados al azar y se obtuvieron los siguientes datos:

**Tabla 5.12 Determinación de la consistencia por el método de cono de Abrahams**

<b>MUESTRA</b>	<b>ASENTAMIENTO O DESCENSO (CM)</b>	<b>PROMEDIO (CM)</b>
<b>1</b>	1,3	<b>1,28</b>
<b>2</b>	1,3	
<b>3</b>	1,4	
<b>4</b>	1,2	
<b>5</b>	1,2	

**Fuente: Elaboración propia en base a la norma NB 589 - 91**

Se ha definido la consistencia por su asentamiento, la medida de los cinco valores debe de estar comprendida dentro de la tolerancia en donde el resultado del asentamiento es sólido seco en la que se puede ver que cumple con los estándares y especificaciones técnicas para la fabricación de la vigueta.

**5.1.2.3. HORMIGON ENDURECIDO**

**5.1.2.3.1. RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DEL HORMIGON SECO**

La resistencia del hormigón es su capacidad para oponerle a esfuerzos que se manifiestan por la compresión, para su ensayo se elaboran probetas cilíndricas de medida 15\*30 cm según la norma NB 586 - 91 "fabricación y conservación de probetas" debiendo soportar mayor de los 350 (Kgf/cm<sup>2</sup>) a los 28 días es decir a 34,32 Mpa en peso.

**5.1.2.3.2. REQUISITOS PARA EL CONTROL DE HORMIGON SECO**

Para el control de calidad de probetas de hormigón se aplica un número determinado de 6 a 12 probetas sacadas del mismo hormigón, la resistencia característica  $f_{ck}$  viene a ser ligada al promedio o media  $f_{ck}$  por la relación como se demuestra en la siguiente tabla.

**Tabla 5.13 decisiones derivadas de los ensayos**

NUMERO DE RESULTADOS	ALTERNATIVAS	DECISIONES	
		ACEPTACIÓN AUTOMÁTICA	PASARÁ A NÚMERO DE RESULTADOS IGUAL A:
6	$f_{ck} \text{ Est} \geq f_{ck}$	si	6
	$f_{ck} > f_{ck} \text{ Est} \geq 0,9 f_{ck}$	si	12
	$f_{ck} \text{ Est} < 0,9 f_{ck}$	no	12
12	$f_{ck} \text{ Est} \geq f_{ck}$	si	6
	$f_{ck} > f_{ck} \text{ Est} \geq 0,9 f_{ck}$	si	12
	$f_{ck} \text{ Est} < 0,9 f_{ck}$	no	12

**Fuente: información en base a la norma boliviana NB 997 - 16**

La empresa debe garantizar una resistencia característica del hormigón a compresión mayor o igual de 350 (Kgf/cm<sup>2</sup>) a los 28 días es decir a 34,32 Mpa.

### 5.1.2.3.3. CONTROL DE PROBETA DE HORMIGON SECO

El objetivo del control es comprobar las resistencias de hormigon que produce en la fábrica es apto para la aceptación del lote, por ello el dueño y/o proyectista de la empresa presenta un cálculo de grado de confianza de 95% como un coeficiente de seguridad que describe la norma, para así proceder a un análisis estadístico de distribución normal.

$$f_{ck} = f_{cm}(1 - \lambda * \sigma) \text{ (estimador clásico)}$$

$$\sigma = \frac{S}{\bar{X}}$$

- $\sigma$  = coeficiente de variación de la población
- S = desviación típica
- $\bar{x}$  = media aritmética obtenida por la rotura de "n" probetas =  $f_{cm}$
- $\lambda$  = coeficiente cuyo valor depende del número "n" de probetas

$$\text{sí } n = 6$$

$$\lambda = 2,015$$

$$\text{sí } n \geq 30$$

$$\lambda = 1,645$$

Para el ensayo e inspección de las probetas se debe efectuar un control sistemático de la resistencia del hormigón cuyos ensayos pueden variar en la intensidad del muestreo en un promedio de 6 a 12 probetas por lote de acuerdo a la norma NB 997 -16

$$f_{ck, est} = x_1 + x_2 - x_3 < 0,95 x_1 \quad (\text{hormigón fabricado en central permanente})$$

donde:

$$x_1 \leq x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \leq x_6 \quad (\text{los seis resultados obtenidos en el ensayo})$$

- mientras resulte  $f_{ck, est} \geq f_{ck}$  se aceptará el hormigón, manteniendo el tamaño de la muestra.
- Si resulta  $f_{ck, est} < f_{ck}$  entonces se ampliará el tamaño de la muestra al doble, calculándose  $f_{ck, est}$  por expresión.

#### **5.1.2.3.4. INPECCION Y/O ENSAYO DEL HORMIGON SECO**

El método de inspección y/o ensayo se establece en la norma NB 639 - 94 “Hormigón Rotura por Compresión”, y la norma NB 997 – 16 “Elementos Prefabricados De Hormigón – Viguetas Prefabricadas De Hormigón Pretensado” donde se establece el procedimiento de rotura por compresión de probetas cilíndricas para determinar la resistencia característica mecánica, el proceso de ensayo se realizó en los ambientes del laboratorio de hormigón del área ciencias y tecnología.

#### **5.1.2.3.5. CRITERIO DE ACEPTACIÓN O RECHAZO DEL HORMIGON SECO**

Para la aceptación del destesado de la pista, se debe de tener como mínimo una resistencia requerida según se establece en la anterior tabla de requisitos en caso contrario no se realiza el destensado y se espera hasta alcanzar la resistencia específica, La resistencia característica del hormigón a compresión debe ser igual o superior a 350 Kgf/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

### 5.1.2.3.6. RESULTADOS OBTENIDOS DEL HORMIGON SECO

Los resultados obtenidos del laboratorio de hormigón establecen que las probetas de hormigón realizadas y obtenidas por la empresa superan los 350 Kgf/cm<sup>2</sup> a un promedio de 446 Kgf/cm<sup>2</sup> es decir a 43,74 Mpa, lo cual demuestra que son aptas para la construcción y la venta para el mercado de cobija. (Ver Anexo B Ensayo de probeta de hormigón).

### 5.1.3. CONFORMIDAD DE PRODUCTO TERMINADO

En la conformidad del producto terminado se verifican mediante la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas descritas en la norma boliviana NB 997 elemento prefabricados de hormigón – viguetas prefabricadas de hormigón pretensado – requisitos y métodos de ensayo, estos serán demostrados por la empresa a los clientes como prueba de que la empresa realiza la inspección y ficha técnica.

#### 5.1.3.1. REQUISITOS DE LA VIGUETA

##### 5.1.3.1.1. ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE VIGUETAS

Para el ensayo no destructivo de las viguetas pretensadas, se extrajeron muestras de un determinado lote al azar del almacén de la empresa, para ello se siguieron las siguientes especificaciones de acuerdo a la norma NB 997 - 15.

**Tabla 5.14 Plan de muestreo para inspección no destructiva**

Lote de n Viguetas	Muestra	INCUMPLIMIENTO DE LOS DIFERENTES REQUISITOS QUE SE HAN OBSERVADO EN LAS PIEZAS QUE CONSTITUYEN LA MUESTRA.			
		Principales		Secundarios	
		Aceptación	Rechazo	Aceptación	Rechazo
n ≤ 150	3	1	2	2	3
150 < n < 1200	5	1	2	3	4
1201 < n < 10000	8	2	3	5	6
N > 10000	13	3	4	7	8

**Fuente: Información en base a la norma boliviana NB 997 – 16**

Es necesario realizar pruebas de conformidad, según la tabla 5.13 en el que se especifica las muestras para someterse a la inspección, en función al tamaño del lote, las viguetas que posean que contengan uno o más defectos principales se debe marcar (P), las viguetas que posean uno o más defectos secundarios marcar con (S) y las que contengan ambas marcar con (PS), una vez realizado las pruebas de inspección si la mayoría de los datos obtenidos cumplen con las especificaciones, el lote de las viguetas producidas son aceptadas y listas para la venta al cliente final.

#### 5.1.3.1.2. ENSAYO DESTRUCTIVO DE VIGUETAS

Estos ensayos deberán realizarse exclusivamente con las viguetas que vayan a utilizarse como viguetas aisladas.

**Tabla 5.15 Tamaño de Muestras Para la Inspección Destructiva**

Lote De N Viguetas	Muestra	SUMA DE DEFECTOS DIFERENTES QUE SE HAN OBSERVADO EN LAS PIEZAS QUE CONSTITUYEN LA MUESTRA.	
		Críticos	
		Aceptación	Rechazo
$n \leq 150$	3	0	1
$150 < n < 1200$	5	1	2
$1201 < n < 10000$	8	2	3
$N > 10000$	13	3	4

**Fuente: Información en base a la norma NB 997 – 16**

#### 5.1.3.1.2.1. ENSAYO DE COMPROBACIÓN A LA FLECHA

Se coloca la vigueta de prueba aislada, simplemente apoyada sobre dos ejes situados a  $h/2$  de sus extremos. Se aplican dos cargas puntuales P, en los tercios de la luz, de valor:

$$P = 3M'_{dif}/L$$

Donde:

- P = cargas puntuales
- $M'_{dif}$  = Valor de la diferencia entre el momento flector positivo de utilización de la vigueta y el máximo producido por el peso propio de la misma.
- L = Luz de cálculo, en m

Dichas cargas se aumentarán paulatinamente, hasta alcanzar el momento flector de descompresión, correspondiente al tipo de vigueta aislada que se ensaya

Una vez sensiblemente estabilizado el aparato utilizado para la determinación de la flecha, ésta se medirá a partir de la posición inicial de la pieza, bajo la sola acción de su peso propio.

El valor medido “a”, no deberá ser superior a L/350 (con “L” en mm, para “a” en mm).

#### **5.1.3.1.2.2. ENSAYO MOMENTO DE FISURACIÓN DE LA VIGUETA**

Se tiene la misma disposición del ensayo de comprobación de la flecha despejando la misma fórmula en la que se aplica. Para las pruebas de ensayo se seguirán aumentando las cargas gradualmente hasta que la máxima abertura de las fisuras producidas en cualquier punto de la vigueta aislada sea de 0,1 mm.

$$M_{fis} = \frac{P * L}{3}$$

- $M'_{fis}$  = momento fisuración, en kN-m/m.
- P = carga aplicada en kN
- L = Luz de cálculo, en m

El momento flector de fisuración no deberá ser inferior al momento flector positivo de fisuración, consignado en la ficha técnica correspondiente.

#### **5.1.3.1.1. INSPECCIÓN Y/O ENSAYO DE LAS VIGUETAS**

Para el método de inspección y ensayo se establece en la norma boliviana NB 997 – 16 “elementos prefabricados de hormigón – viguetas prefabricadas de hormigón

pretensado – requisitos y métodos de ensayo” en la tabla 5.15 detalla los parámetros que debe cumplir las viguetas según el tamaño de muestra.

**Tabla 5.16 Viguetas Prefabricadas de Hormigón Pretensado - Requisitos.**

REQUISITOS	ESPECIFICACION SEGÚN NB 997
Defectos	No presentaran discontinuidad en el hormigón que sean apreciables a simple vista oquedades, armaduras visibles por falta de recubrimiento, fisuras visibles, ni rebabas que afecten en su uso
Medidas	Medidas transversales (+5mm; - 2mm) Medidas longitudinales (+ 30mm; - 20 mm)
Fecha Lateral	$f_1 \leq \frac{L}{300}$ : $f_1$ debe ser menor o igual a la longitud dividida entre 300 cm
Contra Flecha	$f_c \leq \frac{L}{300}$ : $f_c$ debe ser menor o igual a la longitud dividida entre 300 cm

**Fuente: Información en base a la norma boliviana NB 997 – 16**

los resultados de la inspección se deben especificar detalladamente de acuerdo a las medidas que corresponden en la anterior tabla 5.15.

#### 5.1.3.1.2. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO DE LAS VIGUETAS

De acuerdo a la anterior tabla se establece la suma de defectos principales o secundarios en el que se verifica con cautela, si sobrepasa los límites incumpliendo con los parámetros debe ser rechazado el lote y dar finalizada la inspección.

**Tabla 5.17 Descripción De Defectos De Las Viguetas Pretensadas**

DEFECTOS	DESCRIPCIÓN DEL DEFECTO	MÉTODO DE ENSAYO
Primarios	Oquedad de cualquier tamaño que deje vista una armadura.	Inspección visual
	Armadura transversal o longitudinal visible en alguna zona por falta de recubrimiento.	Inspección visual
	Fisura de ancho máximo mayor que 0.1 mm	Inspección visual
	Flecha lateral mayor a lo indicado	Flecha Lateral

Secundarios	Fisuras de ancho no mayor que 0.1 mm y mayores que 20 mm de largo.	Inspección visual
	Discrepancias en las medidas nominales que sean mayores que ha indicado	Medidas
	Contra flecha mayor a lo indicado	Contra flecha
	Aspecto exterior insatisfactorio (discontinuidad de hormigonado, oquedades de más de 20 mm de diámetro, rebabas en parámetros, nidos de grava o coqueras pequeñas en gran número y extensión).	Inspección visual

**Fuente: Información en base a la norma NB 997 - 16**

De acuerdo con las condiciones establecidas en la anterior tabla 5.16, si la muestra fuera considerada defectuosa, ya sea por defectos principales o secundarios, se dará por finalizada la inspección, rechazándose el lote correspondiente. Cuando, por el contrario, la muestra resulte aprobada, se procede a la inspección destructiva.

#### **5.1.3.1.3. RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS VIGUETAS**

La inspección se realizó con una muestra de 3 viguetas por lote, así como indica en la tabla 5.13, los datos se detallan en un formato donde se especifica los defectos que presenta cada una de las viguetas, esto defectos son plasmados en la ficha técnica aprobadas por la norma boliviana NB 997 - 16. (Ver Anexo B. ensayo no destructivo de vigueta).

#### **5.1.3.2. REQUISITOS SOBRE LA LOSA**

Para el análisis y control de la resistencia de las viguetas, se debe proceder a un ensayo mecánico de losas para verificar el comportamiento en compresión y flexión, tienen por objeto dictaminar sobre la adecuación de las losas propuestas y el cumplimiento de los requisitos según se especifica en la siguiente tabla.

**Tabla 5.18 Banda de Losas - Requisitos.**

REQUISITOS	ESPECIFICACION SEGÚN NB 997 - 16
Flecha	Bajo las solicitaciones debe ser menor o igual a la $L/350$ del largo de vigueta

Momento flector de fisuración	<p>El momento flector de fisuración de la losa determinada, será mayor o igual que el momento correspondiente a la existencia, en la fibra interior, de una tensión de tracción de valor igual.</p> $F_t = 0,68 * f_{ck}^{2/3}$ <p>Dónde:</p> <p><math>F_t</math> = Tensión de tracción estimada del hormigón [kgf/cm<sup>2</sup>]  <math>f_{ck}^{2/3}</math> = Resistencia Característica Cilíndrica estimada del hormigón [kgf/cm<sup>2</sup>]</p>
momento flector ultimo o de rotura	momento flector ultimo positivo de la losa determinado, será como mínimo igual al momento de rotura indicado por el fabricante
esfuerzo cortante ultimo	el esfuerzo cortante último de la losa determinado, será como mínimo igual al esfuerzo cortante ultimo indicado por el fabricante.

**Fuente: Información En Base A La Normas Bolivianas NB 997 - 16**

#### **5.1.3.2.1. INSPECCIÓN Y/O ENSAYO DE LAS LOSAS**

Las resistencias a compresión requeridas para el destensado de las viguetas pretensadas son las siguientes:

El método de inspección y/o ensayo se establece en el instructivo de trabajo CQ/IT/SC/1515 “Ensayo destructivo sobre losa”, estableciendo el procedimiento de ensayos que se requieren para determinar los requisitos que deben cumplir las losas fabricadas con viguetas de hormigón pretensado.

#### **5.1.3.2.2. RESULTADOS DE LA PRUEBAS DE LOSAS**

Los resultados obtenidos de las pruebas de losas de acuerdo a la Norma Boliviana NB 997 – 16 son aceptadas superando las expectativas mediante las inspecciones críticas pruebas de compresión con los datos del momento flector de fisuración  $m$  de  $F_t = 38,199$  (Kgf/cm<sup>2</sup>) por vigueta es decir a 3746,04 (kn/m<sup>2</sup>) y un soporte de carga permanente de la losa  $q = 3,98$  (kn/m<sup>2</sup>), estos datos son obtenidos por una losa compuesta de 2 viguetas con una longitud luz de 4 metros lineal y un inter eje de 0,5 metros de ancho. (Ver Anexo B. ensayo de losa).

## **CAPITULO 6**

### **6. SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DURANTE EL PROCESO DE OPERACIÓN**

#### **6.1. DOCUMENTACIÓN PARA UN SISTEMA DE CALIDAD**

##### **6.1.1. GENERALIDADES**

La documentación es un soporte del sistema de gestión de calidad donde se realiza procedimientos formatos y manuales para un buen diagnóstico y soporte para el sistema de la empresa, pues en ella se plasma no solo formas de operar la organización, sino que también el desarrollo de procesos para la toma de decisiones. Su utilización contribuye a:

- ✓ Proveer información apropiada
- ✓ Proporcionar evidencias subjetivas
- ✓ Lograr el cumplimiento de los requisitos del cliente y la mejora de la calidad
- ✓ Evaluar la eficiencia y mejora continua del sistema de gestión de la calidad.

##### **6.1.2. CONTROL DE DOCUMENTOS**

El sistema de control de calidad demanda el cumplimiento de documentación para el control estricto de registros de actividades.

El procedimiento para controlar documentos está ligado a los responsables de documentación, ellos realizan el seguimiento y los lineamientos del instructivo establecido.

##### **6.1.2.1. CONTROL DE REGISTRO**

Los registros son evidencia de la conformidad de todo el proceso de producción y actividades que realiza la empresa, así como la operación eficaz del sistema en general.

Nota: La ubicación de los documentos de control y registros deben estar en un sitio que proteja de los factores externos como polvo, agua y humedad.

## 6.2. CONTROL Y FORMACION PARA EL PERSONAL

La empresa cuenta con personal competente en el trabajo en base a la experiencia y guía por parte del gerente por lo que son conscientes de tener algunas habilidades faltantes el manejo de las maquinarias y equipos, en el siguiente cuadro se detalla los cargos y la cantidad del personal del personal de producción.

**TABLA 6.5 PERSONAL DE PRODUCCIÓN**

CARGO	CANTIDAD
Gerente general	1
Jefe de producción de vigueta	1
Operarios de área de producción de viguetas	3
total	5

**Fuente: Elaboración propia en base a la empresa**

### 6.2.1. CAPACITACIÓN Y COMPETENCIA PARA EL PERSONAL

Tomando en cuenta el número del personal y un buen manejo de instancias para la satisfacción del cliente es decir la empresa se debe tomar las siguientes actividades.

- a) Evaluar e identificar el perfil del trabajador mediante trabajos que afectan a la conformidad de los requisitos del producto.
- b) Proporcionar formación en la toma de acciones para lograr competir con el mercado con una buena producción mediante capacitaciones y evaluaciones y desempeño en todas las áreas.
- c) Determinar y asegurar que el personal sea consciente de las acciones que desempeña en las actividades de la producción y como contribuyen el logro de la calidad mediante la comunicación interna.
- d) Realizar un buen manejo de la documentación y registro de la formación, habilidades y experiencia del personal para un buen sistema de control.
- e) Realizar al final un seguimiento a las capacitaciones realizadas a través de exámenes y encuestas, evaluando su aporte en el desarrollo del personal de la empresa.

## 6.2.2. RESULTADOS ESPERADOS

Las capacitaciones resultan un punto de partida importante para el desarrollo de la empresa. Es necesario que todo el personal se encuentre involucrado y conozca perfectamente sus funciones y responsabilidades para mantener efectivo al Sistema de control del personal acercándonos más al sistema de gestión de la calidad.

## 6.3. PROCEDIMIENTO PARA DETECTAR LA NO CONFORMIDAD DE PRODUCTO

El objetivo del plan es establecer acciones a seguir para realizar un tratamiento al producto no conforme generado dentro del sistema de control de calidad en la empresa.

**TABLA 6.6 ACTIVIDADES PARA DETECTAR LA NO CONFORMIDAD**

RESPONSABLE	ACTIVIDAD	DIAGRAMA DE FLUJO
Todo el personal de la empresa	<b>Identificar el Producto No Conforme:</b> Identificar el producto no conforme, el cual puede ser generado en cualquier proceso y debe ser registrado de manera clara y precisa (requisitos de viguetas, norma NB 997-15)	<pre> graph TD     INICIO([INICIO]) --&gt; A[Identificación de producto no conforme]     A --&gt; B[Tratamiento Al Producto No Conforme]     B --&gt; C[Verificación De Eliminación Del Producto No Conforme]     C --&gt; D[Generación De Acciones Correctivas Y Preventivas]     D --&gt; FIN([FIN])         </pre>
Personal de la empresa	<b>Realizar tratamiento al producto no conforme:</b> Informar al jefe de producción, coordinador de calidad la presencia del producto no conforme para que determine la disposición a seguir la cual puede ser: reproceso, desecho, reparación, cualquier acción necesaria para evitar su utilización.	
Personal Asignado	Ejecutar la corrección. Ejecutar la corrección definida para eliminar el producto no conforme	
Coordinador de Calidad y jefe de Producción	Verificar la eliminación del producto no conforme Verificar que la acción tomada para corregir el producto no conforme elimino la no conformidad, dejando evidencia de la actividad en el formato del producto no conforme.	

<p>Coordinador de Calidad y jefe de Producción</p>	<p>Generar acciones correctivas y preventivas  Revisar y analizar los productos no conformes presentados con mayor frecuencia para generar las acciones correctivas y preventivas que se estimen convenientes, siguiendo los lineamientos establecido en el Procedimiento de Acciones Correctivas y Procedimiento de Acciones Preventivas.</p>
--	--

para definir los controles y las responsabilidades y autoridades relacionadas para tratar el producto no conforme debe seguiré el procedimiento así mediante una o más maneras tomar acciones para eliminar la no conformidad detectada, tomando acciones para impedir su uso o aplicación prevista originalmente, tomando acciones apropiadas a los efectos reales o potenciales, de la no conformidad cuando se detecta en un producto.

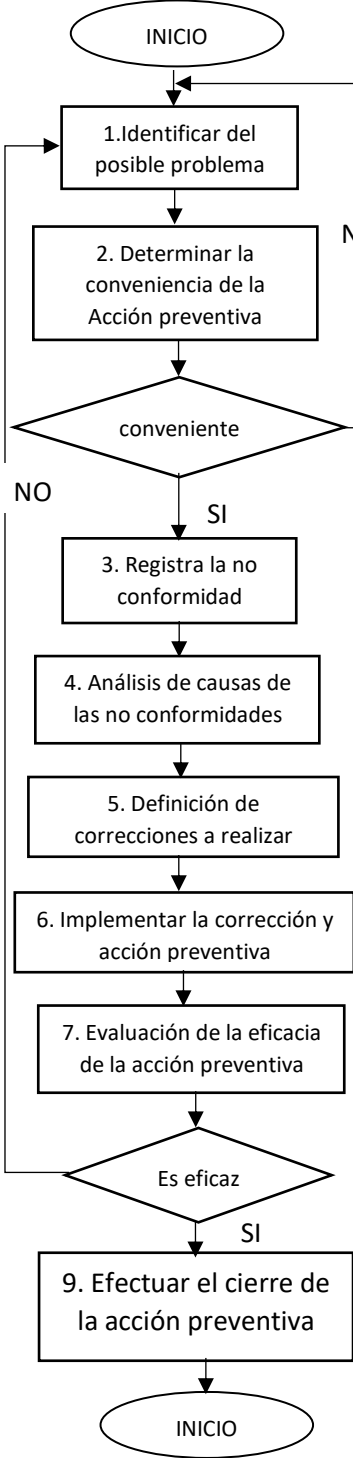
#### **6.4. CONTROL Y SEGUIMIENTO MEDIANTE ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS**

Cuando se detecta una no conformidad se toma acciones actividades para eliminar las causas con objeto de prevenir que vuelvan a ocurrir. Las acciones correctivas deben ser apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas, para prevenir futura fallas se debe evaluar la necesidad de adoptar acciones preventivas para asegurarse de que las no conformidades no vuelvan a ocurrir.

##### **6.4.1. PROCEDIMIENTOS DE ACCIONES PREVENTIVAS**

Las acciones preventivas son acciones tomadas para eliminar la causa de una no conformidad, por ello se debe establecer actividades útiles para eliminar las posibles causas de no conformidades potenciales para prevenir su ocurrencia.

**TABLA 6.7 ACTIVIDADES PARA LAS ACCIONES PREVENTIVAS**

RESPONSABLE	ACTIVIDAD	DIAGRAMA
<p>Coordinador de Calidad y líder del proceso.</p>	<p>1. Identificación de la no conformidad, reportar al encargado del proceso para determinar su viabilidad.</p>	 <pre> graph TD     INICIO([INICIO]) --&gt; S1[1. Identificar del posible problema]     S1 --&gt; S2[2. Determinar la conveniencia de la Acción preventiva]     S2 --&gt; D1{conveniente}     D1 -- NO --&gt; S1     D1 -- SI --&gt; S3[3. Registra la no conformidad]     S3 --&gt; S4[4. Análisis de causas de las no conformidades]     S4 --&gt; S5[5. Definición de correcciones a realizar]     S5 --&gt; S6[6. Implementar la corrección y acción preventiva]     S6 --&gt; S7[7. Evaluación de la eficacia de la acción preventiva]     S7 --&gt; D2{Es eficaz}     D2 -- NO --&gt; S1     D2 -- SI --&gt; S9[9. Efectuar el cierre de la acción preventiva]     S9 --&gt; FIN([INICIO])                     </pre>
	<p>2. El responsable de proceso informa la no conformidad al coordinador de control de calidad para determinar la viabilidad de la acción preventiva, teniendo en cuenta los aspectos económicos y técnicos de la empresa.</p>	
	<p>3. Si la acción correctiva es conveniente, el coordinador de calidad es responsable de registrar en el registro de reporte de acciones preventivas. El mismo está encargado de diligenciar el registro estado de acciones correctivas y preventivas. En caso de que no sea conveniente se vuelve a identificar el problema.</p>	
	<p>4. Realizar el análisis de las causas de las no conformidades identificadas determinando las causas raíces del problema, utilizando una Lluvia de ideas y un diagrama de causa y efecto. El encargado del proceso registra estas actividades en el formato registro reporte de acciones correctivas y preventivas</p>	
	<p>5. Definir y registrar las correcciones a realizar en el registro de reporte de acciones preventivas con los datos (actividades a realizar, responsables, fecha límite de cumplimiento del plan de acción).</p>	
<p>Líder De Proceso</p>	<p>6. Ejecución de corrección y acciones descritas en el registro de reporte de procedimientos</p>	
<p>Coordinador de calidad gerente de empresa</p>	<p>7. Realizar seguimiento a la ejecución de la corrección por parte del líder del proceso y coordinador de calidad.</p>	
	<p>8. Verificación si la acción preventiva fue eficaz de lo contrario volver a identificar las causas del problema.</p>	
	<p>9. Realizar, cierre de la acción preventiva si fue eficaz evidenciando con la firma del gerente en los registros de acciones correctivas y preventivas</p>	

### 6.4.2. PROCEDIMIENTOS DE ACCIONES CORRECTIVAS

Cuando se tiende a detectar la no conformidad en la producción en general se toma acciones descritas en la anterior tabla para eliminar las causas con objeto de prevenir cualquier falla o accidente que vuelvan a ocurrir.

**TABLA 6.8 ACTIVIDADES PARA LAS ACCIONES CORRECTIVAS**

RESPONSABLE	ACTIVIDAD	DIAGRAMA
Coordinador de Calidad y líder del proceso.	1. Identificación de la no conformidad, reportar al encargado del proceso para determinar su viabilidad.	<pre> graph TD     INICIO([INICIO]) --&gt; B1[1. Identificar el problema]     B1 --&gt; B2[2. Determinar la conveniencia de la Acción Correctiva]     B2 --&gt; D1{conveniente}     D1 -- NO --&gt; B1     D1 -- SI --&gt; B3[3. Registra la no conformidad]     B3 --&gt; B4[4. Análisis de causas de las no conformidades]     B4 --&gt; B5[5. Definición de correcciones a realizar]     B5 --&gt; B6[6. Implementar la corrección y acción correctiva]     B6 --&gt; B7[7. Evaluación de la eficacia de la acción correctiva]     B7 --&gt; D2{Es eficaz}     D2 -- SI --&gt; END([FIN])     D2 -- NO --&gt; B1         </pre>
	2. El responsable de proceso informa la no conformidad al coordinador de control de calidad para determinar la viabilidad de la acción correctiva, teniendo en cuenta los aspectos económicos, y técnicos de la empresa.	
	3. Si la acción correctiva es conveniente, el coordinador de calidad es responsable de registrar en el registro de reporte de acciones correctivas y preventivas. El mismo está encargado de diligenciar el registro estado de acciones correctivas y preventivas. En caso de que no sea conveniente se vuelve a identificar el problema.	
	4. Realizar el análisis de las causas de las no conformidades identificadas determinando las causas raíces del problema, utilizando una Lluvia de ideas y un diagrama de causa y efecto. El encargado del proceso registra estas actividades en el formato registro reporte de acciones correctivas y preventivas	
	5. Definir y registrar las correcciones a realizar en el registro de reporte de acciones correctivas y preventivas (actividades a realizar, responsables, fecha límite de cumplimiento del plan de acción).	
líder de proceso	6. Ejecución de corrección y acciones descritas en el registro de reporte de procedimientos	
	7. Realizar seguimiento a la ejecución de la corrección por parte del líder del proceso y coordinador de calidad.	

Coordinador de calidad y gerente de empresa	8. Verificación si la acción correctiva fue eficaz de lo contrario volver a identificar las causas del problema. Actividad responsable es el coordinador de calidad.	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">9. Efectuar el cierre de la acción correctiva</div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> </div>
	9. Realizar, cierre de la acción correctiva si fue eficaz evidenciando con la firma del gerente en los registros de acciones correctivas y preventivas	

Cuando se tiende a detectar una no conformidad en el área de operaciones o área de producción en general se toma acciones descritas en la anterior tabla 6.4 para eliminar las causas con objeto de prevenir cualquier falla o accidente que vuelvan a ocurrir. Las acciones correctivas deben ser apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas.

#### 6.5. SEGUIMIENTO Y CONTROL DURANTE EL PROCESO

En el proceso de elaboración de las viguetas pretensadas se debe tomar en cuenta las actividades mediante un análisis e inspecciones detalladas a través de controles en puntos críticos plasmados en documentación para la mejora continua en el proceso de producción en general por ello se tiene una serie de actividades detalladas en el previo, durante y posterior al hormigonado en la siguiente tabla 6.5.

**TABLA 6.9 CONTROL DE OPERACIONES DURANTE EL PROCESO**

FASE DE CONTROL DE EJECUCIÓN	OPERACIONES QUE SE CONTROLAN	NIVEL CONTROL ACTIVIDAD
PREVIO AL HORMIGONADO	comprobación, de la maquina vibradora, aparatos de medida, moldes para probetas, moldes y otros	diario
	colocación de armaduras (tipo, diámetro, posición, posición, ejecución y otros).	constante
	juntas de dilatación	diario
	comprobación de recubrimientos	constante
	empalmes de armaduras	constante
	previsión del hormigonado en el tiempo climático	diario

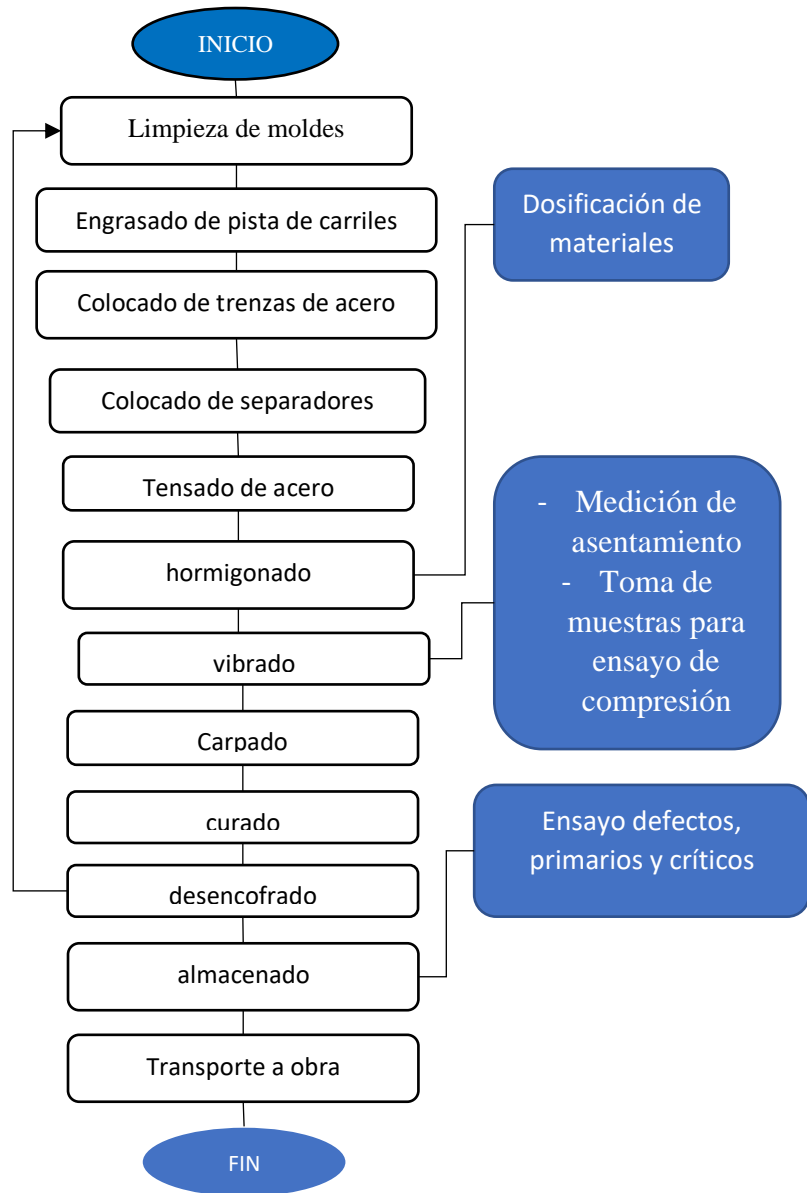
DURANTE EL HORMIGONADO	condiciones de trabajo (clima, iluminación, protecciones)	diario
	dosificación	constante
	amasado, transporte y colocación del hormigón	constante
	hormigonado en tiempo climático	regular
	acabado de superficies de hormigón	constante
POSTERIOR AL HORMIGONADO	curado	diario
	desencofrado y desmoldado	diario
	tolerancias en dimensiones, flechas y contraflechas, acabado de superficies	regular
	transporte y colocación de elementos prefabricados	constante
	previsión de acciones mecánicas durante la ejecución	regular
	reparación de defectos superficiales	regular

Las actividades descritas en la tabla 6.5 de control de operaciones, detallan todos los procesos que se deben tomar en cuenta por distintas fases dependiendo al nivel de control.

### **6.3.1. DIAGRAMA DE FLUJO – SEGUIMIENTO Y CONTROL DE PROCESO**

El siguiente diagrama de flujo se figura las distintas actividades o procesos de operación que se deben desarrollar para lograr un buen sistema de control de ejecución, el diagrama también muestra los puntos donde se extraen muestras para las mediciones y el control de proceso.

## DIAGRAMA DE FLUJO SOBRE LAS OPERACIONES A REALIZAR



### 6.3.2. CLASIFICACION DE VIGUETAS PRETENSADAS

En la clasificación de las viguetas deben realizarse según el tipo de series en función al rendimiento en la estructura dentro del forjado, además del manipuleo, traslado al almacén de producto terminado de acuerdo en la siguiente tabla 6.6.

**TABLA 6.10 CARACTERÍSTICAS RECOMENDADAS PARA LAS  
ELABORACIONES DE LAS VIGUETAS**

PRODUCTO	TIPO	MEDIDA LONGITUD (metros)	CANTIDAD DE ACERO	MEDIDA DE ARMADURA DE ACERO (diámetro)	DISEÑO RECOMENDADO
<b>VIGUETAS PRETENSADAS</b>	V1	0,50 a 3,80	3	2x2,25 mm	
	V2	3,90 a 4,50	4	2x2,25 mm	
	V3	4,60 a 5,20	2	3x2,25 mm	
			2	2x2,25 mm	
	V4	5,30 a 5,60	3	3x2,25 mm	
			1	2x2,25 mm	
	V5	5,70 a 6,10	4	3x2,25 mm	
V6	6,20 a 7,00	5	3x2,25 mm		

Fuente: Elaboración en base a datos de producción Tensocret SRL

#### 6.4. LIMITES DE CONTROL DE CONFORMIDAD

##### 6.4.1. LIMITES DE LA MATERIA PRIMA

##### I. AGREGADO GRUESO

**TABLA 6.11 PARÁMETROS DE CONTROL DE LOS ÁRIDOS GRUESOS**

REQUISITOS	LIMITES
Análisis granulométrico	Tamaño máximo nominal 3/8
Tamiz No 4	< 1 %
Impurezas orgánicas	< 5 %
Coefficiente de forma	≥ 0,15

Fuente: áridos para morteros y hormigones NB 596

## II. AGREGADO FINO

**TABLA 6.12 PARÁMETROS DE CONTROL DE LOS ÁRIDOS FINOS**

REQUISITOS	LIMITES
Análisis granulométrico	Pasa tamiz No 4 el 100%
Tamiz No 200	< 3 %
Impurezas orgánicas	< 3 %
Terrones de arcilla	< 5 %

Fuente: áridos para morteros y hormigones NB 596

## III. AGUA

**TABLA 6.13 PARÁMETROS DE CONTROL DEL AGUA**

REQUISITOS	LIMITES
exponente de hidrogeno PH	$\geq 5$
Substancias disueltas	$\leq 15$ g/l
Sulfatos expresados en ion sulfato (SO <sub>4</sub> )	$\leq 1$ g/l
Cloruro expresado en ion cloro (CL)	$\leq 6$ g/l
Hidrato de carbono	0
Substancias orgánicas soluble en éter	$\leq 15$ g/l

Fuente: base a la Norma Boliviana NB 637-94

NOTA: Para el control microbiológico del agua no hay necesidad de realizar pruebas de manera constante para ello estas deben ser certificadas por un laboratorio de agua autorizada y certificada anualmente.

## IV. ACERO PRETENSADO

**TABLA 6.14 PARÁMETROS DE CONTROL DE LOS ACEROS  
ENSAYO DE TRACCIÓN DE CORDON DE TRES HILOS PARA  
PRETENSADO**

Tipo	No de trenzas	Diámetro nominal (mm)	Área nominal de hilos (mm <sup>2</sup> )	Peso por unidad de longitud (kg/m)	Carga de rotura mínima (KN)
1	2	2,25	7,95	0,0624 (+8%) (-8%)	15,6
2	3	2,25	11,93	0,0936 (+8%) (-8%)	23,5

Fuente: base a la Norma Boliviana NB 713-98

NOTA: No hay necesidad de realizar pruebas de tensión del acero, este debe ser proporcionada por el proveedor de la empresa mediante la ficha técnica.

## V. CEMENTO

**TABLA 6.15 PARÁMETROS DE CONTROL DEL CEMENTO**

ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA
Certificado de cemento YURA (Análisis químico, ensayos físico y mecánico)	NB 011	Cada 3 meses

NOTA: No hay necesidad realizar pruebas de tensión y rotura del acero, este documento de control (ficha técnica) debe ser proporcionada por el proveedor de la empresa.

### 6.4.2. LIMITES DEL PRODUCTO EN PROCESO

**TABLA 6.16 PARÁMETROS DE CONTROL DEL HORMIGON FRESCO**

ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA
Toma de muestra en cilindros testigos	NB 634	3 probetas por pista
Fabricación y conservación de probetas	NB 586	3 probetas por pista
Determinación de la consistencia por el método de cono de Abrahams	NB 589	3 vez por pista

### 6.4.3. LIMITES DEL PRODUCTO FINAL

**TABLA 6.17 PARÁMETROS DE CONTROL DEL HORMIGON SECO**

ENSAYO	NORMA	FRECUENCIA
Rotura por compresión de probetas	NB 639	2 probetas a 14 días 1 probeta a 28 días
Control de crítico, principal y secundario de la vigueta pretensada	NB 997	3 viguetas por lote (cada 3 meses)

### 6.4.4. VENTAJAS FÍSICOMECAÑICOS DEL PRODUCTO TERMINADO

- ✓ Buen acabado él los laterales de la vigueta sin ninguna grieta o rajadura.
- ✓ Resistente duradero y tiene buen manipuleo para el armado de la losa alivianada.

- ✓ Reducción de costos y mayor resistencia.
- ✓ Contiene un acero de alta resistencia que actúa como armadura en la vigueta.

## 6.5. PROCESO DE CERTIFICACIÓN

Para obtener la certificación de producto o servicio con el sello de IBNIRCA es necesario:

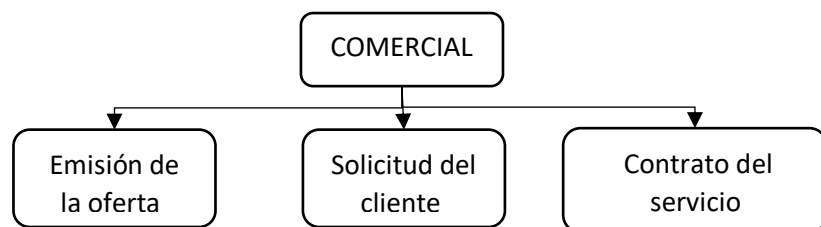
- ✓ Cumplir lo estipulado en la norma técnica y/o reglamento técnico del producto o servicio a certificar.
- ✓ Realizar un análisis del registro histórico de los resultados y de control de calidad de los productos a certificar.
- ✓ Realizar las evaluaciones a los ensayos y las muestras tomadas de la fábrica, como también muestras en el mercado.

El proceso de certificación de los productos con sello IBNORCA es soportado por auditorias periódicas a los procesos de fabricación y la conformidad de las materias primas utilizadas, conformidad de productos terminados y sistema de gestión.

### 6.5.1. ESQUEMA DEL PROCESO DE CERTIFICACIÓN SELLO IBNORCA

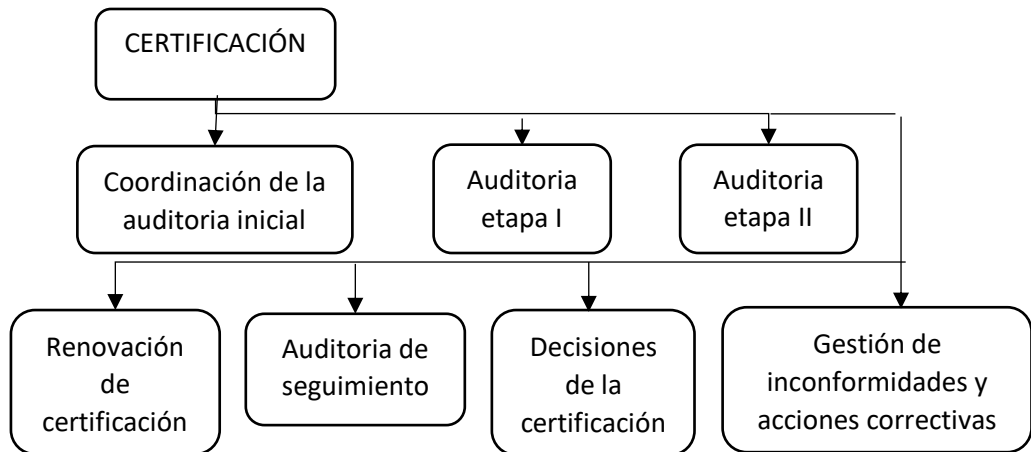
Para el proceso de certificación se debe realizar las siguientes actividades detalladas en el siguiente diagrama:

**Diagrama para solicitud de la certificación IBNORCA**



una vez realizado la solicitud al Instituto Boliviano De Normalización y Calidad se debe realizar las siguientes actividades:

### Diagrama De Proceso Para Certificación del sello IBNORCA



La duración del sello IBNORCA tiene un periodo de duración de 6 años con un costo de 300 dólares sin contar los servicios del auditor, una vez que se caduque se debe realizar una nueva solicitud de certificación.

#### 6.6. PLAN DE SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN DE PROCESOS

Para asegurar la efectividad del sistema de control de la calidad, debemos monitorearlo y medirlo, con el fin de recopilar la evidencia adecuada para tomar las decisiones adecuadas y realizar las mejoras necesarias.

En el proceso de planificación y seguimiento del control de calidad debe tomarse en cuenta que el proyecto es una parte del sistema de gestión de la calidad SGC por lo tanto el proceso de aplicación debe seguirse de acuerdo al formulario de plan de control de calidad de la tabla mencionado en el anexo “C” de la página 22-28.

#### 6.7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

En cuanto al cronograma tentativo, se lleva a cabo de acuerdo a lo establecido en el plan de implementación: actividades, gerentes, metas y estrategias, el programa de actividades del proyecto a seguir. Las actividades de antes, durante y después de la implementación del sistema de control de la calidad

La duración prevista del proyecto es de 50 semanas, abarcando seis fases para implementar y mantener el SGC, desde la presentación del proyecto hasta la mejora

continua del sistema. Es interesante destacar que la empresa ha decidido continuar con la séptima fase, que incluye la certificación del NB 997-16.

La primera fase, que consiste en la presentación del proyecto a la empresa, tiene una duración de 2 semanas e incluye las siguientes actividades: presentación y soporte del proyecto a la dirección, que es mi responsabilidad, presentación del proyecto al equipo de calidad. bajo la responsabilidad del director general.

La segunda fase, que conduce a la planificación del proyecto, dura aproximadamente 1 mes. Durante esta fase, el plan de implementación del Sistema de control de calidad es administrado por el Gerente del SGC y contratado por la empresa, todos los recursos humanos utilizados en el proyecto están bien administrados y se mantiene la provisión de recursos físicos y de infraestructura. garantizado. Realizar todas las actividades relacionadas con la implementación del plan de control.

En la tercera fase tiene una duración de 8 semanas, se lleva a cabo la sensibilización y formación capacitación de los empleados. Durante estas semanas se llevarán a cabo las siguientes actividades: Campaña de sensibilización ISO para todos los empleados, elaboración y administración de los documentos necesarios para llevar a cabo la formación, formación y formación del personal Formación continua en temas de calidad, incluyendo el SGC y evaluación de la formación para verificar adquirir conocimientos.

En la cuarta fase se llevará a cabo el desarrollo, seguimiento y supervisión del sistema de control de la calidad. Las siguientes actividades son necesarias para poder implementar un plan de control de calidad de forma organizada y correcta: desarrollar todos los documentos para apoyar el SGC, organizar y distribuir documentos al personal para su mantenimiento y uso. La implementación del sistema de control de calidad debe manejarse a través del monitoreo y seguimiento de la implementación, durante la implementación del proyecto, el gerente de la empresa y el director de Seguridad Industrial serán responsables de presentar el progreso del proyecto a la gerencia y al personal correspondiente.

En la quinta fase, se validará y verificará si el sistema de control de calidad implementado está funcionando efectivamente de acuerdo con el diseño implementado en las fases anteriores. Para ello, las auditorías internas serán planificadas y realizadas por los responsables de área que integran el equipo de Calidad quienes recogerán datos y métricas relacionadas con el desempeño del sistema.

El sexto paso implica la mejora continua del sistema. Las actividades involucradas en esta fase son: corregir las no conformidades a través de acciones correctivas y preventivas, implementar oportunidades de mejora, hacer un seguimiento de las mejoras realizadas y analizar los problemas. Aprender de la experiencia para no repetir los mismos errores.

El paso final es la certificación del Sistema de control de la Calidad por parte de la norma boliviana NB 997-16, que incluye las siguientes actividades: realización de una auditoría de precertificación, evaluación de los resultados de la auditoría de precertificación y las correcciones asociadas, y realización de la auditoría de precio de certificación. La duración de esta fase depende del estado de preparación al que tenga que certificar la empresa y del organismo de certificación seleccionado que realizará la auditoría del sistema.

El programa de implementación se presenta en la Tabla 3.9 del anexo “C” pág. 32, que indica las actividades necesarias a realizar para implementar y mantener el sistema de gestión de la calidad, así como la duración de cada una de estas actividades.

## **CAPITULO 7**

### **7. INGENIERIA DE PROYECTO PARA UN LABORATORIO DE PRUEBAS DE HORMIGÓN**

#### **7.1. DISEÑO TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE PRUEBAS**

Para el diseño de un laboratorio se hace necesario analizar cada una de las actividades a desarrollar de tal manera que se definieran los costos reales para poder llevar a cabo este proyecto, así la empresa no dependerá de terceros laboratorios que realizan pruebas físico mecánicas para llevar constantes muestras para la ejecución de y obtención de datos.

Esto requerirá un costo-beneficio para la empresa por lo cual también beneficiará a los clientes externos que solicitaran en la ejecución y el control del hormigonado para sus obras de construcción.

#### **7.2. TAMAÑO Y LOCALIZACION**

##### **7.2.1. TAMAÑO DEL PROYECTO**

Se determino el tamaño y diseño de acuerdo necesidad actual de la empresa por lo tanto el material de muestreo para el análisis se encuentra en la misma planta procesadora de vigueta pretensada.

##### **7.2.2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO**

###### **7.2.2.1. MACRO LOCALIZACIÓN**

El diseño será implementado en el municipio de Cobija provincia Nicolás Suárez del departamento Pando limitando el norte con la república de Brasil, oeste con el departamento del Beni y este con la república de Perú y sur departamento de la paz.

Cobija está situada a orillas del río Acre, cuenta con un clima lluvioso tropical en promedio de temperaturas aproximadas 25° a 37° centígrados.

### **7.2.2.2. MICRO LOCALIZACIÓN**

La empresa Amazon Mix está ubicado en el kilómetro 3 urbanización Santa María, calle sin nombre a dos cuadras de la avenida Acre, perteneciente el dueño Isabel coronel vda. de Aro, cuenta con instalaciones básicas de servicios e infraestructura de construcción de 2 ambientes y un sanitario.

#### **I. DISPOSICIÓN DEL TERRENO**

La empresa cuenta con dos líneas de producción una es a preparación, salcheteado y almacenado del cemento cola (argamasa) y viguetas de hormigón pretensado, comprende con espacios disponibles para un laboratorio de control de hormigón, en cuanto a coordenadas geográficas se tiene los siguientes datos.

- Norte: distribuidora cobija, margen izquierda, urbanización Santa María.
- Sur: predios privados, 2 cuadras de la avenida acre.
- Este: predios privados, avenida 9 de febrero kilómetro 3.
- Oeste: predios privados.

La ubicación general es en el departamento de pando, provincia Nicolás Suarez, municipio de cobija, Urbanización Santa María distrito 04, Predio 02, manzano 111 con una superficie de 1000.00 m<sup>2</sup>.

- Latitud 68°46'13' N.
- Longitud 11°02'35' S.
- Altitud 213 metros.
- Código catastral del predio 901 04 111 02 0.

La documentación y derecho de propiedad es respaldado por la esposa del gerente de la empresa don Marcos Herrera por lo tanto el dispone de las instalaciones de la infraestructura para implementar equipos de laboratorio de control del hormigón.

#### **II. EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DEL SITIO PARA PROYECTO**

Se realizo un análisis visual y consulta con el gerente de la planta para implementar un laboratorio donde corresponde a la idea a una de las mejores alternativas para la

empresa en el que finalmente condujeron a escogencia apropiada del sitio donde se quiere y se propone el desarrollo este proyecto.

Para la evaluación de las propuestas, se tuvieron en cuenta varios requerimientos de selección:

- ✓ Será necesario un espacio libre en donde se desarrollen pruebas de Mecánica de hormigón y materiales, en las cuales se producen constante ruido.
- ✓ Se necesitará un espacio en donde se puedan ejecutar pruebas de trabajo pesado, diferente de las pruebas básicas.
- ✓ Será necesario una zona de desechos de muestras ya evaluadas.
- ✓ Será necesario una locación bien dotada de corriente eléctrica y reguladores de voltaje, para la conexión de los equipos.
- ✓ Será necesaria una zona de fácil acceso para los usuarios, en donde se presenten rutas que permitan llevar y traer las muestras sin que éstas sufran perturbaciones que puedan generar deterioros en éstas.

### **III. FACTORES PARA LA LOCALIZACION**

- Estado de vías de acceso

Se toma la cercanía a las salidas hacia las avenidas o carreteras que influyan en el transporte de la materia prima y el producto final

- Mano de obra

Todos los trabajadores disponen a realizar tareas pesadas tanto como manuales o administrativa, estas actividades implican participar directamente en el proceso de producción de bienes y servicios. Sus tareas pueden ser administrativa, directivas y de gestión comercial.

- Servicios Básicos

Los servicios básicos son empresas que prestan servicios como ejemplo la empresa nacional de electricidad para el uso cotidiano y la alimentación de las máquinas y equipos y la Empresa Pública Municipal de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario de Cobija cuya denominación es EPSA Municipal Cobija.

- Valor de terreno

Para establecerlo, es necesario identificar el tipo de terreno (rústico o urbano), ya que esta clasificación permite valorar mejor el inmueble de acuerdo con los criterios aplicados en cada caso

- Localización geográfica

La ubicación de la empresa está ligada al acceso de materiales por vías de transporte a la empresa, para la importación del producto o muestra de hormigón por lo tanto el punto geográfico de la empresa es conveniente por que se encuentra dentro de las zonas más pobladas de la ciudad de cobija.

**TABLA 7.1 ESCALA DE PONDERACIÓN DEL MÉTODO CUALITATIVO POR PUNTOS**

<b>DETERMINANTES</b>	<b>PESO</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>PONDERACIÓN</b>
Estado de vías de acceso	0,20	5	1
Mano de obra	0,25	2	1,5
Red eléctrica	0,15	8	2,5
Agua	0,20	2	2
Valor de terreno	0,10	7	0,7
Localización geográfica	0,10	5	2,5
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>1,00</b>		<b>10,2</b>

**fuelle: información obtenida por el método de criterio propio**

teniendo en cuenta los factores mencionados en la anterior tabla se considera la máxima consideración por los puntos mencionados por parte del análisis y estudio para el diseño.

### **7.3. INSTALACIONES DEL LABORATORIO**

La necesidad de construir un laboratorio, es para verificar las distintas fases del proceso de ensayos la cual deberá ser más corta posible, por ello debe diseñarse con criterios de eficiencia las zonas de trabajo por área, una sala especializada para realizar operaciones en gran escala o actividades de preparación de muestras en las que se desprende polvo, como por ejemplo mezcla o agitación, para el desarrollo de la mayoría de los ensayos propuestos en este trabajo.

### 7.3.1. DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DEL LABORATORIO

**TABLA 7.2 DESCRIPCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS DE PRUEBAS DE HORMIGÓN**

NOMBRE	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA	ÁREA (M2)	LITADO DE EQUIPO POR ÁREA	
			MECÁNICA	ELÉCTRICO
Área o Zona de Investigación	Zona dedica a la investigación, dotada con equipos de cómputo para el desarrollo y modelación de fenómenos físicos y mecánicos en las áreas de hormigón.	15,88 m2		Computadores de alta tecnología (Con procesadores de alta capacidad con las características suficientes para el desarrollo de modelos matemáticos)
Área de lavado y desinfección	Área de lavado y secado de muestras e instrumentos de laboratorio dotado de materias y utensilios de limpieza	5,1 m2		
Área para la recepción y Análisis de muestras agregados	Zona de recepción y ensayo de muestras para evaluar las principales características y propiedades de los materiales (Granulometría y peso específico)	11,91 m2	Serie de Cazuela para muestras	Horno de secado
				Balanzas de precisión
			Serie de tamices o zaranda	Tamizadora o zarandadora
Área o zona de trabajo pesado	Área o zona para la ejecución de labores de compactación, rotura de cilindros, mezclado de concreto y almacenado de probetas	11,91 m2	Moldes de cilindro	prensa hidráulica para ensayo de compresión
			Cono de Abrahams	Mescladora de concreto
				Máquina de los ángeles

### 7.3.2. DESCRIPCIÓN Y DISEÑO ARQUITECTÓNICO DEL PROYECTO

El diseño del laboratorio está compuesto por tres zonas definidas para el análisis de investigación y trabajo pesado dentro del laboratorio en un solo nivel, por ello la infraestructura del laboratorio ya está estructurado y construido dentro de la empresa con un área de 27.79 mts<sup>2</sup>.

Las actividades que se realizan dentro de las áreas del laboratorio desprenden polvo, como por ejemplo mezcla o agitación, para el desarrollo de la mayoría de los ensayos propuestos en este trabajo son manipulados por el laboratorista capacitado.

Para mejor observación de la distribución de las áreas descritas, Ver planos los planos diseñados en el programa AutoCAD 2D y SketChup 3D. (Ver Anexo D. Diseño del laboratorio para el control del hormigón). Pág.33-35.

### 7.4. DETERMINACIÓN DE PRUEBAS Y ENSAYOS BÁSICOS DEL LABORATORIO

Se tiene la definición y puntos básicos que controlar para la fabricación de la vigueta pretensada como los agregados distintos áridos, por ello se controla la resistencia, características, comportamiento y su vida útil que coincida con el periodo de tiempo para el cual éste fue procesado.

De esta manera, se desarrollarán guías de Laboratorio que permitan elaborar ensayos en donde se logre alcanzar aspectos que precisen las propiedades de los agregados para el hormigón.

**TABLA 7.3 REFERENCIA DE GUÍAS PARA EL MANEJO Y MANIPULACION DE LAS MUESTRAS DENTRO DEL LABORATORIO**

GUÍA DE CONTROL DE LABORATORIO				
PARÁMETROS DE EVALUACIÓN		REFERENCIA A GUÍA DE ENSAYO	NORMA TÉCNICA O ESPECIFICACIÓN UTILIZADA	
ALCANCE	ANÁLISIS		INTERNACIONAL	NACIONAL
	Ensayos para la Clasificación y Caracterización de los Agregados	Método para el análisis por tamizado de los Agregados Finos y Gruesos	ASTM C 136- 92	NB 597-16

Agregado	Ensayos para Determinar la Limpieza del Agregado	Equivalente de Arena de suelos y agregados finos	ASTM D2419- 79	NB 595-16 y NB 596-16
	Ensayos para Determinar la Durabilidad del Agregado	Determinación de la resistencia al desgaste de agregados gruesos, utilizando la Máquina de los Ángeles	ASTM C 131	NB 302-79
Evaluación	Ensayos para Evaluación del Concreto Rígido	Método estándar de prueba de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto	ASTM C39-86	NB 639-94 y NB 586-91
<b>ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN</b>				
Viguetas Prefabricadas De Hormigón	Ensayo resistencia a flexión	requisitos y métodos de ensayo	A.C.I. - 211 (American Concret Institute)	NB 997-16

### **7.5. CONTROL DEL AMBIENTE DENTRO DEL LABORATORIO**

Para la incorporación de las condiciones controladas es recomendable incorporar equipos de control de humedad y temperatura con el fin de realizar los ensayos de acuerdo como lo exige la norma boliviana, un adecuado control de la humedad, temperatura y el polvo que genera el laboratorio son importantes para el bienestar del personal, con el fin de garantizar la seguridad en el trabajo y control de condiciones.

Los materiales de laboratorio deben almacenarse en condiciones reguladas como, por ejemplo, las balanzas e instrumentos delicados que necesitan protección contra las vibraciones o soporte para estabilización.

### 7.5.1. DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL LABORATORIO

Al finalizar el proceso de pruebas de laboratorio generalmente dispone de residuos dependiente del material que es utilizado, estos serán perjudiciales en medida en que más se utilice el material y en la cantidad en que mesclen sustancias perjudiciales para el medio ambiente o el mal manejo del personal que opere con dichas sustancias.

Se deberá controlar el impacto teniendo en cuenta además de los requerimientos de los planes ambientales que requiere la empresa.

Para la clasificación de los residuos que realicen el en laboratorio de pruebas de hormigón están constituidos principalmente por fragmentos o resto de materiales de hormigón, agregados finos y gruesos (Ensayos tales como Cono y Arena, Compresión del Concreto, Proctor, etc.) que aumentan o disminuyen su cantidad dependiendo del ensayo que se esté desarrollando.

Para aprovechar los residuos generados a partir de los ensayos en el laboratorio se debe clasificar de acuerdo al material utilizado como se describe en la siguiente tabla.

**TABLA 7.4 CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS**

<b>A</b>	<b>RESIDUOS POTENCIALMENTE RECICLABLES PARA LA OBTENCIÓN DE AGREGADOS Y MATERIAL DE RELLENO</b>
1	Concreto simple (cilindro, vigueta pretensada)
<b>B</b>	<b>RESIDUOS DE AGREGADOS</b>
1	Agregados Finos (Arenas: finas y gruesas)
2	Agregados Gruesos (Gravas: canto rodado, calizas, etc.)
<b>C</b>	<b>OTROS RESIDUOS SÓLIDOS</b>
1	Papel
2	Cartón
3	Plástico
4	Metales
5	Otros

## **7.5.2. MANEJO DE RESIDUOS GENERADOS EN EL LABORATORIO**

El trabajo regular y constante que realiza el laboratorio pruebas genera residuos sólidos, para disponer de estos es necesario establecer un lugar en el laboratorio para el almacenamiento provisional de los mismos de acuerdo como lo indica en la anterior tabla si los volúmenes son iguales o mayores a 7 metros cúbicos del material residual, se encargara las entidades prestadoras de servicio de la recolección de materiales de desecho.

Para ello se recomienda realizar las siguientes actividades de disposición y manejo ambiental de los residuos en el laboratorio:

- ✓ Separación en la fuente

Una ves terminado y teniendo una mayor produccion de residuos, se deberá separar de acuerdo en la clasificación A, B y C, así como se describe en la anterior tabla, en caso de generar residuos peligrosos como agregados contaminados o sustancias peligrosas para el ambiente, se debe realizar el manejo respectivo y tratamiento conforme a la ley del medio ambiente 1333.

- ✓ Almacenamiento

El manejo de los residuos de hormigón deberá almacenados en un lugar acordado en el proyecto, este debe estar en lugares donde no generen polvo y tratar de minimizarlo a través de la dispersión del agua en lugares de movimiento, el almacenado no debe estar no más de un plazo de 15 días para o ser mayor de 7 metros cúbicos antes del plazo conforme regulariza las normas ambientales.

- ✓ Aprovechamiento

Se puede utilizar para el desarrollo de investigaciones como referencia de reacciones bajo diferentes condiciones anotando los resultados y sacar conclusiones del ensayo.

Si la cantidad de los residuos de concreto es considerable se puede reutilizar para el relleno del asfalto, parcheo o relleno para la empresa, cualquier sitio donde se pueda reutilizar.

## **7.6. DISEÑO DE LAS GUÍAS DE LABORATORIO**

Para realizar el diseño de los manuales de laboratorio de pruebas de hormigón y agregados, es de suma importancia que se establezcan los parámetros a evaluar para cada una de las ciencias a estudiar; es decir la línea de investigación para la cual se realizan las pruebas deben ser plasmados en un informe los resultados donde describa las características basándose en las guías de control y manipulación de las muestras, y que además son las de mayor utilidad para que el laboratorista.

Los mismos parámetros son detallados en el punto 6.4 donde especifica los límites que se deben controlar durante el control.

### **7.6.1. RECOMENDACIONES PARA PRESENTAR INFORMES DE LABORATORIO**

La presentación de los informes de laboratorio está estructurado y organizado de modo tal que lo que se quiere mostrar sea los resultados de estos procedimientos acorde interpretación del laboratorista.

Procedimiento para presentar el informe de laboratorio.

- ✓ Verificar las normas técnicas para la elaboración del informe detallado
- ✓ Realizar el contenido o cuerpo del informe, teniendo en cuenta el procedimiento de los siguientes puntos: título, resumen, introducción y contenido.
- ✓ Colocar los resultados de la investigación de manera resumida plasmada en el informe con los aspectos alcanzados con la elaboración del ensayo.
- ✓ Plantear las conclusiones de manera clara expresando los resultados alcanzados, objetivos, limitaciones y recomendaciones sobre la investigación.
- ✓ Realizar un máximo de 6 páginas a espacio sencillo.

## **7.7. PROPÓSITO Y ALCANCE DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO**

El Desarrollo de las pruebas y ensayos de laboratorio se enmarcan con fines de controlar, ejecutar e investigar las propiedades y el comportamiento de las pruebas y ensayos en el laboratorio para garantizar al cliente sobre el constante control que se realiza.

## 7.8. ESTUDIO ECONÓMICO

Para determinar el presupuesto total para el proyecto de laboratorio se debe realizar un estudio económico financiero detallando los costos de la Infraestructura del Laboratorio, Equipos y mantenimiento necesario, Personal Administrativo, y demás actividades que la empresa deberá desarrollar para tal fin y que al mismo tiempo servirán para determinar los costos de inversión que definirá si el proyecto es viable o no para el dueño de la empresa.

### 7.8.1. COSTOS DE MAQUINARIA Y EQUIPOS

Para la implementación de los equipos y maquinarias dentro de la infraestructura se desarrolló un presupuesto en base en los requerimientos básicos para ejecutar los ensayos de laboratorio.

La empresa TecnoEquip y Técnicas CP Bolivia, ambas empresas nos facilitaron una proforma de cotizaciones de equipos y materiales de pruebas básicas detalladas en la siguiente tabla eligiendo los modelos recomendados por el ingeniero laboratorista Ing. Alfredo Escobar Arana.

**TABLA 7.5 PRESUPUESTO DE LOS COSTOS DE MAQUINARIA Y EQUIPOS**

MAQUINARIAS Y EQUIPOS	CARACTERISTICAS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
PRENSA PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN	Tecno Equip. Capacidad 1300 KN Motor 220 V	1	40.000,0 Bs	40.000,0 Bs
MÁQUINA DE ABRASIÓN LOS ÁNGELES	Técnicas Cp. Bolivia Marca <b>ZHEJIANG TUGONG</b> Industria <b>CHINA</b>	1	28.500,0 Bs	28.500,0 Bs
HORNO ELÉCTRICO DIGITAL CON CAPACIDAD DE 300°C	Técnicas Cp. Bolivia Marca <b>A&amp;A Instruments</b> Industria <b>CHINA</b> Capacidad <b>76 litros</b>	1	6.500,0 Bs	6.500,0 Bs
AGITADOR DE TAMICES	Técnicas Cp. Bolivia Marca <b>FORNEY</b> Industria <b>USA</b>	1	10.500,0 Bs	10.500,0 Bs

JUEGO DE TAMIZ	Técnicas Cp. Bolivia Fabricado en Bronce Ø 8", Malla: 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", No. 4, No. 8, No. 10, No. 16, No. 30, No. 40, No. 50, No. 100. Marca <b>UTEST</b> Industria <b>TURQUÍA</b>	16	650,0 Bs	10.400,0 Bs
TAMIZ NUMERO "200"	Técnicas Cp. Bolivia Fabricado en Bronce Ø 8 Marca <b>UTEST</b> Industria <b>TURQUÍA</b>	1	950,0 Bs	950,0 Bs
TAPA BASE TAMIZ	Técnicas Cp. Bolivia Fabricado en Bronce Ø 8 Marca <b>UTEST</b> Industria <b>TURQUÍA</b>	1	700,0 Bs	700,0 Bs
BALANZA DE PRECISIÓN	Técnicas Cp. Bolivia Marca <b>OHAUS</b> Industria <b>USA</b>	1	2.750,0 Bs	2.750,0 Bs
CONO DE ABRAHAMS	Tecno Equip.	1	890,0 Bs	890,0 Bs
MOLDE DE CILINDRO TUERCAS	Tecno Equip.	3	550,0 Bs	1650,0 Bs
VERNIER CALIBRADOR ANALÓGICO	Precisión: 0,05 mm Acero al carbono, cromado	1	92,0 Bs	92,0 Bs
RECIPIENTES PARA GRANULOMETRÍA	Técnicas Cp. Bolivia Marca <b>FORNEY</b> Industria <b>USA</b>	4	30,0 Bs	120,0 Bs
COMPUTADORA DE MESA	<a href="#">Procesador Intel Core™ i5-10210U</a>	1	5.000,0 Bs	5.000,0 Bs
IMPRESORA EPSON L395	Escaneadora impresora de tinta continua	1	1.800,0 Bs	1.800,0 Bs
<b>COSTO TOTAL DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS</b>				<b>109.852,0 Bs</b>

**Fuente: proforma detallada en el anexo D**

#### **7.8.1.1. COSTOS POR MANTENIMIENTO Y CALIBRACION DE EQUIPOS**

En el transcurso del tiempo los equipos y maquinarias que trabajan de manera constante o de manera regular, necesita de manera periódica la realización de mantenimiento de cada equipo y herramienta de medición, con el fin de mantenerlos en buen estado para

que se puedan ejecutar buenas prácticas sin temor de que estos arrojen resultados no confiables para la elaboración de los ensayos.

**TABLA 7.5 COSTOS DE MANTENIMIENTO**

N°	MAQUINARIAS Y EQUIPOS	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
1	PRENSA DE HORMIGON	0	1.700,0 Bs/año
2	MAQUINA DE LOS ANGELES	0	0 Bs/año
3	TAMIZADORA	0	0 Bs/año
4	BALANZA DE 600 KG	0	1.130,0 Bs/año
5	BALANZA DE 20 KG	0	320,0 Bs/año
6	BALANZA DE PRESICION	0	500,0 Bs/año
7	COMPUTADORA DE MESA	150,0 Bs/mes	1.800,0 Bs/año
COSTO TOTAL DE CALIBRACION Y AJUSTE			<b>5.450,0 Bs/año</b>

**Fuente: información obtenida por el encargado del laboratorio de hormigón**

### 7.8.2. COSTO DE INFRAESTRUCTURA

Para el desarrollo del proyecto dieron a modificar las áreas de la infraestructura ya implementada para definir las actividades del proyecto de acuerdo a las necesidades básicas del laboratorio, actualmente la empresa tiene como base una infraestructura de dos ambientes con medidas totales de 27,79 metros cuadrados y un sanitario cerca de la infraestructura con un área de 5,1 metros cuadrados.

### 7.8.3. COSTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

En la siguiente tabla 7.6 se detalla los costos de consumo de la energía eléctrica por parte de las maquinarias y equipos para el laboratorio tanto como mensual y anualmente.

**TABLA 7.6 COSTOS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA**

EQUIPO ELÉCTRICO	CONSUMO PLACA POR EQUIPOS (WHATTS)	TIEMPO DE TRABAJO PROMEDIO POR SEMANA (HORAS)	TIEMPO DE TRABAJO POR MENSUAL (KWH/HORA)	COSTO DE CONSUMO MENSUAL
Procesador Intel Core™ i5-10210U	255	40	40,80	40,4 Bs/mes
Escaneadora impresora de tinta continua Hp L395	20	20	1,60	1,6 Bs/mes

Horno de secado	2500	10	100,00	99,0 Bs/mes
Balanzas de precisión	40	10	1,60	1,6 Bs/mes
Tamizadora o zarandadora	630	4	10,08	10,0 Bs/mes
aire acondicionado	1400	40	224,00	221,8 Bs/mes
prensa hidráulica para ensayo de compresión	5000	6	120,00	118,8 Bs/mes
Máquina de los ángeles	11500	6	276,00	273,2 Bs/mes
<b>COSTO ANUAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA</b>				<b>9.196,07 Bs/año</b>

**Fuente: información obtenida en base a los costos de ENDE**

#### **7.8.4. COSTOS DEL PERSONAL DE LABORATORIO**

Para que el laboratorio de pruebas de hormigón lleve a cabo sus actividades se debe tomar en cuenta el número de personal que ejecutara de manera organizada los procesos de realización de pruebas, evaluación de resultados, mantenimiento y calibraciones de los equipos, capacitaciones y entre otros, es necesario que invierta en el personal administrativo que velara para que todas las actividades dentro del laboratorio se desarrollen de buena manera.

**TABLA 7.7 COSTOS DE PERSONAL DEL LABORATORIO**

<b>N° DE PERSONAL</b>	<b>PERSONAL DE LABORATORIO</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>	<b>COSTO ANUAL</b>
1	TECNICO EN MANEJO DE EQUIPOS	4.000,0 Bs/mes	48.000,0 Bs/año
1	AYUDANTE DE LABORATORIO	3.000,0 Bs/mes	36.000,0 Bs/año
<b>COSTO SUBCONTRATO DEL PERSONAL</b>		<b>7.000,0 Bs/mes</b>	<b>84.000,0 Bs/año</b>

**Fuente: información obtenida por el encargado del laboratorio de hormigón**

### 7.8.5. COSTOS POR CAPACITACION

Esta inversión se basa a largo plazo de acuerdo a la importancia de capacitar al personal para prepararse en este proceso, capacitarse a nivel profesional en el manejo de todos los equipos y la realización de pruebas de manera eficiente.

**TABLA 7.8 COSTOS DE CAPACITACIÓN**

N°	CAPACITACION POR MAQUINA	COSTO TOTAL
1	PRENSA DE ENSAYOS DE COMPRESION	1.500,0 Bs
2	MAQUINA DE LOS ANGELES	
3	TAMIZADORA	
COSTO TOTAL DE CAPACITACION		<b>1.500,0 Bs</b>

**Fuente: información obtenida por el encargado del laboratorio de hormigón**

### 7.8.6. OTROS COSTOS

Dentro de los costos del laboratorio se evalúan los materiales para los ensayos, guías relacionados al laboratorio, Normas Bolivianas y materiales de escritorio para plasmar los resultados obtenidos.

**TABLA 7.9 OTROS COSTOS**

N°	OTROS COSTOS	COSTO TOTAL
1	Elementos prefabricados de hormigón - Viguetas prefabricadas de hormigón pretensado - Requisitos y métodos de ensayo NB 997-16	168,0 Bs
2	Hormigones - Rotura por compresión NB 639-94	140,0 Bs
3	Hormigón fresco - Determinación de la consistencia por el método del cono de Abrahams NB 589 -91	140,0 Bs
4	Áridos para morteros y hormigones - Determinación del peso unitario NB 608-91	140,0 Bs
5	<a href="#">Áridos para morteros y hormigones - Determinación de los terrones de arcilla</a> NB 601-94	140,0 Bs
6	<a href="#">Árido grueso para hormigones - Determinación del coeficiente de forma</a> NB 610-91	140,0 Bs
7	Mesa de trabajo para la manipulación granulométrica	900,0 Bs
8	Aire acondicionado Aire Acondicionado 12.000BTU	2.550,0 Bs

9	Materiales de escritorio	300,0 Bs
<b>OTROS COSTOS DE INVERSIÓN</b>		<b>4.618,0 Bs</b>

**Fuente: información obtenida por la página web oficial de las Normas Bolivianas.**

### 7.8.7. INVERSIÓN TOTAL A CORTO PLAZO

En la siguiente tabla se detalla los costos totales de inversión del diseño.

**TABLA 7.10 COSTOS TOTALES DE INVERSIÓN**

COSTO TOTAL DE INVERSIÓN	COSTO DE INVERSIÓN	COSTO ANUAL
Costo Total De Maquinarias y Equipos	109.852,0 Bs	
Costo Total De Infraestructura	0 Bs	
Otros Costos De Inversión	4.618,0 Bs	
Costo Total De Capacitación	1.500,0 Bs	
Costo de energía eléctrica		9.196,07 Bs/año
Costo Total De Calibración y Ajuste		5.450,0 Bs/año
Costo Subcontrato Del Personal		84.000,0 Bs/año
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>115.970,0 Bs</b>	<b>98.646,07 Bs/año</b>

**Fuente: información obtenida en base a las anteriores tablas de costos**

### 7.8.8. RESULTADOS OBTENIDOS

En la tabla 8.10 se detalla los costos para la implementación de un laboratorio de hormigón a corto plazo con un costo de inversión de 115.970,0 Bs y un costo anual de 98.646,07 Bs.

## CAPÍTULO 8

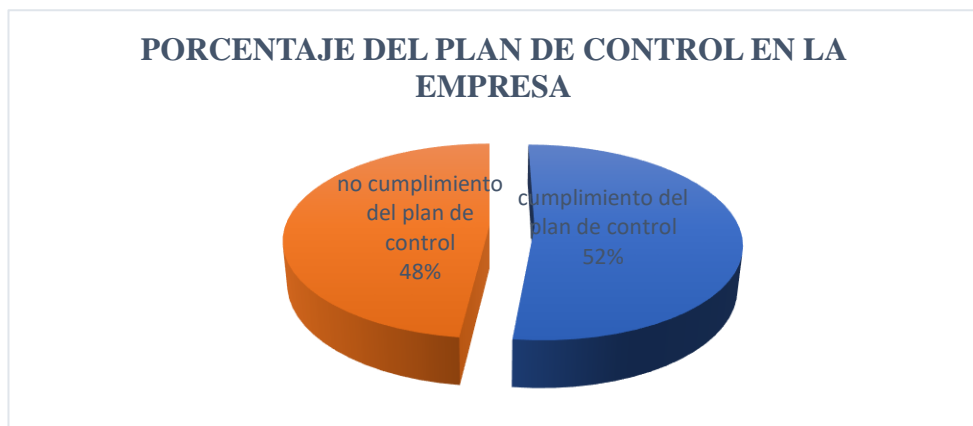
### 8. EVALUACION ECONOMICO DEL PROYECTO

#### 8.1. ANALISIS DEL PROYECTO

Para realizar la comparación de la situación actual del plan de control mencionado se hizo el mismo diagnóstico, con el objetivo de conocer el diagnóstico final para así hacer la toma de decisiones mediante indicadores que son los costos.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

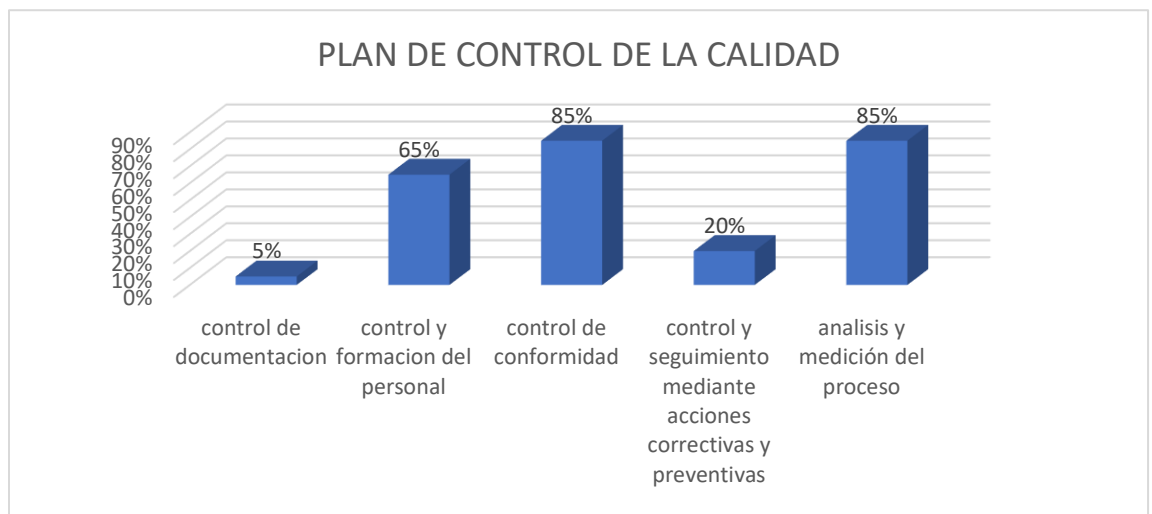
**Figura 1 Porcentaje De Cumplimiento De Proyecto**



La

empresa cumple 52% De la implementación del plan de control propuesto es decir el mayor porcentaje, y con un 48% que no está siendo cumplido por la empresa, se identificaron aquellos los que se exigen aún más como la documentación.

**Figura 2 Nivel De Implementación Del Plan De Control Por Capítulos**



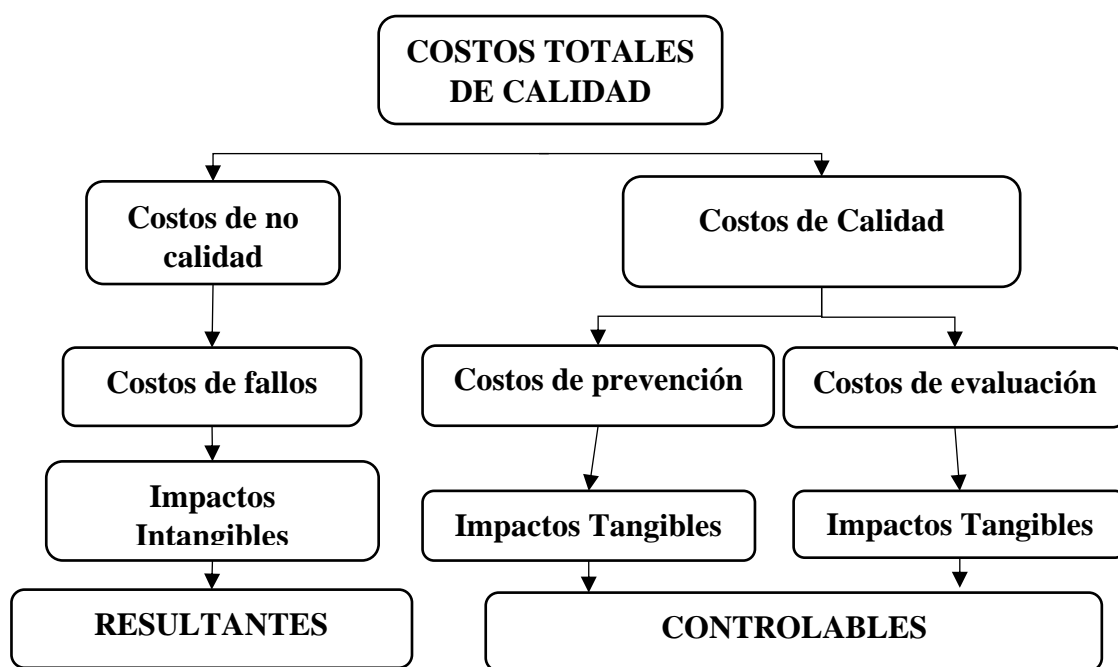
En el anterior cuadro se puede observar el porcentaje de cumplimiento general del cada capítulo del plan, por lo que se puede ver el compromiso con el sistema de control de calidad por parte del dueño de la empresa.

Para la implementación de un sistema de control de calidad implica una inversión con el objetivo de encontrar un beneficio para la empresa que es la certificación por IBNORCA y acceder al mismo implica gastos o inversión, los mismos que serán descrito a continuación:

### 8.1.1. CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE COSTOS

Los costos de calidad se clasifican en cuatro categorías las cuales son; prevención y evaluación.

Figura 3 Diagrama De Costos De Calidad



#### 8.1.1.1. COSTOS DE CALIDAD

Los costos de calidad son aquellos recursos invertidos por en la empresa para el cumplimiento de los requisitos de calidad, al mismo tiempo que se evitan y previenen

errores en la producción, como por ejemplo los costes relacionados con equipos de medición, controles de producción y prevención de defectos.

Cuando existe la probabilidad de que las cosas puedan salir mal, la empresa incurre en los costos de prevención y evaluación (costos de control) estos se consideran como una inversión.

#### **8.1.1.1.1. COSTOS DE CERTIFICACIÓN**

En el capítulo 5 de conformidad del producto en general se demuestra que las viguetas fabricadas en la ciudad de cobija están entre los límites de fabricación por lo que es necesario realizar una auditoría para la certificación con el “Instituto Boliviano De Normalización Y Calidad”.

**Cuadro 8.1 de costos de certificación**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Total</b>
1	Certificación NB 997-16	2.910,0 Bs
2	Auditor	1.255,0 Bs
3	Pasaje	1.200,0 Bs
4	Hospedaje	450,0 Bs
		5.815,0 Bs

#### **8.1.1.1.2. COSTOS DE PREVENCIÓN**

Son costos que garantizan a la empresa para que no se reproduzcan errores, imperfecciones y fallas, así como se pueden mencionar entre otros: Capacitación, entrenamiento de personal, Mantenimiento Preventivo, y acciones preventivas.

**Cuadro 8.2 de costos de prevención con y sin proyecto anual**

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>costo total</b>
1	Capacitación y entrenamiento del personal	1.500,0 Bs
2	Mantenimiento preventivo	4.000,0 Bs
3	Acciones preventivas	2.000,0 Bs
4	Ambiente de trabajo	4.500,0 Bs
		12.000.0 Bs

La mejor manera en la que una empresa puede gastar en costos de calidad es invirtiendo en los costos de prevención. Normalmente las empresas incurren en dichos costos de forma voluntaria y discrecional como una de las mejores vías de incrementar la calidad.

### 8.1.1.1.3. COSTOS DE EVALUACIÓN

Estos son los costos de inspección y ensayos para asegurar que los productos, partes y materias primas cumplen con los requisitos es muy fundamental ya que su reducción juega un papel esencial en la obtención de beneficios por parte de la empresa.

Estos costos son incurridos durante y después de la producción antes de la venta. Los cuales son para identificar productos defectuosos y para asegurar que todas las unidades cumplen o exceden los requerimientos del cliente.

- Inspección y control de materia prima:

Nº	Descripción	Frecuencia anual	Costo total
1	Pruebas Granulométrico De Áridos Finos	12 veces	1800,0 Bs
2	Análisis de impurezas de áridos finos	12 veces	240,0 Bs
3	Pruebas granulométrico de áridos gruesos	12 veces	1800,0 Bs
4	Prueba microbiológica de aguas	1 veces	145,0 Bs
			3.985,0 Bs

- Control de calidad durante el proceso:

Nº	Descripción	Frecuencia anual	Costo total
1	Preparación y compresión de probeta	72 veces	5.760,0 Bs
3	Compresión de probeta	72 veces	5.760,0 Bs
2	Cono de Abrahams	24 veces	1.920,0 Bs
			13.440,0 Bs

- Control de calidad en el producto terminado (ensayos no destructivos):

Nº	Descripción	Frecuencia anual	Costo total
1	Inspección de defectos primario y secundarios	72 veces	3.000,0 Bs
2	Ensayo de defectos critico de vigueta	72 veces	2.000,0 Bs
			5.000,0 Bs

- Mantenimiento y calibración de equipos:

Nº	Descripción	Frecuencia anual	Costo total
1	Mantenimiento de mezcladora	48 veces	3.840,0 Bs
2	Mantenimiento de vibradora	2 veces	500,0 Bs
3	Mantenimiento y nivelación de carriles	2 veces	300,0 Bs
4	Compresor hidráulico	12 veces	2.160,0 Bs
5	Bomba de agua	2 veces	200,0 Bs
			7.000,0 Bs

**Cuadro 8.3 de costos de evaluación con y sin proyecto**

Nº	Descripción	con servicio de laboratorio	Con proyecto de laboratorio
1	Inspección y control de materias primas	3.985,0 Bs	115.970,0 Bs
2	Control de calidad durante el proceso	13.440,0 Bs	
3	Control de calidad en el producto terminado (ensayos no destructivos)	5.000,0 Bs	
4	Mantenimiento y calibración de equipos e inspección de procesos	7.000,0 Bs	7.000,0 Bs
		29.425,0 Bs	122.970,0 Bs

En cuadro 8.3 describe que los costos para implementar el plan de control prestando los servicios externos de laboratorio tiene un costo anual de 29.425,0 Bs anualmente.

El mismo cuadro detalla los costos del plan de control y de la implementación de un laboratorio de control con un costo de 122.970,0 Bs para el año 0

#### **8.1.1.2. COSTOS DE NO CALIDAD**

Son todos los costos en que incurre la empresa para corregir fallas defectos y errores encontrados en el producto o servicio durante las evaluaciones y / o revisiones, antes de que el producto o servicio haya sido entregado al cliente, estos costos no se consideran como creadores de valor agregado y no es necesario incurrir a ellos.

Los costos de fallas internas son considerados como evitables y no se presentarán a menos que existan defectos

**Cuadro 8.4 de costos De Fallos Dentro De La Empresa**

N°	Descripción	Total
1	Productos desechados o mermas	2.450,0 Bs
2	Mantenimiento correctivo	3.000,0 Bs
3	Materiales defectuosos recibidos por los proveedores	2.000,0 Bs
		7.450,0 Bs

### 8.1.2. COSTOS TANGIBLES Y COSTOS INTANGIBLES

#### 8.1.2.1. COSTOS TANGIBLES

Sen aquellos que se calculan mano de obra, costo de material, etc. unidad métrica es en unidades monetarias (Dólares, Bolivianos)

#### 8.1.2.2. COSTOS INTANGIBLES

Los costos intangibles son generalmente difíciles de calcular (Solo se puede realizar una evaluación bastante subjetiva), entre ellos están, los provocados por perdidas por producción, obstáculos en la planificación de la producción, insatisfacción del cliente, imagen de la empresa, perdida de ventas por falta de la satisfacción de los clientes, etc.

Sin embargo, cuando los productos presentan defectos y estos no son identificados, como consecuencia de ello se presentan costos tangibles e intangibles detallados la siguiente matriz.

**Matriz De Costos Tangibles Y Costos Intangibles**

PRODUCTOS	CONSIDERACIONES		COSTOS TANGIBLES	COSTOS INTANGIBLES
	Productos defectuosos identificados	Rechazados	- Costo de materia prima. - Mano de obra. - Menos ingresos producidos por la venta de viguetas fisuradas	- Obstáculos en el programa de producción.

	perdida	Costo de corte o perdida	- Disgustos del cliente por retrasos.
Productos defectuosos no identificados y vendidos	Reclamado por el cliente	Costo de reposición	- Mala reputación del producto.
	No reclamado por el cliente	ninguno	- Perdida de imagen de la empresa.

### 8.1.3. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE COSTOS DE CALIDAD CON Y SIN PROYECTO DE LABORATORIO

#### 8.1.3.1. SITUACIÓN DEL PLAN DE CONTROL SIN LABORARORIO

Es la suma de importancia el lugar donde se detecten las fallas es mejor las detecte dentro de la empresa, para ello se deben tomar acciones preventivas de otro modo correctivas y de efectuar una mejora continua de la calidad.

En la siguiente tabla 8.5 se describe la estructura de costos sin proyecto de laboratorio, estos costos de evaluación se realizarán prestando servicios de laboratorios externos.

**Cuadro 8.5 de Estructura de costos estimado sin proyecto de laboratorio**

N°	Descripción	Total
1	<b>Costos De Prevención</b>	12.000,0 Bs
2	<b>Costos De Evaluación</b>	29.425,0 Bs
3	<b>Costos De Fallas</b>	7.450,0 Bs
4	<b>Costos de Certificación</b>	5.814,60 Bs
		54.689,60 Bs

En el anterior cuadro de costos estimados sin proyecto se demuestra el total costo relativo a la calidad de la situación sin proyecto con un total de 54.689,60 Bs anualmente para aplicar el plan de control de calidad.

A continuación, se muestra en la siguiente figura representativa de los porcentajes de costos estimados sin el proyecto.

**Figura 4 Análisis de la situación para el plan de control sin laboratorio**



La empresa incurre en mayores gastos en costos de evaluación (control y medición de producto en proceso, producto final y materia prima) con una evidencia de un 54% énfasis para la conformidad del producto y un control constante.

#### **8.1.3.2. SITUACIÓN DEL PLAN DE CONTROL CON LABORATORIO**

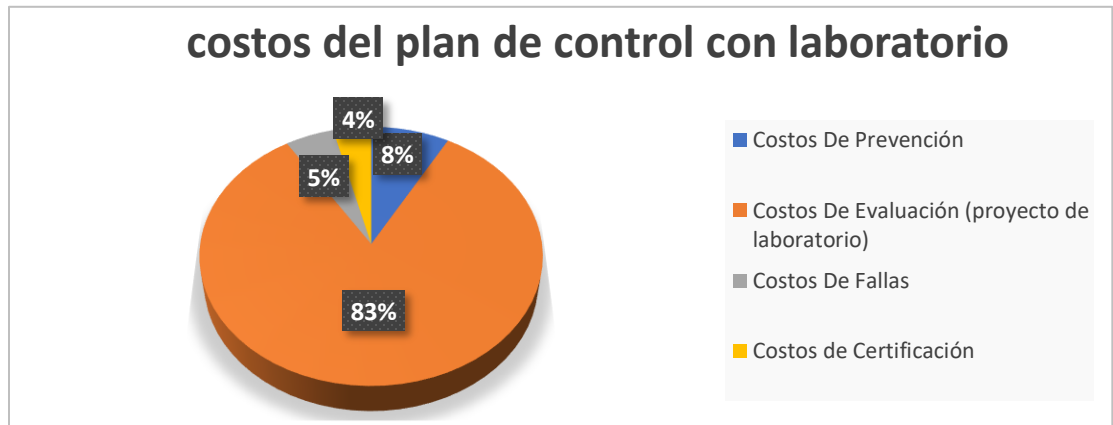
De acuerdo a la estructura de costo de la situación con proyecto se da mayor énfasis a las actividades de prevención, optimizando la evaluación de la conformidad y la reducción de fallas

**Cuadro 8.6 de Estructura de costos estimado con laboratorio**

N°	Descripción	Total
1	<b>Costos De Prevención</b>	12.000,0 Bs
2	<b>Costos De Evaluación</b>	122.970,0 Bs
3	<b>Costos De Fallas</b>	7.450,0 Bs
4	<b>Costos de Certificación</b>	5.814,60 Bs
		148.234,60 Bs

En el anterior cuadro se detalla los costos estimados de inversión para el proyecto, esto incluye el laboratorio de hormigón que se hizo una propuesta detalla en el anterior capítulo, como resultado final se tiene con un total de 141.235,0 Bs con proyecto.

**Figura 5 Análisis de la situación para el plan de control con laboratorio**

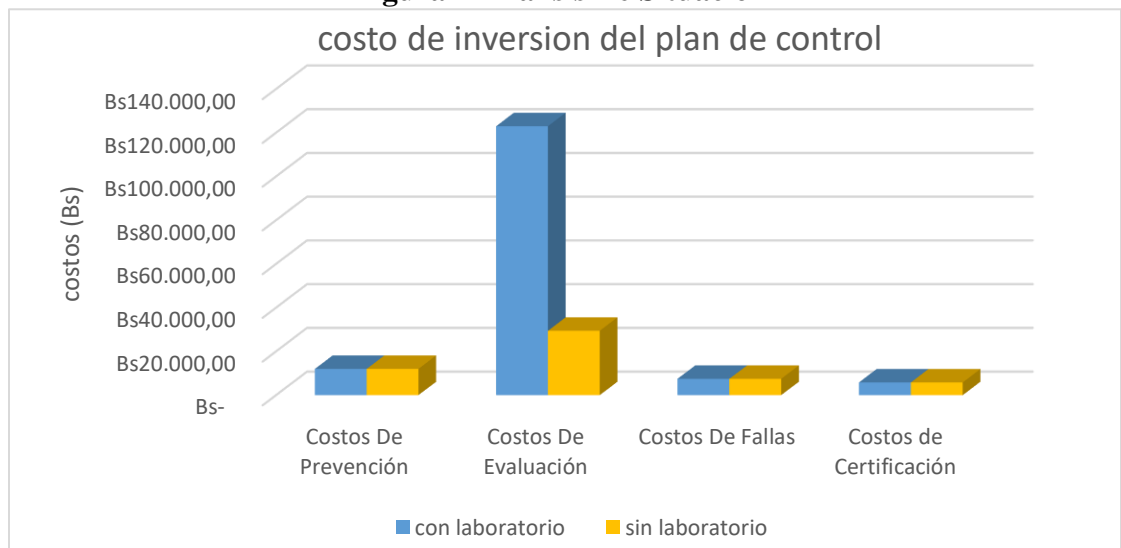


En la anterior figura se puede ver un incremento de costo de evaluación con un 83% en inversión, esto se debe a la implementación del laboratorio de control de hormigón en el énfasis de la conformidad del producto y la reducción de fallas.

### 8.1.3.3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN

El mayor desafío en el diseño e implementación de un Control de la Calidad y el cumplimiento de la NB 997 implica reducir al mínimo los costos por no calidad por (no conformidad), mediante un manejo de recursos adecuados siendo fundamental para ello lograr la madurez del Sistema de la Calidad mediante una cultura de calidad en la organización de la empresa.

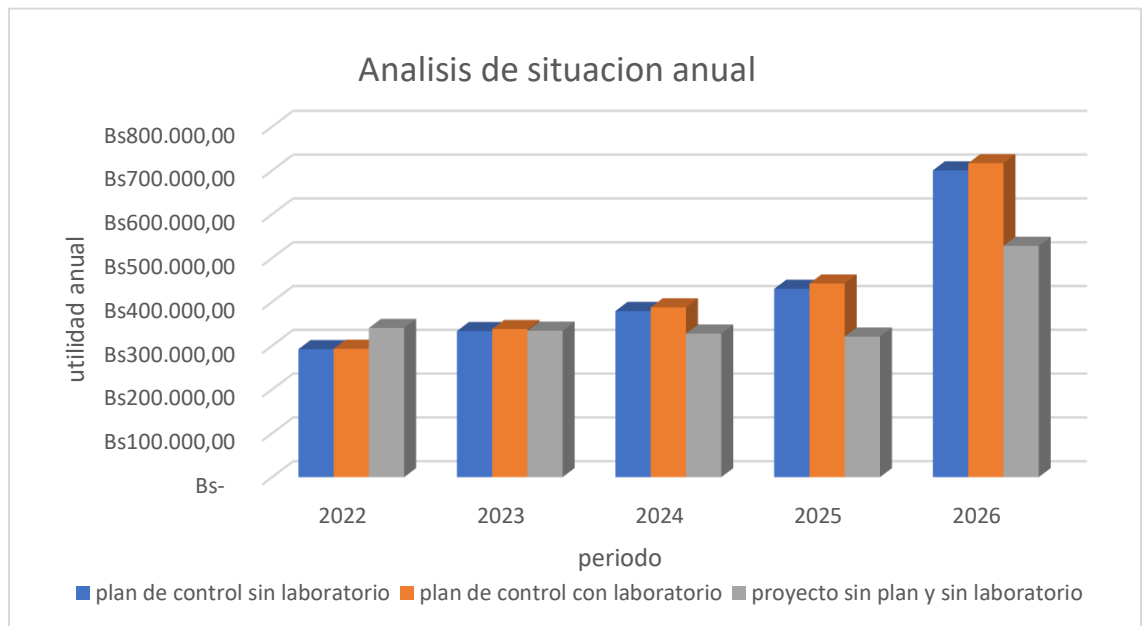
**Figura 7 Análisis De Situación**



En la figura 7 se describe los costos de inversión que se realizarán en el año 0 comparando en monto a invertir se puede ver la diferencia en los costos de evaluación los costos relativos a la calidad en el proyecto disminuyen respecto a la situación sin el proyecto.

Realizando una comparación de los flujos anuales proyectadas con y sin proyecto de laboratorio se tiene:

**Figura 8 Análisis De Situación anual**



A partir de los costos obtenidos de las utilidades netas de ambos proyectos se puede realizar un análisis de situación para la valoración de distintas opciones de inversión. Ya que calculando con los medidores del VAN (valor actual neto), TIR (tasa interna de retorno) y RBC (relación beneficio costo) de distintas inversiones hace conocer con cuál de ellas vamos a obtener una mayor ganancia.

En la siguiente fórmula se describe las ecuaciones para calcular y comparar si es rentable implementar el plan de control con proyecto o sin proyecto del laboratorio a través de medidores económicos:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

### 8.1.3.4. FLUJO DE CAJA PARA EL PROYECTO DE PLAN DE CONTROL

**Cuadro 8.8 Flujo De Caja Del proyecto del Plan De Control Con Laboratorio**

AÑO	0	1	2	3	4	5
<b>1. INGRESOS</b>		729.600,00 Bs	797.760,00 Bs	872.496,00 Bs	954.453,60 Bs	1.044.342,36 Bs
1.1. ventas		633.600,0 Bs	696.960,0 Bs	766.656,0 Bs	843.321,6 Bs	927.653,76 Bs
1.2. otros ingresos		96.000,0 Bs	100.800,0 Bs	105.840,0 Bs	111.132,0 Bs	116.688,60 Bs
1.3. recup. Capital de trabajo						
<b>2. EGRESOS</b>		460717,79 Bs	468954,59 Bs	477685,60 Bs	486940,47 Bs	496750,63 Bs
costos variables						
2.1. costo de materia prima		137.280,0 Bs	145.516,8 Bs	154.247,81 Bs	163.502,68 Bs	173.312,84 Bs
2.2. costo de operación		72.720,0 Bs	72.720,0 Bs	72.720,0 Bs	72.720,0 Bs	72.720,0 Bs
costo fijo						
2.3. costos financieros Del plan con laboratorio		41.121,72 Bs	41.121,72 Bs	41.121,72 Bs	41.121,72 Bs	41.121,72
2.4. depreciaciones		91.500,0 Bs	91.500,0 Bs	91.500,0 Bs	91.500,0 Bs	91.500,0 Bs
2.5 costos anual del plan de control		118.096,07 Bs	118.096,07 Bs	118.096,07 Bs	118.096,07 Bs	118.096,07 Bs
<b>3. UTILIDAD GRAVABLE (1-2)</b>		268.882,21 Bs	328.805,41 Bs	394.910,40 Bs	467.513,13 Bs	547.591,73 Bs
3.1 IUE(25% de 3)		67.220,55 Bs	82.201,35 Bs	98.702,60 Bs	116.878,28 Bs	136.897,93 Bs
<b>4. UTILIDAD NETA</b>		201.661,66 Bs	246.604,06 Bs	296.107,80 Bs	350.634,85 Bs	410.693,80 Bs
4.1. Depreciaciones (+)		91.500,0 Bs	91.500,0 Bs	91.500,0 Bs	91.500,0 Bs	91.500,0 Bs
4.2. valor residual de libro (+)						172.500,0 Bs
4.3. recup. Capital de trabajo (+)						42.000,0 Bs
4.4. Inversión ACTIVOS (-)	- 778.234,6 Bs					
4.5. Capital de trabajo (-)	- 42.000,0 Bs					
<b>FLUJO NETO</b>	- 820.234,6 Bs	293.161,66 Bs	338.104,06 Bs	387.607,80 Bs	442.134,85 Bs	716.693,80 Bs

Se tiene como resultado los siguientes datos con una TMA (tasa minima de atractividad) del 10%:

$$\text{VAN} = 763.910,83 \text{ Bs}$$

$$\text{TIR} = 37\%$$

$$\text{RBC} = 1,19$$

**Cuadro 8.9 Flujo De Caja del proyecto del Plan De Control Sin Laboratorio**

AÑO	0	1	2	3	4	5
<b>1. INGRESOS</b>		633.600,0 Bs	696.960,0 Bs	766.656,0 Bs	843.321,6 Bs	927.653,8 Bs
<b>1.1. ventas</b>		633.600,0 Bs	696.960,0 Bs	766.656,0 Bs	843.321,6 Bs	927.653,8 Bs
<b>1.2. otros ingresos</b>						
<b>2. EGRESOS</b>		365918,9 Bs	374.155,7 Bs	382.886,7 Bs	392.141,6 Bs	401.951,8 Bs
<b>costos variables</b>						
<b>2.1. costo de materia prima</b>		137.280,0 Bs	145.516,8 Bs	154.247,8 Bs	163.502,7 Bs	173.312,8 Bs
<b>2.2. costo de operación</b>		72.720,0 Bs	72.720,0 Bs	72.720,0 Bs	72.720,0 Bs	72.720,0 Bs
<b>costo fijo</b>						
<b>2.3. costos financieros Del plan de control</b>		15.171,4 Bs	15.171,4 Bs	15.171,4 Bs	15.171,4 Bs	15.171,4 Bs
<b>2.4. depreciación</b>		91.500,0 Bs	91.500,0 Bs	91.500,0 Bs	91.500,0 Bs	91.500,0 Bs
<b>2.5 costos anual del plan de control</b>		49.247,5 Bs	49.247,5 Bs	49.247,5 Bs	49.247,5 Bs	49.247,5 Bs
<b>3. UTILIDAD GRAVABLE (1-2)</b>		267.681,1 Bs	322.804,3 Bs	383.769,3 Bs	451.180,0 Bs	525.702,0 Bs
<b>3.1 IUE(25% de 3) (1-2)</b>		66.920,3 Bs	80701,1 Bs	95942,3 Bs	112.795,0 Bs	131.425,5 Bs
<b>4. UTILIDAD NETA</b>		200.760,8 Bs	242.103,2 Bs	287.826,9 Bs	338.385,0 Bs	394.276,5 Bs
<b>4.1. Depreciaciones (+)</b>		91.500,0 Bs	91.500,0 Bs	91.500,0 Bs	91.500,0 Bs	91.500,0 Bs
<b>4.2. valor residual de libro (+)</b>						172.500,0 Bs
<b>4.3. recup. Capital de trabajo (+)</b>						42.000,0 Bs
<b>4.4. Inversión ACTIVOS (-)</b>	-684.689,6 Bs					
<b>4.5. Capital de trabajo (-)</b>	-42.000,0 Bs					
<b>FLUJO NETO</b>	-726.689,6 Bs	292.260,8 Bs	333.603,2 Bs	379.326,9 Bs	429.885,0 Bs	700.276,5 Bs

Se tiene como resultado los siguientes datos con una TMA (tasa minina de atractividad) del 10%:

$$\text{VAN} = 828.135,0 \text{ Bs}$$

$$\text{TIR} = 42\%$$

$$\text{RBC} = 1,24$$

**Cuadro 8.10 Flujo De Caja Del Proyecto Sin Plan De Control Y Sin Laboratorio**

<b>AÑO</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>1. INGRESOS</b>		633.600,0 Bs	633.600,0 Bs	633.600,0 Bs	633.600,0 Bs	633.600,0 Bs
<b>1.1. ventas</b>		633.600,0 Bs	633.600,0 Bs	633.600,0 Bs	633.600,0 Bs	633.600,0 Bs
<b>1.2. otros ingresos</b>						
<b>2. EGRESOS</b>		301.500,0 Bs	309.736,8 Bs	318.467,8 Bs	327.722,7 Bs	337.532,8 Bs
<b>2.1. costo de materia prima</b>		137.280,0 Bs	145.516,8 Bs	154.247,8 Bs	163.502,7 Bs	173.312,8 Bs
<b>2.2. costo de operación</b>		72.720,0 Bs	72.720,0 Bs	72.720,0 Bs	72.720,0 Bs	72.720,0 Bs
<b>2.4. depreciación</b>		91.500,0 Bs	91.500,0 Bs	91.500,0 Bs	91.500,0 Bs	91.500,0 Bs
<b>3. UTILIDAD GRAVABLE (1-2)</b>		332.100,0 Bs	323.863,2 Bs	315.132,2 Bs	305.877,3 Bs	296.067,2 Bs
<b>3.1 IUE(25% de 3) (1-2)</b>		83.025,0 Bs	80.965,8 Bs	78.783,0 Bs	76.469,3 Bs	74.016,8 Bs
<b>4. UTILIDAD NETA</b>		249.075,0 Bs	242.897,4 Bs	236.349,1 Bs	229.408,0 Bs	222.050,4 Bs
<b>4.1. Depreciaciones (+)</b>		91.500,0 Bs	91.500,0 Bs	915.00,0 Bs	915.00,0 Bs	91.500,0 Bs
<b>4.2. valor residual de libro (+)</b>						172.500,0 Bs
<b>4.3. recup. Capital de trabajo (+)</b>						42.000,0 Bs
<b>4.4. Inversion ACTIVOS (-)</b>	-630.000,0 Bs					
<b>4.5. Capital de trabajo (-)</b>	-42.000,0 Bs					
<b>FLUJO NETO</b>	<b>-672.000,0 Bs</b>	<b>340.575,0 Bs</b>	<b>334.397,4 Bs</b>	<b>327.849,1 Bs</b>	<b>320.908,0 Bs</b>	<b>528.050,4 Bs</b>

Se tiene como resultado los siguientes datos con una TMA (tasa minina de atractividad) del 10%:

$$\text{VAN} = 707.355,3 \text{ Bs}$$

$$\text{TIR} = 44\%$$

$$\text{RBC} = 1,21$$

#### **8.1.4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONOMICA**

En el cuadro 8.8. se puede observar un incremento de costos en el flujo neto para el proyecto del plan de control con laboratorio con un VAN (valor actual neto) de 763.910,83 Bs, TIR (tasa interna de retorno) de 37 % y RBC (relación beneficio costo) de 1.19 con una TMA (tasa mínima de atractividad) del 10% el proyecto es factible ya que los beneficios son mayores a los costos, esto incluye los costos del mantenimiento preventivo, laboratorio de control de hormigón para la evaluación de conformidad y los costos de la certificación NB 997.

En el cuadro 8.9 para el proyecto del plan de control sin laboratorio, se puede observar menos inversión en costos para el proyecto del plan de control al mismo tiempo prestando servicios externos de laboratorios para las pruebas constantes, estos costos se realizan para un control de conformidad del producto en general y obtener la documentación o registro de control, se tiene un VAN (valor actual neto) de 828.135,0 Bs. TIR (tasa interna de retorno) de 42%, una RBC (relación beneficio costo) de 1.24 con una TMA (tasa mínima de atractividad) del 10% por ello se debe aceptar el proyecto como una alternativa para invertir en el plan de control de calidad sin laboratorio, esto demuestra que los beneficios aún son mayores al igual que los costos. Se puede observar en el cuadro 8.10 del flujo de caja sin proyecto de plan de control y sin laboratorio, que el VAN (valor actual neto) es de 707.355,3 Bs, TIR (tasa interna de retorno) de 44% y una RBC (relación beneficio costo) de 1.21 con una TMA (tasa mínima de atractividad) del 10% esto demuestra que el proyecto es factible pero comparado con los anteriores proyectos de flujo de caja los beneficios son muy altos.

## 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ La empresa Amazon Mix es una de las pocas empresas que realizan la producción de viguetas pretensadas por ellos las grandes constructoras de cobija desconocen sus características fisicomecánicas, en la que optan comprar viguetas del interior del país (ciudad de la paz) porque ellos ya emiten fichas técnicas que garantizan la resistencia y durabilidad de sus productos por la ISO 9001.
- ✓ Se concluye mediante los resultados de la conformidad tanto como las materias primas y el producto en final que realiza la empresa, son aptas para la construcción superando y cumpliendo con la norma boliviana con un 90% de aceptación, esto quiere decir que las viguetas pretensadas fabricadas en la empresa Amazon Mix están entre los estándares demandados por la norma boliviana con una resistencia y durabilidad del hormigón a una compresión de 450 kilogramos por metro cúbico en promedio.
- ✓ Para la implementación de la Norma Boliviana 997 – 16 se realizó una serie de formatos y guías para distintas actividades mediante las normas para la obtención e interpretación de las pruebas cumpliendo al pie de las normas bolivianas.
- ✓ La realización del proyecto es una parte que compone para la realización y obtención de la ISO 9001, se recomienda a la empresa aplicar un sistema de organización para el manejo de documentación.
- ✓ Se recomienda implementar el proyecto del plan de control de calidad sin laboratorio para la obtención del sello NB 997 ya que se demostró mediante el flujo de caja que los beneficios son mayores a los costos con un RBC de 1.24, VAN de 828.135,0 Bs, y un TIR de 42% con una tasa mínima de atractividad del 10% esto garantizará al cliente que las viguetas realizadas en la empresa Amazon Mix son de productos con sello de calidad.

Comparado con el flujo de caja sin plan y sin proyecto se tiene un VAN (valor actual neto) es de 707.355,3 Bs, TIR (tasa interna de retorno) de 44% y una RBC (relación beneficio costo) de 1.21 con una TMA (tasa mínima de atractividad) del 10% esto demuestra que el proyecto es factible, pero esto implica no tener documentación de control y pérdidas de contratos con empresas constructoras que requieren garantías del producto y fichas de control.

## **10. BIBLIOGRAFIA**

CAPCHA CANAZA, J. (2016). DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN PARA LA CERTIFICACIÓN DEL PRODUCTO VIGUETAS PREFABRICADAS CON SELLO IBNORCA DE CONFORMIDAD CON LA NB 997 Y UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD “Empresa Previtec S.R.L. Universidad Mayor De San Andres.

Castro, P. B. (2006). propuesta de implementacion de un laboratorio de suelos. En Global Shadows: Africa in the Neoliberal World Order (Vol. 44, Número 2). Universidad Tecnologica De Bolivar.

CONDORI PATZI, J. F. (2018). MÉTODO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DEL CEMENTO EN HORMIGÓN PARA EL MERCADO DE BOLIVIA. Universidad Mayor De San Andres.

MAMANI PAJARITO, R. (2015). GESTION DE CALIDAD BAJO LA NORMA NB ISO. Universidad Mayor De San Andres.

Roca Navas, C. R. (2015). PLANEACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE VIGUETA Y POSTE PRETENSADO DE LA EMPRESA PRECON. Universidad De San Carlos De Guatemala.

Torres jara, J. israel, Quilca zamora, J. joe, Universidad, San, N. D. E., Abad, A., & Cusco. (2017). ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA ELABORACIÓN DE VIGUETAS PRE ESFORZADAS CON AGREGADOS DE LA ZONA DE CUSCO.

# **ANEXOS**

# 1. ANEXO A

## 1.1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL AGUA



**UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO**  
**ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES**



**Cobija - Pando - Bolivia**

"La preservación de la Amazonía es parte de la subsistencia de la vida, del progreso y desarrollo de la bella tierra Pandina"

**LABORATORIO DE AGUAS Y ALIMENTOS**

N° 012/2021  
Cód. F- 1

Página 1 de 1

### INFORME DE ANÁLISIS LAB A y A - ACBN/SA/06/2021

1. **Solicitante:** Sr. Cesar A. Flores
2. **Análisis:** Físico-químico de agua.
3. **Número de muestras:** Una Muestra de agua
4. **Lugar de muestreo y fuente:** Urbanización Santa María, Cobija - Pando "Agua de noria almacenada"
5. **Fecha y hora de muestreo:** 19-05-2021, 10:00 a.m.
6. **Fecha y hora de recepción:** 19-05-2021, 11:12 a.m.
7. **Resultados:**

#### A. FÍSICOQUÍMICO

ENSAYO REALIZADO	F - 1	LIMITE PERMITIDO	REFERENCIA DEL LIMITE
pH	6,48	6,5 - 9,00	NB - 512
Temperatura (°C)	25,20	----	----
Sólidos disueltos (mg/L)	140,00	500,00	OMS
Cloruros (mg/L)	26,63	250,00	NB - 512
Sulfatos $SO_4^{2-}$ (mg/L)	4,02	400,00	OPS/MS

#### 8. Observaciones:

- a) El muestreo fue realizado por el solicitante.

Es cuanto se informa para fines consiguientes.

Cobija, 2 de Junio de 2021





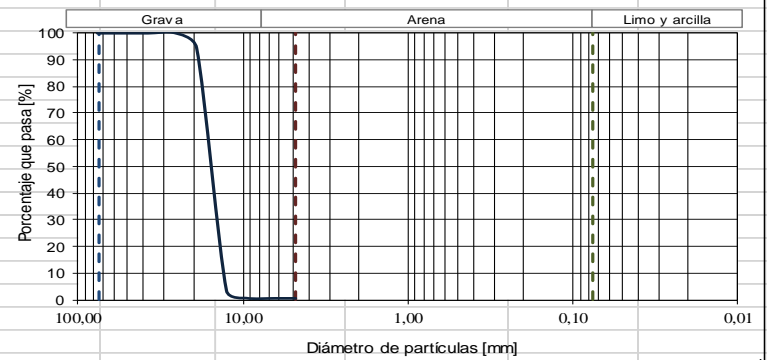
*Juan Carlos Suro Almendras*  
M.Sc. EN CIENCIAS QUÍMICAS  
RESPONSABLE DE LOS LABORATORIOS  
DE AGUAS Y ALIMENTOS  
A.C.B.N. - U.A.P.



Cc/Lab.



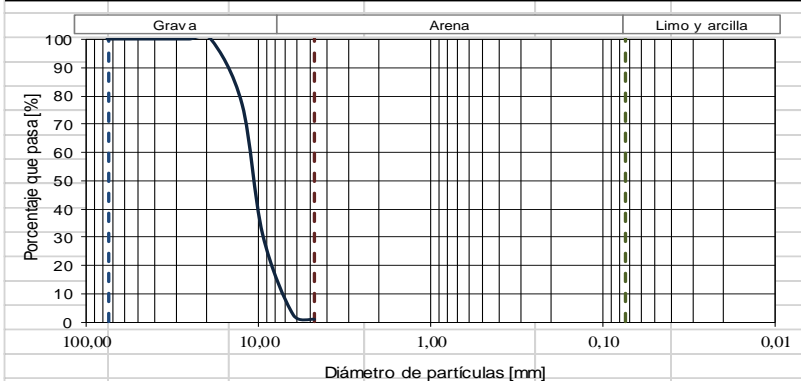
Campus Universitario Av. Las Palmas, Área de Ciencias Biológicas y Naturales  
Teléfono: 842-4977  
Cobija - Pando - Bolivia

## 1.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE ARIDO GRUESO TIPO 1

 					
UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO Area de Ciencias y Tecnologia Laboratorio de Suelos					
ANALISIS GRANULOMETRICO (ASTM C 136)					
<b>1. DATOS GENERALES</b>					
Proyecto:	PLAN DE CONTROL DE LA CALIDAD PARA LAS VIGUETAS FABRICADAS EN LA EMPRESA AMAZON MIX Amazon Mix				
Cliente:	Univ. Cesar alberto flores amaru				
Fecha:	25/3/2021				
Ubicación:	Av. Las Palmas entre Av. Universitaria - Barrio las Palmas				
Identificación muestra:	Agregado petreo chancado "Brita 1 "				
Descripción:	Brita mal graduada				
<b>2. DATOS TÉCNICOS</b>					
Masa Recipiente, g:	128,00				
Masa Muestra seca + Recipiente, g:	1278,30				
Masa Muestra seca W <sub>s</sub> :	1150,30				
M. Muestra seca reten. en el No 200 después del lavado, g:	1142,00				
Tamiz No.	Diámetro (mm)	Masa ret.(g)	Masa ret acum (g)	% retenido ac.	% que pasa
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,00	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	63,00	63,00	5,48	94,52
1/2"	12,50	1046,00	1109,00	96,41	3,59
3/8"	9,50	32,00	1141,00	99,19	0,81
1/4"	6,30	1,00	1142,00	99,28	0,72
4	4,75	0,00	1142,00	99,28	0,72
Bandeja	0,00	0,00	1150,30	100,00	0,00
					
% de grava:	99,28	D <sub>60</sub> , mm:	1,40		
% de arena:	0,00	D <sub>30</sub> , mm:	0,89	Cc:	0,86
% de finos:	0,72	D <sub>10</sub> , mm:	0,66	Cu:	2,12
<b>Modulo de Finura:</b>	<b>7,04</b>				



Requisitos	Limites	Resultados
Análisis Granulométrico	Tamaño Máximo Nominal 3/8	CUMPLE
Tamiz No 4	< 1 %	CUMPLE
Impurezas Orgánicas	< 5 %	NO REALIZADO
Coefficiente De Forma	≥ 0,15	2,19

### 1.3. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE ARIDO GRUESO TIPO 0

 					
<b>UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO</b> Area de Ciencias y Tecnologia Laboratorio de Suelos					
<b>ANALISIS GRANULOMETRICO (ASTM C 136)</b>					
<b>1. DATOS GENERALES</b>					
Proyecto:	PLAN DE CONTROL DE LA CALIDAD PARA LAS VIGUETAS FABRICADAS EN LA EMPRESA AMAZON MIX Amazon Mix				
Ciente:	Univ. Cesar alberto flores amaru <span style="float: right;">Fecha: 25/3/2021</span>				
Ubicación:	Av. Las Palmas entre Av. Universitaria - Barrio las Palmas				
Identificación muestra:	Agregado petreo chancado "Brita 0 "				
Descripción:	Brita mal graduada				
<b>2. DATOS TÉCNICOS</b>					
Masa Recipiente, g:	130,00				
Masa Muestra seca + Recipiente, g:	1297,50				
Masa Muestra seca $W_s$ :	1167,50				
M. Muestra seca reten. en el No 200 después del lavado, g:	1157,00				
<b>Tamiz No.</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Masa ret.(g)</b>	<b>Masa ret acum (g)</b>	<b>% retenido ac.</b>	<b>% que pasa</b>
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,00	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	269,53	269,53	23,10	76,90
3/8"	9,50	535,70	805,23	69,00	31,00
1/4"	6,30	332,30	1137,53	97,47	2,53
4	4,75	18,00	1155,53	99,01	0,99
Bandeja	0,00	1,00	1167,03	100,00	0,00
					
% de grava:	99,01	$D_{50}$ , mm:	0,46	Cc:	1,02
% de arena:	0,00	$D_{30}$ , mm:	0,29	Cu:	2,58
% de finos:	0,99	$D_{10}$ , mm:	0,18		
<b>Modulo de Finura:</b>	<b>6,68</b>				

Requisitos	Limites	Resultados
Análisis Granulométrico	Tamaño Máximo Nominal 3/8	CUMPLE
Tamiz No 4	< 1 %	NO CUMPLE
Impurezas Orgánicas	< 5 %	NO REALIZADO
Coefficiente De Forma	$\geq 0,15$	7,04

## 1.4. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ÁRIDO FINO

 UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO Area de Ciencias y Tecnologia Laboratorio de Suelos ANALISIS GRANULOMETRICO		 LABORATORIO DE SUELOS Y HUMEDADES UAP			
<b>1. DATOS GENERALES</b>					
Proyecto:	PLAN DE CONTROL DE LA CALIDAD PARA LAS VIGUETAS FABRICADAS EN LA EMPRESA AMAZON MIX Amazon Mix				
Cliente:	Univ. Cesar alberto flores amaru	Fecha:	25/3/2021		
Ubicación:	Av. Las Palmas entre Av. Universitaria - Barrio las Palmas				
Identificación muestra:	Agregado fino "ARENA"				
Descripción:	Arena mal graduada				
<b>2. DATOS TÉCNICOS</b>					
Masa Recipiente, g:	61,21				
Masa Muestra seca + Recipiente, g:	604,42				
Masa Muestra seca $W_s$ :	543,21				
M. Muestra seca reten. en el No 200 después del lavado, g:	528,79				
Tamiz No.	Diámetro (mm)	Masa ret.(g)	Masa ret acum (g)	% retenido	% que pasa
1/2"	12,50	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00
8	2,36	0,00	0,00	0,00	100,00
16	1,180	0,00	0,00	0,00	100,00
30	0,600	0,00	0,00	0,00	100,00
50	0,300	92,40	92,40	17,02	82,98
100	0,150	378,70	471,10	86,79	13,21
200	0,075	53,30	524,40	96,61	3,39
Bandeja	0,000	4,00	542,82	100,00	0,00
% de grava:	0,00	D <sub>60</sub> , mm:	0,24		
% de arena:	96,61	D <sub>30</sub> , mm:	0,18	Cc:	1,10
% de finos:	3,39	D <sub>10</sub> , mm:	0,12	Cu:	2,00
<b>Modulo de Finura:</b>	<b>1,04</b>				

REQUISITOS	LIMITES	RESULTADOS
Análisis granulométrico	Pasa tamiz No 4 el 100%	CUMPLE
Tamiz No 200	< 3 %	NO CUMPLE
Impurezas orgánicas	< 3 %	NO REALIZADO
Terrones de arcilla	< 5 %	0,76%
Coeficiente de forma	2,3 > CF < 3,1	3,19

## 1.5. FICHA TECNICA DE ACERO EMPRESA FERROTOD0

### Cordones de acero para pretensado

#### Cordón de dos y tres alambres relevado de tensiones

##### Características

Son trenzas de alambre trefilado, constituidas por 2 ó 3 alambres del mismo diámetro arrollados helicoidalmente y con paso uniforme, alrededor de su eje longitudinal. Se utiliza mayormente para la fabricación de viguetas y losas huecas.



##### Propiedades mecánicas

Norma IRAM-IAS U500-07

Designación del cordón <sup>(*)</sup>	Construcción del cordón	Diámetro nominal de los alambres	Area nominal de la sección transversal del cordón <sup>(**)</sup>		Peso por unidad de longitud <sup>(***)</sup>		Carga al 1% del alargamiento total (mínima) <sup>(**)</sup>	Carga de ro tura (mínima)	Alargamiento de rotura bajo carga sobre 200 mm (mín.)
			mm	(sección metálica) mm <sup>2</sup>	kg /m	Tolerancia			
C 1950	2 x 2,25	2,25	7,95	0,0624	8 % ±	13,2	15,6	2,5	
C 1950	3 x 2,25	2,25	11,93	0,0936	8 % ±	19,8	23,5	2,5	
C 1750	3 x 3,00	3,00	21,21	0,1665	8 % ±	31,5	37,1	2,5	

<sup>(\*)</sup> Los valores de designación corresponden aproximadamente a la resistencia a la tracción nominal del cordón expresada en MPa.

<sup>(\*\*)</sup> Son valores técnicos dados a título indicativo.

<sup>(\*\*\*)</sup> Los valores del peso por unidad de longitud están calculados considerando que la densidad del acero es 7,85 kg/dm<sup>3</sup>.

Nota: la carga al 1% del alargamiento total, se considera equivalente al 0,2% de deformación permanente.

##### Proceso de relevado de tensiones

Es un proceso térmico en el cual los cordones de acero, luego de la conformación de la trenza, son calentados a una temperatura de 300 - 400°C para eliminar las tensiones residuales del material que se obtuvieron en el trefilado y cableado. Con este proceso se obtienen además las siguientes propiedades:

- Devanado uniforme de rollos
- Posibilidad de tendido simultáneo de mayor cantidad de cordones
- Mayor ductilidad y mejor operabilidad
- Sensible reducción del tiempo que insume el tensado de los cordones
- El proceso de fabricación asegura que al cortarse el cordón no se abran los alambres que lo forman

##### Forma de suministro

Peso de los rollos

- Bobina coreless de 150 a 260 kg

Dimensiones de los rollos

- diámetro interior = 26,5 cm
- diámetro exterior = 61,5 a 63 cm
- Ancho del rollo = 25 cm

Nota: los cordones 3x3 pueden entregarse en rollos de diámetro int. = 90 cm y diámetro ext. = 110 cm y peso entre 300 y 500 kg. (Consultar por pedido mínimo de este material).

**Acindar**  
Grupo ArcelorMittal

## 1.6. FICHA TECNICA DEL ADITIVO "SIKA - 3"



### HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

## Sika®-3

Aditivo Acelerante para el Fraguado del Cemento

#### DESCRIPCIÓN

Sika®-3 es un aditivo líquido de efecto acelerante controlado para el fraguado del cemento. Actúa aumentando la velocidad de hidratación y las reacciones químicas de los constituyentes del cemento.

#### USOS

##### En pastas:

- Sellado de perforaciones en faenas de sondaje.
- Retape de grietas con o sin filtraciones de agua, etc.

##### En morteros:

- Pega rápida de ladrillos o piedra, reparaciones de pavimentos, nivelación de pisos, obstrucción de grietas y fisuras, etc.

##### En hormigones:

- Hormigonado en tiempo frío, de manera de obtener un endurecimiento rápido y limitar el tiempo de protección al mínimo.
- Hormigonado rápido de fundaciones o elementos de hormigón expuestos a la acción de aguas subterráneas (nivel freático).
- Obras en donde se requiere una rotación rápida de los encofrados.
- Reducción de las presiones a los encofrados.

- Reparación de pavimentos en carreteras y aeropuertos para una rápida puesta en servicio.
- Construcción o reparación de pozos, cámaras, tuberías.
- Habilitación rápida de trabajos en la industria, depósitos, estacionamientos.
- Corrección de juntas, ángulos zócalos, etc.

#### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Economía de tiempo y de mano de obra.
- Facilita el desencofrado rápido.
- Acelera el fraguado y el endurecimiento de acuerdo a la dilución que se emplee.
- Dependiendo de las diluciones empleadas en el mortero, el fraguado y el endurecimiento son acelerados desde 1 a 150 minutos.

#### APROBACIONES / CERTIFICADOS

El producto Sika®-3 está diseñado para cumplir con los requisitos de la Norma ASTM C 494, Tipo C. También cumple con los requisitos de la Norma NB 1225001 - Aditivos, NB 1000, NB 1001, NB 1002, NB 1003-5, NB 1003-6, NB 1003-7, NB 1003-9, NB 1003-11.

#### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

<b>Envases</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• IBC x 1 kg (A granel)</li><li>• Tambor x 200 kg</li><li>• Tineta x 20 kg</li><li>• Bidón x 6 kg</li><li>• Botella x 1 kg</li></ul>
<b>Apariencia / Color</b>	Líquido, color verde
<b>Tiempo de Vida</b>	18 meses
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	Mantener en un lugar fresco y seco, protegido del sol, del exterior y las heladas, entre 5 °C y 35 °C, manteniendo el producto en los envases originales bien cerrados. Para el transporte, se deben tomar precauciones norma-

Hoja de Datos del Producto  
Sika®-3  
Abril 2021, Versión 01.01  
021409061.00000020

les para manipular un producto químico.

<b>Densidad</b>	Aprox. 1,03 kg/L +/- 0,02
<b>Valor de pH</b>	Aprox. 4 +/- 1
<b>Contenido de material seco convencional</b>	Aprox. 5% +/- 2

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

**Recomendación de Dosificación** Las dosis varían según los materiales utilizados, las condiciones ambientales y los requisitos específicos del proyecto. Sika® recomienda las sges. dosificaciones; Dependiendo de la dilución en agua a utilizar:  
**En morteros:** entre 0,3 a 0,6 kg/m<sup>2</sup> (por centímetro de espesor).  
**En hormigones:** entre 19,0 a 70,0 kg/m<sup>3</sup> aprox. por m<sup>3</sup> de hormigón.

**Consumo / Rendimiento / Dosificación** Los cuadros siguientes, sirven para observar el efecto de Sika®-3 en pastas de cemento puro, morteros ricos (1:1), y en hormigones. Sirven también para utilizarse solo como punto de partida para realizar ensayos previos y determinar la dosificación óptima. Los tiempos de fraguado son aproximados, dependiendo del tipo y edad del cemento, cantidad de agua (relación a/c), temperatura ambiente, condiciones y materiales de la obra, etc.

### • Morteros ricos (1:1)

Dilución	% Sika®-3 en la dilución	Inicio de Fraguado (min)	Final de Fraguado (min)
1:0	100	1 - 10	2 - 15
1:1	50	4 - 20	7 - 20
1:2	33	10 - 30	15 - 30
1:3	25	20 - 60	40 - 70
1:4	20	40 - 110	80 - 120
1:9	10	60 - 150	90 - 150

### \*Dilución (Sika®-3:Agua)

### • Hormigón (320 - 360 kg cemento/m<sup>3</sup>; a/c: 0,5)

Dilución	kg Sika®-3/m <sup>3</sup>	cemento kg/m <sup>3</sup>	Tiempo de Endurecimiento (hr)
1:2	55	330	1,5
1:3	45	360	2
1:4	34	340	4
1:5	28	336	4,5
1:6	25	350	5
1:7	21	336	6
1:10	15	330	8

### \*Dilución (Sika®-3:Agua)

## BASE DE DATOS DEL PRODUCTO

Todos los datos técnicos indicados en este documento se basan en pruebas de laboratorio. Los datos medidos reales pueden variar debido a circunstancias fuera de nuestro control.

## MÁS INFORMACIÓN

- Se deben seguir las reglas estándar de buenas prácticas de hormigonado, en relación con la producción y la colocación. Los ensayos de laboratorio se llevarán a cabo antes de hormigonar en el sitio, especialmente cuando se usa un nuevo diseño de mezcla, se cam-

bian o modifican componentes del concreto. El concreto fresco debe curarse adecuadamente y aplicarse el curado lo antes posible.

- Los aditivos Sika® para concreto son en general compatibles entre sí. No obstante en caso de utilizar una combinación de dos o más aditivos Sika®, se aconseja realizar ensayos previos con los mismos materiales y condiciones de obra.

### Nota:

Siempre realice pruebas antes de combinar productos en mezclas específicas y póngase en contacto con el servicio técnico de Sika® para obtener más información y asesoramiento.

### Hoja de Datos del Producto

Sika®-3

Abril 2021, Versión: 01.01

021-40506100000020



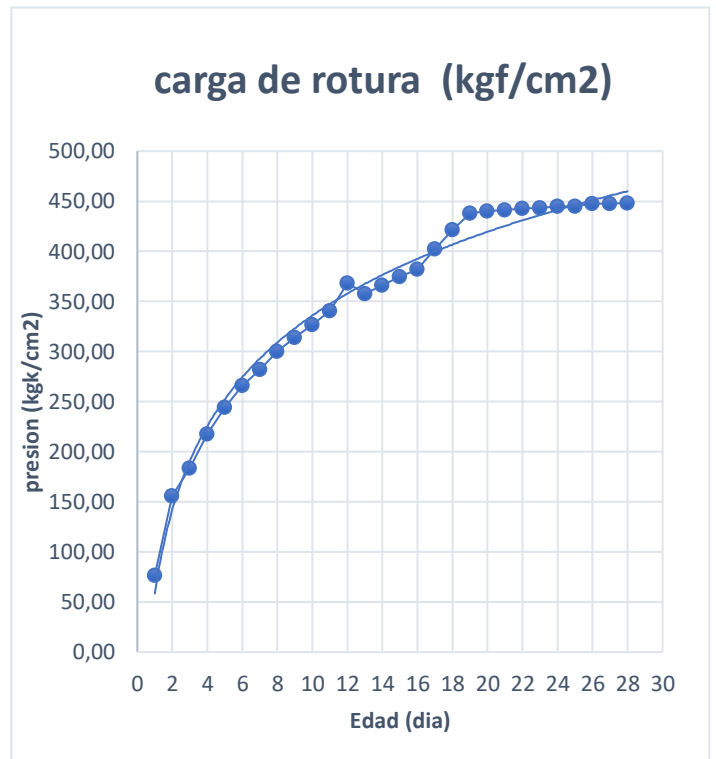
## 2. ANEXO B

### 2.1. RESULTADO DEL ENSAYO DE PROBETA DEL HORMIGON

Para la elaboración y el ensayo de las probetas se obtiene los siguientes datos de acuerdo a la norma NB 639 - 94 “Hormigón Rotura por Compresión”, estableciendo el procedimiento de rotura por compresión de probetas cilíndricas.

**Tabla de Ensayo de testigos cilíndricos de concreto a la edad de 1 a 28 días. Muestra**

Edad (Días)	Carga De Rotura (Kgf/Cm2)	Altura (Cm)	Diámetro (Cm)	Peso Kg
1	76,83	31,00	15,30	13,1
2	155,64	30,00	15,00	12,6
3	183,79	30,00	15,10	12,8
4	217,91	30,00	15,30	12,6
5	244,38	30,00	15,10	12,8
6	266,00	30,00	15,40	13
7	282,28	30,00	15,20	12,6
8	300,12	30,00	15,40	13,1
9	314,09	30,00	15,00	12,6
10	326,58	30,00	15,00	12,6
11	340,80	30,1	15,40	13
12	368,21	30,00	15,10	12,9
13	357,70	30,00	15,30	12,8
14	366,08	30,3	15,00	12,6
15	374,67	31,00	15,10	12,9
16	382,32	31,00	15,10	12,7
17	402,51	31,00	15,20	12,9
18	421,29	31,00	15,00	12,7
19	438,17	30,4	15,10	12,6
20	439,95	31,00	15,30	12,9
21	441,13	31,00	15,20	12,7
22	442,58	31,00	15,20	12,6
23	443,32	31,00	15,40	13
24	444,84	31,00	15,00	12,9
25	445,14	31,00	15,30	12,6
26	447,36	31,00	15,20	12,8
27	447,74	31,00	15,00	12,6
28	448,37	30,4	15,30	13



## 2.2. RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROBETA PARA LA ACEPTACION DEL LOTE

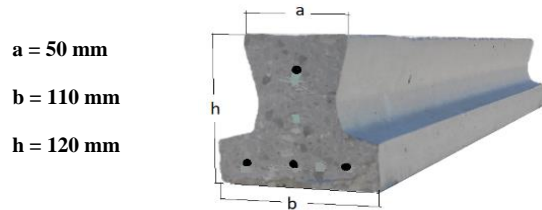
### Planilla de control Sistemática Para La Toma De Decisiones

Nº		Resistencia obtenida a los 28 días de edad (Mpa)			
1		45,34			
2		43,97			
3		43,46			
4		41,65			
5		43,65			
6		44,37			
ordenando de menor a mayor					
X1	X2	X3	X4	X5	X6
41,65	43,46	43,65	43,97	44,37	45,34
aplicando estimador de criterios de selección					
X1+X2-X3			0,95 X1		0,9 fck
41,46		<	39,57		37,15
Entonces fck est. (Mpa)			Es fck, ets. > 0,9 fck?		
39,568			si		
decisión			aceptación automática del lote		
ESTIMADOR CLÁSICO					
resistencia de diseño (Mpa)			35		
promedio fcm (Mpa)			43,74		
desviación estándar (Mpa)			1,22		
sigma		$\sigma =$	0,028		
n = 6		$\lambda =$	2,015		
fck, est (Mpa)			estimación fck, est. > fck?		
41,28			si		
decisión			El lote se acepta. Resistencia característica estimada mayor que la resistencia característica de proyecto. Pueden realizarse optimizaciones.		

Fuente: elaboración propia en base a la norma NB 997 - 16

### 2.3. ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE VIGUETA

			ACEPTACIÓN Y DEFECTOS SECUNDARIOS (DS)										DEFECTOS PRINCIPALES (DP)				ACEPTADO Y RECHAZADO						
datos iniciales			Longitud Dif. +30mm - 20 mm			sección transversal (Dif. +5mm -2mm)						≤ L/300		fisuras DS	oquedad DS	≤ L/300		fisuras DS	oquedad DS	Armadura visible DS	ds ≤ 4	dp ≤ 2	
vigueta	longitud L teórica (mm)	producción N	longitud real (mm)	Dif. longitud (mm)	se acepta	a real (m m)	b real (m m)	h real (mm)	dif. A real (m m)	dif. B real (m m)	dif. H real (mm)	se acepta	contra flecha (mm)	se acepta	se acepta	Se acepta	Flecha lateral (mm)	se acepta	se acepta	Se acepta	Se acepta	¿Se acepta? Si o No	¿Se acepta? Si o No
1	3000		2989	-11	SI	49,04	110,73	112,52	-0,96	110	120	SI	6,8	SI	SI	SI	1,05	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2	4000		3990	-10	SI	52,02	110,03	110,78	2,02	110	120	SI	6,8	SI	SI	NO	1,05	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3	5000		4990	-10	SI	46,95	105,26	106,04	-3,05	110	120	NO	6,9	SI	SI	NO	1,05	SI	SI	SI	SI	SI	SI



#### DATOS QUE SE DEBEN TOMAR EN CUENTA

**FISURAS "DS"** = Fisuras de ancho no mayor que 0,1 mm y mayor que 290 mm de largo continuo.

**OQUEDAD "DS"** = Aspecto exterior insatisfactorio (discontinuidad de hormigonado oquedades de más de 20 mm de diámetro rebabas en parámetros, nidos de gravas o coqueas pequeñas en gran número y extensión.

**OQUEDAD "DP"** = Oquedad de cualquier tamaño que deje vista la armadura.

**ARMADURA VISIBLE "DP"** = Armadura transversal o longitudinal visible en algunas zonas por falta de recubrimiento.

**FISURAS "DP"** = Fisuras de ancho máximo mayor que 0,1 mm

**LAS MEDIDAS REALES a, b, h SERAN EL PROMEDIO DE LAS MEDICIONES REALIZADAS EN LOS DOS EXTREMOS Y EN LA PARTE CENTRAL DE LA VIGUETA**

## 2.4. RESULTADOS SOBRE EL ENSAYO SOBRE LOSA

DATOS DE LA VIGUETA DE 4 METROS LUZ		
a =	0,05	mts
b =	0,11	mts
h =	0,12	mts
carga puntual =	450	kg/m <sup>3</sup>
inter eje	0,5	mts

DIMENSIONES DE CALCULO		
luz	4	mts
ancho	0,5	mts
superficie	2	m <sup>2</sup>

CARGA PERMANENTE DE VIGUETA		
resistencia de las viguetas	2,7	kg/m <sup>3</sup>
peso por Inter eje	5,4	kg/m <sup>2</sup>
	0,053	kn/m <sup>2</sup>

ELEMENTO	ESPESOR (M)	PESO ESPECÍFICO (KN/M <sup>3</sup> )	PESO (KN/M <sup>2</sup> )
(a) contrapiso	0,05	16	0,80
(b) carpeta	0,025	21	0,53
(c) piso cerámica	0,03	20	0,60
(a) + (b) + (c) = g´=			1,93
peso de vigueta g´´=			0,05
suma de pesos (losa) =			1,98
sobrecarga (p)			2,00
<b>total, peso de losa</b>			<b>3,98 (KN/m<sup>2</sup>)</b>

### 3. ANEXO C

#### 3.1. FORMATO PARA EL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

##### ENCABEZADO PARA MANUALES Y INSTRUCTIVOS

<b>(NOMBRE DE PROCESO)</b>		<b>(FIRMA DE RESPONSABLE PARA APROVAR DOCUMENTO)</b>	
(LOGO)	PROCESO DE PRODUCCION NO CONFORME	APROVADO POR:	
	PROCEDIMIENTO DE LA EMPRESA SEGÚN EL INSTRUCTIVO	FECHA DE APROVACION:	CODIGO:
		PAGINA:	VERSION:
<b>(TIPO DE DOCUMENTACION)</b>		<b>(FECHA DE APROVACION DE DOCUMENTO)</b>	<b>(CODIGO DE DOCUMENTO)</b>

### 3.2. FORMATO PARA EL CONTROL Y CAPACITACION DEL PERSONAL

	REGISTRO	APROVADO POR: Sr. Marco Herrera	
		FECHA DE APROVACION:	CODIGO:
	CONTROL DE ASISTENCIA/CAPACITACIONES	PAGINA:	VERSION:

FECHA:

HORA DE INICIO:

HORA FINAL:

LUGAR:

TEMA:

EXPOSITOR:

N°	NOMBRE Y APELLIDO	SECTOR / AREA	HORA LLEGADA	FIRMA
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				

**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**3.3. FORMATO PARA EL CONTROL MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS DE MEDICION MEDIANTE ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS**

	REGISTRO	APROVADO POR: Sr. Marco Herrera	
		FECHA DE APROVACION:	CODIGO:
	LISTADO DE EQUIPOS Y MAQUINAS BAJO MANTENIMIENTO	PAGINA:	VERSION:

MAQUINARIA Y EQUIPO	CODIGO	PREVENTIVO	CORRECTIVO
Mescladora		X	
Vibradora		X	
Compresor Hidráulico		X	
Amoladora			X
Pistas De Carriles		X	
Pisos		X	
Oficinas		x	
Almacen De Materia Prima		x	
Baños		x	
Equipo Informático		x	
Carretilla			x
Almacen De Vigüeta		x	
Bomba de agua			x

**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**FECHA:**

\_\_\_\_\_  
**ENCARGADO DE MANTENIMIENTO**

\_\_\_\_\_  
**JEFE DE LABORATORIO**

	REGISTRO	APROVADO POR: Sr. Marco Herrera	
		FECHA DE APROVACION:	CODIGO:
	LISTADO DE EQUIPOS DE SEGUIMIENTO Y MEDICION	PAGINA:	VERSION:

N° DE CODIGO	DENOMINACIÓN	DIVISIÓN DE ESCALA	OPERACIÓN			PERIODO	FECHA DE ALTA	FECHA DE BAJA	FECHA DE CALIBRACIÓN	FECHA PRÓXIMA DE CALIBRACIÓN
			CALIB.	VERF.	MTTO.					
	BALANZAS									
	FLEXÓMETRO									
	VERNIER									
	EQUIPO DE ROTURA DE PROBETAS									
	TAMAZADORA O ZARANDERADORA									

**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**FECHA:**

\_\_\_\_\_  
**ENCARGADO DE  
MANTENIMIENTO**

\_\_\_\_\_  
**JEFE DE LABORATORIO**

	FORMATO	APROVADO POR: Sr. Marco Herrera	
		FECHA DE APROVACION:	CODIGO:
	PERIODO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	PAGINA:	VERSION:

MAQUINARIA Y EQUIPO	PARTES	DIARIO	SEMANAL	QUINICENAL	MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL	PERSONAL EXTERNO
Mescladora	Eléctrico, mecánico, engranaje y cambio de correa		X			X		
Vibradora	Electico y planchas	X				X		
Compresor Hidráulico	Eléctrico, aceite hidráulico				X			
Amoladora	eléctrico	X						
Pistas De Carriles	Moldes y piso					X		
Pisos	General					X		
Oficinas	Muros pisos y techos					X		
Almacen De Materia Prima	Muros pisos y techos					X		
Baños	Genera					X		
Equipo Informático	General				X			
Carretilla	General aceite y aire en llantas	X						
Bomba De Agua	General					X		
Almacén De Viguetas	general					X		



### 3.5. CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME

<b>ETAPAS DE PROCESO</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>TRATAMIENTO DEL PRODUCTO NO CONFORME</b>	<b>CUMPLE O NO CUMPLE</b>
Recepción De Materia Prima	Encargado De Almacenamiento	Comunicación inmediata al proveedor para su devolución o se rechaza el producto.	
Almacenamiento De Materia Prima	Encargado De Almacenamiento	Identificación del producto No conforme y separarlo a un área determinada, tomar muestras cada cierto periodo de tiempo para las pruebas granulométricas.	
Proceso De Producción	Encargado De Proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reproceso inmediato para corregir desviaciones.</li> <li>- Retirar el producto e identificarlo como producto no conforme.</li> </ul>	
Producto Terminado	Gerente De Producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponer el destino del producto no conforme.</li> <li>- Entrega bajo concesión o pedido del cliente.</li> <li>- Desechar.</li> <li>- Reprocesar si es posible.</li> </ul>	
Despacho, Transporte Y Posterior A La Entrega Al Cliente	Encargado De Despacho	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retirar el producto e identificarlo como producto No conforme.</li> <li>- Entrega bajo concesión del cliente.</li> </ul>	

### 3.6. FORMATO PARA EL INFORME DE NO CONFORMIDAD

	FORMATO	APROVADO POR: Sr. Marco Herrera	
		FECHA DE APROVACION:	CODIGO:
	INFORME DE NO COFORMIDAD	PAGINA:	VERSION:

	<b>INFORME DE NO CONFORMIDAD</b>	
	PROCEDENTE DE:	N° No Conformidad:
		Fecha:

<b>IDENTIFICACIÓN DE LA NO CONFORMIDAD</b>	
<b>PROCESO/S</b>	
<b>DESCRIPCIÓN:</b> <b>Evidencias:</b>	
causa:	
DETECTADA POR:	FIRMA DE RESPONSABLE DE INSPECCIÓN
<b>La firma procede en caso de no conformidades identificadas en inspecciones o seguimientos realizados por la empresa</b>	nombre
observaciones:	

	FORMATO	APROVADO POR: Sr. Marco Herrera	
		FECHA DE APROVACION:	CODIGO:
	REGISTRO DE DEFECTO PARA VIGUETAS	PAGINA:	VERSION:

**INSPECCION VISUAL DEFECTOS PRIMARIOS**

- ✓ Oquedades
- ✓ Armadura Visibles Por Falta De Recubrimiento
- ✓ Fisuras Visibles: Cuando El Ancho Sea Mayor A 0,2 Mm Y El Largo Sea Mayores A 20 Mm
- ✓ Rebabas

N°	FECHA	NUMERO DE MUESTRA	TIPO DE DEFECTO	TRATAMIENTO
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				

\_\_\_\_\_  
**ENCARGADO DE  
MANTENIMIENTO**

\_\_\_\_\_  
**GERENTE DE LA EMPRESA**



### 3.7. PLAN DE SEGUIMIENTO

#### 3.7.1. FORMULARIO DE GUÍA DE CONTROL DE CALIDAD

MATERIA PRIMA - AGUA PARA MORTEROS Y HORMIGONES										
Nº	ETAPA DEL PROCESO	PUNTO DE CONTROL	CARACTERÍSTICAS A CONTROLAR PARÁMETROS	MÉTODO DE INSPECCIÓN Y ENSAYO	FRECUENCIA	MÉTODO DE MUESTREO	TAMAÑO DE LA MUESTRA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO		REGISTRO
								requisitos	limites	
1	antes de la dosificación	suministro de agua de noria	NB 637-94 "Agua para morteros y hormigones-requisitos"	NB 637-94 "Agua para morteros y hormigones-requisitos"	1 vez por año	NB 636-94 "Agua para morteros y hormigones - toma de muestras" descritas en el instructivo interno toma de muestras y envío de muestras a laboratorio externo	2 litros de agua	requisitos	limites	<ul style="list-style-type: none"> <li>• carta solicitud de servicio.</li> <li>• informe del laboratorio externo</li> </ul>
								exponente de hidrogeno PH	$\geq 5$	
								Substancias disueltas	$\leq 15$ g/l	
								Sulfatos expresados en ion sulfato (SO <sub>4</sub> )	$\leq 1$ g/l	
								Cloruro expresado en ion cloro (CL)	$\leq 6$ g/l	
								Hidrato de carbono	0	
								Substancias orgánicas soluble en éter	$\leq 15$ g/l	

MATERIA PRIMA - ARIDOS										
N°	ETAPA DEL PROCESO	PUNTO DE CONTROL	CARACTERÍSTICAS A CONTROLAR PARÁMETROS	MÉTODO DE INSPECCIÓN Y ENSAYO	FRECUENCIA	MÉTODO DE MUESTREO	TAMAÑO DE LA MUESTRA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO		REGISTRO
1	antes de la dosificación	áridos finos	tamaño de las partículas de los áridos	NB 597-91 "análisis granulométrico"	por lote	descritas en el instructivo CQ/IT/SC/1503 "ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO" método de muestro	descritas en el instructivo CQ/IT/SC/1503 "ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO"	Análisis Granulométrico	Tamaño Máximo Nominal 3/8	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informe de los análisis granulométricos por tamizado.</li> <li>informe de ensayo en laboratorio externo</li> </ul>
								Tamiz No 4	< 1 %	
								Modo finura	1,5 ≤ MF < 2,30 N/A 2,30 ≤ MF < 3,10 OP 3,10 ≤ MF < 3,35 AP	
								Impurezas Orgánicas	< 5 %	
2	antes de la dosificación	áridos gruesos	<ul style="list-style-type: none"> <li>tamaño de las partículas de los áridos.</li> <li>Coefficiente de forma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NB 597-91 "análisis granulométrico"</li> <li>NB 610-91. determinación de coeficiente de forma</li> </ul>	por lote	descritas en el instructivo CQ/IT/SC/1503 "ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO" método de muestro	descritas en el instructivo CQ/IT/SC/1503 "ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO" "DETERMINACIÓN DE COEFICIENTE FORMA"	Análisis granulométrico	Pasa tamiz No 4 el 100%	Informe de los análisis granulométricos por tamizado y coeficiente de forma
								Tamiz No 200	< 3 %	
								Impurezas orgánicas	< 3 %	
								Terrones de arcilla	< 5 %	
								Coefficiente de forma	2,3 > CF < 3,1	

MATERIA PRIMA - ACERO										
Nº	ETAPA DEL PROCESO	PUNTO DE CONTROL	MÉTODO DE INSPECCIÓN Y ENSAYO	CRITERIO DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO					características a controlar parámetros de tensado (kn)	REGISTRO
				contenido de acero trezado	diámetro (mm)	área nominal (mm <sup>2</sup> )	Peso por longitud de alambre (Kg/m)	carga de rotura mínima (KN)		
1	Antes del hormigonado	tensado de acero	NB 713-16 "Alambre de acero - Ensayo de tracción"	2	2,25	7,95	0,0624	15,6	10,92	Informe realizado por el encargado de producción mediante el formulario de control
				3	2,25	11,93	0,0936	23,5	16,45	

PRODUCTO EN PROCESO - HORMIGÓN										
Nº	ETAPA DEL PROCESO	PUNTO DE CONTROL	CARACTERÍSTICAS A CONTROLAR PARÁMETROS	MÉTODO DE INSPECCIÓN Y ENSAYO	FRECUENCIA	MÉTODO DE MUESTREO	TAMAÑO DE LA MUESTRA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO		REGISTRO
1	durante el hormigonado	hormigón fresco	consistencia del hormigón	NB 589-91 "determinación de la consistencia por el método del cono de Abrahams"	3 veces/pista	"toma de muestras de hormigón fresco"	descrito en el instructivo interno CQ/IT/SC/1509 "volumen del molde"	Hormigón Solido seco	0 – 2	Informe empleado por el encargado de producción
								Hormigón solido plástico	2 – 5	
								Hormigón plástico	5 – 8	
								Hormigón plástico fluido	8 - 12	
								Hormigón fluido	12 – 15	
								Hormigón líquido	> 15	
2	durante el hormigonado	hormigón fresco	resistencia a compresión simple del hormigón	descritas en la NB 586-91 "Fabricación y conservación de probetas"	2 veces por cada parte inicial, media y final de cada pista a hormigonera	toma de muestras de hormigón fresco	"volumen del molde"	no especificado		informe empleado por el encargado de producción

3	después del destensado y 28 días después del hormigonado	hormigón endurecido	resistencia a compresión simple del hormigón	descritas en la NB 639-94 "hormigón rotura por compresión"	3 veces cada vaciado de pista	Descrita en el instructivo interno CQ/IT/SC/1512 fabricación y conservación de probetas	1 vez por cada pista hormigonado	resistencia mayor o igual a 25 Mpa en la expedición y mayor o igual que 35 Mpa a los 28 días	informe de rotura probetas cilíndricas de viguetas
---	--	---------------------	--	--	-------------------------------	---	----------------------------------	--	--

<b>PRODUCTO TERMINADO - VIGUETAS PRETENSADAS</b>									
N°	ETAPA DEL PROCESO	PUNTO DE CONTROL	CARACTERÍSTICAS A CONTROLAR PARÁMETROS	MÉTODO DE INSPECCIÓN Y ENSAYO	FRECUENCIA	MÉTODO DE MUESTREO	TAMAÑO DE LA MUESTRA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO	REGISTRO
1	después inmediato del cortado de las pistas	producto terminado viguetas	medidas transversales longitudinales flechas laterales y contra flechas	descrita en la norma NB 997-16 "ensayo no destructivo - inspección visual"	uno por cada lote	descrita en la norma NB 997-16 "ensayo no destructivo - inspección visual"	3 viguetas por cada lote con un máximo de 1200 viguetas	anexo "B" 2.3 ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE VIGUETAS pág. 11	informe de ensayo no destructivo de viguetas
2	después de la edad de 28 días del hormigonado de losa	producto terminado de losas	medidas flechas momento de fisuración, momento de rotura, esfuerzo cortante de rotura	descrita en la norma NB 997-16 "ensayo no destructivo sobre losa"	dos veces al año por cada serie	descrita en la norma NB 997-16 "ensayo no destructivo sobre losa"	por cada diseño	descrita en la norma NB 997-16	ensayo destructivo de losas con viguetas fabricadas de hormigón pretensado

### 3.7.2. FORMULARIO DE CONTROL DE CALIDAD

MATERIA PRIMA - ÁRIDOS FINOS		
REQUISITOS	LIMITES DE CONTROL	¿CUMPLE? Si/no
Análisis Granulométrico	Tamaño Máximo Nominal 3/8	
Tamiz No 4	< 1 %	
Modo finura	1,5 ≤ MF < 2,30 N/A 2,30 ≤ MF < 3,10 OP 3,10 ≤ MF < 3,35 AP	
Impurezas Orgánicas	< 5 %	

MATERIA PRIMA - ÁRIDOS GRUESOS		
REQUISITOS	LIMITES DE CONTROL	¿CUMPLE? Si/no
Análisis granulométrico	Pasa tamiz No 4 el 100%	
Tamiz No 200	< 3 %	
Impurezas orgánicas	< 3 %	
Terrones de arcilla	< 5 %	
Coeficiente de forma	2,3 > CF < 3,1	

MATERIA PRIMA – AGUA PARA MORTEROS Y HORMIGONES		
REQUISITOS	LIMITES	¿CUMPLE? Si/no
exponente de hidrogeno PH	≥ 5	
Substancias disueltas	≤ 15 g/l	
Sulfatos expresados en ion sulfato (SO4)	≤ 1 g/l	
Cloruro expresado en ion cloro (CL)	≤ 6 g/l	
Hidrato de carbono	0	
Substancias orgánicas soluble en éter	≤ 15 g/l	

MATERIA PRIMA – ACERO O ARMADURA						
contenido de acero trenzado	diámetro (mm)	área nominal (mm <sup>2</sup> )	Peso por longitud de alambre (Kg/m)	carga de rotura mínima (KN)	PARÁMETROS DE TENSADO (KN)	¿CUMPLE? Si/no
2	2,25	7,95	0,0624	15,6	10,92	
3	2,25	11,93	0,0936	23,5	16,45	

<b>PRODUCTO EN PROCESO - HORMIGON FRESCO</b>			
<b>Requisitos (Cono De Abrahams)</b>	<b>Limites</b>	<b>Marcar Asentamiento</b>	<b>Frecuencia</b>
Hormigón Solido seco	0 – 2		3 probetas por pista
Hormigón solido plástico	2 – 5		
Hormigón plástico	5 – 8		
Hormigón plástico fluido	8 - 12		
Hormigón fluido	12 – 15		

<b>PRODUCTO TERMINADO - HORMIGON ENDURECIDO</b>							
<b>Fecha de Elaboración</b>	<b>Datos de probeta</b>				<b>Fecha de rotura</b>	<b>Rotura a compresión (kgf/m2)</b>	<b>Frecuencia</b>
	<b>Peso (gramos)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Área (Cm2)</b>			
							3 probetas por pista

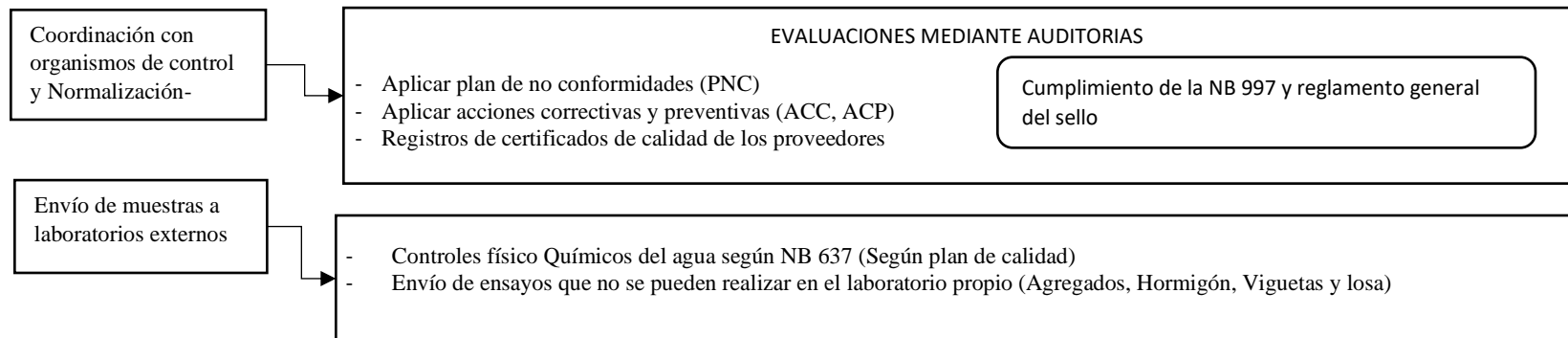
### 3.7.3. SEGUIMIENTO DEL PROYECTO PLAN DE CONTROL

PROCESO	OBJETIVO	META	INDICADOR	UNIDAD	FORMULA DE CALCULO	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	RESPONSABLE	CUMPLIMIENTO		
								FECHA		
REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN	revisar el sistema de control de calidad	90	grado de cumplimiento de actividades comprometidas	%	$(\text{N}^\circ \text{ de actividades} / \text{N}^\circ \text{ de actividades comprometidas}) \times 100$	trimestral	dirección			
		90	acciones de mejora continua	%	$(\text{N}^\circ \text{ de actividades} / \text{N}^\circ \text{ de actividades generadas}) \times 100$	mensual	dirección			
ACCIONES PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS	detectar y eliminar la causa de no conformidades o potenciales no conformidades llevando un control adecuado de las acciones propuestas y verificando su eficacia	80	cumplimiento de las acciones preventivas	%	$(\text{N}^\circ \text{ de acciones preventivas} / \text{N}^\circ \text{ de acciones preventivas generadas}) \times 100$	trimestral	dirección			
			cumplimiento de las acciones correctivas	%	$(\text{N}^\circ \text{ de acciones correctivas} / \text{N}^\circ \text{ de acciones correctivas generadas}) \times 100$	trimestral	dirección			
AUDITORÍAS INTERNAS	determinar el grado de cumplimiento, implementación y eficacia de la planificación del sistema de control de calidad según los requisitos de la normativa utilizada y los requisitos que fueron establecidos por la organización	80	ejecución de auditorías programadas	%	$(\text{N}^\circ \text{ de auditorías realizadas} / \text{total de auditorías programadas}) \times 100$	semestral	dirección			
CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORMES	gestionar los productos no conformes	80	no conformidad de mejora continua	%	$\text{N}^\circ \text{ de productos NC} / \text{N}^\circ \text{ de total de NC}$	trimestral	dirección			
		70	estados de no conformidad	%	$\text{N}^\circ \text{ de NC cerradas} / \text{N}^\circ \text{ de NC levantadas}$	trimestral	dirección			

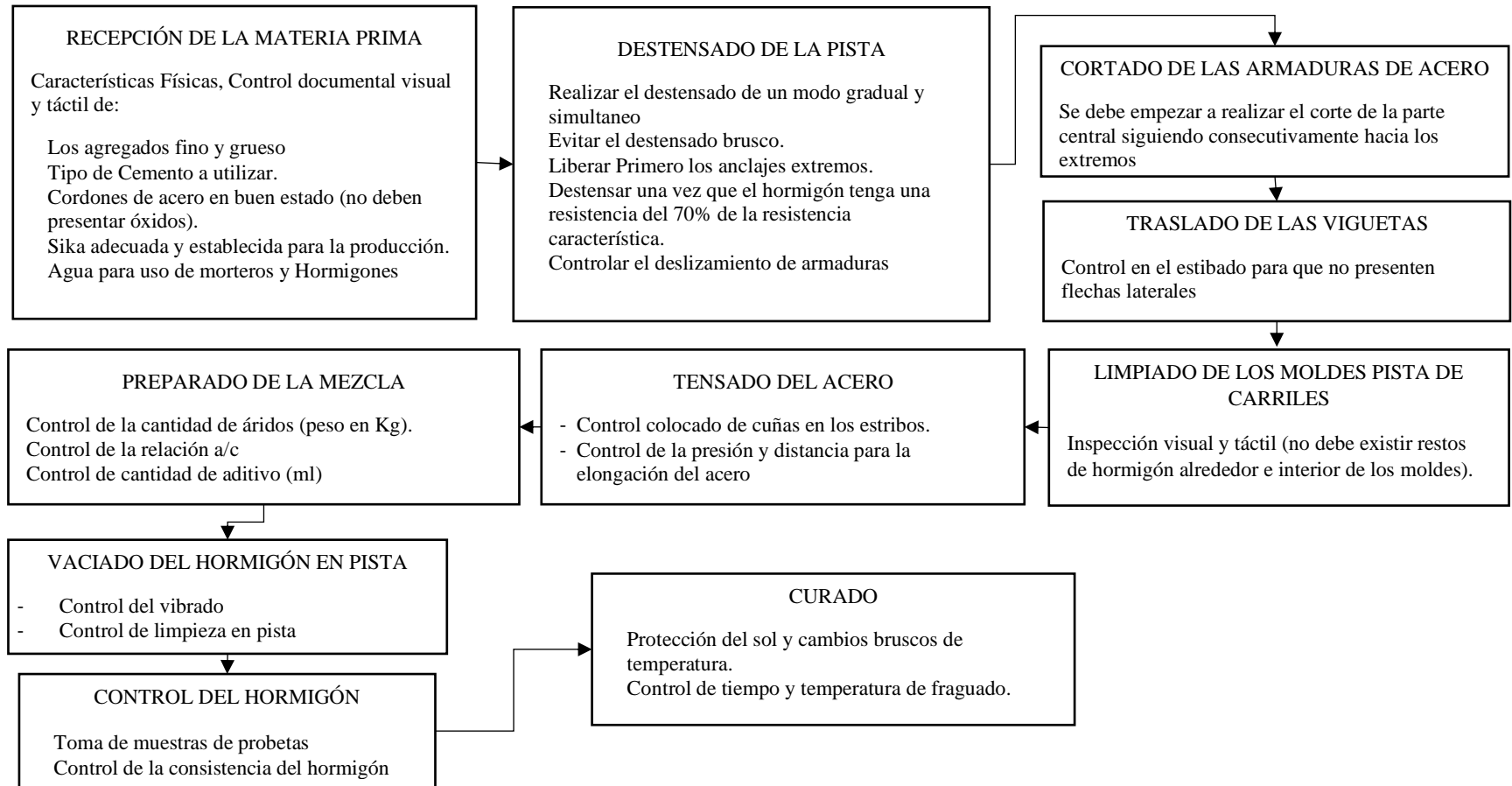
SATISFACCIÓN DE LOS CLIENTES	establecer una metodología a seguir para la satisfacción de los clientes con el fin de medir su percepción respecto al producto	80	grado de satisfacción de los clientes	%	(N° de clientes satisfechos/total de clientes encuestados) x100	semestral	marketing			
QUEJAS Y SUJERENCIAS	establecer el tratamiento y las medidas que se deben adoptar para subsanar corregir y responder a las quejas y sugerencias que se pueden presentar	80	atención de quejas	%	(N° de quejas atendidos / N° de quejas recibidos) x 100	mensual	marketing			
		80	atención de sugerencias	%	N° de sugerencias atendidas / N° de sugerencias recibidas) x 100	mensual	marketing			

### 3.8. CONTROL DE CALIDAD

#### Diagrama del Área de control



## Diagrama del Mapa De Procesos



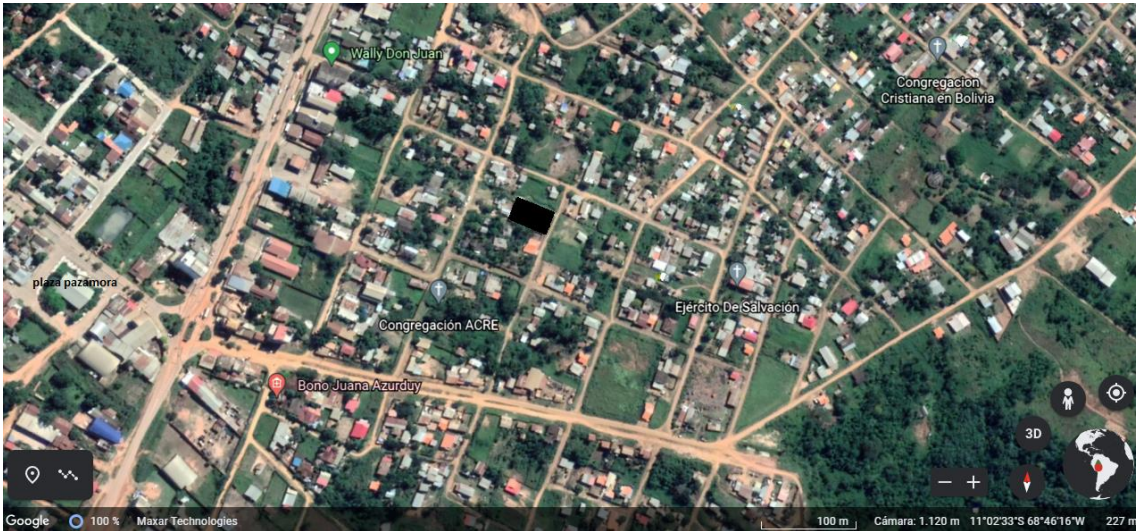
### 3.9. CROGRAMA DE IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

N°	descripcion de actividades	duración	enero			febrero				marzo				abril				mayo				junio				julio				agosto				septiembre				octubre				noviembre				diciembre				enero				
			3	10	17	31	7	14	21	28	7	14	21	28	4	11	18	25	2	9	16	23	6	13	20	27	4	11	18	25	1	8	15	22	5	12	19	26	3	10	17	24	7	14	21	28	5	12	19	26	2	9		
1	presentación del proyecto	2	■																																																			
2	planificación	4	■																																																			
3	sensibilidad y formación	8									■																																											
4	implementación del sistema de control de calidad	24													■																																							
5	verificación y validación	5																									■																											
6	mejora continua	7																													■																							
7	certificación																																																					

## 4. ANEXO D

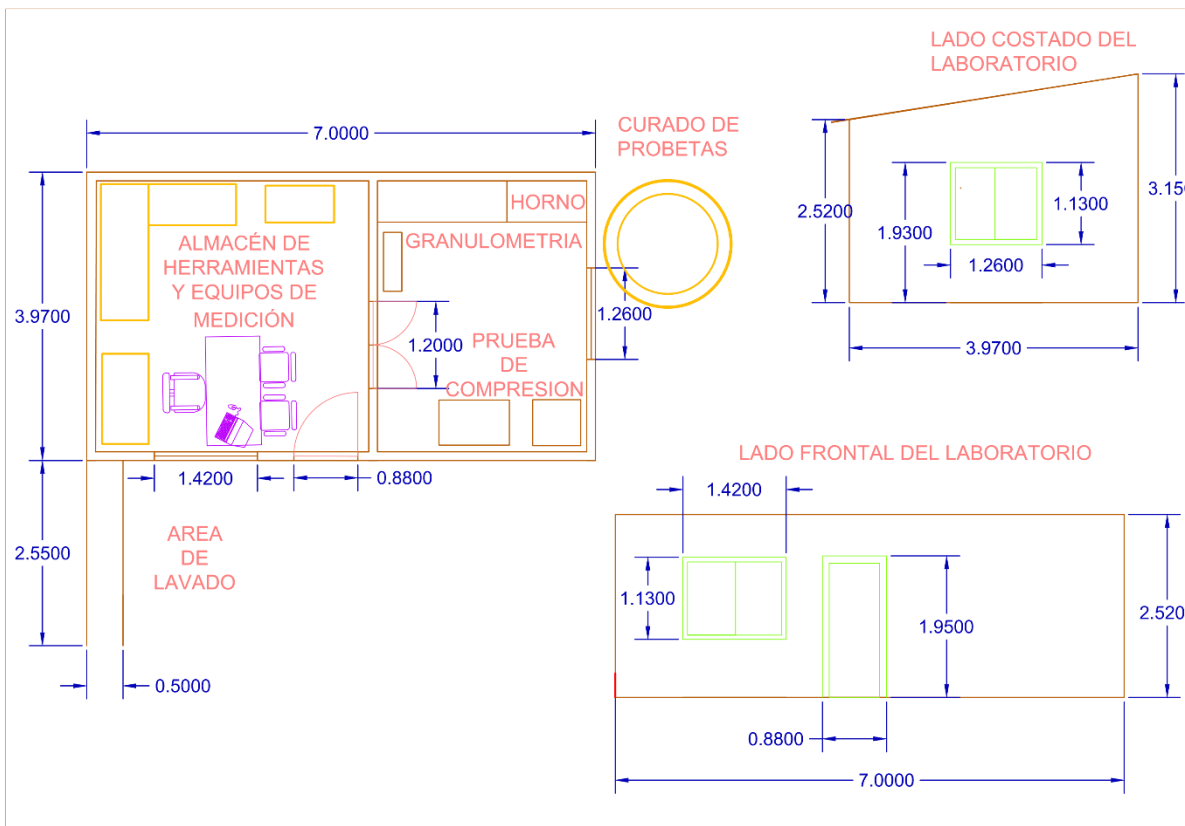
### 4.1. DISEÑO DE UN LABORATORIO DE PRUEBAS DE HORMIGON

#### 4.1.1. MICROLOCALIZACION DEL PROYECTO DE DISEÑO

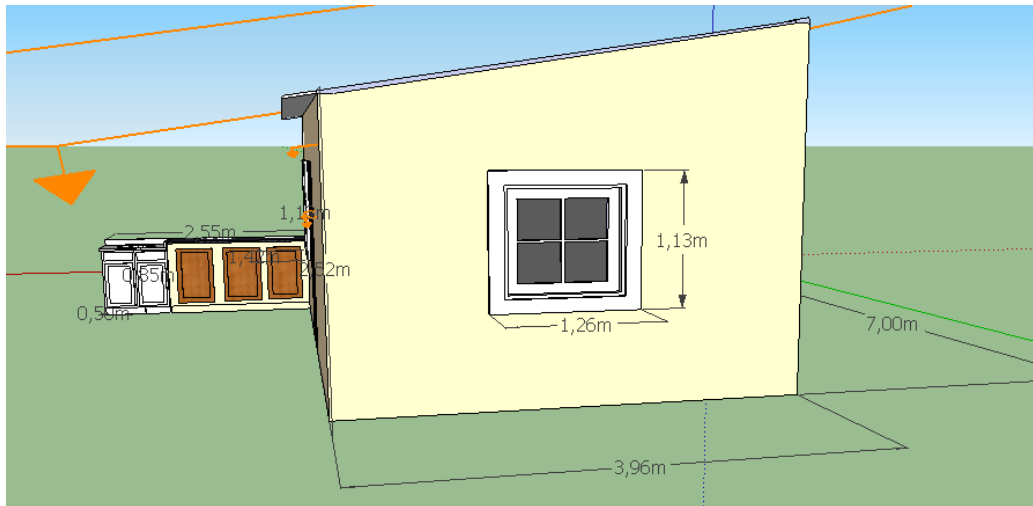
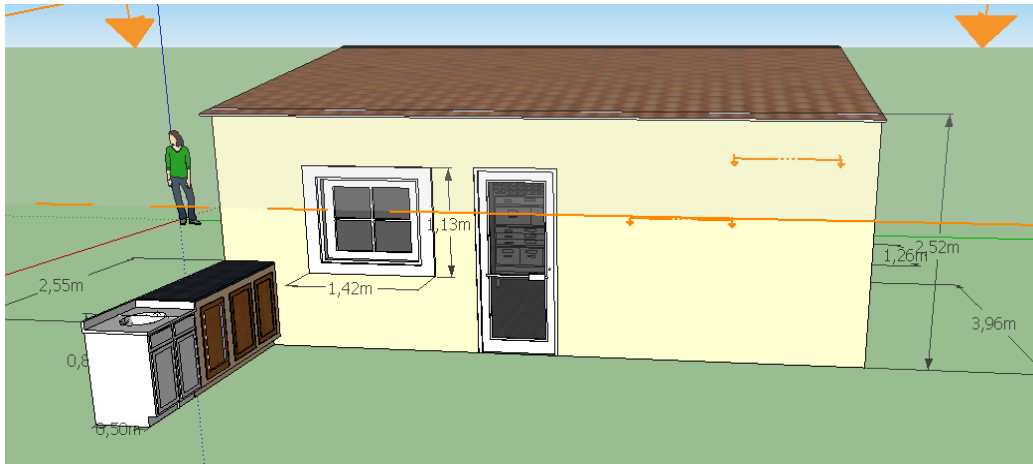


#### 4.1.2. DISEÑO DEL LABORATORIO PARA EL CONTROL DE HORMIGON

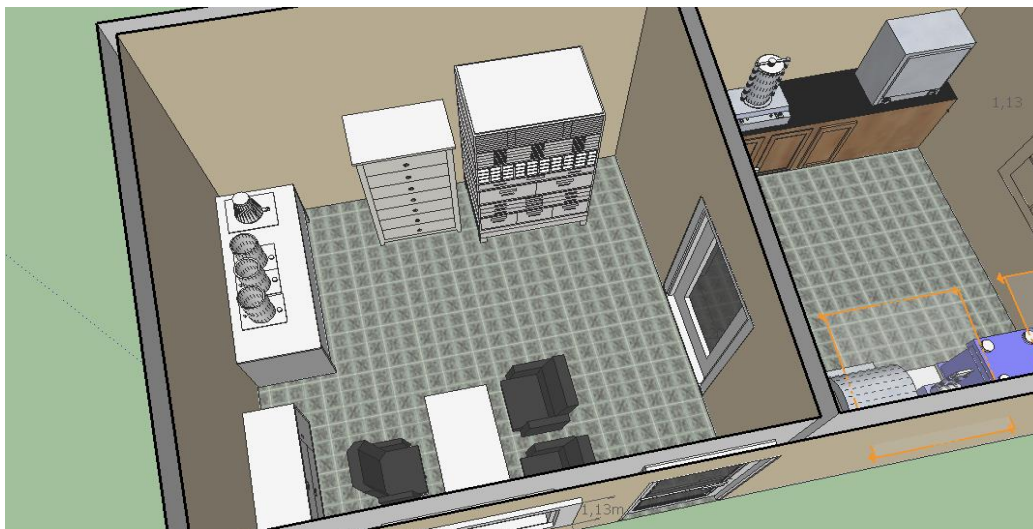
(AUTOCAD 2D)

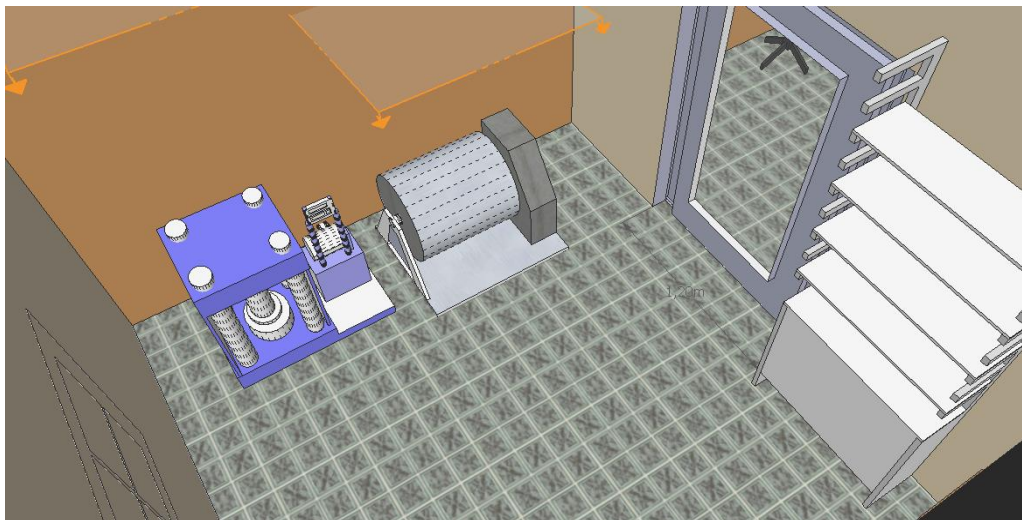
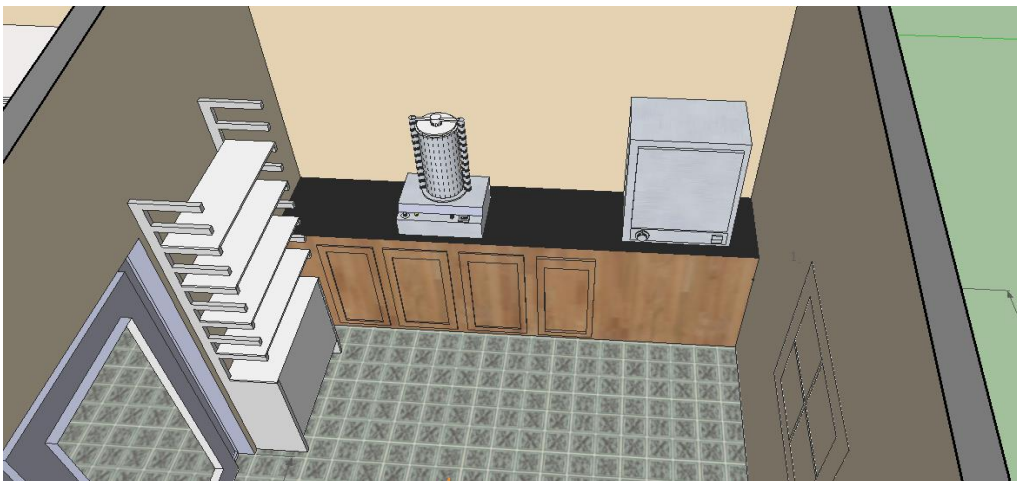
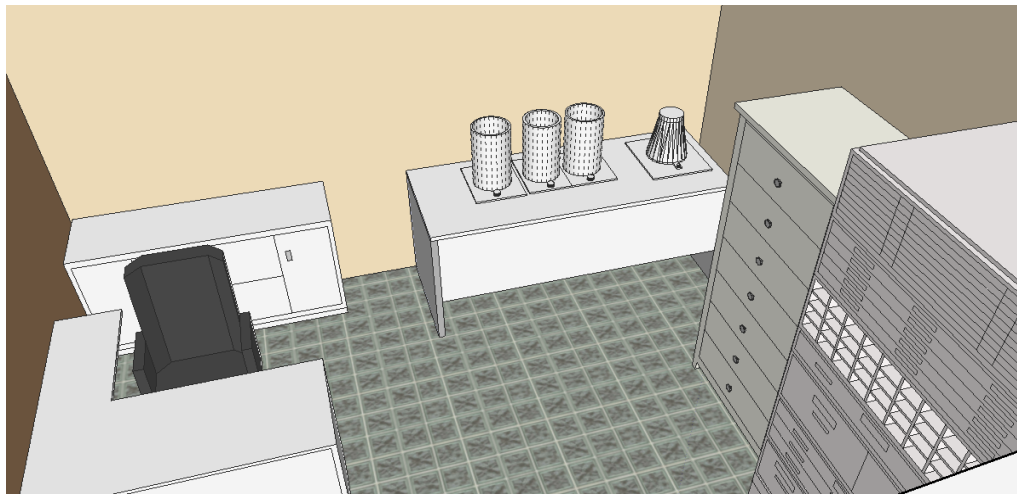


### 4.1.3. DISEÑO DEL LABORATORIO PARA EL CONTROL DE HORMIGON (SketchUp 3D)



**VISTA DENTRO DEL LABORATORIO**





#### 4.2. EQUIPOS Y MAQUINARIAS PARA EL CONTROL DE HORMIGON

## 4.2.1. PROFORMA DE LA EMPRESA "TecnoEquip" PARA LA IMPLMENTACION DE MAQUINARIA Y EQUIPOS

Pagina: 1 de 1

# TecnoEquip

### Equipos para Pruebas de Ingeniería

Telf. 591 (4) 4292937; FAX: 591 (4) 4454681  
Calle Los Lirios #2077 Villa Moscu; Cbba-Bolivia  
www.jdblalab.com

Info@tecnoequip.com.bo  
NIT: 4513773014

Nro de Proforma: 037-2016  
Fecha: 7/7/2021  
validez de la propuesta: 6/8/2021  
NIT para facturar:

## PROFORMA

**Factura a:**

Nombre:  
Cargo:  
De:

**E-mail:**

Telefonos:  
Dirección:  
Ciudad:

Cant.	Codigo	DESCRIPCION	Entrega Dias Cale	Precio Unit. (Bs.)	Precio Total (Bs.)
1		Cono de Abrahams	7	890,00	890,00
1		Molde cilíndrico con tuercas para hormigon de 6x12 pulg	7	550,00	550,00
1		Prensa de Hormigones cap 1300 kN	7	40.000,00	40.000,00
1		Maquina de Los Angeles	15	38.900,00	38.900,00

**INFORMACION DE PAGOS:**

Destino: TecnoEquip  
Banco: Banco de Crédito  
A nombre de: Jorge Dávalos Crespo  
N° de Cuenta: 3015040742318

*Incluye Impuestos de Ley*

Subtotal Bs.: 80.340,00

Embalage y envio Bs.:

**Total Factura Bs.: 80.340,00**

Pago Recibido Bs.:

Fecha de pago:

**SALDO Bs.: 80.340,00**

## 4.2.2. PROFORMA DE LA EMPRESA “Técnicas Cp. Bolivia” PARA LA IMPLEMENTACION DE MAQUINARIA Y EQUIPOS



Cotización de Equipos

UTEST



Representantes de:



Empresa: - No. Cotiz.: **0270/21**  
 Solicitante: Ing. Alfredo Escobar Arana Cel.: 71688936 Fecha: 30-jun.-21  
 Correo: - Lugar: **COBIJA** Encargado: Verónica P.

Distinguido Ingeniero:

Atendiendo a su solicitud, nos permitimos cotizar los siguientes productos:  
 Sin antes comunicarles que tenemos un servicio posventa a su disposición para su mejor atención.


ÍTEM	CANT.	DETALLE	PRECIO UNITARIO BS.	SUB TOTAL BS.	TIEMPO DE ENTREGA
1	1	<p><b>Prensa para Ensayos a Compresión (Semi-Automática)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad: <b>1100 kN.</b></li> <li>• Precisión: +/- 0.5% de la carga indicada.</li> <li>• Dispone de Panel de Control HMI Táctil, el cual se puede conectar de forma inalámbrica a una red para intercambiar datos y conectarse a cualquier otro dispositivo tanto así como el soporte.</li> <li>• Bomba Hidráulica Power Team (Americana), la cual es una de las mejores en el mercado por la durabilidad, calidad y eficacia.</li> <li>• Válvula de seguridad de alta presión.</li> </ul> <p>Características estándar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puertas Lexan – con bisagras y cerraduras confiables.</li> <li>• Incluye el dispositivo de sujeción original Forney para intercambiar accesorios fácil y rápido.</li> <li>• Platina superior de Ø 6", cromada chapada en acero.</li> <li>• Diseñada para realizar ensayos de: Compresión, Flexión, Tensión Indirecta (Cilindros, vigas, Bordillos, cubos, adoquines).</li> </ul> <p><b>Incluye:</b> Equipo de Econocap + 1 Par de Almohadillas de Neopreno.</p> <p><b>Marca:</b> FORNEY <b>Industria:</b> USA</p>	145,000.00	145,000.00	Inmediata




Dirección: Urb. El Paraíso C/ Las Orquídeas No.10 7mo. Anillo Av. Santos Dumont (Zona Sur)  
 Telf.: 3292993 Cel.: 78568150 – 78568153 – 78568154 Correo: ventas2@tecnicascpbolivia.com.bo  
 Web: www.tecnicascpbolivia.com.bo

2	<p><b>Prensa para Ensayos a Compresión (Automática)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad: <b>1500 kN</b>.</li> <li>• Precisión: +/- 1% de la carga indicada.</li> <li>• Pantalla Controladora táctil robusta, la cual se puede conectar a una PC para tener control total del Equipo o también manejarla de manera local. Dispone de un puerto de USB para poder obtener resultados de los ensayos (Guardados).</li> <li>• Dispone de un Software de control total de la Prensa.</li> <li>• Dispone de un variador de frecuencia, el cual puede modular de manera precisa la velocidad de avance del pistón para los ensayos. Modalidad de Ensayo manual y/o automática.</li> <li>• Dispone de Platinas separadoras las cuales se pueden utilizar dependiendo del tamaño del espécimen.</li> <li>• Viene con una válvula de seguridad de presión.</li> </ul> <p>Puedan estar usadas para un número amplio de aplicaciones incluyendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas de Fuerza Compresiva en Edad Temprana.</li> <li>• Pruebas de Flexión por usar los accesorios adecuados.</li> <li>• Pruebas de Compresión de Mortero (Cemento) por usar los accesorios adecuados.</li> <li>• Núcleo con Pruebas de Compresión de Bajo Diámetro.</li> </ul> <p>Dimensiones: 680x500x930 mm.          Peso: 610 kg.          ESTÁNDARES: ASTM C39; AASHTO T22; ISO EN 7500.</p> <p><b>Incluye:</b> Equipo de Econocap + 1 Par de Almohadillas de Neopreno.</p> <p><b>Marca:</b> UTEST</p> <p><b>Industria:</b> TURQUIA</p>	105,000.00	105,000.00	 <p>Inmediata</p>
---	--	------------	------------	---

3	<p><b>Prensa para Ensayos a Compresión (Automática)</b>          Capacidad: 1200 kN.          Precisión: +/- 1% de la carga indicada.          Las máquinas de compresión consisten de un marco de carga soldado, robusto y fuerte, paquete hidráulico automático y sistema de control y adquisición de datos BC 100. Este desempeño único permite que las máquinas puedan estar usadas para un número amplio de aplicaciones incluyendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pantalla Controladora táctil robusta, la cual se puede conectar a una PC para tener control total del Equipo o también manejarla de manera local. Dispone de un puerto de USB para poder obtener resultados de los ensayos (Guardados).</li> <li>• Dispone de un Software de control total de la Prensa.</li> <li>• Dispone de un variador de frecuencia, el cual puede modular de manera precisa la velocidad de avance del pistón para los ensayos. Modalidad de Ensayo manual y/o automática.</li> <li>• Dispone de Platinas separadoras las cuales se pueden utilizar dependiendo del tamaño del espécimen.</li> <li>• Viene con una válvula de seguridad de presión. Puedan estar usadas para un número amplio de aplicaciones incluyendo:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas de Fuerza Compresiva en Edad Temprana.</li> <li>• Pruebas de Flexión por usar los accesorios adecuados.</li> <li>• Pruebas de Compresión de Mortero (Cemento) por usar los accesorios adecuados.</li> <li>• Núcleo con Pruebas de Compresión de Bajo Diámetro.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Marca de la Bomba:</b> UTEST  <b>Industria:</b> TURQUIA  <b>Marca del Marco:</b> Técnicas CP  <b>Industria:</b> Nacional</p>	 	<p>77,000.00    77,000.00    20 días</p>
---	--	---	--

4	<p><b>Prensa para Ensayos a Compresión (Semi - Automática)</b>          Capacidad: <b>1200 kN</b>          División de Escala: 0,01 kN          Precisión: +/- 1% de la carga indicada.          Exactitud: 1% desde el 10% al 100% del rango de medición.          Recorrido del Pistón: 63.5 mm          Altura libre: 394 mm          Diametro del Plato de carga: 203 mm          Indicación: Doble pantalla de cristal liquido (LCD), una indica la carga y otra la velocidad de avance.          Panel de control: Tablero de Membrana de 8 teclas.          Unidades: kN, kgF, lbF.</p> <p>Las máquinas de compresión consisten de un marco de carga soldado, robusto y fuerte, paquete hidráulico y sistema de adquisición de datos LPI.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paquete Hidráulico Motorizado (Semi-Automático), controlado por una válvula de control de la tasa de presión.</li> <li>• <b>Motor:</b> 220 V (110 V), 50-60 Hz Fase Única y 550 W.</li> <li>• Válvula de Seguridad para máxima Presión.</li> <li>• Tanque para aceite: 20 Litros.</li> </ul> <p>Pueden estar usadas para realizar los ensayos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas de Fuerza Compresiva en Edad Temprana.</li> <li>• Pruebas de Flexión por usar los accesorios adecuados.</li> <li>• Pruebas de Compresión de Mortero (Cemento) por usar los accesorios adecuados.</li> <li>• Núcleo con Pruebas de Compresión de Bajo Diámetro.</li> </ul> <p>Dimensiones del Marco:          383x492x861 mm          Dimensiones de la Bomba:          373x287x723 mm</p> <p><b>Incluye:</b> Equipo de Econocap + 1 Par de Almohadillas de Neopreno.</p> <p><b>Marca de la Bomba:</b> UTEST</p>			
---	--	--	--	---

		<b>Industria:</b> TURQUIA <b>Marca del Marco:</b> Técnicas CP <b>Industria:</b> Nacional	59,500.00	59,500.00	Inmediata
5	1	<b>PRENSA PARA ROTURA DE CILINDROS DE CONCRETO (BOMBA ELECTRICA - DIGITAL)</b> Máquina de compresión para testigos de concreto. Capacidad: <b>120000 Kgf.</b> División de Escala: 10 Kgf. Bomba eléctrica con variación de velocidad e indicador digital con batería interna para trabajo en campo. Construido: En acero de alta resistencia y diseñado para laboratorio y campo. Peso: 250 Kg. Modelo: Tipo Barra <b>Marca:</b> Técnicas CP <b>Industria:</b> Nacional			Inmediata
6	16	<b>1 Juego de Tamices Certificados</b> Fabricado en Bronce Ø 8", Malla: 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", No. 4, No. 8, No. 10, No. 16, No. 30, No. 40, No. 50, No. 100. Cumple Norma ASTM E - 11. <b>Marca:</b> UTEST <b>Industria:</b> TURQUIA	650.00	10,400.00	 Inmediata
7	1	<b>Tamiz Certificado No. 200</b> Fabricado en Bronce Ø 8" Cumple Norma ASTM E - 11. <b>Marca:</b> UTEST <b>Industria:</b> TURQUIA	950.00	950.00	 Inmediata
8	1	<b>Tapa y Base</b> Fabricado en Bronce Ø 8" Cumple Norma ASTM E - 11. <b>Marca:</b> UTEST <b>Industria:</b> TURQUIA	700.00	700.00	 Inmediata

9	1	<p><b>Agitador de Tamices</b></p> <p>Se utiliza para agitar los tamices en pruebas de granulometría y cálculo del módulo de finura en arena.</p> <p>El agitador de tamices es versátil, puede ser empleado en forma independiente o puede ser montado mediante los hoyos que tiene a los lados de la base.</p> <p>Característica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor: 1/4 de Hp, 110 V AC (60Hz), 15 Amp, fase simple.</li> <li>- Capacidad: 8 tamices de Ø 8".</li> </ul> <p><b>Marca:</b> FORNEY <b>Industria:</b> USA</p>	10,500.00	10,500.00	 <p>Inmediata</p>
---	---	--	-----------	-----------	--

**Nota:**

- Los precios incluyen Impuestos de ley.
- El Equipo Incluye Certificado de Calibración.

**Condiciones Comerciales**

**1.- Lugar de Entrega**

- Oficinas de Técnicas CP Bolivia.

**2.- Tiempo de Entrega**

- Según stock de los equipos.
- Deberá confirmar su orden de compra vía correo o celular.

**3.- Garantía**

- La garantía por defecto de Fabricación es de 1 año. Disponemos de servicio técnico especializado para la reparación y mantenimiento de los equipos.
- La garantía no cubrirá golpes efectuado sobre el equipo o un mal manejo del mismo.
- Los equipos que presenten fallas, no deberán ser revisados por terceras persona ajena a la empresa TÉCNICAS CP BOLIVIA SAC SRL, caso contrario se determinara que los accesorios originales fueron cambiados y perderá validez la garantía.

**4.- Forma de Pago**

- 100% Contra entrega de equipos.
- Cheque a Nombre de: **TECNICAS CP BOLIVIA SAC SRL.**

**Depósitos Bancarios a las siguientes Cuentas:**

**Beneficiario:** TÉCNICAS CP BOLIVIA SAC SRL.

**NIT:** 223100023

**Banco:** BCP

**No. Cta. Bs.:** 701-5046937-3-97

**No. Cta. \$us.:** 701-5047966-2-81

Atte.:


**Verónica Peña Lira**

(Dpto. de Ventas)

Cel.: 78568154

4	<p><b>Máquina de Abrasión Los Ángeles</b>          Para el uso de la determinación de resistencia de agregados a fragmentación.          Características:          - Diámetro x longitud: 711 x 508 mm. +/-5 mm.          - Velocidad de rotación del tambor: 31-33 rpm.          - Potencia: 750 W.          - Contador: 5 dígitos, ajustable, apagado automático, botón de reinicio y ajuste.          - Esferas de Acero y tamices de 1.6mm., 10mm., 11.2mm. (ó 12.5mm) y 14 mm., cumpliendo con el estándar EN.          - Bandeja de acero para la descarga de muestras.          Cumple Norma EN 1097-2, 12697-17, 13450; ASTM C131, C535; AASHTO T96.  <b>Marca:</b> UTEST  <b>Industria:</b> TURQUÍA</p>		45,000.00	45,000.00	Inmediata
5	<p><b>Máquina de Abrasión Los Ángeles</b>          Para el uso de la determinación de resistencia de agregados a fragmentación.          Características:          - Diámetro x longitud: 711 x 508 mm. +/-5 mm.          - Velocidad de rotación del tambor: 30-33 rpm.          - Voltaje de trabajo: AC380 V o AC220 V.          - Contador: 5 dígitos, ajustable, apagado automático, botón de reinicio y ajuste.          - Conjunto de 12 bolas de acero: 46,8 mm, 390-445 g.          - Bandeja de acero para la descarga de muestras.          - Cilindro de Acero pesado y Marco de base.          - Placa cubierta a prueba de polvo.          - Posición de estante ajustable.          - Botón de parada de seguridad.          Cumple Norma EN 1097-2, ASTM C131, C535; AASHTO T96.  <b>Marca:</b> ZHEJIANG TUGONG</p>				

		<b>Industria:</b> CHINA	28,500.00	28,500.00	Inmediata
6	1	<b>Horno Eléctrico Digital</b> Capacidad: <b>76 Litros.</b> Temperatura: 50°C a 300°C. Precisión: ± 1. Dimensiones Internas: 450 x 450 x 350 mm. Voltaje: AC 220V / AC 380V. Perspectiva de ventana para observar el interior. <b>Marca:</b> A&A Instruments <b>Industria:</b> CHINA	6,500.00	6,500.00	Inmediata
7	1	<b>Horno Eléctrico Digital</b> Capacidad: <b>136 Litros.</b> Temperatura: 50°C a 300°C. Precisión: ± 1. Dimensiones Internas: 550 x 550 x 450 mm. Voltaje: AC 220V / AC 380V. Perspectiva de ventana para observar el interior. <b>Marca:</b> A&A Instruments <b>Industria:</b> CHINA	9,000.00	9,000.00	Inmediata
8	1	<b>Recipientes Ø 15 cm. (Taras)</b> Fabricado en Acero Inoxidable Capacidad: 500 ml. <b>Marca:</b> Técnicas CP <b>Industria:</b> Nacional	30.00	30.00	Inmediata
9	1	<b>Balanza Electrónica</b> <b>Modelo:</b> TA501 <b>Capacidad:</b> 500 g. <b>Sensibilidad:</b> 0,1 g. <b>Dimensiones del Platillo:</b> Ø 12 cm. <b>Alimentación Eléctrica:</b> 4 baterías alcalinas tipo "AA" y adaptador CA. <b>Marca:</b> OHAUS <b>Industria:</b> USA	2,750.00	2,750.00	Inmediata
10	1	<b>Balanza Electrónica</b> <b>Modelo:</b> WT30000XEJ <b>Capacidad:</b> 30 Kg. <b>Sensibilidad:</b> 1 g. <b>Dimensiones de la Bandeja:</b> 25,5 cm. x 19 cm. <b>Alimentación Eléctrica:</b> Batería interna recargable y adaptador CA. <b>Incluye:</b> Gancho para Pesaje Hidrostático (Para ensayo de Peso Especifico).			Inmediata

		<b>Marca:</b> A&A Instruments <b>Industria:</b> CHINA	2,500.00	2,500.00	Inmediata
11	1	<b>Balanza Electrónica</b> <b>Modelo:</b> R31P30 <b>Capacidad:</b> 30 Kg. <b>Sensibilidad:</b> 1 g. <b>Dimensiones de la Bandeja:</b> 30 cm. x 22,5 cm. <b>Alimentación Eléctrica:</b> Batería interna recargable y adaptador CA. <b>Incluye:</b> Gancho para Pesaje Hidrostático (Para ensayo de Peso Específico). <b>Marca:</b> OHAUS <b>Industria:</b> USA	4,200.00	4,200.00	 Inmediata

**Nota:**

- Los precios incluyen Impuestos de ley.

**Condiciones Comerciales**

**1.- Lugar de Entrega**

- Oficinas de Técnicas CP Bolivia.

**2.- Tiempo de Entrega**

- Según stock de los equipos.
- Deberá confirmar su orden de compra vía correo o celular.

**3.- Garantía**

- La garantía por defecto de Fabricación es de 1 año. Disponemos de servicio técnico especializado para la reparación y mantenimiento de los equipos.
- La garantía no cubrirá golpes efectuado sobre el equipo o un mal manejo del mismo.
- Los equipos que presenten fallas, no deberán ser revisados por terceras persona ajena a la empresa TÉCNICAS CP BOLIVIA SAC SRL., caso contrario se determinara que los accesorios originales fueron cambiados y perderá validez la garantía.

**4.- Forma de Pago**

- 100% Contra entrega de equipos.
- Cheque a Nombre de: **TECNICAS CP BOLIVIA SAC SRL.**

**Depósitos Bancarios a las siguientes Cuentas:**

**Beneficiario:** TECNICAS CP BOLIVIA SAC SRL

**NIT:** 223100023

**Banco:** BCP

**No. Cta. Bs.:** 701-5046937-3-97

**No. Cta. \$us.:** 701-5047966-2-81

Cualquier consulta, estamos para servirle.

Saludos Cordiales.

Atte.:

**Verónica Peña Lira**

(Dpto. de Ventas)

Cel.: 78568154