

PREFACTIBILIDAD PARA LA APERTURA DE NUEVA SUCURSAL POR FUERA
DE EL VALLE DE ABURRÁ. CASO: AHINCO S. A.

Juan José Buitrago Henao

Daniel Gómez Arcila

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Magíster en
Gerencia de Proyectos

Asesor: Elkin Arcesio Gómez Salazar, Doctor en Ciencias Económicas y
Administrativas

MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS

UNIVERSIDAD EAFIT

MEDELLÍN

2019

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Medellín, 10 de agosto de 2019

Contenido

RESUMEN	7
PALABRAS CLAVES.....	7
1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. PROBLEMÁTICA.....	9
2.1 JUSTIFICACIÓN.....	10
2.2 ALCANCE.....	10
3. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	11
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	11
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	11
4. MARCO DE REFERENCIA CONCEPTUAL.....	12
4.1 METODOLOGÍA ONUDI	12
4.1.1 ANÁLISIS DEL ENTORNO	15
4.1.2 ESTUDIO DE MERCADO	15
4.1.3 ESTUDIO TÉCNICO	16
4.1.4 ESTUDIO LEGAL, ADMINISTRATIVO Y AMBIENTAL.....	16
4.1.5 ESTUDIO FINANCIERO Y ANÁLISIS DE RIESGO	17
4.2 AHINCO.....	17
5. METODOLOGÍA.....	21
5.1 INFORMACIÓN SECUNDARIA	22
5.2 INFORMACIÓN PRIMARIA	22
5.3 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	23
6. ANALISIS DEL ENTORNO.....	25
6.1 ENTORNO POLÍTICO	25
6.2 ENTORNO ECONÓMICO	27
6.3 ENTORNO SOCIAL.....	28
6.4 ENTORNO TECNOLÓGICO.....	29
6.5 ENTORNO ECOLÓGICO	31
6.6 ENTORNO LEGAL	32
7. ESTUDIO DE MERCADO	32
7.1 PRODUCTO	33
7.1.1 ENCUESTA.....	35

7.2	PLAZA.....	46
7.3	COMPETENCIA.....	52
7.4	DEMANDA	55
8.	ESTUDIO TÉCNICO	58
8.1	DISEÑO DE MEZCLAS	58
8.2	TECNOLOGÍA Y RECURSOS	68
9.	MARCO LEGAL Y ADMINISTRATIVO	74
9.1	CONFIGURACIÓN ADMINISTRATIVA	80
10.	MARCO AMBIENTAL.....	81
11.	EVALUACIÓN FINANCIERA.....	84
11.1	PRECIO DE VENTA.....	85
11.2	COSTOS FIJOS ASOCIADOS A LA ADMINISTRACIÓN	85
11.3	DEPRECIACIÓN	86
11.4	INTERESES Y ABONO A CAPITAL	87
11.5	CAPITAL DE TRABAJO	88
11.6	VALOR DE SALVAMENTO.....	88
11.7	COSTO DE CAPITAL.....	89
11.8	FLUJO DE CAJA.....	89
12.	ANÁLISIS DE RIESGOS	91
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	102
	Referencias	105

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Ciclo de un proyecto Fuente: (ONUDI, 1991)	13
Ilustración 2.	Distribución de partículas de cemento y ceniza.....	20
Ilustración 3.	Distribución del cargo de los encuestados	37
Ilustración 4.	Experiencia en participación de proyectos con concretos estructurales preparados en obra.....	41
Ilustración 5.	Experiencia directa en preparación de concretos estructurales en obra	41
Ilustración 6.	Percepción sobre el impacto económico al adicionar ceniza al concreto.....	46
Ilustración 7.	Licencias de construcción aprobadas en proceso	47
Ilustración 8.	Ubicación de plantas termoeléctricas en Colombia.....	49

Ilustración 9. Ubicación TermoGuajira	49
Ilustración 10. Ubicación TermoZipa.....	50
Ilustración 11. Volumen de concreto premezclado en Atlántico.....	56
Ilustración 12. Configuración en planta de una planta de producción de concreto.....	68
Ilustración 13. VPN del riesgo	96
Ilustración 14. Distribución de probabilidad del VPN.....	99
Ilustración 15. Distribución de probabilidad de la TIR	100
Ilustración 16. Gráfica tornado de riesgos.....	101

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Ficha técnica encuesta.....	24
Tabla 2. 5 fuerzas de Porter	35
Tabla 3. Caracterización de los encuestados	38
Tabla 4. Caracterización de los proyectos	39
Tabla 5. Resultados de experiencia previa en preparación de concreto en obra	40
Tabla 6. Percepción sobre la preparación de concreto en obra	43
Tabla 7. Percepción en el uso de la ceniza volante.....	44
Tabla 8. Percepción económica de la adición de ceniza en concreto estructural.....	45
Tabla 9. Valoración cualitativa Central termoeléctrica	51
Tabla 10. Oferta de concretos premezclados en Barranquilla	54
Tabla 11. Volumen de concreto premezclado vendido por departamento (m ³).....	55
Tabla 12. Proyección de la demanda. Las ventas de concreto premezclado en el Atlántico	57
Tabla 13. Parámetros de entrada.....	60
Tabla 14. Resistencia a compresión media requerida cuando no hay datos disponibles para establecer la desviación estándar	61
Tabla 15. f'cr obtenido para cada f'c de diseño	61
Tabla 16. Relación agua- material cementante	62
Tabla 17. Relación agua/ material cementante obtenida.....	62
Tabla 18. Contenido de agua, según el asentamiento esperado	62
Tabla 19. Cantidad de agua requerida	63
Tabla 20. Porcentaje máximo sobre el total de materiales cementantes	64
Tabla 21. Cantidad máxima de ceniza volante que puede usarse en el diseño de la mezcla	64
Tabla 22. Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto	65
Tabla 23. Cálculo de arena requerida	66
Tabla 24. Aporte de agua de los agregados	67
Tabla 25. Dosificación de material para cada una de las resistencias	67
Tabla 26. Salario operadores	69
Tabla 27. Salario ayudante de planta de mezclas	69
Tabla 28. Salario residente planta de mezclas.....	70
Tabla 29. Restricción de producción de concretos para condiciones consideradas.....	71
Tabla 30. Costo de planta de mezclas	72

Tabla 31. Costo total de los equipos y mano de obra	74
Tabla 32. Cantidad de plantas de acuerdo a la demanda	84
Tabla 33. Precio de venta de referencia	85
Tabla 34. Costos fijos asociados a la administración	86
Tabla 35. Costos asociados a la cantidad de obras atendidas por periodo.....	86
Tabla 36. Tabla de depreciación de equipos	86
Tabla 37. Comparativo de VPN según el tipo de amortización.....	87
Tabla 38. Plan de pago del crédito	87
Tabla 39. Capital de trabajo.....	88
Tabla 40. Variación del capital de trabajo	88
Tabla 41. Flujo de Caja Neto	90
Tabla 42. Indicadores financieros	91
Tabla 43. Matriz de riesgos del proyecto	93
Tabla 44. Cuantificación de riesgos	94
Tabla 45. Matriz de probabilidades.....	95
Tabla 46. Matriz de impacto probable	95
Tabla 47. Matriz de impacto si ocurre	95
Tabla 48. Flujo de caja simulado	97
Tabla 49. Indicadores financieros de la simulación	98
Tabla 50. Comparación del VPN de riesgo y el VPN del proyecto.....	100

LISTADO DE ECUACIONES

Ecuación 1. Proyección producción de concreto premezclado en Atlántico (miles de m ³).....	57
Ecuación 2, Material cementante	63
Ecuación 3. Cantidad de agregado fino de una mezcla.....	66
Ecuación 4. Aporte de agua.....	66

RESUMEN

Este trabajo pretende hacer un estudio de prefactibilidad para la apertura de un nuevo centro de operaciones de la empresa AHINCO S. A. S., por fuera del Valle de Aburrá. Partiendo de la condición generada por la disponibilidad reducida de ceniza volante; producto de la combustión de carbón para la generación de energía eléctrica. La ceniza es un insumo fundamental para la operación de la empresa, la cual trabaja en la producción en obra de concretos estructurales con adición de ceniza volante como parte del material cementante.

Se presenta, entonces, un estudio de prefactibilidad que contiene los elementos planteados por la ONUDI para el desarrollo de los mismos. Se profundizará en ciertos elementos de acuerdo a la actividad económica de la empresa AHINCO S. A. S. y en los conocimientos adquiridos a lo largo de su historia. Estos elementos empiezan con la selección de la ciudad para la apertura del nuevo centro de operaciones (de acuerdo a la fuente de ceniza utilizable). Una vez seleccionada la ciudad, se deben ejecutar una serie de estudios que permitan recolectar información de la dinámica del mercado de concretos estructurales y construcción. Luego se elabora un flujo de caja libre del proyecto que arroja unos indicadores financieros y sus análisis.

Los resultados esperados de este trabajo de grado pretenden brindar la información suficiente a la gerencia de la empresa, esto con el fin de tomar la decisión de avanzar o no en la inversión de mayores recursos para la apertura de una nueva sucursal.

PALABRAS CLAVES

Prefactibilidad, producción de concreto, ceniza volante.

1. INTRODUCCIÓN

AHINCO S. A. S. es una empresa de Medellín dedicada a la producción de concretos estructurales en obra, su actividad económica consiste en ofrecerle a las construcciones de edificaciones, ubicadas en el área metropolitana del Valle de Aburrá, el servicio de maquila de concretos en sitio, con la adición de ceniza volante.

Dicha ceniza volante se adiciona con el fin de mejorar algunas propiedades del concreto, tanto en estado fluido como en estado endurecido. La ceniza volante es un residuo de la combustión del carbón que es utilizado en pequeñas centrales termoeléctricas que proveen de energía a la industria de la región.

Las fuentes de ceniza volante utilizable para la preparación de concreto son limitadas, por lo tanto, la empresa AHINCO S. A. S. se propone buscar una nueva fuente de ceniza, que se encuentre estratégicamente ubicada cerca de una ciudad con una dinámica importante en el sector de la construcción. De esta manera, la empresa pretende aumentar su cuota de mercado y asegurar su permanencia y los intereses de sus socios y empleados en el futuro.

Este trabajo presenta un estudio de prefactibilidad para la apertura de un nuevo centro de operaciones de la empresa AHINCO S. A. S., por fuera del Valle de Aburrá.

Esta condición está dada por la disponibilidad reducida de ceniza volante, entonces, en un primer paso se debe determinar una ciudad que cuente con una fuente para conseguir dicha materia prima, posteriormente se realiza un estudio de mercado en donde se analiza cómo es la dinámica del mercado actual en dicha ciudad en cuanto al mercado de concretos estructurales y el sector de la construcción de edificaciones.

Posteriormente, se plantea un diseño de mezclas de acuerdo a las condiciones de los materiales que se ofrecen en dicha ciudad. Y finalmente, se elabora una estructura de costos con el fin de construir el flujo de caja libre del proyecto.

El análisis de toda esta información será de utilidad para la gerencia de la empresa, en cuanto le permitirá decidir si continúan con la inversión de recursos en la búsqueda de una ciudad para ampliar sus operaciones por fuera del Valle de Aburrá.

2. PROBLEMÁTICA

En el año 2009, el Concejo Mundial de Negocios para el Desarrollo Sostenible (WBCSD por sus siglas en inglés), estimó que en el año 2006 se produjeron aproximadamente 30.000 millones de toneladas de concreto en el mundo y que este producto era el segundo material más consumido a nivel global, después del agua (World Business Council for Sustainable Development, 2009). En el gran evento internacional INTERMAT – International Exhibition for construction and infrastructure - realizado en la ciudad de París en abril del 2018, se presentó un estimativo del mercado de mezclas de concreto en el año 2014 de aproximadamente 664.000 millones de dólares (INTERMAT, 2018).

Solo en abril del año 2018 se vendieron más de 6,5 millones de metros cúbicos de concreto premezclado en Colombia (CAMACOL, 2018c). Empresas como ARGOS, que vendió aproximadamente 11 millones de metros cúbicos de concreto en todo el año 2017 (ARGOS, 2017); Cemex, y Holcim, por mencionar algunas de las más importantes en el país, cuentan con una capacidad instalada sumada de más de 20 millones de metros cúbicos al año. Sin embargo, las empresas constructoras, cada vez más, han buscado producir concretos en obra para reducir los costos del mismo y tener más control sobre los tiempos ejecución de los vaciados, que se ven afectados por los problemas de movilidad en las principales ciudades del país.

Con licencias de construcción aprobadas en el país, por más de 12 millones de metros cuadrados en el primer semestre del 2018 (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2018), se prevé una alta demanda de concretos a nivel nacional. A pesar de esta condición, Manuel Lascarro, director general de ASOCRETO, afirmó que el 50% de las mezclas de concreto que se consumen en el país no cuentan con un adecuado control de calidad y son producidas por

empresas informales o por personas naturales (Ballesteros, 2018). Es aquí, donde empresas productoras de concreto en obra, con la suficiente experiencia, competencia y reconocimiento, tienen una gran oportunidad, pues sus procesos de producción cumplen con la normativa colombiana (como la NTC 3493), mediante el debido control de calidad, y logran ofrecer precios competitivos al mercado.

Una empresa como AHINCO encuentra aquí una gran oportunidad de negocio, pues cuenta con la experiencia en producción de concretos obra, con altos estándares de calidad, tecnología en el proceso, personal calificado e insumos como la ceniza volante, la cual brinda a las mezclas de concreto propiedades fisicoquímicas que aumentan su resistencia, durabilidad y manejabilidad, entre otras, y genera beneficios económicos para los compradores.

2.1 JUSTIFICACIÓN

Este trabajo pretende proveer la información técnica y comercial necesaria, que le permita a la gerencia de la empresa analizar la viabilidad del proyecto con base en los resultados de este ejercicio de investigación. El proyecto analizado, en caso de ser viable, brindará a la empresa la oportunidad de entrar a nuevos mercados, aumentando su volumen de ventas, generar mayores utilidades y mejorar su capacidad de ser sostenible en el tiempo, logrando mayores beneficios para su socios, colaboradores, clientes, proveedores y aliados estratégicos.

2.2 ALCANCE

Considerando que la empresa AHINCO ya ha identificado la fuente potencial de ceniza utilizable, el resultado esperado de este trabajo es un estudio de prefactibilidad para la empresa, mediante un estudio de mercado y un estudio técnico, los cuales tienen limitaciones como: muestras no representativas para la realización de encuestas, diseños de mezclas sin validación en campo, los precios

de los insumos serán los precios de lista de los diferentes proveedores, es decir, no se considerarán negociaciones por volumen.

Así mismo, con el fin de estimar la demanda de concreto en la ciudad seleccionada, se observará la dinámica del mercado de productos sustitutos, en este caso concretos premezclados, para establecer una proyección de demanda que sea consecuente con la cuota de mercado que la empresa tiene actualmente en el Valle de Aburrá.

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio de prefactibilidad para la apertura de una nueva sucursal de AHINCO a partir de los lineamientos de la ONUDI, con el fin de determinar su viabilidad.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir el entorno del proyecto, en términos macro, de los aspectos políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales.
- Llevar a cabo un estudio de mercado que permita analizar aspectos de demanda, competencia y canales de comercialización.
- Elaborar un estudio técnico teniendo en cuenta las condiciones que influyen en el proceso de producción, con el fin de proponer un diseño de mezclas para la preparación de concretos estructurales.
- Evaluar los ámbitos legal y administrativo que influyen directamente en el proyecto.

- Describir el escenario ambiental que afecta la actividad comercial de la empresa.
- Presentar un estudio financiero y un análisis de riesgos, con el fin de evaluar la viabilidad del proyecto.

4. MARCO DE REFERENCIA CONCEPTUAL

La selección de la metodología de gestión de proyectos es fundamental para el éxito del ejercicio gerencial. En el caso de este trabajo de grado, donde se pretende analizar posibilidades para la implementación de un nuevo negocio, del que aún no se tiene información, se descartan las metodologías como JICA, Marco Lógico y ZOPP, las cuales se encuentran dirigidas a la identificación de las áreas o procesos de las empresas que requieren mejoras. Después de un análisis más profundo se definen las prioridades, para luego de identificar los problemas, proponer la solución o alternativa de solución. Se trata entonces de metodologías enfocadas a los objetivos y resultados necesarios para la planificación, ejecución, seguimiento y terminación de un proyecto específico; un proceso muy sistematizado que requiere de requerimientos claros, medibles y ejecutables. La metodología ONUDI, si bien permite abarcar todas las etapas mencionadas anteriormente, propone un análisis de opciones con criterios de aceptación o rechazo para el avance a etapas posteriores, donde la información puede no estar muy clara, pero el propósito principal es recolectarla, ordenarla y analizarla. La metodología ONUDI se ajusta principalmente a proyectos de tipo financiero en donde se proyectan flujos de caja e indicadores de rentabilidad que sirven para la toma de decisiones. En este sentido, este trabajo de grado considerará la metodología ONUDI en su desarrollo.

4.1 METODOLOGÍA ONUDI

La Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), es una organización especializada, creada en el año 1979 por las Naciones Unidas, para

promover el desarrollo industrial, con el fin de disminuir la pobreza y alcanzar una globalización inclusiva y la sostenibilidad ambiental de las actividades productivas (Cancillería de Colombia, 2019).

La ONUDI define el ciclo de un proyecto, de acuerdo a tres grandes fases: preinversión, inversión y operación, y en cada una de ellas recomienda etapas que deben completarse para cumplir con una fase específica, como puede evidenciarse en la Ilustración 1.



Ilustración 1.Ciclo de un proyecto Fuente: (ONUDI, 1991)

En la fase de preinversión se identifican tres etapas principales: el estudio de oportunidad o perfil, la prefactibilidad y la factibilidad. El entorno, el mercado, la ingeniería del proyecto, los ámbitos legales, administrativos y ambientales, y el análisis financiero y de riesgos asociados al proyecto, son los aspectos que deben

evaluarse en cada una de las etapas, cada uno con un nivel de profundización y alcance definidos.

El perfil se genera con base en información secundaria, pero principalmente análoga, es decir, observación de situaciones, proyectos o negocios similares a los que se pretende evaluar. Permite identificar una oportunidad de inversión y las diferentes alternativas que para ella se presentan, y en esta fase es posible eliminar algunas de las alternativas con base en los factores críticos que se identifiquen.

En la fase de prefactibilidad se requiere profundizar más en la información requerida para la toma de decisiones. La información secundaria, proveniente de investigaciones anteriores, bases de datos y revisión documental en general; toma un papel importante, pues permite soportar la oportunidad de inversión con datos más acertados sobre el posible comportamiento del proyecto dentro de un entorno específico. Si bien en esta fase todavía pueden existir diferentes alternativas, se deberá suministrar suficiente información para que una de ellas sea considerada viable para continuar con la fase de factibilidad.

En esta fase puede requerirse la consecución de información primaria, rasgo típico de una factibilidad. Sin embargo, puede existir información fundamental para la evaluación de las alternativas, y en este caso, se deberá definir su rigurosidad con el fin de mantener al mínimo la inversión económica en esta fase del proyecto.

Por último, la factibilidad es una fase que requerirá información primaria, donde deberán perfeccionarse los aspectos analizados en la prefactibilidad que se consideren críticos para definir la viabilidad del proyecto y dar inicio al mismo. En esta fase, la cuantificación acertada de cada una de las variables es de suma importancia, por lo que se entiende que la información matemática requerirá un análisis metódico y más ajustado, con el fin de proporcionar mayor certidumbre a los inversionistas para la toma de decisiones.

Este trabajo de grado, si bien pretende brindar información suficiente a la empresa para la toma de decisiones, cuenta con limitaciones de tiempo y recursos

económicos que no permitirán avanzar a una fase de factibilidad. Es por esta razón que se enfocará la investigación desde la perspectiva de prefactibilidad, y en este sentido, se presentará el análisis de los diferentes aspectos.

4.1.1 ANÁLISIS DEL ENTORNO

Para realizar una correcta descripción del entorno en donde interviene este proyecto, se pretende hacer una revisión documental de la información disponible en artículos de investigación relacionados, artículos de revista o periódicos, información resultante de los trabajos de investigación que alimentan constantemente las agremiaciones y el DANE. Se abordará bajo la metodología PESTEL, de esta manera se hará la descripción del entorno político, entorno económico, entorno social, entorno tecnológico, entorno ecológico y entorno legal.

4.1.2 ESTUDIO DE MERCADO

Para el estudio de mercado, primero se debe realizar una aproximación al estudio técnico, con el fin de definir la localización ideal en donde se proyecta iniciar la oferta de servicios de AHINCO. La localización se pretende definir luego de realizar una mesa de trabajo, a partir de ella se construye una matriz cualitativa por puntos y cuyo resultado determina la ciudad escogida. Una vez se tiene la ciudad escogida, se busca saber y caracterizar los principales competidores del mercado, conociendo los productos que ofrecen y su precio de venta al público. Todo esto a través de la información encontrada en listas de precios y fichas técnicas solicitadas.

En la mesa de trabajo participarán los ingenieros Hernán Darío Mesa y Oscar Rojas; subgerente y coordinador de obras, respectivamente, de la empresa AHINCO. Dentro del ejercicio se busca evaluar por conveniencia los siguientes aspectos claves en la elección de la localización.

- Reserva de carbón (materia prima para la ceniza volante).

- Cercanía de plantas termoeléctricas a ciudades con proyección favorable en el sector de la construcción.
- Topografía del entorno.
- Niveles de producción de ceniza.
- Disponibilidad de materiales de playa.

Para la estimación de la demanda que pueden tener los servicios ofrecidos por AHINCO en la localización escogida, primero se decide cuantificar cual es la demanda actual en el Valle de Aburrá y realizar una comparación de esta demanda con respecto al volumen de concreto premezclado vendido en el Valle de Aburra para los periodos de tiempo conocidos. Una vez conocido el porcentaje de demanda de AHINCO sobre la demanda total de concreto premezclado en el Valle de Aburra, se determina que la demanda potencial que tendría AHINCO en la ciudad escogida, podría ser el equivalente según el volumen de concreto premezclado vendido en dicha localización.

4.1.3 ESTUDIO TÉCNICO

Para el estudio técnico se recurrirá a la experiencia que tiene la empresa en el sector. Con su ayuda se definirán los aspectos tecnológicos, recursos e ingeniería. Una parte importante del estudio técnico comprende el diseño de mezclas, que viene asociado a los insumos o materias primas disponibles en la localización definida previamente, dichos diseños se harán por el método de volumen absoluto, tal y como se describe más adelante.

4.1.4 ESTUDIO LEGAL, ADMINISTRATIVO Y AMBIENTAL

Estos ámbitos y escenarios se abordarán a través de la información disponible encontrada en la revisión documental y conocimiento ya adquirido por la compañía

a lo largo de su experiencia en la actividad productiva. Se pretende hacer una recopilación en donde se describa el marco regulatorio en los diferentes ámbitos, de acuerdo a la operación del proyecto.

4.1.5 ESTUDIO FINANCIERO Y ANÁLISIS DE RIESGO

Una vez determinados los precios de venta del servicio que ofrece y la demanda esperada, se debe evaluar la viabilidad del proyecto de acuerdo a las expectativas de los socios e inversionistas de la compañía. Para esto, se realizará una proyección de los flujos de caja libre, y se determinarán los indicadores financieros que permitan valorar la rentabilidad de la inversión.

A través de una matriz de riesgos, se enunciarán los principales riesgos a los cuales está expuesto el proyecto y se les dará una valoración cualitativa de su impacto y probabilidad de materialización. Así también como una recomendación, con el fin de mitigar, trasladar, eliminar o aceptar dichos riesgos según sea más conveniente.

4.2 AHINCO

AHINCO es una empresa dedicada a la producción de concretos estructurales en obra para la construcción de edificaciones de cualquier índole. Fundada en el año 2004 con el propósito mencionado, ha producido más de 200.000 metros cúbicos de concreto a lo largo de su trayectoria.

Los concretos producidos por la compañía han sido destinados a proyectos de vivienda, oficinas, centros comerciales e infraestructura en general, presentando un producto que cumple con los resultados exigidos por el mercado en cuanto a resistencia, calidad, acabado y precio, al igual que con las normativas vigentes en el sector de la construcción. Lo anterior se obtiene al incluir un elemento importante en los concretos que produce, que además ha logrado una ventaja competitiva al hacerlo. Este componente es la ceniza volante industrial, proveniente de la

combustión de carbón utilizada por empresas que cuentan con un sistema de generación energía por medio de plantas termo-eléctricas. La inclusión de este material, dentro de la mezcla de concreto, le ha permitido a la empresa mejorar las propiedades del concreto y ofrecerlo a precios competitivos.

AHINCO pertenece a un grupo empresarial con una experiencia sumada de más de 30 años, conformado por INGENIERÍA Y VIVIENDA S. A. S. y CONCEPTO INGENIERÍA S. A. S., empresas con las cuales ha realizado proyectos de construcción en el Valle de Aburrá y el Valle de San Nicolás. Otros clientes de AHINCO son compañías reconocidas en el departamento y el país, tales como Convel S. A. S., Muros y Techos S. A., Umbral, Ménsula S. A., Estructuración y Desarrollo de Proyectos Inmobiliarios S. A. Algunos de los proyectos más importantes se mencionan a continuación (AHINCO S. A. S., 2018):

- Centro comercial Mayorca, etapa II: 5.000 m³
- Centro comercial San Nicolás: 17.000 m³
- Plaza de la libertad: 22.000 m³
- Mall Palms Avenue: 7.200 m³
- Polideportivo Universidad Nacional de Antioquia: 3.200 m³
- Edificio MontPellier: 8.800 m³
- Conjunto inmobiliario calle 50 sur: 37.000 m³
- Arboleda del campo: 15.000 m³
- Fiori Vita y Vita mall: 9.000 m³

La ceniza que incluye AHINCO en sus mezclas de concreto es un residuo industrial proveniente de la combustión de carbón para la generación de energía termoeléctrica. La inclusión de ceniza como componente del concreto y su participación en la mezcla ha reducido la cantidad de cemento requerido hasta un 30 % aproximadamente, lo que podría representar una reducción de costos del

orden del 15 %, brindando a la empresa una ventaja económica frente a otras empresas, pues se logran ahorros importantes en la producción (AHINCO S. A. S., 2018). Sin embargo, uno de los valores agregados más importantes de la ceniza es su aporte a la durabilidad de los concretos, debido a que la partícula de la ceniza tiene un tamaño promedio menor que la del cemento, lo cual disminuye la porosidad final del material y mitiga el ataque de agentes externos, como sulfatos y óxidos. Lastimosamente este factor no es muy relevante para los consumidores del mercado actual, quienes buscan las resistencias esperadas con las especificaciones de durabilidad mínimas definidas por la norma. Se entiende, entonces, que AHINCO tendría una ventaja importante si el mercado local le diera una mayor importancia a la durabilidad del concreto, como se hace normalmente en el mercado mundial.

Las cenizas volantes son pequeñas esferas que resultan del enfriamiento de las partículas fundidas de arcilla, feldespatos, cuarzo y esquisto (Kosmatka, 2004a). El tamaño promedio de las cenizas es de 20 micrómetros, mientras que el tamaño promedio de una partícula de cemento es de 45 micrómetros. Por esta razón, entre otras, la ceniza tiene un efecto tan positivo en las mezclas de concreto, pues logra rellenar los espacios entre las partículas del cemento, tal como se muestra en la Ilustración 2.

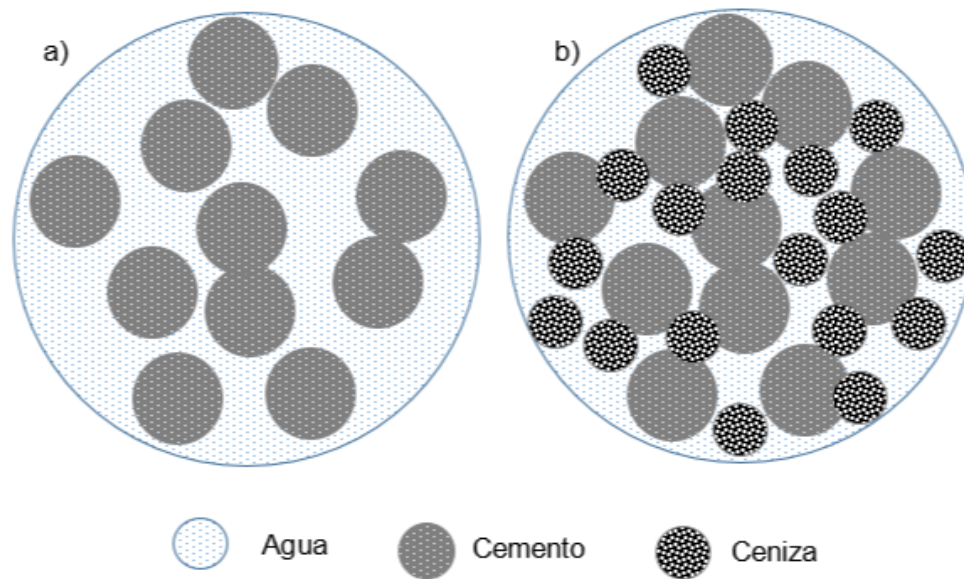


Ilustración 2. Distribución de partículas de cemento y ceniza

El efecto mencionado anteriormente, permite que el concreto tenga una mayor durabilidad, pues es menor propenso al ataque de agentes químicos o el ingreso de agua. Por otro lado, el proceso de reacción química entre las partículas de cemento y el agua crea un excedente de cal (llamada cal libre), la cual es aprovechada por la ceniza para reaccionar químicamente, aportando más resistencia a la mezcla en edades tardías, especialmente de los 28 días de fraguado en adelante.

El uso de cenizas volantes en las mezclas de concreto reduce la demanda de agua en un 10 %, aproximadamente, disminuyendo la exudación, la segregación del concreto y el calor de hidratación, lo cual representa un beneficio especial en la colocación de concretos masivos.

La ceniza tiene aportes importantes en el concreto endurecido, como la reducción de la permeabilidad y la absorción de agua, control de la reactividad álcali-agregado, disminución de los efectos negativos de los sulfatos y el agua de mar, disminuye la corrosión del refuerzo de acero y reduce la carbonatación del concreto (AHINCO S. A. S., 2018)

Adicionalmente a los aportes mencionados, la ceniza volante, como residuo industrial, tiene un costo sustancialmente menor que el cemento y esto hace que sea una adición técnicamente competente, económica y amigable con el medio ambiente.

AHINCO ha identificado la oportunidad de ampliar sus operaciones a mercados menos saturados que el de El Valle de Aburrá. Por esta razón, se plantea la necesidad de encontrar una ciudad que cumpla con las condiciones favorables para la implementación del negocio, tales como: disponibilidad de ceniza, disponibilidad y aptitud de materiales de playa y cemento. Dichos insumos son fundamentales para la operación del negocio y los costos que acarrearán son determinantes para la viabilidad del proyecto.

5. METODOLOGÍA

El objeto de estudio de esta investigación se enmarca en la expansión de una empresa de producción de concretos con ceniza volante en obra, por fuera del Valle de Aburrá, donde la empresa desarrolla su actividad económica actualmente. Con la intención de aumentar su participación en el mercado nacional, ha visto la posibilidad de abrir una nueva sucursal en otra ciudad donde la oportunidad del negocio le permita generar rentabilidad y crecimiento.

Para esto es necesario realizar un estudio de prefactibilidad que le permita a la empresa analizar la oportunidad y tomar una decisión al respecto. Se hace importante definir el instrumento de investigación más adecuado para el desarrollo de cada una de las etapas de este trabajo, las cuales brindarán información fundamental para la toma de decisiones.

5.1 INFORMACIÓN SECUNDARIA

La información secundaria consta de datos que han sido recopilados anteriormente. Constituyen una fuente eficiente de información y permiten direccionar la investigación de mercados según los resultados obtenidos por otras entidades o por la misma compañía (McDaniel, C. & Gates, R., 2016). Esta información proviene principalmente de la revisión documental de los datos recolectados por asociaciones gremiales y entidades estatales, cuando se trata de información estadística sobre un tema determinado, pero cualquier ejercicio de investigación que implique el análisis de información producida por terceros, está haciendo uso de fuentes secundarias.

Los datos secundarios pueden ayudar a aclarar el direccionamiento del problema (Valencia, S.F.), también pueden ofrecer una solución al problema sin necesidad de incurrir en los altos costos necesarios para recolectar información primaria, sin embargo, también tienen algunos limitantes relacionados con la relevancia con respecto al problema en estudio y con la disponibilidad de información actualizada y precisa.

5.2 INFORMACIÓN PRIMARIA

La información primaria consta de datos que han sido recopilados directamente para resolver el problema en cuestión. Normalmente se obtienen a través de encuestas, observación o experimentación. Obtener esta información requiere una inversión de recursos mucho mayor, sin embargo, la precisión de los datos y su relevancia con respecto al objeto en estudio la convierten en información valiosa, siempre y cuando se hayan considerado las buenas prácticas en la recolección de la misma. Lo anterior, permitirá obtener información de primera mano con un grado de confiabilidad determinado y suficiente para los requerimientos de quien la recolecta.

5.3 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La observación “es búsqueda deliberada, llevada con cuidado y premeditación, en contraste con las percepciones casuales, y en gran parte pasivas, de la vida cotidiana” (Gallardo, Y. & Moreno, A., 1999). Esta puede adoptar diferentes modalidades según los medios utilizados (estructurada, no estructurada); el papel o el modo de la participación del observador (autoobservación, participante, no participante); el número de observadores (individual o en equipo); o el lugar donde se realiza (trabajo de campo, etnográfica o laboratorio).

Con este instrumento se pretende conocer, por medio de la observación, la tipología y la magnitud de los proyectos que se desarrollan en la ciudad. Lo anterior permite inferir, de manera análoga a los proyectos del Valle de Aburrá, los volúmenes de concreto, las resistencias requeridas y la duración de la obra. Esta información es un insumo importante para la estimación y los hábitos de demanda.

La entrevista se entiende como la conversación que se tiene entre dos personas, entrevistador y entrevistado, con el fin de obtener información específica sobre un tema. Consiste en un acto de interacción que puede ser estructurado o libre, en donde se busca que el entrevistado suministre información que él conoce (Gallardo, Y. & Moreno, A., 1999).

Con el instrumento se pretende conocer, con mayor profundidad, la percepción de confianza que se tiene sobre el uso de ceniza volante como material adicionado a la mezcla de concreto, además la experiencia y satisfacción del consumidor con la logística de concretos premezclados vs. Concretos preparados en obra.

La encuesta se realiza sobre un grupo de individuos que representan un conjunto más amplio, y consiste en el uso de procedimientos estandarizados de interrogación, de los cuales se pueden obtener mediciones cuantitativas de características objetivas y subjetivas de la población, tales como: opiniones, actitudes, creencias, hábitos, datos y preferencias (Chiner, 2018).

Los resultados esperados de la aplicación de este instrumento permitirán cuantificar el conocimiento que se tiene sobre el uso de cenizas volantes en mezclas de concretos y complementar la información recolectada a través de la observación no participante.

La técnica para la aplicación de la encuesta se hace a través de internet, por medio de la herramienta “formulario” de Google docs. Se usa la estrategia bola de nieve, en donde se identifican las primeras personas que contestan la encuesta, y luego, mediante la ayuda de estas se buscan otros contactos que cumplan con el perfil del encuestado deseado, con el fin de alcanzar un número mayor de unidades para la muestra.

La muestra no es representativa ni tampoco aleatoria. Se busca que las personas encuestadas sean profesionales involucrados en la dirección y supervisión de proyectos de construcción en la ciudad de Barranquilla (Ingenieros civiles, Arquitectos, Constructores civiles). Se obtienen 20 respuestas válidas, tal y como se muestra en la siguiente ficha técnica, Tabla 1. El modelo de la encuesta se presenta en el Anexo 1, Formulario de la encuesta.

Tabla 1. Ficha técnica encuesta

Encuesta sobre el uso de cenizas volantes en la producción de concretos estructurales	
Técnica	Encuesta online
Universo	Profesionales de la construcción (ingenieros, arquitectos, y afines), involucrados en proyectos de construcción de la ciudad de Barranquilla y su alrededor cercano.
Método de muestreo	Método no aleatorio y por conveniencia, bola de nieve.
Tamaño de la muestra	20 unidades
Lugar de realización	Online
Fecha de trabajo de campo	Marzo de 2019
Programa de análisis de datos	Excel

6. ANALISIS DEL ENTORNO

Es fundamental desarrollar, antes de plantear cualquier táctica o estrategia de mercadeo, un análisis situacional de las fuerzas externas que impactan en la organización, y para ello, recomienda realizar un análisis PESTEL, el cual consiste en profundizar sobre los entornos político, económico, social, tecnológico, ecológico y legal; de ahí las siglas PESTEL. El análisis de cada uno de los entornos se realizará desde el punto de vista de la empresa, es decir, los factores externos que pueden afectarla positiva o negativamente, y de qué manera, todo esto a partir de la información disponible en fuentes secundarias, como artículos e investigaciones relacionadas (OXFORD, 2019).

6.1 ENTORNO POLÍTICO

El entorno político en Colombia ha tenido un comportamiento relativamente estable, debido a que los presidentes de los últimos periodos han mantenido una tendencia similar de derecha y con dos periodos presidenciales consecutivos en dos ocasiones consecutivas, lo cual ha permitido generar y ejecutar planes políticos a largo plazo. Dentro de estos planes, se han priorizado incentivos a la industria de la construcción y se ha procurado mejorar la percepción de confianza en las empresas e inversionistas del sector. Específicamente, para el periodo actual de gobierno, el presidente, dentro del plan de desarrollo presentado para el 2018- 2022, tiene como metas concretas, la disposición de recursos del presupuesto público para el mejoramiento de 600.000 viviendas y el inicio de construcción de 520.000 viviendas (Departamento Nacional de Planeación, 2019). De igual manera, el gobierno ha logrado crear planes de desarrollo y mejoramiento vial a nivel nacional, los cuales han sido impulsados por los diferentes presidentes de la república que, a pesar de las grandes dificultades e inmensos retrasos, han buscado llevar los proyectos a feliz término, permitiendo que la ingeniería y mano de obra colombiana sea parte fundamental del desarrollo del país.

Las gobernaciones departamentales, a raíz de la expansión acelerada de las zonas urbanas, se ven avocadas a formular Planes de Ordenamiento Territorial (POT) que permitan controlar la configuración de las dichas zonas, tanto urbanas con rurales, estableciendo perímetros de uso del suelo como vivienda, comercial, industrial y usos especiales; siempre enmarcados en un plan de infraestructura vial y servicios públicos. Lo anterior, con el único fin de garantizar que los recursos se empleen eficientemente. Los POT tienen tres componentes: el estructural (con una vigencia de mínimo tres periodos constitucionales), el contenido urbano de mediano plazo (con una vigencia de mínimo dos periodos constitucionales) y el contenido urbano de corto plazo y los programas de ejecución, los cuales cuentan con una vigencia de por lo menos un periodo constitucional (FENALCO, 2019).

De esta manera, la certidumbre que tienen los inversionistas y las empresas del sector de la construcción es conocida por los periodos de tiempo de vigencia de los POT. Esto brinda cierto grado de estabilidad en cuanto al comportamiento esperado de la actividad comercial.

Los POT son herramientas muy importantes para los gobernantes y aspirantes a cargos públicos, porque les permite formular estrategias de fomento a la adquisición de vivienda, lo anterior, hace necesario la promoción de leyes que permitan a los ciudadanos acceder a recursos y beneficios para la compra de vivienda, tales como la ley 1114 de 2006, con la cual se destinan 1.004.901 SMMLV del presupuesto nacional al otorgamiento de subsidios de vivienda social urbana y rural (Ley 1114 de 2006). De igual manera, promueven el marco legal para que entidades como el Fondo Nacional del Ahorro, administren programas enfocados en la facilitación de la adquisición de vivienda con tasas preferenciales y beneficios tributarios para los compradores y los constructores (Fondo Nacional del Ahorro, 2018).

6.2 ENTORNO ECONÓMICO

El entorno económico en Colombia se encuentra en un periodo de recuperación. Luego de dos años difíciles en términos de crecimiento económico para el país, acaba de superar un año en donde se dio la firma del acuerdo de paz con las fuerzas armadas subversivas más antiguas en el territorio nacional y un cambio de periodo presidencial, acontecimientos que generaron sensaciones de incertidumbre en el mercado, disminuyendo de manera considerable la confianza de los inversionistas.

Para el 2019, luego de pasar por la incertidumbre de las elecciones presidenciales, se presentan nuevamente elecciones regionales y votación para la aprobación del Plan Nacional de Desarrollo propuesto por el nuevo gobierno, las cuales, en conjunto, deberían generar un impulso a la economía a través del fomento de inversiones en infraestructura y construcción de viviendas, a mediano y largo plazo (Ramsey, 2018).

Según registros del DANE, el PIB del cuarto trimestre del 2018, con respecto al mismo trimestre del 2017, tuvo un aumento del 2,8%. Lo anterior gracias a un repunte en la inversión del 6,7%, debido a la confianza de los empresarios e inversionistas. Las actividades económicas que reportaron un mayor crecimiento en cuarto trimestre del 2018, son las siguientes:

- Construcción con un 4,2%.
- Administración pública, defensa, educación y salud con un 3,9%.
- Información y comunicaciones con un 3,7%.
- Actividades profesionales, científicas y técnicas con un 3,3%
- Comercio al por mayor y al por menor con un 2,9%.

La construcción, es el mayor componente de la inversión, en donde se reporta un crecimiento del 4,2% en el cuarto trimestre, siendo este el segundo valor positivo

observado luego de seis trimestres de valores negativos (Departamento Administrativo Nacional Electoral, 2019).

El crecimiento del sector Construcción va respaldado por el crecimiento obtenido en cada una de las subactividades económicas, como se especifica a continuación:

- a. Construcción de carreteras y vías de ferrocarril, de proyectos de servicio público y de otras obras de ingeniería civil, con un crecimiento del 5,5%.
- b. Construcción de edificaciones residenciales y no residenciales, con un crecimiento del 4,4%.
- c. Actividades especializadas para la construcción de edificaciones y obras de ingeniería civil (alquiler de maquinaria y equipos de construcción con operadores), con un crecimiento del 1%.

Particularmente, en el área de edificaciones residenciales, se registró el primer trimestre positivo en siete semestres consecutivos, y el más alto de los últimos tres años, lo cual genera expectativas importantes para los inversionistas y empresarios en el sector de la construcción de vivienda

Teniendo en cuenta lo anterior, las empresas del sector de la construcción empiezan a generar estrategias para aumentar su cuota de mercado, mediante inversiones agresivas en publicidad, infraestructura interna, relacionamiento comercial, entre otras, que suelen crear ambientes hostiles para las pequeñas y medianas empresas.

6.3 ENTORNO SOCIAL

La presencia de grupos armados terroristas en las zonas rurales y la falta de oportunidades han sido uno de los principales factores para la migración masiva y constante de personas a la urbe (CARACOL Radio, 2017), esto ha ocasionado un fenómeno de expansión acelerado de la población en las principales ciudades del

país, obligando al gobierno a destinar recursos económicos de gran cuantía con el fin de solucionar los problemas de déficit de vivienda e infraestructura (servicios públicos, hospitales, colegios, etc.), ocasionados no solamente por la migración, sino por el crecimiento normal de la población. Esta inyección de recursos, sumada a los recursos privados, ha permitido que el sector de la construcción permanezca como uno de los grandes contribuyentes al PIB nacional, lo cual, para una empresa proveedora de insumos para la construcción, representa una gran oportunidad.

En el caso de la inyección de recursos privados, han sido motivados por el incremento en la capacidad adquisitiva y la pretensión de una mejor calidad de vida de la población, todo esto se ve reflejado en la cantidad de licencias de construcción otorgadas a lo largo de los años y la demanda creciente de vivienda, tanto para habitar como para invertir (CAMACOL, 2018).

6.4 ENTORNO TECNOLÓGICO

Las razones para incluir la ceniza en una mezcla de concreto, según la información presentada por la empresa en su página web (AHINCO S. A. S., 2018) y soportadas con estudios técnicos, se mencionan a continuación:

Resistencias superiores a las obtenidas sin ceniza volante. La adición de ceniza volante permite obtener resistencias muy superiores, en comparación con los concretos del mercado. Se ha logrado controlar las reacciones y procesos para alcanzar altas resistencias tempranas, lo que se considera un factor muy importante, pues la ceniza proporciona, sobre todo, grandes aportes en la resistencia tardía.

Permite reducir la cantidad de cemento por metro cubico de concreto, resultando en una reducción significativa en el precio final de producción. Todo esto validado con un debido diseño de mezcla y ensayos de laboratorio, según la resistencia esperada.

La variación del color del producto terminado, no es apreciable si hay buen control de calidad de la ceniza.

La textura del concreto y el acabado del mismo es superior. Se logra una textura más pareja y un acabado menos poroso.

Concretos menos permeables. Debido a la disminución de agua en la mezcla y el tamaño de la partícula de ceniza, (ASTM INTERNATIONAL, 2018) se logra una reducción en el tamaño de los poros al generarse una pasta de mayor volumen.

Concretos más durables. La reducción en el tamaño de los poros mitiga el efecto de los agentes agresores. Las reacciones químicas que se producen con la presencia de la ceniza son menos invasivas.

Concretos de menor calor de hidratación. Al reducir la cantidad de cemento, el calor de hidratación (calor desprendido con el contacto entre el cemento y el agua) disminuye.

Concretos de menor retracción. Las disminuciones en la cantidad de agua y el calor generado por la mezcla, permiten tener menores variaciones de temperatura, mitigando el efecto de retracción.

Concretos menos propensos a la segregación. La presencia de micropartículas de ceniza hace que la mezcla sea más cohesiva y menos propensa a la segregación, entendida como la separación de los elementos (materiales pétreos, agua, cemento y ceniza).

Concretos con mejor aptitud para el bombeo. La forma de las micropartículas, la disminución en el efecto de segregación y el aumento en la cohesión, son factores que permiten un mejor bombeo, facilitando su colocación en obra durante el vaciado de elementos.

En conclusión, si bien la ceniza es una adición que se ha usado durante siglos, el insumo como tal y el buen uso del mismo por parte de AHINCO S. A., son el componente tecnológico más importante con el que cuentan. Sin desconocer que

los equipos de producción hacen parte fundamental la tecnología del proceso, se entiende que no se requieren equipos con tecnología de punta, y se encuentran con facilidad en el mercado nacional e internacional.

6.5 ENTORNO ECOLÓGICO

AHINCO ha enfatizado los beneficios técnicos del uso de este tipo de concretos, resaltando también los beneficios ecológicos del uso de cenizas volantes en los concretos. Se entiende que, al incluir las cenizas en las mezclas de concreto para reducir la cantidad de cemento, se está reduciendo la cantidad demandada de producción del mismo, pues la producción de una tonelada de cemento genera una tonelada de CO₂ (BBC Mundo, 2018). De manera adicional, la ceniza volante es un residuo de los hornos de plantas térmicas para la generación de energía y este residuo es considerado en algunos lugares como de alto riesgo contaminante y su disposición final requiere de altas medidas de precaución. Por lo tanto, el uso de este material para la preparación de concreto significa una vida útil extendida y la disminución del riesgo de contaminación por su inadecuada disposición (CONCRETE PRODUCTS, 2010).

La sociedad ha creado una consciencia ambiental más fuerte con el paso de los años. Los millennials consideran que el cambio climático y la destrucción de la naturaleza son algunos de los problemas más graves que enfrenta el mundo (El Espectador, 2017). Las empresas, debido a la presión política y social y los beneficios tributarios, han migrado a estrategias que tengan como pilar fundamental la responsabilidad ambiental. En el sector de la construcción, las empresas están desarrollando más proyectos que apunten a certificaciones Leed (U.S. Green Building Council, 2019) y los concretos con cenizas volantes hacen parte de los materiales sostenibles más demandados a nivel internacional. Es aquí donde AHINCO debe redoblar esfuerzos, pues el componente sostenible del producto

genera beneficios al medio ambiente y beneficios directos e indirectos a quienes hacen uso de ellos.

6.6 ENTORNO LEGAL

La ley 400 de 1997, por la cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes, es la máxima norma que rige el sector de la construcción de edificaciones (NSR-10) (Ley 400 de 1997), cuyo fin es estandarizar los procesos de diseño, construcción y verificación de los elementos estructurales y no estructurales de las mismas para preservar la vida y el patrimonio de las personas. La actividad productiva AHINCO está, entonces, enmarcada en esta ley, donde se debe controlar el proceso de diseño de mezclas, los estándares mínimos de los materiales (propiedades físico químicas) y el proceso de producción para garantizar la calidad de los concretos especificada en los diseños estructurales. Cabe aclarar que la NSR vincula, de manera reglamentaria, otras normas como las Normas Técnicas Colombianas (NTC) y las American Society for Testing and Materials (ASTM) de origen norte americano, entre otras.

Como cualquier otra empresa debidamente constituida, AHINCO debe cumplir con todas las leyes que rigen la actividad comercial, es decir, leyes tributarias, laborales, comerciales, ambientales, financieras y constitucionales. Es importante tener en cuenta que, si bien hay leyes nacionales, algunas otras pueden tener variaciones según el municipio o departamento; por ejemplo, las corporaciones autónomas regionales se encargan de reglamentar el uso de los recursos naturales y rigen en determinados territorios.

7. ESTUDIO DE MERCADO

Con el fin de analizar los aspectos actuales del comportamiento del mercado, se recoge, a partir de fuentes secundarias, la información disponible para caracterizar el producto (el cual es el centro de estudio y razón social de la compañía), del mismo

modo que se analizan la competencia y los canales de comercialización, así como también para determinar los precios y estimar la demanda.

7.1 PRODUCTO

Según investigaciones, el concreto ha sido usado por la humanidad por más de 5.000 años, entendiendo que en formas no tan avanzadas como las que usamos hoy en día. El gran avance en la preparación y uso de los concretos para la construcción de estructuras se da en el año 1824, en el cual el constructor Joseph Aspdin patentó el cemento Portland, compuesto principalmente por óxido de calcio y óxido de silicio, al cual se le adicionan otros materiales para mejorar sus características fisicoquímicas.

El cemento Portland es, entonces, un producto que al reaccionar con el agua se convierte en una pasta conglomerante, la cual, en presencia de agregados pétreos como arena, agregado grueso (rocas), otras adiciones como ceniza, fibras de acero o plástico, entre otras, y aditivos para diferentes requerimientos, forman lo que se conoce como concreto y hormigón. Posteriormente, se incluyó el acero de refuerzo en el núcleo del concreto para compensar su fragilidad y poca resistencia a la tracción. De esta manera, el concreto armado, como lo conocemos hoy, es uno de los materiales más usados a nivel mundial por su importancia en el desarrollo de la civilización.

El concreto es un producto que, en estado fresco, debe tener una manejabilidad suficiente para su colocación, la cual es definida por el cliente según sus necesidades. El proceso de reacción química que genera el endurecimiento de la pasta, típicamente, inicia dos horas después del contacto entre el cemento y el agua, tiempo en el cual la mezcla ya debería estar colocada en su posición final y tratada por medio de vibradores para expulsar las burbujas de aire, en la mayoría de los casos. Esta pasta empieza a ganar resistencia con el tiempo, más

rápidamente en los primeros 28 días, pero sin interrumpir durante 56, 90, 120 días y muchos más, en menor proporción.

Si bien se muestra un proceso simple, se requieren muchos cuidados en el mismo: la selección de las materias primas, la preparación de la mezcla, el transporte de la mezcla en estado fresco, la colocación y los cuidados posteriores (curado). Lo anterior, para garantizar un producto que cumpla con la calidad requerida por el cliente y dentro de las normas vigentes del sector.

Como se mencionó anteriormente, un proyecto de construcción puede obtener el concreto de dos maneras: producción en obra o concretos premezclados, y es en los últimos en los que se concentrará el análisis del mercado, pues, lamentablemente, las estadísticas del DANE, CAMACOL o la CCI, no son lo suficientemente robustas en el tema de los concretos preparados en obra.

Tabla 2. 5 fuerzas de Porter

	Descripción	Estrategia
Poder de negociación de los compradores	Los potenciales clientes, teniendo en cuenta la alta oferta de concretos premezclados en la ciudad, pueden forzar los precios de los concretos de Ahinco hasta puntos no rentables	La empresa debe procurar que los insumos necesarios para el proceso tengan costos adecuados, por medio de negociaciones en gran volumen o anticipos, por ejemplo.
Poder de negociación de los proveedores	Los proveedores de concretos premezclados son también los proveedores del cemento que usa AHINCO. Debido a la amenaza por la entrada de la empresa en la ciudad, podrían presionar con el precio de este insumo	La empresa debe transferir el riesgo, procurando que la empresa constructora contratante se encargue del suministro del cemento
Amenaza de nuevos competidores entrantes	La presencia de Ahinco en la ciudad puede motivar la entrada de nuevas empresas que ofrezcan el servicio de producción de concretos en obra.	Ahinco debe fidelizar sus clientes y proveedores, y debe procurar que la fuente de ceniza volante limite la venta del insumo por medio de contratos de exclusividad, por ejemplo.
Amenaza de productos sustitutos	El concreto podría considerarse como una materia prima sujeta a avances tecnológicos, pero no tan expuesto a la amenaza de productos sustitutos	Mantener una actitud vigilante frente a los avances tecnológicos en los concretos para evitar la pérdida cuota de mercado por este factor
Rivalidad entre los competidores	En Colombia han existido casos de rivalidad que han desplomado los precios del cemento y/o el concreto. Lo anterior, podría causar una pérdida en la cuota de mercado de Ahinco.	Ahinco debe ser estricto con la elaboración de contratos que le permitan proteger sus intereses.

Fuente: elaboración propia.

7.1.1 ENCUESTA

Con el fin de inferir cuál es la percepción actual que tienen los profesionales, residentes de las obras en construcción en la ciudad de Barranquilla, con respecto

al uso de ceniza volante como adición de material cementante para la preparación de concreto estructural, se procede a realizar una encuesta para obtener información, principalmente sobre los siguientes aspectos:

Experiencia en el sector de la construcción.

- Dimensionamiento (magnitud y duración) del proyecto que actualmente ejecutan.
- Predominancia del uso del concreto preparado en obra.
- Percepción del concreto estructural con adición de ceniza volante.

Estos parámetros nos servirán para estimar el grado de aceptación que podría tener la compañía al llegar a la ciudad de Barranquilla y ofrecer el servicio de maquila para la preparación de concretos en obra con la inclusión de ceniza volante como material cementante. De igual forma, podrían servir para segmentar los clientes potenciales, según el tipo de edificación y su dimensión.

Se logran obtener 20 encuestas de manera satisfactoria, las cuales son el material de entrada y en ellas se recoge la percepción y confianza en el uso de ceniza volante como adición para la preparación de concretos en obra. Dentro de las personas entrevistadas, 15 de ellas son residentes de obra de construcción, dos son directores de obra y los tres restantes se desempeñan en áreas administrativas, de diseño o de consultoría, pero que intervienen en obras de construcción en su quehacer cotidiano.

Las edades de los entrevistados se encuentran todas entre los 25 y los 41 años, y su experiencia en el sector de la construcción va desde los dos hasta los 16 años, teniendo como promedio 6,4 años (Tabla 3).

Una vez caracterizada la población encuestada, se busca caracterizar el proyecto de construcción en el cual se desempeñan actualmente, esto se hace con el fin de dimensionar el volumen de concreto requerido en la obra y su demanda distribuida a lo largo del tiempo de duración de la misma. A partir de esto se aprovecha para

indagar sobre el tipo de concreto utilizado en la obra (con esto se refiere a concreto preparado en obra o premezclado). Los resultados muestran que las personas encuestadas se encuentran trabajando en proyectos de diferentes magnitudes, con áreas construidas desde 560 metros cuadrados hasta 160.000 metros cuadrados, esta información se muestra la Tabla 4.

Dentro de la encuesta se encuentra también un indicativo acerca del tipo de experiencia que han tenido los encuestados con respecto a la preparación de concreto en obra, en donde se busca encontrar si los encuestados han participado de proyectos con concreto estructural preparado en obra y si ellos mismos han participado o tenido injerencia en esta preparación de concretos, la Tabla 5 muestra los resultados obtenidos en donde el 95% de los encuestados respondieron afirmativamente estas dos preguntas.

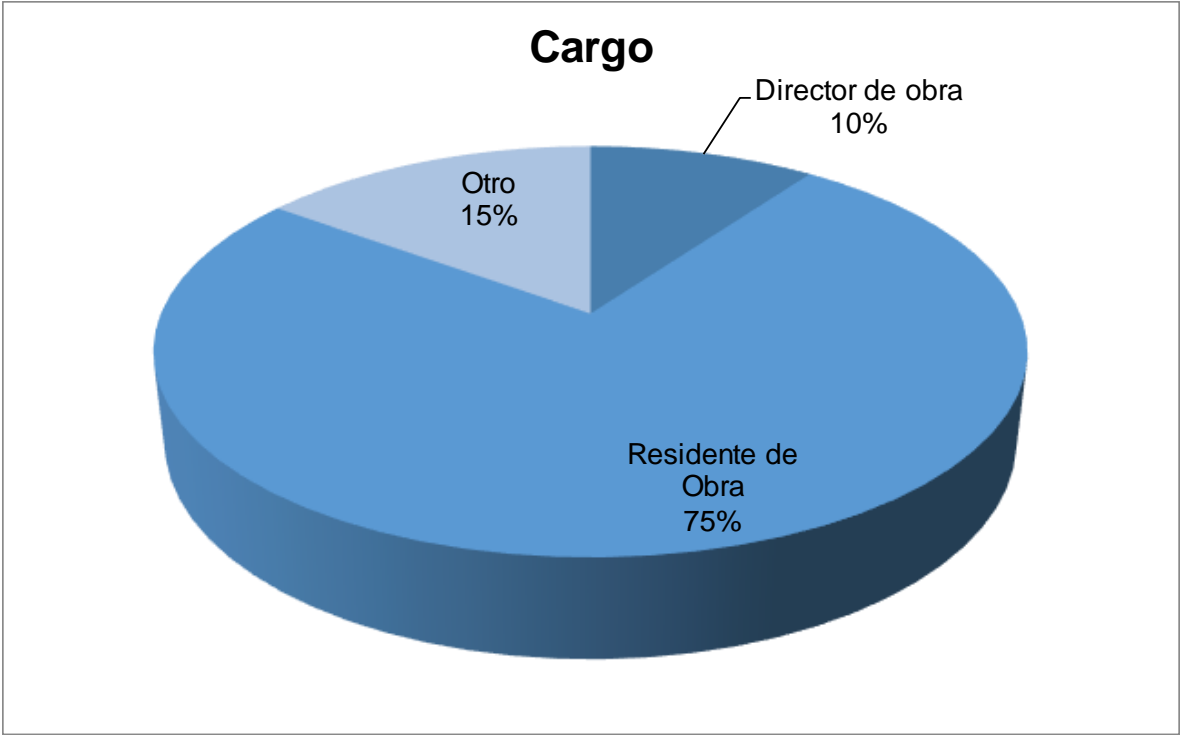


Ilustración 3. Distribución del cargo de los encuestados

Tabla 3. Caracterización de los encuestados

Encuestado No.	Cargo	Edad	Años de experiencia en construcción
1	Gerente	28	5
2	Residente de Obra	27	6
3	Residente de Obra	26	4
4	Ingeniero calculista	31	10
5	Residente de Obra	27	4
6	Residente de Obra	28	6
7	Residente de Obra	26	4
8	Residente de Obra	25	3
9	Consultor	30	8
10	Director de obra	38	11
11	Residente de Obra	28	6
12	Residente de Obra	27	5
13	Director de obra	34	13
14	Residente de Obra	31	7
15	Residente de Obra	29	4
16	Residente de Obra	41	16
17	Residente de Obra	30	4
18	Residente de Obra	33	2
19	Residente de Obra	33	4
20	Residente de Obra	31	5

Mínimo
Promedio
Máximo

25,0	2,0
30,2	6,4
41,0	16,0

Tabla 4. Caracterización de los proyectos

Encuestado No.	Área construida del proyecto (m2)	Número de viviendas	Aproximadamente, ¿cuántos metros cúbicos de concreto requiere su proyecto? (m3)	¿Cuál es la duración aproximada de la ejecución de subestructura y estructura? (mes)
1	560,00	8	1.000	4
2	54.000,00	850	5.000	24
3	25.000,00	400	7.000	24
4	N/A	N/A	100	6
5	N/A	90	100	7
6	25.000,00	260	2.000	36
7	650,00	1	80	2
8	12.000,00	450	N/A	N/A
9	N/A	N/A	N/A	12
10	15.000,00	108	5.104	8
11	80.000,00	N/A	65.000	20
12	160.000,00	N/A	25.000	18
13	20.000,00	536	30.000	3
14	25.000,00	398	3.800	12
15	48.000,00	N/A	7.200	12
16	13.000,00	715	33.000	10
17	12.000,00	727	32.000	48
18	17.000,00	200	1.500	3
19	12.000,00	700	9.000	4
20	70.000,00	N/A	25.000	15
Mínimo	560	1	80	2
Promedio	34.659	389	13.994	14
Máximo	160.000	850	65.000	48

Tabla 5. Resultados de experiencia previa en preparación de concreto en obra

Encuestado No.	¿Ha realizado proyectos con concretos estructurales preparados en obra?	¿Ha preparado concretos estructurales en obra?
1	Si	Si
2	Si	Si
3	Si	Si
4	Si	Si
5	Si	Si
6	Si	Si
7	Si	Si
8	Si	Si
9	Si	Si
10	Si	Si
11	Si	Si
12	Si	Si
13	Si	Si
14	No	No
15	Si	Si
16	Si	Si
17	Si	Si
18	Si	Si
19	Si	Si
20	Si	Si

Afirmativo	19	19
Negativo	1	1

¿Ha realizado proyectos con concretos estructurales preparados en obra?

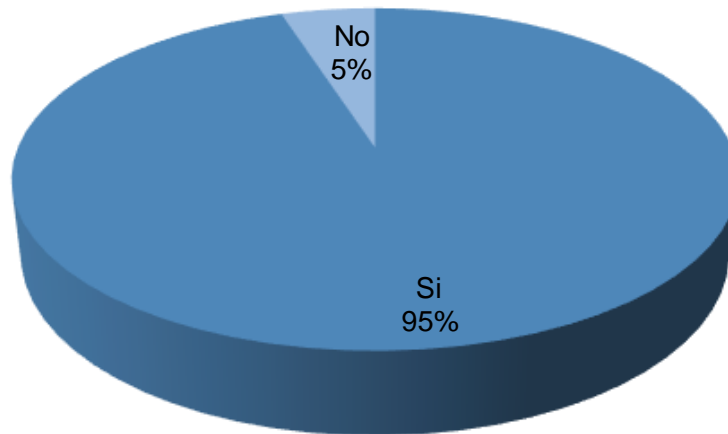


Ilustración 4. Experiencia en participación de proyectos con concretos estructurales preparados en obra

¿Ha preparado concretos estructurales en obra?

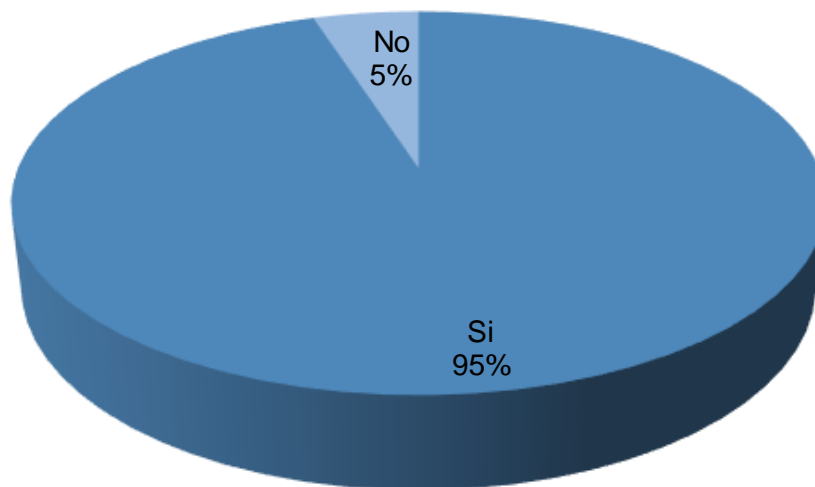


Ilustración 5. Experiencia directa en preparación de concretos estructurales en obra

Luego de recolectar esta información, la encuesta busca tomar del encuestado su percepción acerca del concreto estructural preparado en obra, principalmente se le dan a escoger algunos calificativos para que este seleccione dos o más que mejor se acomoden a su concepto. De estas respuestas, en la Tabla 6 encontramos que 18 de los encuestados valoran la disponibilidad inmediata del concreto como un efecto de la preparación en obra, y 11 de ellos valoran que existe un ahorro en los tiempos de vaciado al manejar concreto preparado en obra.

Posteriormente se pretende inferir qué conocimiento tienen los encuestados sobre los beneficios o perjuicios que puede tener la adición de ceniza volante en la preparación de concretos. Se les dan a escoger algunos calificativos para que el encuestado seleccione dos o más que mejor se acomoden a su conocimiento. Los calificativos se encuentran categorizados en cinco propiedades importantes del concreto, que son: durabilidad, retracción, bombeabilidad, resistencia y apariencia; para cada una de estas hay un calificativo positivo y uno negativo. De los resultados obtenidos para esta pregunta y que se encuentra en la Tabla 7, cabe resaltar que 15 de los 20 encuestados valoraron que la adición de ceniza aporta mayores resistencias en la mezcla de concreto. También 11 de los 20 encuestados resaltaron que la adición de ceniza volante a la mezcla brinda mayor durabilidad al concreto.

Para abordar el ámbito económico de la adición de ceniza a la mezcla de concreto, se indaga por el efecto que puede tener dicha adición en términos de ahorro, sobrecosto o ninguno, en la Tabla 8 se observa que el 80% de los encuestados considera que la adición de ceniza volante a la mezcla de concreto genera un efecto de ahorro, un 10% considera que genera un efecto de sobrecosto y el 10% restante considera que no genera ningún efecto económico.

Tabla 6. Percepción sobre la preparación de concreto en obra

Encuestado No.	¿Cuál de los siguientes efectos cree que pueden presentarse al preparar concreto en obra? (selecciones mínimo dos respuestas)			
	Disponibilidad	Duración de vaciado	Desperdicios	Control de calidad
1	Disponibilidad inmediata del insumo			Control de calidad deficiente
2	Disponibilidad inmediata del insumo	Ahorro en tiempos de vaciado	Mejor control de desperdicios de vaciado	
3	Disponibilidad inmediata del insumo			Control de calidad deficiente
4	Disponibilidad inmediata del insumo	Ahorro en tiempos de vaciado		Mejor control de calidad
5	Disponibilidad inmediata del insumo	Ahorro en tiempos de vaciado	Mejor control de desperdicios de vaciado	Mejor control de calidad
6	Disponibilidad inmediata del insumo			Mejor control de calidad
7	Disponibilidad inmediata del insumo	Ahorro en tiempos de vaciado		Mejor control de calidad
8	Disponibilidad inmediata del insumo		Mejor control de desperdicios de vaciado	
9	Disponibilidad inmediata del insumo	Ahorro en tiempos de vaciado	Mejor control de desperdicios de vaciado	Control de calidad deficiente
10	Disponibilidad inmediata del insumo		Mayores desperdicios del insumo	Control de calidad deficiente
11	Disponibilidad inmediata del insumo	Ahorro en tiempos de vaciado	Mejor control de desperdicios de vaciado	
12	Disponibilidad inmediata del insumo	Ahorro en tiempos de vaciado		
13	Disponibilidad inmediata del insumo	Ahorro en tiempos de vaciado	Mejor control de desperdicios de vaciado	Mejor control de calidad
14	Disponibilidad inmediata del insumo	Ahorro en tiempos de vaciado		Control de calidad deficiente
15	Disponibilidad inmediata del insumo		Mayores desperdicios del insumo	Control de calidad deficiente
16	Disponibilidad inmediata del insumo			Mejor control de calidad
17	Disponibilidad inmediata del insumo	Ahorro en tiempos de vaciado	Mayores desperdicios del insumo	
18		Ahorro en tiempos de vaciado	Mejor control de desperdicios de vaciado	Mejor control de calidad
19			Mayores desperdicios del insumo	
20	Disponibilidad inmediata del insumo	Ahorro en tiempos de vaciado	Mejor control de desperdicios de vaciado	Mejor control de calidad

Tabla 7. Percepción en el uso de la ceniza volante

Encuestado No.	¿Cuál de los siguientes efectos físico-químicos cree que la ceniza volante puede aportar a los concretos estructurales? (seleccione mínimo dos respuestas)				
	Durabilidad	Retracción	Bombeabilidad	Resistencia	Apariencia
1			Mejores condiciones de bombeo	Mayor resistencia	
2	Mayor durabilidad		Mejores condiciones de bombeo	Mayor resistencia	
3	Mayor durabilidad			Mayor resistencia	
4	Mayor durabilidad	Menor retracción	Mejores condiciones de bombeo	Mayor resistencia	
5	Mayor durabilidad	Menor retracción		Mayor resistencia	
6			Mejores condiciones de bombeo	Mayor resistencia	
7		Menor retracción			
8	Mayor durabilidad			Mayor resistencia	
9	Mayor durabilidad	Menor retracción		Mayor resistencia	
10		Menor retracción	Mejores condiciones de bombeo		
11	Mayor durabilidad	Menor retracción		Mayor resistencia	
12				Mayor resistencia	Homogeneidad en el color
13				Mayor resistencia	
14	Mayor durabilidad			Mayor resistencia	
15	Mayor durabilidad			Mayor resistencia	
16		Menor retracción		Mayor resistencia	
17		Menor retracción		Mayor resistencia	
18	Mayor durabilidad				Homogeneidad en el color
19	Mayor durabilidad			Mayor resistencia	
20			Mejores condiciones de bombeo	Mayor resistencia	Homogeneidad en el color

Tabla 8. Percepción económica de la adición de ceniza en concreto estructural

Encuestado No.	¿Cuál cree que puede ser el efecto económico de adicionar cenizas volantes en concretos estructurales?
1	Ahorro
2	Ahorro
3	Sobrecosto
4	Ahorro
5	Ninguno
6	Ahorro
7	Ahorro
8	Sobrecosto
9	Ahorro
10	Ahorro
11	Ahorro
12	Ahorro
13	Ahorro
14	Ninguno
15	Ahorro
16	Ahorro
17	Ahorro
18	Ahorro
19	Ahorro
20	Ahorro

Ahorro	16
Sobrecosto	2
Ninguno	2

¿Cuál cree que puede ser el efecto económico de adicionar cenizas volantes en concretos estructurales?

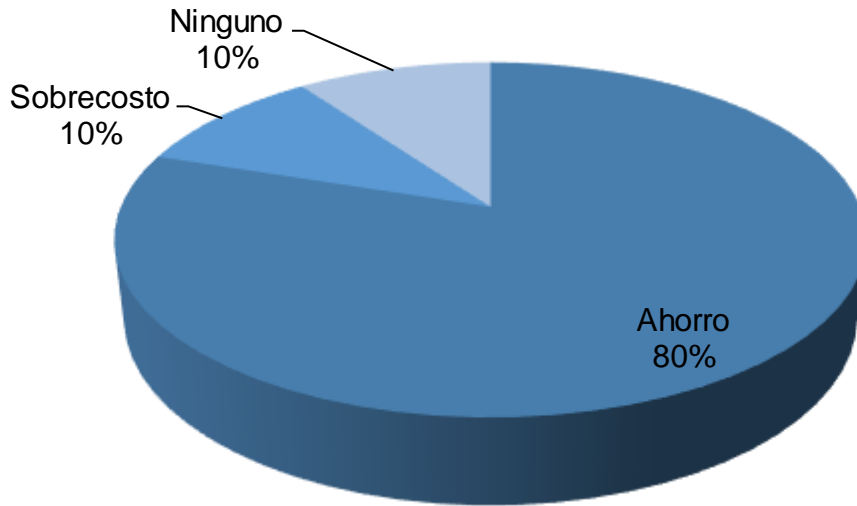


Ilustración 6. Percepción sobre el impacto económico al adicionar ceniza al concreto

7.2 PLAZA

En el estudio “Colombia construcción en cifras” (CAMACOL, 2018) se presenta el histórico de licencias de construcción en proceso de las siete principales ciudades del país. Bogotá, Medellín y Barranquilla encabezan la lista de ciudades con mayor número de metros cuadrados de obras en proceso. Este comportamiento, no solo se presenta en la actualidad, sino también a lo largo de los últimos años. En la Ilustración 7 se muestra el comportamiento de las siete áreas urbanas de las principales ciudades del país, en cuanto a los metros cuadrados de licencia de construcción en proceso de ejecución. En ella se puede observar, que las áreas urbanas de Medellín y Bogotá presentan una cantidad elevada de licencias de construcción aprobadas. Luego de estas, la ciudad de Barranquilla y la ciudad de Cali son las ciudades que presentan el comportamiento más atractivo, por encima

de las otras tres ciudades restantes (Bucaramanga, Pereira y Armenia, que no presentan un volumen de licencias de construcción suficiente para ser atractivo).

Se ha identificado que las constructoras de la ciudad de Medellín, cada vez más, optan por producir sus propios concretos, lo cual reduce la cuota de mercado de la empresa AHINCO. Por otro lado, las fuentes de ceniza disponibles en la ciudad, son cada vez más demandadas, disminuyendo la capacidad de adquisición y uso de la ceniza para la producción de concretos de la empresa. Por esta razón, los socios han decidido explorar la posibilidad y viabilidad de implementar su negocio en otras ciudades.

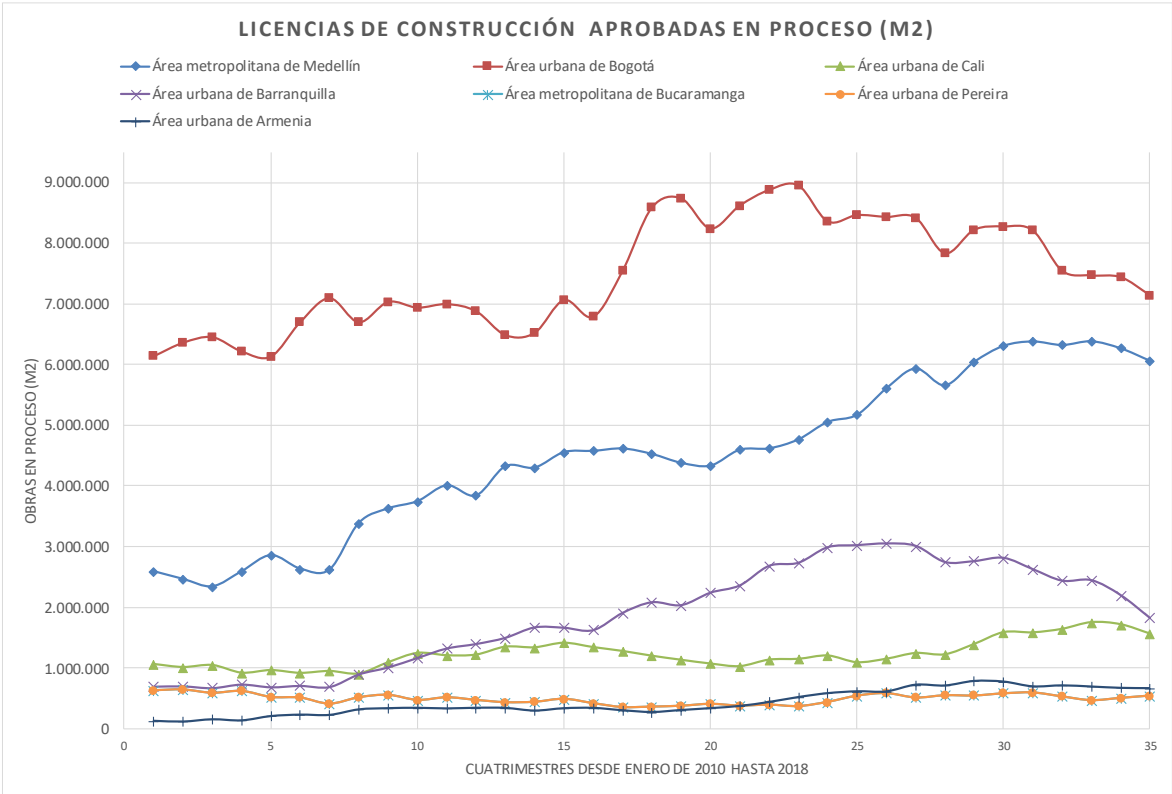


Ilustración 7. Licencias de construcción aprobadas en proceso

Fuente: Adaptado de (CAMACOL, 2018)

Como se ha explicado en capítulos anteriores, el principal insumo para la producción de mezclas en el proceso de AHINCO es la ceniza. Por esta razón, con el fin de

evaluar la viabilidad de las ciudades, es importante identificar fuentes de ceniza volante aptas para la producción de concretos estructurales.

En la Ilustración 8 se observa la ubicación general de las plantas termoeléctricas de Colombia. Más adelante, puede identificarse que cerca de las ciudades de Bogotá y Barranquilla se encuentran las siguientes termoeléctricas: Termozipa, con una capacidad instalada efectiva de 225 MW, ubicada cerca a Bogotá (Ilustración 9) y Termoguajira, con una capacidad efectiva instalada de 286 MW, ubicada en el departamento de la Guajira (Ilustración 10). Ambas termoeléctricas tienen procesos de combustión de carbón similares a las termoeléctricas de Antioquia, lo cual es razón suficiente para considerar que la calidad de la ceniza cumple con los requisitos mínimos de las normas vigentes y los estándares de AHINCO. Sin embargo, en caso de avanzar a una fase de factibilidad, se recomienda hacer de los ensayos de laboratorio de la ceniza una prioridad.

Para el caso de la ciudad de Cali, que cuenta con la termoeléctrica Termoemcali, ubicada en Palmira, su proceso de producción eléctrica se basa en la combustión de diésel y gas natural, por lo tanto, se descarta dicha ciudad debido a la falta de ceniza volante producto de la combustión de carbón, y necesaria como materia prima para la producción de concretos.

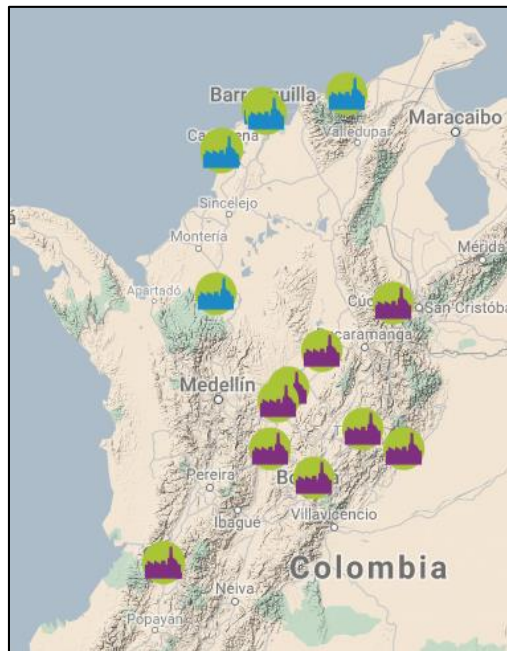


Ilustración 8. Ubicación de plantas termoeléctricas en Colombia

Fuente: (CONCENTRA, 2019)

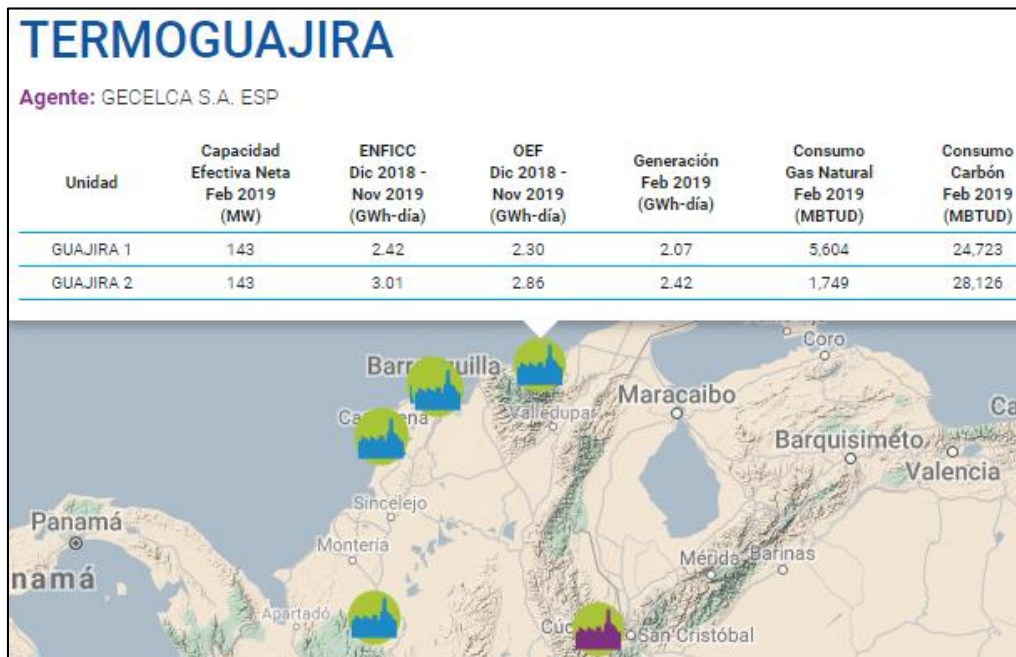


Ilustración 9. Ubicación TermoGuajira

Fuente: (CONCENTRA, 2019).

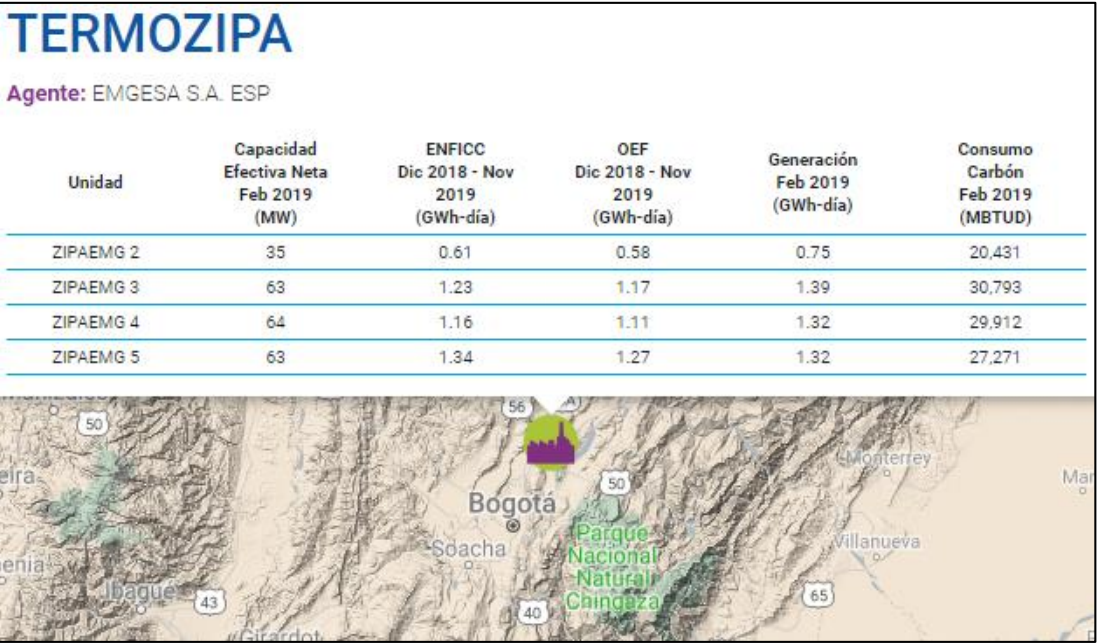


Ilustración 10. Ubicación TermoZipa

Fuente: (CONCENTRA, 2019).

En mesa de trabajo con la gerencia de la empresa AHINCO, se discutieron los siguientes factores para determinar la mejor opción entre el mercado de la costa atlántica y el mercado del centro del país.

- a. Reserva de carbón: según el informe No. 109 del 2016 del Comité de seguimiento del mercado mayorista de energía eléctrica, la Guajira cuenta con una capacidad instalada en millones de toneladas de 3694,64 de carbón, mientras Cundinamarca cuenta con una reserva de 222 millones de toneladas de carbón (Superintendencia de Servicios Públicos, 2016).
- b. Geografía: la termoeléctrica de la Guajira podría atender ciudades como Santa Marta, Barranquilla, Cartagena y Valledupar. Por otro lado, en Cundinamarca podrían atenderse ciudades como Bogotá, Ibagué, Pereira, Villavicencio.
- c. Topografía: el recorrido entre la central de la Guajira y las ciudades mencionadas, es más favorable para el costo de los transportes, en cambio,

el recorrido entre la central Termozipa y las ciudades aledañas presenta un relieve accidentado que aumenta los tiempos de transporte y el costo del mismo.

- d. Disponibilidad de ceniza: debido a la alta producción de Termoguajira, podría suponerse un menor precio de adquisición de la ceniza, pues, el costo de la disposición de la misma como residuo industrial es elevado. Así mismo, la disponibilidad se espera que sea más estable en el tiempo.
- e. Disponibilidad e materiales de playa: las ciudades cercanas a Termoguajira cuentan con fuentes de materiales de playa de mayor capacidad de abastecimiento, por su cercanía a desembocaduras de los principales ríos del país como el Magdalena.

En la Tabla 9 se presenta la calificación cualitativa asignada a cada uno de los puntos anteriores.

Tabla 9. Valoración cualitativa Central termoeléctrica

Grado de importancia	Ítem	Termoeléctrica	
		Termoguajira	Termozipa
1	Reservas de carbón	5	3
5	Ciudades cercanas	3	4
4	Topografía de la zona	4	2
2	Niveles de producción de ceniza	5	3
3	Materiales de playa	3	2
	Calificación	3,67	2,87

Con una calificación de 3,67 vs. 2,87, Termoguajira se posiciona como la opción más atractiva. En este sentido, y de acuerdo al informe Colombia Construcción en cifras, presentado por CAMACOL (2018), se decide enfocar el estudio de prefactibilidad a la ciudad de Barranquilla.

7.3 COMPETENCIA

En el caso de la producción de concretos, en la ciudad de Barranquilla se encuentran las dos compañías que dominan el mercado de concretos premezclados del país, ARGOS y CEMEX, estas empresas tienen altos volúmenes de producción, tanto de cemento como de concreto a nivel mundial y nacional. Ambas compañías cuentan con una estructura logística lo suficientemente robusta como para asegurar una cuota de mercado importante, además, traen consigo un reconocimiento de marca que transmite confianza entre los compradores.

En el mercado nacional de la producción y comercialización de concretos se encuentran dos grandes empresas multinacionales cuya participación combinada representa más del 90% del mercado (Ballesteros, 2018).

Argos cuenta con 48 plantas de concreto en Colombia y más de 340 plantas en el mundo, con una capacidad de producción mundial de 18 millones de metros cúbicos de concreto al año. Tiene presencia, no solo en Colombia sino también en Centroamérica y Norteamérica. En el año 2017 facturó aproximadamente 8,5 billones de pesos a nivel mundial (ARGOS, 2017).

Por otro lado, Cemex cuenta con 19 plantas fijas de concreto a nivel nacional y varias plantas móviles, lo que dificulta conocer la capacidad instalada precisa de producción de concreto en Colombia (CEMEX, 2018). Esto lleva a la empresa a consolidarse como la segunda con mayor participación en el mercado nacional. Sin embargo, la participación a nivel mundial de Cemex es importante, pues cuentan con una capacidad mundial de producción de 92 millones toneladas de cemento (CEMEX, 2019), en comparación con Argos, que tuvo una producción de 23 millones de toneladas (ARGOS, 2019).

Este estado del mercado lleva a que diferentes empresas que buscan ingresar a él encuentren una barrera de entrada significativa, dada la posición dominante en el mercado de empresas multinacionales, como las mencionadas. El reconocimiento

de estas multinacionales y el bajo precio de venta que ofrecen al mercado debido a la integración vertical (producción de materia prima, en este caso cemento) influyen en el fenómeno mencionado anteriormente.

Esta barrera de entrada al mercado ha motivado a las demás empresas productoras de concreto a ofrecer un valor agregado en los productos que venden a las constructoras para competir contra las grandes concreteras. Uno de estos ha sido la inclusión de cenizas volantes dentro de la mezcla de concreto, cuyas propiedades se han adaptado a los requerimientos de las obras de construcción y necesidades técnicas y arquitectónicas de los diferentes proyectos que se desarrollan en la ciudad.

Se debe tener en cuenta que las empresas mencionadas son muy fuertes en la comercialización de concretos premezclados, a diferencia de AHINCO, que no comercializa este tipo de productos, sino que se dedica a la preparación de concretos en obra. Por otro lado, cada vez más, las constructoras deciden preparar sus propios concretos, logrando, en la mayoría de los casos, menores costos de producción. Sin embargo, adquirir los servicios de AHINCO trae beneficios como: concretos de mayor calidad debido a la adición de ceniza volante a la mezcla, transferencia del riesgo en el proceso productivo y garantías en el producto terminado; incurriendo, por lo general, en sobrecostos respecto a los concretos propios, pero ahorros sustanciales con respecto a los concretos premezclados.

Una vez identificados los principales competidores en el mercado, se procede a recolectar información sobre los productos ofrecidos y los precios del mercado, la cual se presenta en la Tabla 10. Se evidencia, entonces, que ARGOS ofrece los productos más competitivos en términos de precio, los cuales servirán de referencia para establecer la rentabilidad del negocio con base en las metas de participación en el mercado de la empresa para esta nueva sucursal.

Tabla 10. Oferta de concretos premezclados en Barranquilla

Oferta de concretos premezclados en Barranquilla							
Proveedor	Denominación	Unidad	Resistencia (kgf/cm ²)	Precio sin Iva	Iva (\$)	Total IVA incluido (\$)	Asentamiento (cm)
ARGOS	210 Normal	m3	210	288.720	54.857	343.577	10
	245 Normal	m3	245	294.480	55.951	350.431	
	280 Normal	m3	280	300.330	57.063	357.393	
	315 Normal	m3	315	306.360	58.208	364.568	
	350 Normal	m3	350	312.480	59.371	371.851	
	210 Plástico	m3	210	293.220	55.712	348.932	15
	245 Plástico	m3	245	299.070	56.823	355.893	
	280 Plástico	m3	280	304.830	57.918	362.748	
	315 Plástico	m3	315	310.950	59.081	370.031	
	350 Plástico	m3	350	317.160	60.260	377.420	23
	210 Fluido	m3	210	302.220	57.422	359.642	
	245 Fluido	m3	245	308.250	58.568	366.818	
	280 Fluido	m3	280	313.830	59.628	373.458	
	315 Fluido	m3	315	320.130	60.825	380.955	
350 Fluido	m3	350	326.520	62.039	388.559	CEMEX	
210 Normal	m3	210	311.200	59.128	370.328		10
245 Normal	m3	245	323.500	61.465	384.965		
280 Normal	m3	280	335.400	63.726	399.126		
315 Normal	m3	315	347.200	65.968	413.168		
350 Normal	m3	350	359.000	68.210	427.210		
210 Plástico	m3	210	321.200	61.028	382.228		15
245 Plástico	m3	245	340.068	64.613	404.681		
280 Plástico	m3	280	345.400	65.626	411.026		
315 Plástico	m3	315	357.200	67.868	425.068		
350 Plástico	m3	350	369.000	70.110	439.110		23
210 Fluido	m3	210	327.900	62.301	390.201		
245 Fluido	m3	245	340.100	64.619	404.719		
280 Fluido	m3	280	352.100	66.899	418.999		
315 Fluido	m3	315	363.900	69.141	433.041		
350 Fluido	m3	350	375.600	71.364	446.964		

Fuente: Precios de lista de ARGOS y CEMEX en Barranquilla.

7.4 DEMANDA

El informe “Colombia Construcción en cifras” presentado por CAMACOL (2018) muestra la cantidad de metros cúbicos de concreto premezclado producidos por departamentos. Actualmente, se encuentra disponible la información mensual del departamento Atlántico desde el año 2011 hasta el mes de diciembre de 2018. A partir de esta información, resumida en la Tabla 11, se construye la Ilustración 11, que muestra el comportamiento de la producción anual de metros cúbicos de concreto premezclado para los departamentos de Antioquia y Atlántico, desde el año 2011 hasta el año 2018. Esta gráfica permitirá estimar cual será el comportamiento futuro de la producción de concreto premezclado en este departamento.

Tabla 11. Volumen de concreto premezclado vendido por departamento (m³).

Volumen de concreto premezclado vendido por departamento		
Año	Antioquia	Atlántico
2011	623.698	424.960
2012	675.018	487.795
2013	729.079	489.701
2014	924.982	623.783
2015	1.029.495	808.766
2016	823.629	883.125
2017	774.157	842.462
2018	1.039.023	816.053

Fuente: Adaptado de: (CAMACOL, 2018)

Con el fin de estimar la demanda que podría tener el producto ofrecido por AHINCO en la ciudad de Barranquilla, se realiza una correlación con base en los metros cúbicos de concreto producidos durante el año 2017 en Antioquia, versus los metros cúbicos de concreto producidos en Atlántico. En el año 2017 se produjeron 774.157

m³ de concreto premezclado en Antioquia, y en ese mismo año, AHINCO produjo 39.384 m³ de concreto en obra. Lo anterior permite establecer que por cada metro cubico de concreto premezclado producido, AHINCO produce 0,05 metros cúbicos de concreto.

Según lo establecido, se plantea como meta para el quinto año de operación alcanzar este nivel de producción con un crecimiento lineal de ventas según la proyección de demanda de concretos presentada en la Ilustración 11 (en donde, en el eje X se muestran los periodos de tiempo desde el año 2011 hasta el año 2017).

Este análisis permite, con un grado de certeza aceptable, describir el comportamiento de la demanda de concretos premezclados, y dicho comportamiento, expresado en la Ecuación 1, será el punto de partida para la proyección de un flujo de caja a diez años.

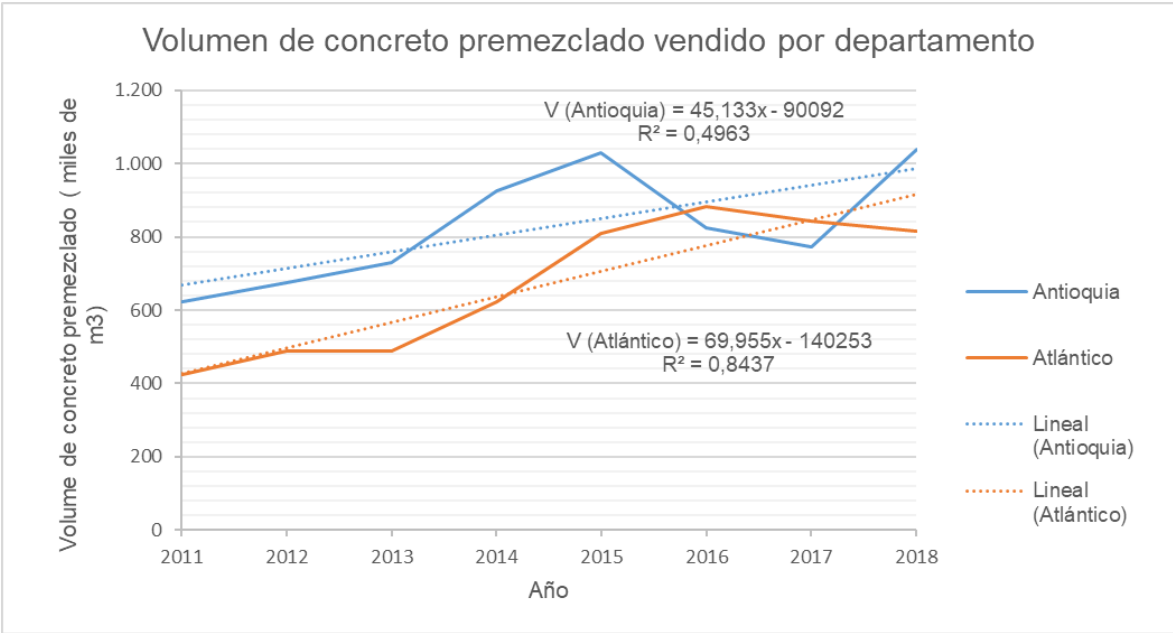


Ilustración 11. Volumen de concreto premezclado en Atlántico

Fuente: Adaptado de (CAMACOL, 2018)

Ecuación 1. Proyección producción de concreto premezclado en Atlántico (miles de m³)

$$y = 69,955x - 140253$$

Como se mencionó en apartados anteriores, en el departamento de Antioquia, hay una tendencia en los constructores para preparar sus propios concretos, lo cual puede verse reflejado en el comportamiento de las ventas de concreto premezclado de los años 2016 y 2017. La alta demanda de los materiales de playa y la escasez del mismo, ha causado que los constructores vuelvan consumir concretos premezclados de empresas que cuentan con canteras propias y, por lo tanto, mayor capacidad de abastecimiento y producción. Por lo anterior, el comportamiento de los años mencionados justifica el coeficiente de relación bajo (0,496). Sin embargo, el comportamiento del mercado en el Atlántico presenta un coeficiente de correlación aceptable (0,844), consecuente con el crecimiento de la oferta y demanda de vivienda en el departamento, lo cual permite considerar factible dicha tendencia para la estimación de la demanda futura. De acuerdo a la Ecuación 1, y con un porcentaje de captura de la demanda iniciando en un 1% y con un crecimiento esperado de un 50% anual, se proyecta una demanda en miles de metros cúbicos de concreto al año, como se muestra en la Tabla 12 Ilustración 12.

Tabla 12. Proyección de la demanda. Las ventas de concreto premezclado en el Atlántico

Año	Proyección de ventas de concreto premezclado en el Atlántico (miles de m³)	Porcentaje de captura de demanda	Proyección máxima de ventas de concreto preparado por AHINCO (miles de m³)	Valor más probable proyectado de ventas de concreto preparado por AHINCO (miles de m³)	Proyección mínima de ventas de concreto preparado por AHINCO (miles de m³)
2011	426,5				
2012	496,5				
2013	566,4				
2014	636,4				
2015	706,3				
2016	776,3				
2017	846,2				
2018	916,2				
2019	986,1				
2020	1056,1	1,00%	10,6	8,4	5,1
2021	1126,1	1,50%	16,9	13,5	8,1
2022	1196,0	2,25%	26,9	21,5	12,9
2023	1266,0	3,38%	42,7	34,2	20,5
2024	1335,9	5,06%	67,6	54,1	32,5

Fuente: adaptado de: (CAMACOL, 2018)

8. ESTUDIO TÉCNICO

Para el análisis de costos se realizará el diseño de mezclas de cinco resistencias diferentes, las cuales son las más típicas en la construcción. Las resistencias consideradas, son: 210, 245, 280, 315 y 350 kg/cm².

Adicionalmente, se realizará un análisis de los recursos, humanos y técnicos, necesarios para el proceso de producción de la mezcla.

8.1 DISEÑO DE MEZCLAS

El método de diseño de mezclas que usa AHINCO S. A. S. es el de Volumen Absoluto (Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J, 2004b), el cual consiste en lo siguiente:

Reunir los requerimientos de la mezcla en cuanto a resistencia de diseño a la compresión (f'c), requerimientos especiales del medio ambiente, asentamiento esperado de la mezcla, tamaño máximo del agregado grueso. En esta etapa

también se debe tener conocimiento de los siguientes materiales disponibles para la producción:

Cemento: tipo de cemento y masa específica relativa.

Agregado grueso: tipo de grava (redondeada o angular), masa específica relativa, porcentaje de absorción, masa volumétrica seca y humedad del agregado en el momento del diseño y prueba.

Agregado fino: masa específica relativa seca, módulo de finura, porcentaje de absorción y humedad del agregado en el momento del diseño y prueba.

Aditivo: se debe definir el tipo de aditivo que requiere, según su función (fluidificador, inclusor de aire, reductor de agua, retardante o acelerante de fraguado, por ejemplo), para definir la proporción recomendada por el proveedor.

Se tienen como parámetros de entrada, la siguiente información obtenida, según los materiales disponibles en la zona y de mayor conveniencia para el proceso productivo. Sus fichas técnicas y ensayos de laboratorio, suministrados por los proveedores, se encuentran en los siguientes anexos.

Anexo 2. Cotización ARGOS- CCTOyCEM

Anexo 3. Cot AgregAtlantico AREyTRIT

Anexo 4. Cot ARGOS AREyTRIT

Anexo 5. Anexo5, FichaTec 3-8 IN ARGOS

Anexo 6. FichaTec FichaTec 3-4 IN ARGOS

Anexo 7. FichaTec ARENA CERNIDA AgregAtlantico

Anexo 8. FichaTec- ARENA COMBINADA 80-20 AgregAtlantico

Anexo 9. FichaTec ARENA TRITURADA AgregAtlantico

Anexo 10. FichaTec GRAVA FRACT AgregAtlantico

Anexo 11. FichaTec Plastiment TM 8 SIKA

Anexo 12. FichaTec P Los Angeles AgregAtlantico

Anexo 13. FichaTec N4 ARGOS

Tabla 13. Parámetros de entrada

Parámetros de entrada			
Insumo	Concepto	Un	Valor
Cemento	Masa específica relativa del cemento	kg/m ³	3,15
Ceniza	Masa específica relativa de la ceniza	kg/m ³	2,3
Agregado grueso	Densidad del agregado grueso	kg/m ³	1.600
	Masa específica del agregado grueso	kg/m ³	2,68
	Absorción del agregado grueso	%	0,50%
	Humedad del agregado grueso	%	2%
Agregado fino	Densidad del agregado fino	kg/m ³	1.800
	Módulo de finura del agregado fino	kg/m ³	3,00
	Masa seca del agregado fino	kg/m ³	2,64
	Absorción del agregado fino	%	0,70%
	Humedad del agregado fino	%	8%

En primer lugar, se debe verificar si se tienen datos estadísticos disponibles para determinar la resistencia a la compresión requerida (f'_{cr}). Según la disponibilidad de información que se tenga, se deberá remitir al capítulo C.5 de la NSR-10 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010), en donde se explican las formulas y factores asociados a la desviación estándar que permite asociar el f'_c y el f'_{cr} del diseño de mezcla, para una resistencia de concreto esperada. En este caso, al tratarse de dosificaciones nuevas, se considera que no se tienen datos estadísticos previos, por lo cual, según la Tabla 14, se aplicarán las ecuaciones descritas.

En la Tabla 15, se presentan los f'_c obtenidos para cada una de las resistencias de diseño.

Con base en el f'_{cr} encontrado en el punto anterior, se debe determinar la relación agua cemento, según la Tabla 16.

En la Tabla 17 se presenta la relación agua / material cementante obtenida para cada uno de los f'_{cr} .

Al determinar la relación agua cemento, se debe cuantificar la cantidad de agua que requiere la mezcla con base en el tamaño nominal del agregado grueso y el revenimiento o asentamiento esperado de la misma.

El tamaño máximo del agregado se selecciona con base en el tipo de estructura y la disponibilidad del material en la zona de trabajo, pero lo más común en el sector de la construcción es el tamaño de agregado $\frac{3}{4}$ " y por esta razón los cálculos se harán con base en ello. Para el caso del revenimiento o asentamiento, los cálculos se realizarán con un asentamiento de 150 y 175 mm, los cuales permiten el bombeo de y la colocación de la mezcla para estructuras típicas en el sector.

Tabla 14. Resistencia a compresión media requerida cuando no hay datos disponibles para establecer la desviación estándar

Resistencia a compresión especificada, f'_{cr} (kg/cm²)	Resistencia a compresión media requerida (kg/cm²)
Menos de 210	$f'_{c} + 70$
210 a 350	$f'_{c} + 84$
Más de 350	$1,10 f'_{c} + 50$

Fuente: Adaptada de ACI 318.

Tabla 15. f'_{cr} obtenido para cada f'_{c} de diseño

f'_{c} (kg/cm²)	f'_{cr} (kg/cm²)
210	294
245	329
280	364
315	399
350	434

Tabla 16. Relación agua- material cementante

Resistencia a Compresión a los 28 días, kg/cm ² (MPa)	Relación agua - material cementante en masa	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
450 (45)	0,38	0,31
400 (40)	0,43	0,34
350 (35)	0,48	0,4
300 (30)	0,55	0,46
250 (25)	0,62	0,53
200 (20)	0,7	0,61
150 (15)	0,8	0,72

Fuente: (Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J, 2004b)

Tabla 17. Relación agua/ material cementante obtenida

f'cr (kg/cm ²)	Relación a/c
294	0,558
329	0,509
364	0,460
399	0,431
434	0,396

Conociendo el tamaño máximo del agregado y el asentamiento esperado, se deberá remitir a la Tabla 18, para obtener la cantidad de agua que debe tener la mezcla agua/cemento.

Tabla 18. Contenido de agua, según el asentamiento esperado

Revenimiento (asentamiento) (mm)	Agua, kilogramos por metro cúbico de concreto, para los tamaños de agregado indicados
----------------------------------	---

	9,5 mm	12,5 mm	19 mm	25 mm	37,5 mm	50 mm	75 mm	150 mm
25 a 50	207	199	190	179	166	154	130	113
75 a 100	228	216	205	193	181	169	145	124
150 a 175	243	228	216	202	190	178	160	-
Cantidad aproximada de aire atrapado en un concreto sin aire incluido (%)	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	2

Fuente: (Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J, 2004b)

En la Tabla 19, se presenta la cantidad de agua requerida por cada una de las resistencias y la cantidad de material cementante de acuerdo a la relación la a/c presentada en la Tabla 17 y de acuerdo a la Ecuación 2.

Ecuación 2, Material cementante

$$c = \frac{a}{\text{Relación } a/c}$$

Donde:

c = cantidad de material cementante en la mezcla (kg)

a = cantidad de agua en la mezcla (kg)

Relación a/c = constante presentada en la Tabla 17.

Tabla 19. Cantidad de agua requerida

f'cr (kg/cm2)	Agua requerida (kg)	Relación a/c	Cementante requerido (kg)
294	216	0,558	387
329	216	0,509	424
364	216	0,460	469
399	216	0,431	501
434	216	0,396	545

Según la tabla C.4.4.2. del título C de la NSR-10, (Tabla 20) hasta un 25% del peso del cemento puede ser reemplazado por ceniza volante. La suma de las cantidades de cemento y de ceniza volante constituirán el material cementante de la mezcla.

Tabla 20. Porcentaje máximo sobre el total de materiales cementantes

Materiales cementantes	Porcentaje máximo sobre el total de materiales cementantes en peso
Cenizas volantes u otras puzolanas que cumplen NTC 3493 (ASTM C618)	25
Escoria que cumple NTC 4018 (ASTM C989)	50
Humo de sílice que cumple NTC 4637 (ASTM C1240)	10
Total de cenizas volantes u otras puzolanas, escoria y humo de sílice	50
Total de cenizas volantes u otras puzolanas y humo de sílice	35

Fuente: Adaptada de (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

En la Tabla 21, se presenta la cantidad máxima de ceniza volante que puede usarse en el diseño de la mezcla.

Tabla 21. Cantidad máxima de ceniza volante que puede usarse en el diseño de la mezcla

Cementante requerido (kg)	Ceniza volante requerida (kg)	Cemento requerido (kg)
387	97	290
424	106	318

469	117	352
501	125	376
545	136	409

Posteriormente, debe determinarse la masa seca del agregado grueso necesaria por metro cúbico de concreto, de la siguiente manera: para un tamaño máximo de agregado grueso de 1" y un módulo de finura del agregado fino de 3, se obtiene, a partir de la Tabla 22, un volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto de 0,65 m³, el cual debe multiplicarse por la densidad del agregado grueso especificada en la Tabla 13, donde se dan los parámetros de entrada de los materiales, obteniendo una masa seca del agregado grueso de 1.040 kg/m³ para todas las resistencias.

Tabla 22. Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto

Tamaño máximo nominal del agregado		Volumen del agregado grueso varillado (compactado) en seco por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura de agregado fino			
		2,4	2,6	2,8	3
(mm)	(pulg)				
9,5	3/8	0,5	0,48	0,46	0,44
12,5	1/2	0,59	0,57	0,55	0,53
19	3/4	0,66	0,64	0,62	0,6
25	1	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	1.1/2	0,75	0,73	0,71	0,69
50	2	0,78	0,76	0,74	0,72
75	3	0,82	0,8	0,78	0,76
150	6	0,87	0,85	0,83	0,81

Fuente: (Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J, 2004b)

Determinar la cantidad de agregado fino en la mezcla (x). Haciendo uso del método de volumen específico, se deberá dividir la masa de cada uno de los materiales

(agua, cemento y agregado grueso), sobre el producto de su masa específica y la densidad del agua y luego se sumarán los tres resultados (y). Este valor obtenido debe ser restado a uno (1) y multiplicado por la masa específica relativa seca del agregado grueso (z) y la densidad del agua (1.000 kg/m³), es decir, la Ecuación 3.

Ecuación 3. Cantidad de agregado fino de una mezcla

$$x = (1 - y) * z * 1000$$

Aplicando la Ecuación 3, se presentan los resultados para cada una de las resistencias en la Tabla 23.

Tabla 23. Cálculo de arena requerida

f'c (kg/cm ²)	Volumen de agua (m ³)	Volumen de cemento (m ³)	Volumen de ceniza	Volumen de agregado grueso (m ³)	Subtotal (m ³)	Arena necesaria para 1 m ³ (m ³)	Arena necesaria para 1 m ³ (kg)	Masa volumétrica del concreto (con agregados SSS)
210	0,216	0,092	0,042	0,388	0,738	0,262	691,14	2344,00
245	0,216	0,101	0,046	0,388	0,751	0,249	657,07	2346,90
280	0,216	0,112	0,051	0,388	0,767	0,233	615,76	2350,42
315	0,216	0,119	0,054	0,388	0,778	0,222	586,46	2352,92
350	0,216	0,130	0,059	0,388	0,793	0,207	545,90	2356,38

Con los resultados anteriores se debe proceder a corregir el contenido de humedad de la mezcla debido a las cantidades de agua que aportan los agregados. Por lo tanto, se deben aumentar las masas secas de agregados para compensar el peso de la humedad que absorbe y aporta a la mezcla y, a su vez, se debe reducir el agua de la mezcla debido a la humedad libre que aportan los agregados. En este sentido, según los porcentajes de absorción y humedad de los agregados finos y gruesos presentados en la Tabla 13, se puede calcular el aporte de agua con la Ecuación 4.

Ecuación 4. Aporte de agua

$$A = (B - C) * D$$

Donde:

A = aporte de agua del agregado fino o grueso

B = humedad del agregado fino o grueso

C = absorción del agregado fino o grueso

D = masa específica del agregado fino o grueso

En la Tabla 24, se presentan los aportes de agua mencionados para cada una de las resistencias. Adicionalmente, se presenta el agua total de cada mezcla resultante de restar los aportes generados por los agregados finos y gruesos.

Tabla 24. Aporte de agua de los agregados

f'c (kg/cm²)	Aporte de agua del agregado grueso (kg)	Aporte de agua del agregado fino (kg)	Masa de agua corregida (kg)
210	15,60	50,45	149,95
245	15,60	47,97	152,43
280	15,60	44,95	155,45
315	15,60	42,81	157,59
350	15,60	39,85	160,55

En este punto del proceso, se ha logrado obtener las cantidades necesarias de cada uno de los materiales para un metro cúbico de concreto, las cuales serán necesarias para el cálculo de los costos de cada una de las mezclas. Dichas cantidades se presentan en la Tabla 25.

Tabla 25. Dosificación de material para cada una de las resistencias

f'c (kg/cm²)	Agua corregida (kg)	Cemento corregido (kg)	Ceniza (kg)	Agregado grueso (kg)	Agregado fino (kg)
210	149,95	290,11	96,70	1040,00	691,14
245	152,43	318,02	106,01	1040,00	657,07
280	155,45	351,87	117,29	1040,00	615,76
315	157,59	375,87	125,29	1040,00	586,46
350	160,55	409,09	136,36	1040,00	545,90

8.2 TECNOLOGÍA Y RECURSOS

En esta etapa se describirán los recursos necesarios para el proceso de producción de la mezcla, en cuanto a personal y equipos. En la Ilustración 12 se presenta una configuración típica de una planta de producción de mezclas en una obra de construcción, y a partir de ella se definirán los recursos necesarios para el proceso.

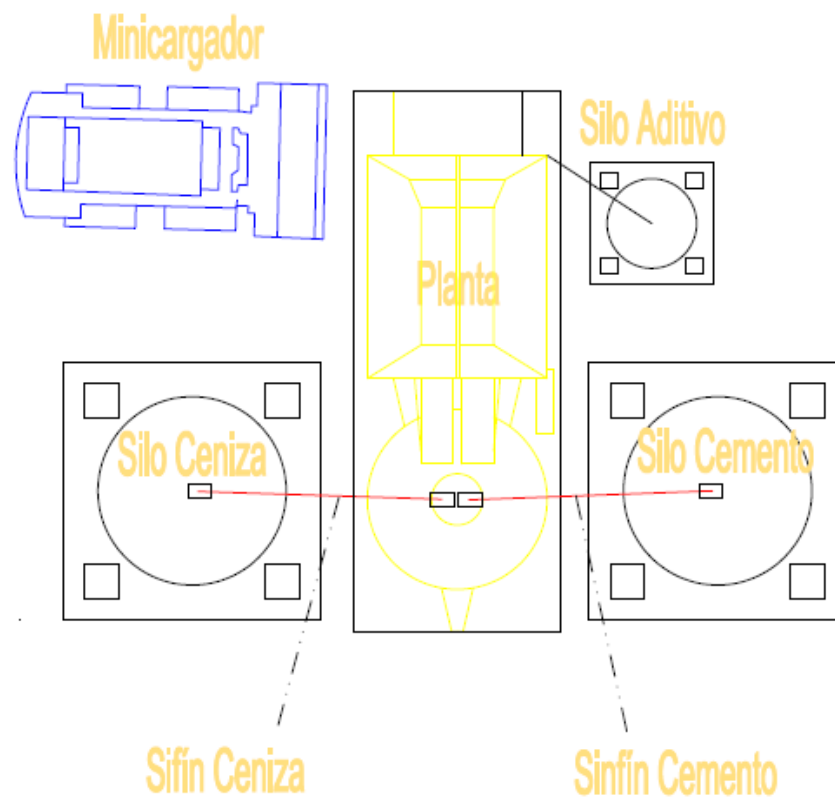


Ilustración 12. Configuración en planta de una planta de producción de concreto

5.2.1. Recursos humanos

Para la producción de concretos se requiere el apoyo de tres colaboradores que se encargarán de lo siguiente: operador de la planta de mezclas, operador del minicargador, y un ayudante para atender las novedades que se presenten en el proceso; de manera adicional un ingeniero residente de planta de mezclas.

Para el caso de estudio, se considerarán salarios mensuales de operadores de \$ 1.300.000 y para el ayudante de 1 SMMLV más auxilio de transporte. En el caso del residente, se considera un salario mensual de \$ 1.800.000. El costo de las nóminas se presenta en las tablas: 26, 27 y 28.

Tabla 26. Salario operadores

Operador planta de mezclas y minicargador		
Salario básico		\$ 1.300.000
Provisión riesgos laborales (ARL)	6,96%	\$ 90.480
Provisión pensiones	12%	\$ 156.000
Caja de compensación familiar	4%	\$ 52.000
Cesantías	10%	\$ 130.000
Intereses cesantías	1%	\$ 13.000
Prima de servicios	8%	\$ 108.290
Vacaciones	4,17%	\$ 54.210
Provisión salud	0%	\$ -
SENA	0%	\$ -
ICBF	0%	\$ -
FIC	2,50%	\$ 32.500
Contribución por mera liberalidad	4,17%	\$ 54.210
Auxilios y otras prestaciones	2,08%	\$ 27.040
Dotación de vestuario	4,25%	\$ 55.250
Auxilio de transporte	11,72%	\$ 97.032
Subtotal	59,46%	\$ 2.170.012

Tabla 27. Salario ayudante de planta de mezclas

Ayudante planta de mezclas		
Salario básico	SMMLV	\$ 828.116
Provisión riesgos laborales (ARL)	6,96%	\$ 57.637
Provisión pensiones	12%	\$ 99.374
Caja de compensación familiar	4%	\$ 33.125
Cesantías	10%	\$ 82.812
Intereses cesantías	1%	\$ 8.281
Prima de servicios	8%	\$ 68.982
Vacaciones	4,17%	\$ 34.532
Provisión salud	0%	\$ -
SENA	0%	\$ -
ICBF	0%	\$ -

FIC	2,50%	\$ 20.703
Contribución por mera liberalidad	4,17%	\$ 34.532
Auxilios y otras prestaciones	2,08%	\$ 17.225
Dotación de vestuario	4,25%	\$ 35.195
Auxilio de transporte	11,72%	\$ 97.032
Subtotal	59,46%	\$ 1.320.514

Tabla 28. Salario residente planta de mezclas

Residente planta de mezclas		
Salario básico		\$ 1.800.000
Provisión riesgos laborales (ARL)	6,96%	\$ 57.637
Provisión pensiones	12%	\$ 99.374
Caja de compensación familiar	4%	\$ 33.125
Cesantías	10%	\$ 82.812
Intereses cesantías	1%	\$ 8.281
Prima de servicios	8%	\$ 68.982
Vacaciones	4,17%	\$ 34.532
Provisión salud	0%	\$ -
SENA	0%	\$ -
ICBF	0%	\$ -
FIC	2,50%	\$ 20.703
Contribución por mera liberalidad	4,17%	\$ 34.532
Auxilios y otras prestaciones	2,08%	\$ 17.225
Dotación de vestuario	4,25%	\$ 35.195
Auxilio de transporte		\$ -
Subtotal	59,46%	\$ 2.292.398

El valor de las nóminas, será considerado posteriormente para determinar el costo por metro cúbico de concreto producido.

5.2.2. Equipos

En este apartado se describirán los equipos requeridos para el proceso de producción. En este caso, se considerará una planta de mezclas automatizada y un minicargador.

5.2.2.1. Planta de mezclas automatizada

En la estructura de costos se propone la compra de este equipo. La selección del mismo depende de dos factores principales: requerimiento máximo de concreto por día y requerimiento máximo de concreto por mes.

De acuerdo a la experiencia de la empresa, según los volúmenes típicos en proyectos de vivienda, se establece que una planta automatizada con capacidad de producción de 15 metros cúbicos por hora, es adecuada para la estructura de costos. Sin embargo, la selección del equipo dependerá de los requerimientos máximos mencionados y la jornada laboral permitida en el proyecto.

La Tabla 29 presenta, para una planta de 15 m³/hr, los volúmenes mensuales que la planta no sería capaz de producir si se considerara una jornada laboral de 8 horas, 26 días del mes y una producción por hora de 11 m³ (teniendo en cuenta una pérdida de eficiencia por efectos de la colocación del concreto).

Tabla 29. Restricción de producción de concretos para condiciones consideradas

		Volumen requerido (m3)														
		1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000	10.000	11.000	12.000	13.000	14.000	15.000
Duración (meses)	1	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000	10.000	11.000	12.000	13.000	14.000	15.000
	2	500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000	5.500	6.000	6.500	7.000	7.500
	3	333	667	1.000	1.333	1.667	2.000	2.333	2.667	3.000	3.333	3.667	4.000	4.333	4.667	5.000
	4	250	500	750	1.000	1.250	1.500	1.750	2.000	2.250	2.500	2.750	3.000	3.250	3.500	3.750
	5	200	400	600	800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	2.800	3.000
	6	167	333	500	667	833	1.000	1.167	1.333	1.500	1.667	1.833	2.000	2.167	2.333	2.500
	7	143	286	429	571	714	857	1.000	1.143	1.286	1.429	1.571	1.714	1.857	2.000	2.143
	8	125	250	375	500	625	750	875	1.000	1.125	1.250	1.375	1.500	1.625	1.750	1.875
	9	111	222	333	444	556	667	778	889	1.000	1.111	1.222	1.333	1.444	1.556	1.667
	10	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1.000	1.100	1.200	1.300	1.400	1.500
	11	91	182	273	364	455	545	636	727	818	909	1.000	1.091	1.182	1.273	1.364
	12	83	167	250	333	417	500	583	667	750	833	917	1.000	1.083	1.167	1.250
	13	77	154	231	308	385	462	538	615	692	769	846	923	1.000	1.077	1.154
	14	71	143	214	286	357	429	500	571	643	714	786	857	929	1.000	1.071
	15	67	133	200	267	333	400	467	533	600	667	733	800	867	933	1.000
	16	63	125	188	250	313	375	438	500	563	625	688	750	813	875	938
	17	59	118	176	235	294	353	412	471	529	588	647	706	765	824	882
	18	56	111	167	222	278	333	389	444	500	556	611	667	722	778	833
	19	53	105	158	211	263	316	368	421	474	526	579	632	684	737	789
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
	21	48	95	143	190	238	286	333	381	429	476	524	571	619	667	714
	22	45	91	136	182	227	273	318	364	409	455	500	545	591	636	682
	23	43	87	130	174	217	261	304	348	391	435	478	522	565	609	652
	24	42	83	125	167	208	250	292	333	375	417	458	500	542	583	625

En el caso de los costos, se considerará la adquisición del equipo, un valor mensual como previsión para compra de repuestos y un valor mensual para mantenimientos, de la siguiente manera:

- a) Compra: el valor de adquisición del equipo es de \$ 180.751.808, puesto en la ciudad de Barranquilla. Por experiencia de la empresa, este tipo de equipos puede venderse fácilmente por el 60 % del valor de adquisición después de 24 meses, y esta será la base para calcular la depreciación del mismo (depreciación lineal), con el fin de determinar el aporte al costo de producción de un metro cúbico de concreto en un periodo determinado de uso del equipo.
- b) Previsión mensual para repuestos: la empresa ha calculado un costo promedio mensual de los repuestos necesarios por valor de \$ 451.880.
- c) Costo mensual de mantenimientos: la empresa considera un valor de \$ 903.759 mensuales para el pago de los mantenimientos preventivos, incluyendo insumos menores, diferentes a los requeridos en un mantenimiento correctivo, es decir, los repuestos que ya están previstos

En la Tabla 30 se presenta el resumen de los costos mencionados anteriormente, encontrando un costo por metro cúbico producido de \$ 9.531, considerando una producción anual aproximada de 5.500 m³, de acuerdo a la experiencia de la empresa y entendiendo que los equipos no están colocados en una obra todos los meses del año. Dicha producción anual promedio será la considerada para los cálculos de los siguientes capítulos.

Tabla 30. Costo de planta de mezclas

Insumo	un	Cantidad requerida	Vir. Unitario	Subtotal
Planta de mezclas (15 m3/hr)	m3	1	\$ 9.531	\$ 9.531
Costo de adquisición	un	1	\$ 180.751.808	
Mantenimiento mensual	un/mes	1	\$ 903.759	
Reserva para repuestos	\$/mes	1	\$ 451.880	
Valor de salvamento	un	1	\$ 144.601.447	

5.2.2.2. Sinfines para silos de cemento y ceniza

Con el fin de transportar el cemento y la ceniza desde los silos hasta la planta de mezclas, se hace uso de sinfines automatizados, para los cuales se considerará un valor mensual de \$ 751.200 por cada uno de ellos, resultando en un costo por metro cúbico producido de \$1.639.

5.2.2.3. Silos de ceniza, cemento y aditivo

Los silos de almacenamiento deben ser independientes. Se espera conseguir el silo de ceniza en alquiler por un valor de \$ 1.132.000 mensuales. En el caso de los silos de cemento y aditivo, es usual que dicho equipo sea suministrado sin costo por la empresa proveedora del insumo. Por lo anterior, se obtiene un costo por metro cúbico producido de \$2.470.

5.2.2.4. Minicargador

Para transportar los materiales de playa hasta la planta de mezclas, se requiere de este equipo, y se espera conseguirlo en alquiler por un valor de \$ 7.500.000 mensuales, los cuales incluyen todos los insumos necesarios para la operación, y mantenimiento preventivos y correctivos, obteniendo un costo por metro cúbico producido de \$16.364.

Finalmente, en la

Tabla 31 se presenta el costo total de los equipos y recursos humanos por metro cúbico producido.

Tabla 31. Costo total de los equipos y mano de obra

Insumo	un	Cantidad requerida	Vlr. Unitario	Subtotal
Planta de mezclas (15 m3/hr)	m3	1	\$ 9.531	\$ 9.531
Costo de adquisición	un	1	\$ 180.751.808	
Mantenimiento mensual	un/mes	1	\$ 903.759	
Reserva para repuestos	\$/mes	1	\$ 451.880	
Valor de salvamento	un	1	\$ 144.601.447	
Minicargador	m3	1	\$ 16.364	\$ 16.364
Sinfín para ceniza	Mes	1	\$ 1.639	\$ 1.639
Sinfín para cemento	Mes	1	\$ 1.639	\$ 1.639
Silo aditivo	Mes	1	\$ -	\$ -
Silo de ceniza	Mes	1	\$ 2.470	\$ 2.470
Silo de cemento	Mes	1	\$ -	\$ -
			TOTAL EQUIPOS	\$ 31.642
Residente de planta de mezclas	Mes	1	\$ 5.002	\$ 5.002
Operador planta de mezclas	Mes	1	\$ 4.735	\$ 4.735
Ayudante planta de mezclas	Mes	1	\$ 2.881	\$ 2.881
Operador minicargador	Mes	1	\$ -	\$ -
			TOTAL NÓMINAS	\$ 12.617
			TOTAL MAQUILA	\$ 44.259

9. MARCO LEGAL Y ADMINISTRATIVO

A continuación, se describirán las principales leyes o decretos que rigen la actividad de la empresa. Si bien existen un sinnúmero de ellas, el sector de la construcción suele tener ciertas debilidades en algunos temas específicos en los cuales no se

puede fallar, por esta razón, se resaltarán los que la mesa de trabajo considera más importantes al incursionar en una nueva ciudad.

Posteriormente, se hará una breve descripción de la configuración administrativa que pretende tener la empresa para la implementación de la nueva sucursal, entendiendo que podrá robustecerse o encogerse, de acuerdo al éxito que se tenga.

Decreto 1072 de 2015

Este decreto compila la normatividad vigente del sector trabajo en el país. A continuación, se resaltan, dentro de la Parte 2 del Libro 2 del decreto, los títulos, capítulos y secciones que se consideran más importantes para el desarrollo de la actividad. Cabe anotar que el decreto compilatorio hace referencia a las diferentes normas de las cuales extrae las disposiciones, que deberán ser consultadas para mayor información.

Título 1. Relaciones laborales individuales.

Capítulo 1. Duración de contratos, procedimientos para terminación de contratos.

Capítulo 2. Jornada de trabajo, descanso obligatorio, vacaciones y actividades recreativas, culturales o de capacitación dentro de la jornada de trabajo.

Capítulo 3. Cesantías: base de liquidación, cesantías parciales y su destinación, intereses a las cesantías, sanciones por no pago, entre otras.

Capítulo 4. Calzado y Overoles para trabajadores.

Capítulo 6. Normas laborales especiales, Sección 4: Trabajadores que laboran por períodos inferiores a un mes.

Título 4. Riesgos laborales.

Capítulo 2. Sección 1: reglas generales sobre afiliación.

Capítulo 2. Sección 2: afiliación, cobertura y el pago de aportes de las personas vinculadas a través de contrato de prestación de servicios.

Capítulo 2. Sección 3: afiliación de estudiantes al sistema general de riesgos laborales.

Capítulo 2. Sección 4: riesgos laborales en empresas de servicios temporales.

Capítulo 3. Cotizaciones en el sistema de riesgos laborales.

Capítulo 6. Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo: define directrices de obligatorio cumplimiento para implementar el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).

Título 7. Subsidio familiar.

Capítulo 2. Sección 1: clasificación de afiliados y aspectos generales sobre la afiliación del Régimen del Subsidio Familiar.

Capítulo 2. Sección 2: de la afiliación de los trabajadores.

Capítulo 2. Sección 3: de la desafiliación.

NTC 3318. PRODUCCIÓN DE CONCRETO

Como se mencionó anteriormente, el Decreto 926 de 2010 reglamenta la Norma Sismo Resistente 2010, la cual, en el capítulo C.5. CALIDAD DEL CONCRETO, MEZCLADO Y COLOCACIÓN, hace referencia a la NTC 3318. La alusión a esta Norma Técnica Colombiana en la NSR-10, la hace de obligatorio cumplimiento y, por esta razón, es fundamental para la actividad de la empresa.

A continuación, se describen los aspectos más importantes de la norma en cuestión:

Capítulo 4. Especificaciones y alternativas de diseño: el cliente deberá proporcionar, como mínimo, el tamaño máximo del agregado grueso, asentamiento deseado de la mezcla, Contenido de aire en la mezcla (si se requiere), masa unitaria seca cuando se requiera concreto estructural de masa liviana. De igual manera, el cliente deberá decidir entre las alternativas de diseño de mezclas (diseñada por el cliente,

diseñada por el proveedor o diseñada por el proveedor con contenido de cemento mínimo especificado por el cliente).

Capítulo 5. Materiales: se deberá cumplir con las NTC de los siguientes materiales:

Cemento: NTC 121 y 321.

Agregados: NTC 174 y 4045.

Agua: NTC 3459.

Adiciones: NTC 3493 para cenizas volantes o puzolanas.

Capítulo 6. Tolerancias en el asentamiento: se especifican los valores máximos permitidos, por defecto o por exceso, para determinados asentamientos, siempre y cuando en los diseños estructurales se especifiquen asentamientos y tolerancias diferentes.

Capítulo 8. Medida de los materiales: establece que el cemento y los agregados gruesos deben medirse por masa, el agua puede medirse por masa o por volumen, los aditivos en polvo deben medirse por masa y los aditivos líquidos deben medirse en masa o volumen. En este capítulo se establece la precisión en la medida de cada uno de los materiales que debe garantizarse.

Capítulo 9.2.5. Dosificación en obra: se establecen las tolerancias máximas para cemento ($\pm 4\%$), agregados finos ($\pm 3\%$), agregados gruesos ($\pm 3\%$), aditivos ($\pm 3\%$) y agua ($\pm 1\%$).

Capítulo 11. Mezclado y entrega. Se establecen parámetros para los procesos de mezclado y entrega de la mezcla, como tiempos, toma de muestras y temperatura mínima de aplicación del concreto, entre otros.

Capítulo 16. Muestreo y ensayos del concreto fresco: Se citan las Normas Técnicas Colombianas, y otras, que deben cumplirse para los procesos de muestreo y ensayos, las cuales deben ser consultadas particularmente según los

requerimientos del ingeniero estructural, siendo obligatorias las mencionadas por la NSR-10 en el capítulo C.5.

Capítulo 17. Resistencia. Se establecen los parámetros mínimos para la aceptación o rechazo de una muestra de concreto con base en su resistencia, parámetros complementados en el capítulo C.5 de la NSR-10.

Capítulo 18. Incumplimiento en los requisitos de resistencia: se establece el procedimiento para el análisis, aceptación, rechazo y verificación de especímenes del muestreo con resultados dudosos. Se cita la NTC 2275 Rechazo de cilindros dudosos, así como la NSR-10 donde se encuentra información complementaria sobre el procedimiento.

Resolución número 1111 de 2017

Por la cual se definen los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo para empleadores y contratantes.

Esta resolución, que aplica para todos los empleadores tanto públicos como privados, y para todos los trabajadores dependientes e independientes, cooperativas, asociaciones, agremiaciones, entre otros quienes deben implementar los Estándares mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Esta regulación depende de la clasificación de la actividad económica de clase de riesgo, además, de la cantidad de trabajadores que tiene la empresa. En empresas que tengan más de un centro de trabajo, el sistema de gestión debe garantizar una cobertura efectiva de todos sus trabajadores.

El sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo debe incluir como mínimo las siguientes actividades:

Capacitación para realizar la evaluación del SGSST

Formulación de la política y elaboración del plan anual de trabajo

Elaboración de la matriz legal

Identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos según la actividad económica

Formulación de medidas de control y de protección, prevención, preparación, y respuesta ante emergencias

Investigación de accidentes, incidentes, enfermedades, médicos y evaluación de la gestión

Decreto 926 de 2010

Por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistentes NSR-10. Entrada en vigencia desde el 15 de julio de 2010 en todo el territorio nacional.

La NSR-10 presenta los requisitos mínimos que garantizan salvaguardar las vidas humanas ante la ocurrencia de un sismo fuerte.

TITULO A – REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE

TITULO B – CARGAS

TITULO C - CONCRETO ESTRUCTURAL

TITULO D - MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL

TITULO E – CADA DE UNO Y DOS PISOS

TITULO F – ESTRUCTURAS METÁLICAS

TITULO G – ESTRUCTURAS DE MADERA Y ESTRUCTURAS DE GUADUA

TITULO H – ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

TITULO I – SUPERVISIÓN TÉCNICA

TITULO J – REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN EDIFICACIONES

TITULO K – REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

9.1 CONFIGURACIÓN ADMINISTRATIVA

La empresa cuenta, actualmente, con una oficina en la ciudad de Medellín, y desde allí atiende todas las obras del Valle de Aburrá. Actualmente, la empresa está compuesta por los siguientes cargos y funciones:

Gerencia: Ingeniero civil encargado del seguimiento al coordinador de obras, negociaciones con clientes y proveedores, manejo administrativo y financiero de la compañía.

Coordinador de obras: Ingeniero civil encargado del seguimiento a las obras. Debe hacer recorridos periódicos a las mismas, verificar el cumplimiento del plan de calidad ejecutado por los residentes de obra, y llevar los indicadores de calidad, ejecución y rendimiento del conjunto de obras.

Auxiliar contable: persona encargada de la facturación electrónica, pagos a proveedores, elaboración de facturas y manejo del sistema contable de la compañía.

Contador: tercero encargado del seguimiento contable de la empresa (facturación y asesoría tributaria).

Residentes de obra: ingeniero civil encargado de la supervisión de los operadores de equipos en la obra. Debe ejecutar el plan de calidad, diligenciar los formatos del mismo, realizar pedidos de materiales, elaborar las actas de cobro quincenales y reportar novedades al coordinador de obras.

Operadores: según su especialidad, deben velar por el cumplimiento de los estándares de calidad de la empresa en el proceso productivo y el cuidado del equipo a su responsabilidad.

Para el inicio de la operación en la nueva ciudad, deberá contar con operadores y residentes para cada uno de los centros de trabajo nuevos en esta ciudad, también un auxiliar administrativo y contable que resida en dicha ciudad para los procesos administrativos propios de la empresa. Además, un coordinador de obra que pueda responder a la gerencia y al coordinador ubicados en Medellín.

Como parte tercerizada de la administración se proyecta contar con la asesoría contable, el soporte tecnológico y los mantenimientos de equipos.

10. MARCO AMBIENTAL

Decreto 1496 de 2018

Por el cual se adopta el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad química.

Rige en todo el territorio nacional, para la clasificación y la comunicación de peligros de los productos químicos y establece las disposiciones para tal fin.

Aplica para todas las personas naturales y jurídicas, públicas o privadas en todas las actividades económicas en las que se dé la extracción, producción, importación, almacenamiento, transporte, distribución, comercialización y otros usos de productos químicos que tengan al menos una de las características de peligro de acuerdo con los criterios del sistema de gestión armonizado.

Dentro del decreto se definen:

A. CLASIFICACIÓN DE PELIGROS

- Clasificación de peligros

- Datos para la clasificación de peligros

B. COMUNICACIÓN DE PELIGROS

- Comunicación de peligros
- Etiquetas
- Fichas de datos de seguridad
- Revisión y actualización de fichas de datos de seguridad
- Información para la atención de emergencias

C. APLICACIÓN DEL SISTEMA GLOBALMENTE ARMONIZADO

- Productos químicos dirigidos al consumidos
- Plaguicidas químicos de uso agrícola
- Del transporte terrestre automotor de sustancias químicas
- Productos químicos utilizados en lugares de trabajo

D. RESPONSABILIDADES

E. DISPOSICIONES FINALES

- Inspección vigilancia y control

Resolución 472 de 2017

Resolución por la cual el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición – RCD y se dictan otras disposiciones.

Esta ley define las actividades de la gestión integral de RCD de la siguiente manera:

Prevención y reducción: se deberán tomar las medidas mínimas para la prevención y reducción de RCD.

Planeación adecuada de la obra para definir la cantidad estrictamente necesaria para el desarrollo de la actividad, de manera que se eviten desperdicios.

Separar adecuadamente los RCD en obra.

Almacenar separada y adecuadamente los materiales de construcción.

Controlar la escorrentía superficial y realizar un adecuado manejo de aguas lluvias en la obra.

Recolección y transporte de RCD: debe cumplir como mínimo las siguientes condiciones:

La carga debe acomodarse, de manera que el volumen este a ras del contenedor.

Posibilitar el cargue y descargue de RCD para evitar la dispersión de partículas finas o gruesas.

Cubrir la carga durante el transporte para evitar el contacto con la lluvia o el viento.

Garantizar que los vehículos usados para el transporte cumplan con las normas vigentes de tránsito y transporte y de emisiones atmosféricas.

Almacenamiento: las zonas de almacenamiento de RCD deben cumplir como mínimo las siguientes condiciones:

Establecer barreras para evitar el impacto visual en los alrededores del sitio de almacenamiento.

Realizar obras de drenaje y de control de sedimentos.

Estar debidamente señalizadas.

Realizar acciones para evitar la dispersión de partículas finas y gruesas.

Aprovechamiento: se debe contar como mínimo con las siguientes áreas de operación:

Recepción y pesaje.

Separación por tipo de RCD.

Almacenamiento.

Por último, se define, en el artículo 15, que los pequeños generadores tienen la obligación de entregar los RCD a un gestor que realice las actividades de recolección y transporte hasta los puntos designados por los municipios, sean puntos limpios, sitios de aprovechamiento o disposición final, según sea el caso.

11. EVALUACIÓN FINANCIERA

Para la elaboración del flujo de caja, se consideraron los diferentes valores presentados a lo largo del desarrollo del trabajo. Sin embargo, se hace necesario generar otro tipo de información, la cual se describirá a continuación.

Para el cálculo de algunos rubros, es importante conocer la cantidad de obras que se ejecutarán en cada año. En este caso, se dividirá la demanda proyectada entre la producción anual promedio de una planta de concreto (5.500 m³). En Tabla 32 se presenta dicho cálculo.

Tabla 32. Cantidad de plantas de acuerdo a la demanda

Año	1	2	3	4	5
Demanda proyectada	8.480	13.520	21.520	34.160	54.080
Plantas necesarias	1,54	2,46	3,91	6,21	9,83
Plantas ajustadas	2	3	4	7	10

La fila de Plantas ajustadas, corresponde a un redondeo que debe hacerse para contar con las unidades necesarias. Es importante resaltar que en algunos casos se tendrá una capacidad ociosa, pero en otros casos se tendrá un déficit, el cual debe ser subsanado con concretos premezclados, por ejemplo. Después del quinto año de operación se supone una estabilización en la demanda, la cual se considera constante para los siguientes años.

11.1 PRECIO DE VENTA

Con el fin de calcular los ingresos, se considerarán precios de contratación recientes en la ciudad de Medellín. Los precios de venta presentados en la Tabla 33 corresponden a un contrato celebrado entre AHINCO y un constructor en febrero del presente año.

Por otro lado, con el fin de encontrar un precio promedio por metro cúbico de concreto, se tomaron en cuenta cuatro proyectos ejecutados por la empresa y se calculó la proporción promedio de cada una de las resistencias producidas, valor que será usado como ponderador.

Finalmente, se obtiene un costo de producción promedio ponderado de \$ 312.857 por metro cúbico.

Tabla 33. Precio de venta de referencia

Restistencia (kg/cm ²)	Precio de venta (\$/m ³)	Ponderador	
210	\$ 315.300	35%	\$ 112.562
245	\$ 322.600	10%	\$ 32.905
280	\$ 337.101	20%	\$ 68.769
315	\$ 354.273	20%	\$ 72.272
350	\$ 379.891	15%	\$ 58.123
Precio promedio ponderado			\$ 344.631

11.2 COSTOS FIJOS ASOCIADOS A LA ADMINISTRACIÓN

En la Tabla 34 se presentan los ítems que se considerarán como costos fijos anuales asociados a la administración. Se obtiene, entonces, un costo anual de \$223.200.000.

Tabla 34. Costos fijos asociados a la administración

ÍTEM	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Subtotal
Asesoría contable tercerizada	mes	12	\$ 2.800.000	\$ 33.600.000
Mensajería	mes	12	\$ 500.000	\$ 6.000.000
Traslados	mes	12	\$ 5.000.000	\$ 60.000.000
Papelería	mes	12	\$ 500.000	\$ 6.000.000
Asesoría en Seguridad y salud en el trabajo	mes	12	\$ 3.800.000	\$ 45.600.000
Publicidad y ventas	mes	12	\$ 6.000.000	\$ 72.000.000
			Total	\$ 223.200.000

Adicionalmente, por cada obra en ejecución se requieren los ítems presentados en la Tabla 35.

Tabla 35. Costos asociados a la cantidad de obras atendidas por periodo

Año	1	2	3	4	5 - 10
Número de plantas	2	3	5	7	10
Adecuación planta	\$ 100.000.000	\$ 150.000.000	\$ 250.000.000	\$ 350.000.000	\$ 500.000.000
Computador	\$ 4.800.000	\$ 7.200.000	\$ 12.000.000	\$ 16.800.000	\$ 24.000.000
Celular	\$ 1.440.000	\$ 2.160.000	\$ 3.600.000	\$ 5.040.000	\$ 7.200.000
Radios	\$ 1.600.000	\$ 2.400.000	\$ 4.000.000	\$ 5.600.000	\$ 8.000.000
Total	\$ 107.840.000	\$ 161.760.000	\$ 269.600.000	\$ 377.440.000	\$ 539.200.000

La suma de los valores obtenidos en las Tabla 34 y Tabla 35 será el valor considerado en este rubro. Como se supone una demanda estable a partir del quinto año de operación, estos costos asociados también permanecerán constantes.

11.3 DEPRECIACIÓN

Según la cantidad de máquinas calculadas, la Tabla 36 presenta el cálculo de la depreciación anual de las mismas, teniendo en cuenta un modelo lineal a diez años.

Tabla 36. Tabla de depreciación de equipos

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Valor final en libros
Máquinas 1 y 2	\$ 361.503.616	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ -
Máquina 3		\$ 180.751.808	\$ 18.075.181	\$ 18.075.181	\$ 18.075.181	\$ 18.075.181	\$ 18.075.181	\$ 18.075.181	\$ 18.075.181	\$ 18.075.181	\$ 18.075.181	\$ 18.075.181
Máquinas 4 y 5			\$ 361.503.616	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 72.300.723
Máquinas 6 y 7				\$ 361.503.616	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 108.451.085
Máquinas 8 y 9					\$ 361.503.616	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 36.150.362	\$ 144.601.447
Máquina 10					\$ 180.751.808	\$ 18.075.181	\$ 18.075.181	\$ 18.075.181	\$ 18.075.181	\$ 18.075.181	\$ 18.075.181	\$ 72.300.723
Depreciación	\$ -	\$ 36.150.362	\$ 54.225.542	\$ 90.375.904	\$ 126.526.266	\$ 180.751.808	\$ 180.751.808	\$ 180.751.808	\$ 180.751.808	\$ 180.751.808	\$ 180.751.808	\$ 180.751.808

11.4 INTERESES Y ABONO A CAPITAL

La empresa considera que las plantas deben adquirirse con préstamos en bancos o financiación del proveedor, correspondiente al 50 % del valor comercial. La tasa de interés para la simulación es del 14,5 % efectiva anual, correspondiente al promedio de la simulación en diferentes bancos para un préstamo de libre inversión.

Con el fin de evaluar qué tipo de financiamiento, debe buscarse para obtener el mayor valor presente neto, y para esto, se analizaron los casos que se presentan en la Tabla 37.

Tabla 37. Comparativo de VPN según el tipo de amortización

Tipo de financiamiento	VPN
Amortización constante	\$ 52.088.684
Cuota constante	\$ 52.665.893
Cuota creciente (10% anual)	\$ 53.164.512

Teniendo en cuenta que un plan de pagos con cuota creciente del 10% anual genera el mayor VPN, se seleccionará este tipo para el análisis del flujo de caja.

En la Tabla 38 se presenta el abono a capital y el valor de los intereses anuales, correspondientes al tipo de amortización seleccionado.

Tabla 38. Plan de pago del crédito

Año	0	1	2	3	4	5
Saldo	\$ 180.751.808	\$ 252.560.670	\$ 398.292.110	\$ 513.214.389	\$ 678.042.059	\$ 510.406.334
Abono a capital		\$ 18.567.042	\$ 35.020.368	\$ 65.829.530	\$ 106.300.042	\$ 167.635.725
Intereses		\$ 26.209.012	\$ 36.621.297	\$ 57.752.356	\$ 74.416.086	\$ 98.316.099
Cuota		\$ 44.776.054	\$ 71.641.665	\$ 123.581.886	\$ 180.716.129	\$ 265.951.823

Año	6	7	8	9	10
Saldo	\$ 363.980.531	\$ 210.335.415	\$ 85.882.037	\$ -	\$ -
Abono a capital	\$ 146.425.804	\$ 153.644.937	\$ 124.453.379	\$ 85.882.037	\$ -
Intereses	\$ 74.008.918	\$ 52.777.151	\$ 30.498.635	\$ 12.452.895	\$ -
Cuota	\$ 220.434.722	\$ 206.422.089	\$ 154.952.014	\$ 98.334.932	\$ -

11.5 CAPITAL DE TRABAJO

En este rubro se considerarán los recursos necesarios para cubrir nóminas, mantenimientos e insumos varios por dos meses en cada año. En la Tabla 39 se presenta el valor de este capital y en la Tabla 40 se presenta el capital de trabajo requerido y la variación y recuperación del mismo. Según la experiencia de la empresa, para este tipo de negocio se requiere disponer del capital necesario para pagar los salarios, mantenimientos y otros de por lo menos dos meses por cada año y por cada planta de mezclas operativa.

Tabla 39. Capital de trabajo

Capítulo	Ítem	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Total
Recursos Humanos	Residente de planta de mezclas	Mes	2	\$ 2.292.398	\$ 4.584.796
	Operador planta de mezclas	Mes	2	\$ 2.170.012	\$ 4.340.024
	Ayudante planta de mezclas	Mes	2	\$ 1.320.514	\$ 2.641.028
	Operador minicargador	Mes	2	\$ 1.320.514	\$ 2.641.028
Equipos	Mantenimientos	Mes	2	\$ 903.759	\$ 1.807.518
	Reserva repuestos	Mes	2	\$ 451.880	\$ 903.759
Otros	Insumos varios	Mes	2	\$ 450.000	\$ 900.000
				Total anual	\$ 17.818.152

Tabla 40. Variación del capital de trabajo

Año	0	1	2	3	4	5 - 9	10
Capital de trabajo		\$ 35.636.304	\$ 53.454.455	\$ 89.090.759	\$ 124.727.062	\$ 178.181.518	\$ 178.181.518
Variación capital de trabajo	\$ 35.636.304	\$ 17.818.152	\$ 35.636.304	\$ 35.636.304	\$ 53.454.455	\$ -	
Recuperación capital de trabajo							\$ 178.181.518
Inversión de capital de trabajo	\$ 35.636.304	\$ 53.454.455	\$ 89.090.759	\$ 124.727.062	\$ 178.181.518	\$ 178.181.518	

11.6 VALOR DE SALVAMENTO

Se contemplará que el valor de salvamento corresponde al valor en libros en el décimo año, igual a \$ 415.729.159.

11.7 COSTO DE CAPITAL

La empresa, con el fin de que los socios sientan tranquilidad para tomar la decisión de llevar el negocio a otra ciudad, cosa que no se ha hecho hasta el momento, considera que el costo de capital mínimo debería ser de 10 puntos porcentuales sobre la tasa de financiación de los bancos, es decir, 24,5 %. Lo anterior, considerando una evaluación a nivel de prefactibilidad que tenga un excedente que pueda amortiguar cualquier variación significativa en el análisis de factibilidad.

11.8 FLUJO DE CAJA

Una vez se tienen todos los valores disponibles, se procede a construir el flujo de caja neto para un periodo de operación de diez años. A continuación, en la Tabla 41, se muestra el resultado del ejercicio. En esta tabla podemos encontrar cuáles serían las pérdidas o ganancias de cada periodo de operación.

Tabla 41. Flujo de Caja Neto

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Precio de venta (\$/m3)		\$ 344.631	\$ 344.631	\$ 344.631	\$ 344.631	\$ 344.631	\$ 344.631	\$ 344.631	\$ 344.631	\$ 344.631	\$ 344.631
Volumen de venta (m3)		8.480	13.820	21.820	34.160	54.080	54.080	54.080	54.080	54.080	54.080
TOTAL INGRESOS		\$ 2.922.470,193	\$ 4.659.410,025	\$ 7.416.457,377	\$ 11.772.592,193	\$ 18.637.640,100	\$ 18.637.640,100	\$ 18.637.640,100	\$ 18.637.640,100	\$ 18.637.640,100	\$ 18.637.640,100
Costos variables		\$ 2.653,028.879	\$ 4.229,829,062	\$ 6.732,686,495	\$ 10,687,201,239	\$ 16,919,316,248	\$ 16,919,316,248	\$ 16,919,316,248	\$ 16,919,316,248	\$ 16,919,316,248	\$ 16,919,316,248
Costos fijos		\$ 331,040,000	\$ 384,960,000	\$ 492,800,000	\$ 600,640,000	\$ 762,400,000	\$ 762,400,000	\$ 762,400,000	\$ 762,400,000	\$ 762,400,000	\$ 762,400,000
Costos y gastos totales		\$ 2.984,068,879	\$ 4,614,789,062	\$ 7,225,486,495	\$ 11,287,841,239	\$ 17,681,716,248	\$ 17,681,716,248	\$ 17,681,716,248	\$ 17,681,716,248	\$ 17,681,716,248	\$ 17,681,716,248
UTILIDAD BRUTA		\$ 61,598,686	\$ 44,620,963	\$ 190,970,882	\$ 484,750,954	\$ 955,923,852	\$ 955,923,852	\$ 955,923,852	\$ 955,923,852	\$ 955,923,852	\$ 955,923,852
Depreciaciones		\$ 36,150,362	\$ 54,225,542	\$ 90,375,904	\$ 126,526,266	\$ 180,751,808	\$ 180,751,808	\$ 180,751,808	\$ 180,751,808	\$ 180,751,808	\$ 180,751,808
UTILIDAD UAI		\$ 97,749,048	\$ 9,604,580	\$ 100,594,978	\$ 358,224,688	\$ 775,172,044	\$ 775,172,044	\$ 775,172,044	\$ 775,172,044	\$ 775,172,044	\$ 775,172,044
Gastos financieros		\$ 26,209,012	\$ 36,621,297	\$ 57,752,356	\$ 74,416,086	\$ 98,316,099	\$ 74,008,918	\$ 52,777,151	\$ 30,498,635	\$ 12,452,895	\$ -
UAI		\$ 123,958,060	\$ 46,225,877	\$ 42,842,622	\$ 283,808,602	\$ 676,855,945	\$ 701,163,125	\$ 722,394,892	\$ 744,673,408	\$ 762,719,148	\$ 775,172,044
IMPUESTOS		\$ 40,906,160	\$ 15,254,539	\$ 14,138,065	\$ 93,656,839	\$ 223,362,462	\$ 231,383,831	\$ 238,390,315	\$ 245,742,225	\$ 251,697,319	\$ 255,806,774
UTILIDAD NETA		\$ 83,051,900	\$ 30,971,337	\$ 28,704,557	\$ 190,151,763	\$ 453,493,483	\$ 469,779,294	\$ 484,004,578	\$ 498,931,184	\$ 511,021,829	\$ 519,365,269
Depreciación		\$ 36,150,362	\$ 54,225,542	\$ 90,375,904	\$ 126,526,266	\$ 180,751,808	\$ 180,751,808	\$ 180,751,808	\$ 180,751,808	\$ 180,751,808	\$ 180,751,808
Ingresos X Prestamos		\$ 180,751,808	\$ 90,375,904	\$ 180,751,808	\$ 180,751,808	\$ 271,127,712	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Abono a capital		\$ 18,567,042	\$ 35,020,368	\$ 65,829,530	\$ 106,300,042	\$ 167,635,725	\$ 146,425,804	\$ 153,644,937	\$ 124,453,379	\$ 85,882,037	\$ -
Inversión Activos Fijos		\$ 361,503,616	\$ 180,751,808	\$ 361,503,616	\$ 361,503,616	\$ 542,255,424	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Inversión en capital de W		\$ 35,636,304	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Varación capital de trabajo		\$ 17,818,152	\$ 35,636,304	\$ 35,636,304	\$ 53,454,455	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Reuperación capital de trabajo		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 178,181,518
Valor de Salvamento		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 415,729,159
F. DE C. NETO		-\$ 216,388,112	-\$ 173,662,637	-\$ 228,154,274	-\$ 163,137,181	-\$ 114,204,181	\$ 466,609,567	\$ 504,105,298	\$ 511,111,449	\$ 555,229,613	\$ 605,891,601
											\$ 1,294,027,754

Posteriormente, con el costo de capital definido previamente, se calculan diferentes indicadores presentados en la Tabla 42.

Tabla 42. Indicadores financieros

TD(Ke)	24,5%
VPN	\$ 91.578.133
TIR	27,35%
TVR	24,66%
BAUE	\$ 25.259.809
RBC	1,0461
PRI	6
PRID	10

Se obtiene un VPN de 91 millones de pesos aproximadamente, el cual está relacionado con una tasa interna de retorno del 27.35 %. Estos indicadores, sumados a una relación beneficio-costo mayor que uno (1) y un beneficio anual equivalente de 25 millones de pesos, permite determinar que es viable avanzar a una etapa de factibilidad.

El modelo de inversión requerido para la compra continua de equipos, es determinante en el periodo de retorno, pues se hacen grandes inversiones durante los primeros cinco años. Sin embargo, la mayoría de los equipos en el décimo año aún cuentan con vida útil para generar ingresos.

12. ANALISIS DE RIESGOS

Según (Quijano, 2013), los riesgos pueden definirse como una amenaza evaluada según la probabilidad de ocurrencia o frecuencia, y la gravedad de sus posibles consecuencias. En este sentido, estos dos factores pueden medirse de manera cualitativa o cuantitativa, dependiendo de la información con la que se cuente.

Una vez se han identificado los riesgos, es importante definir una estrategia para el tratamiento de los riesgos (Quijano, 2013). Se considerarán las siguientes medidas:

Aceptar: consiste en asumir la responsabilidad y las consecuencias en el momento en el que se materialice un riesgo. Se recomienda aceptar los riesgos cuando la frecuencia y el impacto sean bajos.

Mitigar: consiste en tomar medidas para que la probabilidad de ocurrencia disminuya, por ejemplo, elaboración de contratos, diseño de procedimientos o capacitaciones, entre otros,

Transferir: se procura transferir el riesgo y las pérdidas asociadas a la materialización del mismo a otras empresas (aseguradoras, proveedores, clientes), por medio de cláusulas contractuales o adquisición de pólizas de seguro.

Evitar: cuando la probabilidad de ocurrencia, el impacto, o ambas, tengan una calificación alta, debe evaluarse la necesidad de evitar la materialización del riesgo mediante las medidas necesarias, de acuerdo a su naturaleza y en proporción a la misma.

En la Tabla 43 se encuentran los principales riesgos identificados. Para definir la probabilidad de ocurrencia y el impacto económico probable si ocurre, se recurre a mesa de trabajo con personal de la empresa (recursos humanos, coordinador SISO, coordinador de obra y subgerente), evidenciando que no se cuenta con información estadística organizada y, por esta razón, se estiman valores de acuerdo a la experiencia y a la observación durante la vida de la empresa.

Tabla 43. Matriz de riesgos del proyecto

Categoría	ID	Riesgo	Probabilidad de ocurrencia	Impacto	Estrategia
Proveedores	A	Desabastecimiento prolongado de materiales de playa	8%	\$ 100.000.000,00	Mitigar
	B	Aumento significativo de precio del cemento	5%	\$ 45.000.000,00	Transferir
	C	Aumento significativo de precio de materiales de playa	4%	\$ 25.000.000,00	Transferir
Competidores	D	Disminución de precios de venta	1%	\$ 500.000.000,00	Mitigar
	E	Entrada de nuevos competidores	30%	\$ 100.000.000,00	Mitigar
Clientes	F	Poca confianza en el producto	20%	\$ 40.000.000,00	Mitigar
	G	Desconocimiento de las bondades del producto	20%	\$ 40.000.000,00	Mitigar
	H	Suspensión prolongada del proyecto	7%	\$ 60.000.000,00	Transferir
	I	Cancelación del proyecto por causas imputables al contratante	1%	\$ 60.000.000,00	Transferir
Laborales	J	Ausencia de personal calificado en la zona	30%	\$ 24.000.000,00	Mitigar
	K	Cultura regional perjudicial para la ejecución	25%	\$ 24.000.000,00	Mitigar
Proceso productivo	L	Enfermedades laborales de largo plazo (Neumoconiosis, bisinosis, neumonitis, asmaprofesional, EPOC, cáncer, disminución de la capacidad auditiva)	0,5%	\$ 600.000.000,00	Mitigar
	M	Enfermedades laborales (Hernias, restricciones de carga, restricciones para trabajo en altura)	5,0%	\$ 25.000.000,00	Mitigar
	N	Accidentes laborales graves (discapacidades, aplastamiento, lesiones múltiples)	2%	\$ 600.000.000,00	Evitar y Transferir
	O	Accidentes laborales medios (fracturas, esquinces, heridas profundas)	10%	\$ 45.000.000,00	Evitar y Transferir
	P	Accidentes laborales leves (contusiones, cortes superficiales)	60%	\$ 20.000.000,00	Evitar y Transferir
	Q	Accidentes laborales letales	0,1%	\$ 600.000.000,00	Evitar y Transferir
	R	Error humano en proceso productivo	8%	\$ 11.000.000,00	Mitigar
	S	Producto no conforme imputable a la empresa	1%	\$ 20.000.000,00	Evitar
T	Fallas en los equipos	60%	\$ 60.000.000,00	Evitar	

Teniendo en cuenta la matriz, se genera una simulación Montecarlo con ayuda del software @Risk. En este caso, se definió como escenario de máximo impacto un 15 % más de lo que se presenta en la En la Tabla 43 se encuentran los principales riesgos identificados. Para definir la probabilidad de ocurrencia y el impacto económico probable si ocurre, se recurre a mesa de trabajo con personal de la empresa (recursos humanos, coordinador SISO, coordinador de obra y subgerente), evidenciando que no se cuenta con información estadística organizada y, por esta razón, se estiman valores de acuerdo a la experiencia y a la observación durante la vida de la empresa.

Tabla 43 (impacto medio), y un impacto mínimo correspondiente a un 20 % menos que el impacto medio. En la Tabla 44 se presenta, entonces, el impacto mínimo, medio y máximo para cada uno de los riesgos, y configurado con una distribución triangular.

Tabla 44. Cuantificación de riesgos

Riesgo	Probabilidad de ocurrencia	Probabilidad de ocurrencia normalizada	Impacto si ocurre: medio	Impacto si ocurre: mínimo	Impacto si ocurre: máximo	Impacto probable	Impacto medio
A	8%	3%	\$ 100.000.000	\$ 80.000.000	\$ 115.000.000	\$ 98.333.333	\$ 2.793.323
B	5%	2%	\$ 45.000.000	\$ 36.000.000	\$ 51.750.000	\$ 44.250.000	\$ 817.047
C	4%	1%	\$ 25.000.000	\$ 20.000.000	\$ 28.750.000	\$ 24.583.333	\$ 363.132
D	1%	0%	\$ 500.000.000	\$ 400.000.000	\$ 575.000.000	\$ 491.666.667	\$ 1.815.660
E	30%	11%	\$ 100.000.000	\$ 80.000.000	\$ 115.000.000	\$ 98.333.333	\$ 10.893.958
F	20%	7%	\$ 40.000.000	\$ 32.000.000	\$ 46.000.000	\$ 39.333.333	\$ 2.905.055
G	20%	7%	\$ 40.000.000	\$ 32.000.000	\$ 46.000.000	\$ 39.333.333	\$ 2.905.055
H	7%	3%	\$ 60.000.000	\$ 48.000.000	\$ 69.000.000	\$ 59.000.000	\$ 1.525.154
I	1%	0%	\$ 60.000.000	\$ 48.000.000	\$ 69.000.000	\$ 59.000.000	\$ 217.879
J	15%	6%	\$ 24.000.000	\$ 19.200.000	\$ 27.600.000	\$ 23.600.000	\$ 1.307.275
K	15%	6%	\$ 24.000.000	\$ 19.200.000	\$ 27.600.000	\$ 23.600.000	\$ 1.307.275
L	0,5%	0%	\$ 600.000.000	\$ 480.000.000	\$ 690.000.000	\$ 590.000.000	\$ 1.089.396
M	5,0%	2%	\$ 5.000.000	\$ 4.000.000	\$ 5.750.000	\$ 4.916.667	\$ 90.783
N	0,5%	0%	\$ 600.000.000	\$ 480.000.000	\$ 690.000.000	\$ 590.000.000	\$ 1.089.396
O	10%	4%	\$ 45.000.000	\$ 36.000.000	\$ 51.750.000	\$ 44.250.000	\$ 1.634.094
P	60%	22%	\$ 2.000.000	\$ 1.600.000	\$ 2.300.000	\$ 1.966.667	\$ 435.758
Q	0,1%	0%	\$ 600.000.000	\$ 480.000.000	\$ 690.000.000	\$ 590.000.000	\$ 217.879
R	8%	3%	\$ 11.000.000	\$ 8.800.000	\$ 12.650.000	\$ 10.816.667	\$ 319.556
S	1%	0%	\$ 20.000.000	\$ 16.000.000	\$ 23.000.000	\$ 19.666.667	\$ 72.626
T	60%	22%	\$ 60.000.000	\$ 48.000.000	\$ 69.000.000	\$ 59.000.000	\$ 13.072.749

A partir de la probabilidad de ocurrencia normalizada, se construye la matriz de probabilidad para todos los diez años del flujo de caja y la matriz de impacto probable, con base en la distribución triangular mencionada anteriormente, ambas tablas se presentan a continuación.

Tabla 45. Matriz de probabilidades

Riesgo	Matriz de probabilidades									
	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	2,8%	2,8%	2,8%	2,8%	2,8%	2,8%	2,8%	2,8%	2,8%	2,8%
B	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%
C	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%
D	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
E	11,1%	11,1%	11,1%	11,1%	11,1%	11,1%	11,1%	11,1%	11,1%	11,1%
F	7,4%	7,4%	7,4%	7,4%	7,4%	7,4%	7,4%	7,4%	7,4%	7,4%
G	7,4%	7,4%	7,4%	7,4%	7,4%	7,4%	7,4%	7,4%	7,4%	7,4%
H	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%
I	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
J	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%
K	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%
L	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
M	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%
N	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
O	3,7%	3,7%	3,7%	3,7%	3,7%	3,7%	3,7%	3,7%	3,7%	3,7%
P	22,2%	22,2%	22,2%	22,2%	22,2%	22,2%	22,2%	22,2%	22,2%	22,2%
Q	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
R	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
S	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
T	22,2%	22,2%	22,2%	22,2%	22,2%	22,2%	22,2%	22,2%	22,2%	22,2%

Tabla 46. Matriz de impacto probable

Riesgo	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	\$ 98.333.333	\$ 98.333.333	\$ 98.333.333	\$ 98.333.333	\$ 98.333.333	\$ 98.333.333	\$ 98.333.333	\$ 98.333.333	\$ 98.333.333	\$ 98.333.333
B	\$ 44.250.000	\$ 44.250.000	\$ 44.250.000	\$ 44.250.000	\$ 44.250.000	\$ 44.250.000	\$ 44.250.000	\$ 44.250.000	\$ 44.250.000	\$ 44.250.000
C	\$ 24.583.333	\$ 24.583.333	\$ 24.583.333	\$ 24.583.333	\$ 24.583.333	\$ 24.583.333	\$ 24.583.333	\$ 24.583.333	\$ 24.583.333	\$ 24.583.333
D	\$ 491.666.667	\$ 491.666.667	\$ 491.666.667	\$ 491.666.667	\$ 491.666.667	\$ 491.666.667	\$ 491.666.667	\$ 491.666.667	\$ 491.666.667	\$ 491.666.667
E	\$ 98.333.333	\$ 98.333.333	\$ 98.333.333	\$ 98.333.333	\$ 98.333.333	\$ 98.333.333	\$ 98.333.333	\$ 98.333.333	\$ 98.333.333	\$ 98.333.333
F	\$ 39.333.333	\$ 39.333.333	\$ 39.333.333	\$ 39.333.333	\$ 39.333.333	\$ 39.333.333	\$ 39.333.333	\$ 39.333.333	\$ 39.333.333	\$ 39.333.333
G	\$ 39.333.333	\$ 39.333.333	\$ 39.333.333	\$ 39.333.333	\$ 39.333.333	\$ 39.333.333	\$ 39.333.333	\$ 39.333.333	\$ 39.333.333	\$ 39.333.333
H	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000
I	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000
J	\$ 23.600.000	\$ 23.600.000	\$ 23.600.000	\$ 23.600.000	\$ 23.600.000	\$ 23.600.000	\$ 23.600.000	\$ 23.600.000	\$ 23.600.000	\$ 23.600.000
K	\$ 23.600.000	\$ 23.600.000	\$ 23.600.000	\$ 23.600.000	\$ 23.600.000	\$ 23.600.000	\$ 23.600.000	\$ 23.600.000	\$ 23.600.000	\$ 23.600.000
L	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000
M	\$ 4.916.667	\$ 4.916.667	\$ 4.916.667	\$ 4.916.667	\$ 4.916.667	\$ 4.916.667	\$ 4.916.667	\$ 4.916.667	\$ 4.916.667	\$ 4.916.667
N	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000
O	\$ 44.250.000	\$ 44.250.000	\$ 44.250.000	\$ 44.250.000	\$ 44.250.000	\$ 44.250.000	\$ 44.250.000	\$ 44.250.000	\$ 44.250.000	\$ 44.250.000
P	\$ 1.966.667	\$ 1.966.667	\$ 1.966.667	\$ 1.966.667	\$ 1.966.667	\$ 1.966.667	\$ 1.966.667	\$ 1.966.667	\$ 1.966.667	\$ 1.966.667
Q	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000	\$ 590.000.000
R	\$ 10.816.667	\$ 10.816.667	\$ 10.816.667	\$ 10.816.667	\$ 10.816.667	\$ 10.816.667	\$ 10.816.667	\$ 10.816.667	\$ 10.816.667	\$ 10.816.667
S	\$ 19.666.667	\$ 19.666.667	\$ 19.666.667	\$ 19.666.667	\$ 19.666.667	\$ 19.666.667	\$ 19.666.667	\$ 19.666.667	\$ 19.666.667	\$ 19.666.667
T	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000	\$ 59.000.000

Luego se construye la Tabla 47, producto la multiplicación de las matrices de frecuencia e impacto probable. En esta tabla se muestra un posible escenario, a manera de ejercicio.

Tabla 47. Matriz de impacto si ocurre

Riesgo	Impacto si ocurre										VPN	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
A	\$ -	\$ -	\$ 112.381.374	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 58.235.295,43
B	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0,00
C	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0,00
D	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0,00
E	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0,00
F	\$ 41.559.089	\$ -	\$ 45.591.375	\$ -	\$ 84.076.734	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 32.596.616	\$ -	\$ -	\$ 89.649.633,46
G	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 40.251.943	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 10.808.632,19
H	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0,00
I	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0,00
J	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0,00
K	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 23.931.342	\$ 2.674.690,55
L	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0,00
M	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0,00
N	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0,00
O	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0,00
P	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.896.924	\$ -	\$ 1.899.662	\$ -	\$ 2.087.465	\$ -	\$ -	\$ 1.334.355,81
Q	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0,00
R	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 9.277.289	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.491.179,25
S	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0,00
T	\$ -	\$ -	\$ 50.303.212	\$ -	\$ -	\$ 49.695.362	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 126.414.640	\$ 53.539.971,92
Total	\$ 41.559.089	\$ -	\$ 208.275.961	\$ -	\$ 85.973.658	\$ 99.224.593	\$ 1.899.662	\$ -	\$ 34.684.082	\$ 150.345.982	\$ 218.733.758,62	

Por último, se calculan los indicadores con base en los totales obtenido por año. En este caso, se obtiene un VPN de riesgos medio de 157 millones de pesos, aproximadamente, como se muestra en la Ilustración 13.

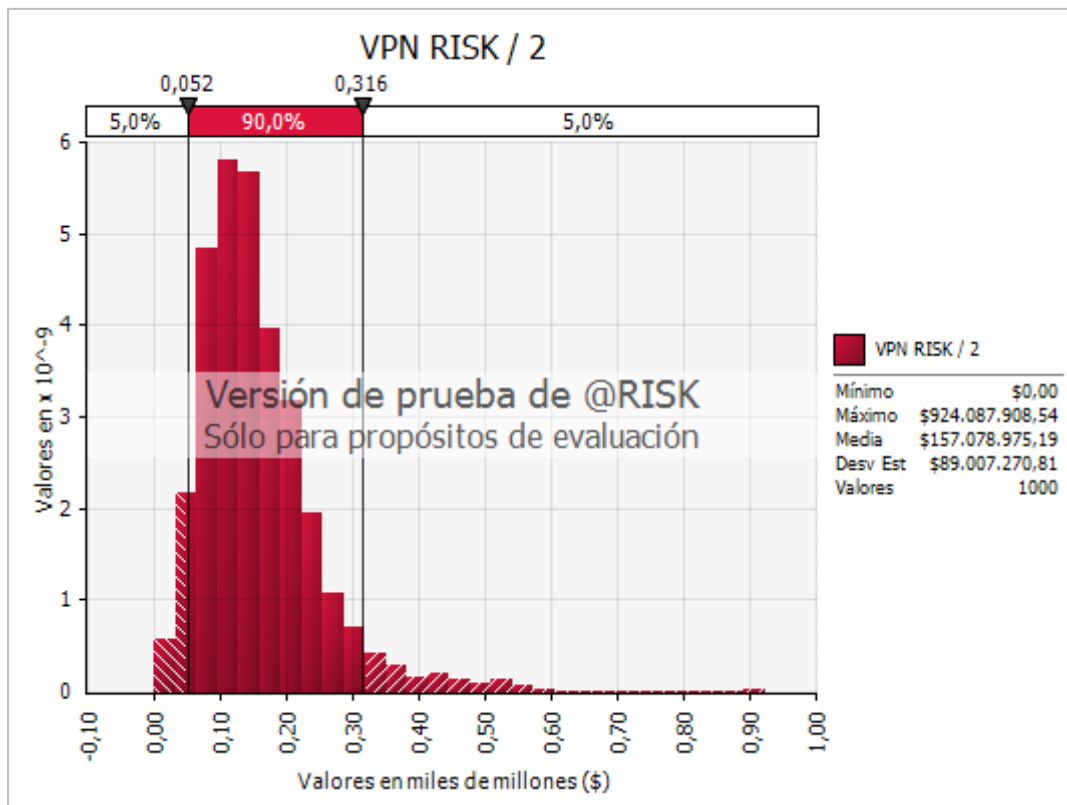


Ilustración 13. VPN del riesgo

En este caso, la probabilidad de que el VPN de riesgos sea inferior a los 316 millones de pesos es del 95%.

En este punto, es importante impactar el VPN del proyecto, que tenga en cuenta los riesgos asociados a la demanda, el precio de venta y la variación del capital de trabajo, para lo cual se generaron las siguientes distribuciones triangulares:

- Demanda: el valor máximo corresponde al presentado en la Tabla 12, donde el valor máximo corresponde a un porcentaje de los concretos premezclados proyectados para el mercado, el valor más probable es un 80 % del anterior y el mínimo es un 60% del máximo.
- Precio de venta: con base en el precio de venta establecido en Tabla 33, se establecen los valores mínimo y máximo como el 95% y el 105%, respectivamente, sobre el precio de venta.

- Costo de capital: se establecen los valores mínimos y máximos como el 50% y el 150%, respectivamente, del capital de trabajo calculado en la Tabla 39.

En la Tabla 48 se presenta el flujo de caja neto simulado con los parámetros anteriores, subrayado de azul se encuentran las celdas que contienen distribuciones de probabilidad para determinar el valor.

Tabla 48. Flujo de caja simulado

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Precio de venta (\$/m3)		\$ 344.631	\$ 344.631	\$ 344.631	\$ 344.631	\$ 344.631	\$ 344.631	\$ 344.631	\$ 344.631	\$ 344.631	\$ 344.631
Volumen de venta (m3)		8.480	13.520	21.520	34.160	54.080	54.080	54.080	54.080	54.080	54.080
TOTAL											
INGRESOS		\$ 2.922.470.193	\$ 4.659.410.025	\$ 7.416.457.377	\$ 11.772.592.193	\$ 18.637.640.100	\$ 18.637.640.100	\$ 18.637.640.100	\$ 18.637.640.100	\$ 18.637.640.100	\$ 18.637.640.100
Costos variables		\$ 2.653.028.879	\$ 4.229.829.062	\$ 6.732.686.495	\$ 10.687.201.239	\$ 16.919.316.248	\$ 16.919.316.248	\$ 16.919.316.248	\$ 16.919.316.248	\$ 16.919.316.248	\$ 16.919.316.248
Costos fijos		\$ 331.040.000	\$ 384.960.000	\$ 492.800.000	\$ 600.640.000	\$ 762.400.000	\$ 762.400.000	\$ 762.400.000	\$ 762.400.000	\$ 762.400.000	\$ 762.400.000
Costos y gastos totales		\$ 2.984.068.879	\$ 4.614.789.062	\$ 7.225.486.495	\$ 11.287.841.239	\$ 17.681.716.248	\$ 17.681.716.248	\$ 17.681.716.248	\$ 17.681.716.248	\$ 17.681.716.248	\$ 17.681.716.248
UTILIDAD BRUTA		\$ 61.598.686	\$ 44.620.963	\$ 190.970.882	\$ 484.750.954	\$ 955.923.852	\$ 955.923.852	\$ 955.923.852	\$ 955.923.852	\$ 955.923.852	\$ 955.923.852
Depreciaciones		\$ 36.150.362	\$ 54.225.542	\$ 90.375.904	\$ 126.526.266	\$ 180.751.808	\$ 180.751.808	\$ 180.751.808	\$ 180.751.808	\$ 180.751.808	\$ 180.751.808
UAI		\$ 97.749.048	\$ 9.604.580	\$ 100.594.978	\$ 358.224.688	\$ 775.172.044	\$ 775.172.044	\$ 775.172.044	\$ 775.172.044	\$ 775.172.044	\$ 775.172.044
Gastos financieros		\$ 26.209.012	\$ 36.621.297	\$ 57.752.356	\$ 74.416.086	\$ 98.316.099	\$ 74.008.918	\$ 52.777.151	\$ 30.498.635	\$ 12.452.895	\$ -
UAI		\$ 123.958.060	\$ 46.225.877	\$ 42.842.622	\$ 283.808.602	\$ 676.855.945	\$ 701.163.125	\$ 722.394.892	\$ 744.673.408	\$ 762.719.148	\$ 775.172.044
IMPUESTOS		\$ 40.906.160	\$ 15.254.539	\$ 14.138.065	\$ 93.656.839	\$ 223.362.462	\$ 231.383.831	\$ 238.390.315	\$ 245.742.225	\$ 251.697.319	\$ 255.806.774
UTILIDAD NETA		\$ 83.051.900	\$ 30.971.337	\$ 28.704.557	\$ 190.151.763	\$ 453.493.483	\$ 469.779.294	\$ 484.004.578	\$ 498.931.184	\$ 511.021.829	\$ 519.365.269
Depreciación		\$ 36.150.362	\$ 54.225.542	\$ 90.375.904	\$ 126.526.266	\$ 180.751.808	\$ 180.751.808	\$ 180.751.808	\$ 180.751.808	\$ 180.751.808	\$ 180.751.808
Ingresos X Préstamos	\$ 180.751.808	\$ 90.375.904	\$ 180.751.808	\$ 180.751.808	\$ 271.127.712	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Abono a capital		\$ 18.567.042	\$ 35.020.368	\$ 65.829.530	\$ 106.300.042	\$ 167.635.725	\$ 146.425.804	\$ 153.644.937	\$ 124.453.379	\$ 85.882.037	\$ -
Inversión Activos Fijos	\$ 361.503.616	\$ 180.751.808	\$ 361.503.616	\$ 361.503.616	\$ 542.255.424	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Inversión en capital de W	\$ 35.636.304										
Variación capital de trabajo		\$ 17.818.152	\$ 35.636.304	\$ 35.636.304	\$ 53.454.455	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Recuperación capital de trabajo		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 178.181.518
Valor de Salvamento		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 415.729.159
F. DE C. NETO	\$ -216.388.112	\$ 173.662.637	\$ 228.154.274	\$ 163.137.181	\$ 114.204.181	\$ 466.609.567	\$ 504.105.298	\$ 511.111.449	\$ 555.229.613	\$ 605.891.601	\$ 1.294.027.754

Tabla 49. Indicadores financieros de la simulación

TD(Ke)	24,5%
VPN	\$ 91.578.133
VPN media	\$ 95.345.766
TIR	27,35%
TIR media	27,46%
TVR	24,66%
BAUE	\$ 25.259.809
RBC	1,0461
PRI	6
PRID	10
Probabilidad de TIR>TD(Ke)	69,17%

En la Tabla 49 se pueden observar los valores medios encontrados para el VPN del proyecto y la TIR. Gracias al informe arrojado por el ejercicio de la simulación, se

puede encontrar que existe un 69 % de probabilidad de que la TIR del proyecto resulte mayor o igual al costo de capital.

En la Ilustración 14 se encuentra la distribución de probabilidad observada del VPN del proyecto, se identifica que el VPN puede variar entre menos 445 millones y más 648 millones. Sin embargo, existe un 90 % de probabilidad de que el VPN resultante del ejercicio se encuentre entre menos 213 millones y más 401 millones.

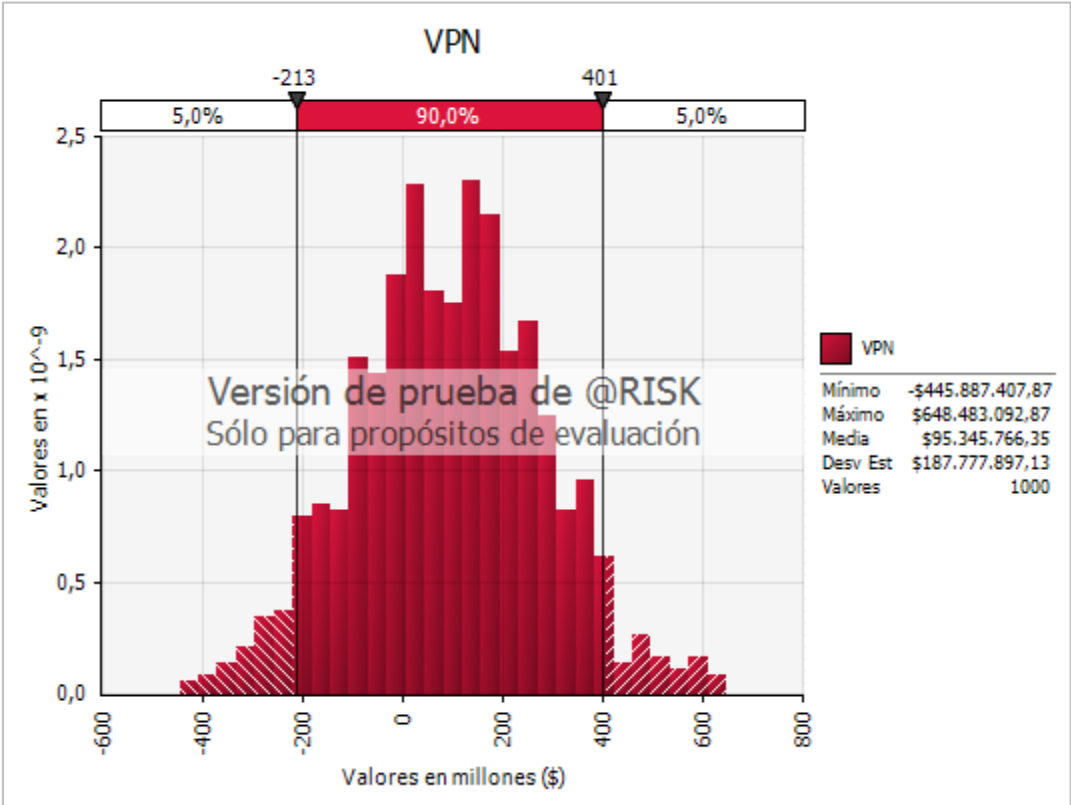


Ilustración 14. Distribución de probabilidad del VPN

En la Ilustración 15 se encuentra la distribución de probabilidad observada de la TIR del proyecto, la TIR del proyecto puede variar entre 9,2 % y 45,6 % con una media de 27,5 % y una desviación estándar de 5,89 %. Existe un 90% de probabilidad de que la TIR del proyecto se encuentre entre 17,67 % y 37,09 %.

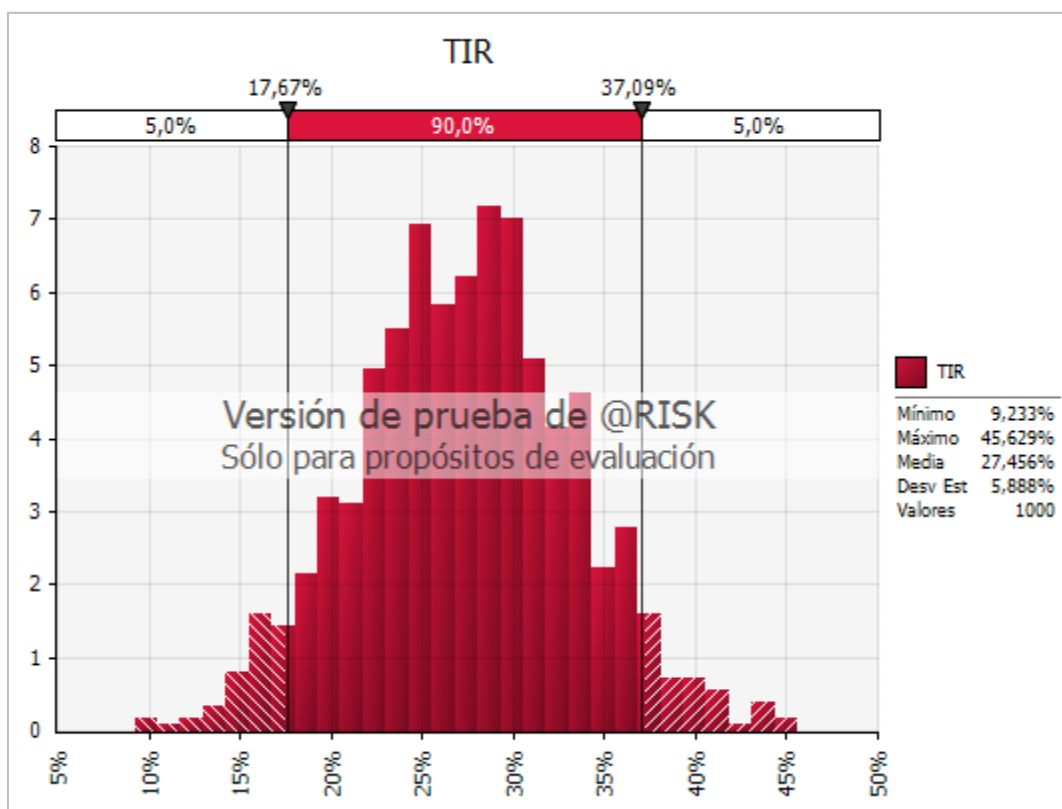


Ilustración 15. Distribución de probabilidad de la TIR

Posteriormente, se procede a realizar la comparación entre el VPN de los riesgos y el VPN del proyecto, encontrando que la diferencia entre ellos es menor que cero. Lo anterior, indica que, de materializarse los riesgos descritos, hay una probabilidad del 78,9 % de obtener un VPN total desfavorable para el proyecto.

Tabla 50. Comparación del VPN de riesgo y el VPN del proyecto

TIO	24,5%
VAR	\$ 157.078.975
VPN Proyecto	\$ 91.578.133,00
VPN real	-\$ 65.500.842
Prob. Risk > VPN	78,9%

En la Ilustración 16 se presenta un gráfico tornado que permite cuantificar el aporte de cada uno de los riesgos al VPN de riesgos, si cada uno de ellos tuviera una variación equivalente a una desviación estándar. En este caso, el VPN de riesgos

está principalmente determinado por la disminución de precios de venta, la entrada de nuevos competidores, y enfermedades de largo plazo, pues estas tres variables representan los riesgos que podrían impactar en mayor proporción el VPN del proyecto en caso de materializarse.

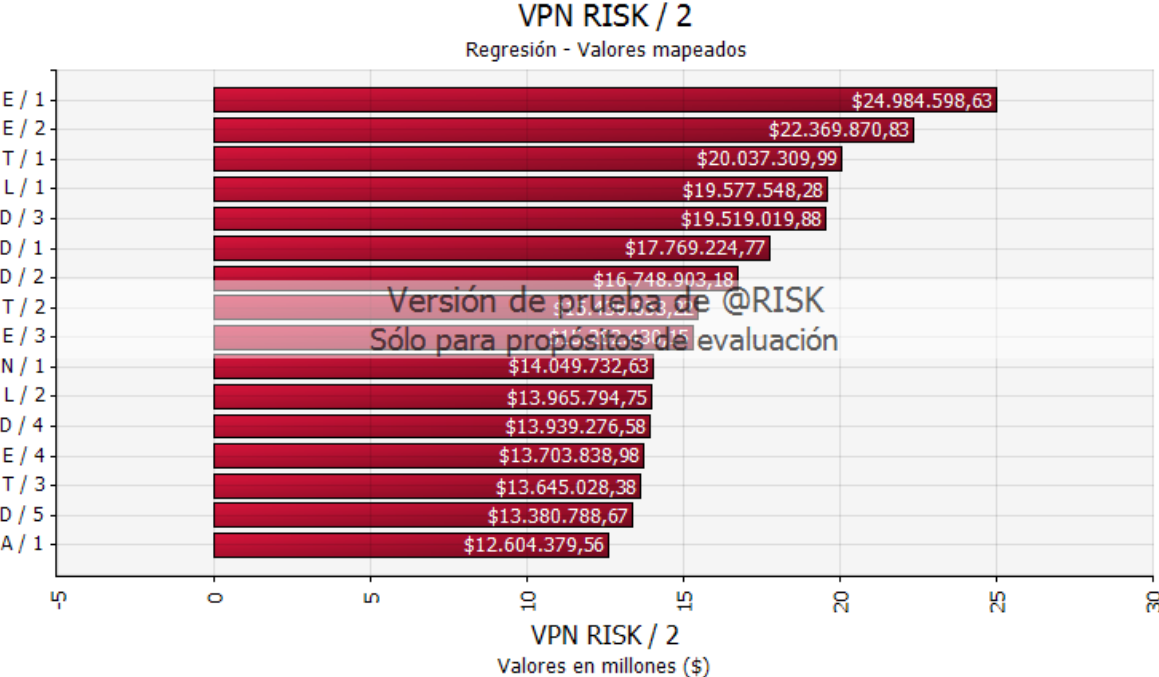


Ilustración 16. Gráfica tornado de riesgos

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El mercado del concreto en Colombia, en general, presenta un panorama atractivo. El gobierno se encarga de impulsar el sector de la construcción constantemente, con fines políticos, económicos y laborales. Además, el gremio constructor confía en el concreto como el material que mayor emplea en edificaciones.
- El estudio de mercados realizado para este trabajo de grado, se ejecutó de acuerdo a lo requerido para un estudio de prefactibilidad. Es recomendable contratar una empresa especializada para estos estudios, con el fin de profundizar y acotar de manera más certera el nivel de demanda esperado que podría tener AHINCO en Barranquilla, también es importante estimar cuál sería el costo de captación de un cliente, y de esta manera destinar los fondos presupuestales que se requieren para campañas publicitarias y comerciales.
- La adición de ceniza volante a la mezcla de concreto es una parte importante en el *know-how* de la compañía AHINCO, por lo tanto, es importante establecer el contrato comercial que asegure el suministro estable y confiable de ceniza para la operación de la empresa, los volúmenes de ceniza y la calidad requerida para la preparación de concreto.
- Los diseños de mezclas para el concreto aquí presentados, corresponden a diseños teóricos y requieren ensayos de laboratorio para ser validados. Además, una vez se tengan dichos resultados, los diseños podrán ser objeto de ajuste.
- Una vez puesto en marcha el proyecto, se podrán seguir ajustando y optimizando los diseños de mezcla. Los resultados que se obtienen en campo reducen el nivel de incertidumbre de los diseños. Al obtener un número representativo de muestras de la preparación de concreto en campo, la norma permite realizar una serie de optimizaciones de acuerdo a la variabilidad de los resultados obtenidos.

- Es importante para la empresa definir una estrategia que le permita romper las barreras de entrada que se presentan en los mercados del cemento y el concreto. Se puede esperar que las empresas productoras de concreto apliquen una reducción de costos a sus productos de concreto premezclado con el fin de conservar sus clientes.
- A su vez, la llegada de AHINCO al mercado de Barranquilla, podría atraer nuevos competidores (empresas nuevas o empresas existentes que diversifiquen sus servicios). Se debe implementar una estrategia que permita generar vínculos comerciales con el fin de encontrar estabilidad operacional en el tiempo. Con respecto al suministro de insumos para la producción de concreto (ceniza, cemento, agregados), es aconsejable realizar negociaciones de gran volumen y duración, todo esto permite conseguir precios más favorables y asegurar el suministro estable para la operación.
- Teniendo en cuenta que la probabilidad de que el valor presente neto de los riesgos sea mayor que el valor presente neto del proyecto es del 99,8 %, se hace sumamente importante transferir los riesgos del proyecto por medio de pólizas Todo Riesgo Construcción, Responsabilidad Civil Extracontractual, Calidad y Cumplimiento. Estas pólizas son habituales en el gremio de construcción y, en la mayoría de los casos, son prerrequisito para la celebración de los contratos de mano de obra o construcción.
- Con respecto a los riesgos descritos en el capítulo de análisis de riesgo, la compañía debe procurar continuar con la aplicación de sus sistemas de gestión propios para asegurar la calidad y la seguridad y salud en el trabajo. De esta manera, a través de planes, controles y estrategias, disminuir la probabilidad de que estos riesgos se materialicen, ocasionando impactos en los resultados financieros del proyecto.
- Pudieron determinarse los riesgos que mayor impacto pueden generar al proyecto en caso de materializarse. En el caso de la entrada de nuevos

competidores, es importante generar estrategias de mitigación por medio de alianzas con constructoras, captación rápida de mercado, y destacar el valor agregado de la adición de ceniza a los concretos. En el caso de la disminución de precios de venta, deben generarse contratos de compra de materiales que permitan tener un mayor margen de maniobra, con el fin de absorber las eventuales disminuciones de precio por condiciones del mercado. Finalmente, las enfermedades laborales de largo plazo deben mitigarse por medio de un plan eficaz de gestión de seguridad y salud en el trabajo, el cual debe tener estrategias de prevención, mitigación y eliminación de factores externos que afecten la salud de los trabajadores. De igual manera, el pago oportuno y adecuado de parafiscales y seguridad social (ARL y EPS) son fundamentales para la transferencia de los riesgos asociados a las enfermedades o accidentes de cualquier índole.

- En esta etapa del proyecto, entonces, se recomienda avanzar a un análisis de factibilidad, con el fin de ajustar los diferentes valores que intervienen en el mismo, tales como: optimización de mezclas, optimización de costos de materiales por contratos en volumen, ajustes en los parámetros de simulación de riesgos (distribuciones y probabilidades), acercamiento personalizado con clientes potenciales, entre otros.

Referencias

- AHINCO S. A. S. (2 de Octubre de 2018). *AHINCO S.A.S.* Recuperado el 4 de 2 de 2013, de www.ahinco.com.co: <http://www.ahinco.com.co/>
- ARGOS. (2017). *En cifras y hechos clave*. Medellín.
- ARGOS. (1 de Abril de 2019). *Contexto*. Obtenido de <https://www.argos.co/Acerca-de-Argos/Contexto>
- ASTM INTERNATIONAL. (2 de Octubre de 2018). *ASTM INTERNATIONAL*. Obtenido de <https://www.astm.org/search/fullsite-search.html?query=FLY%20ASH&>
- Ballesteros, A. (12 de Julio de 2018). Sector concreto alerta evasión fiscal. *El Colombiano*. Obtenido de <http://www.elcolombiano.com/negocios/economia/sector-concreto-alerta-evasion-fiscal-AH8988233>
- BBC Mundo. (23 de Enero de 2018). Cemento: El material con el que se construyó la civilización moderna que ahora la está destruyendo. *BBC Mundo*.
- CAMACOL. (2018). *Colombia Construcción en Cifras*. Bogotá.
- CAMACOL. (2018). *Tendencias de la Construcción; Economía y Coyuntura Sectorial*. Decimocuarta Edición.
- CAMACOL. (2018c). *Economía en la mira*. Bogotá. Obtenido de <https://camacol.co/sites/default/files/No.%20%2049.pdf>
- Cancillería de Colombia. (28 de Marzo de 2019). *Cancillería del Colombia*. Obtenido de <https://www.cancilleria.gov.co/organizacion-naciones-unidas-desarrollo-industrial-onudi>
- CARACOL Radio. (21 de Noviembre de 2017). *Migración en las zonas rurales es del 20%: U Andes*. Obtenido de https://caracol.com.co/radio/2017/11/21/nacional/1511280403_990559.html
- CEMEX. (2 de Octubre de 2018). *CEMEX Colombia*. Obtenido de <https://www.cemexcolombia.com/>
- CEMEX. (3 de Abril de 2019). *Perfil*. Obtenido de <https://www.cemex.com/es/acerca-de-cemex/perfil-de-la-compania>
- Chiner, E. (20 de Octubre de 2018). *Investigación descriptiva mediante encuestas*. Obtenido de <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/19380/34/Tema%208-Encuestas.pdf>
- CONCENTRA. (20 de Enero de 2019). *Inteligencia en Energía*. Obtenido de <https://concentra.co/content/plantas-termoel%C3%A9ctricas-en-colombia>
- CONCRETE PRODUCTS. (Septiembre de 2010). Industry measures fallout if EPA labels coal ash hazardous waste. *CONCRETEPRODUCTS.COM*, 5-7.

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2018). *Estadísticas de licencias de construcción (ELIC)*. Bogotá. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/licencias-de-construccion>
- Departamento Administrativo Nacional Electoral. (2019). *El Dane reveló que el Producto Interno Bruto de 2018 creció 2,7%, lo que genera optimismo frente a la meta de crecimiento de 3,6% en el 2019*. Bogotá: DANE.
- Departamento Nacional de Planeación. (2019). *Trámite del PND 2018-2022*. Bogotá.
- El Espectador. (1 de Noviembre de 2017). El compromiso de las nuevas generaciones con el medio ambiente y la sociedad. *El Espectador*. Obtenido de <https://www.elespectador.com/es-el-momento-de-los-que-transforman/noticias/medio-ambiente/el-compromiso-de-las-nuevas-generaciones-con-el-medio-ambiente-y-la-sociedad-articulo-720935>
- FENALCO. (20 de Enero de 2019). *FENALCO Bolívar*. Obtenido de <https://www.fenalcobolivar.com/desarrollo-sectorial/que-es-un-plan-de-ordenamiento-territorial-y-para-que-sirve-1487>
- Fondo Nacional del Ahorro. (12 de Diciembre de 2018). *fna Ahorro*. Obtenido de <https://www.fna.gov.co/sobre-el-fna/conocenos>
- Gallardo, Y., & Moreno, A. (1999). *Recolección de la Información*. Santa Fe de Bogotá: ICFES.
- INTERMAT. (2018). *Buildings & concrete sector*. París. Obtenido de <https://paris-en.intermatconstruction.com/content/location/253854>
- Kosmatka, S. K. (2004a). *Ceniza volante, Escoria, Humo de sílice, y puzolanas naturales*. Illinois: PCA.
- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J. (2004b). *Diseño y proporcionamiento de mezclas de concreto normal*. Illinois: PCA.
- Ley 1114 de 2006. (27 de Diciembre de 2006). *Por la cual se modifica la ley 546 de 1999, el numeral 7 del artículo 16 de la ley 789 de 2002 y el artículo 6 de la ley 973 de 2005 y se destinan recursos para la vivienda de interés social*. Bogotá, Colombia.
- Ley 400 de 1997. (19 de Agosto de 1997). *Por la cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes*. Bogotá, Colombia.
- McDaniel, C., & Gates, R. (2016). *Investigación de Mercados*. Mexico DF: CENGAGE Learning.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*. Bogotá DC.
- ONUUDI. (1991). *Manual for the Preparation of Industrial Feasibility Studies*. Vienna: UNIDO.

- OXFORD. (10 de Mayo de 2019). *What is a PESTEL analysis?* Obtenido de <https://blog.oxfordcollegeofmarketing.com/2016/06/30/pestel-analysis/>
- Quijano, R. C. (2013). *Administración de riesgos, un enfoque empresarial*. Medellín: Fondo Editorial Universidad EAFIT.
- Ramsey, B. (2018). Así ve JP Morgan la economía colombiana en el 2019. *Revista Dinero*.
- Superintendencia de Servicios Públicos. (2016). *Informe No 109*. Bogotá.
- U.S. Green Building Council. (22 de Enero de 2019). *USGBC*. Obtenido de <https://new.usgbc.org/leed>
- Valencia, V. E. (S.F.). *Revisión Documental en el Proceso de Investigación*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- World Business Council for Sustainable Development. (2009). *The Cement Sustainability Initiative*. Washington DC: WBCSD.