



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLAS DE HIDALGO**



**FACULTAD DE CONTADURÍA
Y CIENCIAS ADMINISTRATIVAS**

**“EVALUACIÓN DE LA PERSPECTIVA TÉCNICA-ECONÓMICA,
PARA SUSTITUIR ADOQUÍN CONVENCIONAL
POR ADOQUÍN ECOLÓGICO EN OBRA PÚBLICA
EN EL MUNICIPIO DE ÁLVARO OBREGÓN EN EL ESTADO DE
MICHOACÁN DE OCAMPO”**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN**

PRESENTA:

GUSTAVO RUBIO FERREL

ASESOR:

DR. MAURICIO AURELIO CHAGOLLA FARIAS

MORELIA, MICHOACÁN, MAYO DE 2024

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

A la Facultad de Ciencias Contables y Administrativas.

Al Departamento de Materiales de la FIC.

A todos mis profesores.

A mi amigo y colega.

Dr. Francisco Villazán

Gracias, sin su apoyo y tutela no podría haberlo logrado.

A mi asesor.

Dr. Mauricio Aurelio Chagolla Farias y a mi profesor el Maestro Pedro Campos Delgado

Gracias por su apoyo y guía durante los ensayos y prácticas que se realizaron al momento de realizar este proyecto de tesis.

DEDICATORIAS

Dedicado a mis queridos padres, quienes siempre han sido mi faro en la tormenta, brindándome su amor incondicional, sabiduría y apoyo inquebrantable a lo largo de mi vida y especialmente durante estos dos años de dedicación intensa y desvíos en este camino hacia este nuevo grado en mi carrera profesional. A mis adorados abuelitos, cuya memoria y legado siguen inspirándome cada día, aunque ya no estén físicamente presentes, su espíritu perdura en cada logro que alcanzo, sin dejar atrás mi abuelito Chava que hoy aún me hace el honor de prestarme su tiempo para verlo con sus propios ojos.

Y por último; pero no menos importante, mi compañera de aventuras y confidente, por ser mi roca, mi motivación constante y mi fuente inagotable de luz y comprensión en este viaje, pues como su nombre lo dice ella es la luz que me ha iluminado en el último año, sugiriendo la siguiente alegoría para referirme a ella, quien cual cielo nocturno adornado con el fulgor de su estrella, Celeste brilla con una luz propia, quien ha iluminado mi camino y llenado mi corazón de la calidez suficiente para nunca sentirme solo, la fortaleza necesaria para no dejar de moverme incluso cuando estoy cansado y la basta esperanza para creer en un mañana en el que todo estará mejor.

De verdad gracias a todos ustedes, sin su apoyo inquebrantable, este logro no habría sido posible. Gracias por ser mi luz en los días oscuros y mi razón para seguir adelante. Este trabajo está dedicado a ustedes con todo mi corazón y de hoy en adelante dedicar mi vida a que nunca les falte nada, pues son lo más importante para mí.

Y al Chelis también. Gracias.

ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	9
ÍNDICE DE TABLAS	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
I. INTRODUCCIÓN	13
ANTECEDENTES -.....	17
PARTE I: FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN DE LA DIRECCIÓN DE OBRA PÚBLICA MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE ÁLVARO OBREGON, MICHOACÁN	20
I. 1.- PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	20
I.1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
I.2.- OBJETIVO	22
I.3.-PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN	22
I.4.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
I.5.- JUSTIFICACIÓN	23
I.6.- HIPÓTESIS	26
I.6.1.- HIPÓTESIS GENERAL	26
I.6.2.- HIPÓTESIS DE TRABAJO	26
PARTE II: MARCO TEÓRICO	27
CAPÍTULO 1. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y PROPIEDADES DE MATERIALES ECOLÓGICOS	27
1.1.- DEFINICIÓN	27
1.2.- TIPOS DE MATERIALES	28
1.3 CLASIFICACIÓN	29
1.3.1 MATERIALES BIODEGRADABLES	29
1.3.2.- VENTAJAS DE LOS MATERIALES BIODEGRADABLES	29
1.3.2.1.- Desventajas de los materiales biodegradables	30
1.3.3.- MATERIALES RECICLABLES	30
1.3.3.1.- VENTAJAS DE LOS MATERIALES RECICLABLES	31
1.3.3.2.- DESVENTAJAS DE LOS MATERIALES RECICLABLES	33
1.3.4.- PRODUCTOS REUTILIZABLES	35
1.3.4.1.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS	36
1.3.5.- OBJETOS TÓXICOS	36

1.4.- PROCESO DE MANUFACTURACIÓN SOSTENIBLE.	37
1.5 FUNDAMENTOS DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO.	40
1.5.1 DEFINICIÓN	40
1.5.2 CLASIFICACIÓN	41
1.5.2.1.- SEGÚN SU COMPOSICIÓN	41
1.5.2.2.- SEGÚN SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	42
1.5.2.3.- SEGÚN SUS CARACTERÍSTICAS ESPECIALES	43
1.5.3 COMPOSICIÓN DEL CEMENTO PÓRTLAND.	44
1.5.4 PROCESOS DE HIDRATACIÓN.	45
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO DE LAS CIENCIAS ADMINISTRATIVAS	47
2.1 ADMINISTRACIÓN.	47
2.2 INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA GENERAL DE LA ADMINISTRACIÓN.	47
2.2.1.- LA ADMINISTRACIÓN Y SUS PERSPECTIVAS.	48
2.2.2.- CONTENIDO Y OBJETO DEL ESTUDIO DE LA ADMINISTRACIÓN.	50
2.2.3 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA ADMINISTRACIÓN.	50
2.2.4 ENFOQUE CLÁSICO DE LA ADMINISTRACIÓN	51
2.2.5 ENFOQUE HUMANÍSTICO DE LA ADMINISTRACIÓN.	52
2.2.6 TEORÍA DE LAS RELACIONES HUMANAS.	52
2.2.7 TEORÍA NEOCLÁSICA DE LA ADMINISTRACIÓN.	53
2.2.8 ADMINISTRACIÓN POR OBJETIVOS.	53
2.2.9 MODELO BUROCRÁTICO DE LA ORGANIZACIÓN.	54
2.2.10 TEORÍA ESTRUCTURALISTA DE LA ADMINISTRACIÓN.	55
2.2.11 TEORÍA DEL COMPORTAMIENTO.	55
2.2.12 TEORÍA DE SISTEMAS.	56
2.2.13 ENFOQUE CONTINGENCIAL DE LA ADMINISTRACIÓN.	57
2.2.14 UNIVERSALIDAD DEL PROCESO ADMINISTRATIVO EN LAS ORGANIZACIONES.	57
2.2.15 MODELOS TEÓRICOS PARA EL ESTUDIO DE LAS ORGANIZACIONES.	61
2.2.15.1 EL MODELO ADMINISTRATIVO SOCIOTÉCNICO.	61
2.2.15.2 EL MODELO ADMINISTRATIVO SISTÉMICO.	62
2.2.15.3 EL MODELO CÍCLICO DEL DESARROLLO ORGANIZACIONAL.	63
2.2.15.4 EL MODELO DE PLANEACIÓN.	65
2.2.15.5 EL MODELO ADMINISTRATIVO DE INVESTIGACIÓN-ACCIÓN.	66

2.2.15.6 MODELO BUROCRÁTICO DE LA ORGANIZACIÓN.....	67
CAPÍTULO 3. PROCESO PARA ELABORAR ELEMENTOS PREFABRICADOS DE CONCRETO PARA PAVIMENTACIÓN.....	69
3.1.- DEFINICIÓN.....	69
3.2.- CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS.	70
3.3.- PROCESO DE MANUFACTURA DE ELEMENTOS PREFABRICADOS.....	70
3.3.1. Selección de los agregados pétreos.	70
3.3.2.- Selección de agua.	71
3.3.3.- selección de cemento.	71
3.3.4.- Dosificación.....	72
3.3.5.- Proceso de mezclado.	73
3.3.6.- Las bandejas	74
3.3.7.- Elaboración de bloques	75
3.3.8.- Fraguado y curado	75
3.3.9.- Almacenamiento, Manipulación y Arrume Definitivo:	76
3.3.10. Otras variables.....	76
3.4.- EQUIPOS DE FABRICACIÓN.....	78
3.4.1.- Prensa Fija.....	78
3.4.2.- Prensa SYNCRO	78
3.4.3.- Prensa Megablock	79
3.5.- MÉTODO DE COLOCACIÓN DE ADOQUINES.....	80
3.5.1.- Evaluación del Producto.....	81
3.5.2.- Pendiente Transversal	81
3.5.3.- Confinamiento Perimetral.....	81
3.5.4.- Capa Base	81
3.5.5.- Lecho De Arena	82
3.5.6.- Colocación de Aduquines.....	82
3.5.7.- Instalación.....	82
3.5.8.- Rejuntado	83
3.5.9.- Vibrado	84
3.5.10.- Limpieza	84
CAPÍTULO 4. MATERIAS PRIMAS.....	85
4.1.- Yeso.....	85

4.1.1.-Propiedades.....	86
4.2.- Óxido de Calcio.....	86
4.3.- Agregado Fino.....	86
4.4.- Polímero.....	87
4.5.- ESQUEMA DE INDUSTRIALIZACIÓN.....	88
4.5.1.- Diseño Experimental.....	88
4.5.2.- Polímero.....	88
4.5.3.- ECOCEMENTO.....	89
4.5.4.- Material Compuesto: Producto Final.....	92
4.6 Esquema de producción.....	94
4.6.1 Placa de polipropileno.....	94
4.6.2 Bloque de ecocemento.....	96
4.6.2.1.- Selección de los Agregados Finos.....	96
4.6.2.2.- Dosificación.....	97
4.6.2.3.- Proceso de mezclado.....	98
4.6.2.4.- Vertido.....	98
4.6.2.5.- Fraguado y Desmolde.....	99
4.6.2.6.- Colocación de placa de polipropileno.....	100
4.6.2.7.- Almacenado.....	101
4.7 Consumo de Agua.....	101
4.8 Comparación de Materiales y Resistencia del Producto Final.....	102
4.9.- Diseño de mezclas para los adoquines de concreto.....	103
CAPÍTULO 5. ANÁLISIS ECÓNOMICO DE PRECIOS UNITARIOS.....	105
5.1 Costo de Materias Primas Convencionales.....	106
5.2 Costo de Materias Primas Adoquín Ecológico.....	107
5.3 Análisis comparativo de materiales.....	107
5.4 Proveedores.....	108
5.4.1 Polipropileno.....	109
5.4.2 Yeso.....	110
5.4.2.1.-Yesera Monterrey.....	111
5.4.2.2.- USG.....	112
5.4.2.3.- Construrama.....	113
5.4.2.4.- Construmundo de Morelia S.A. de C.V. Construrama.....	114

5.4.3 CAL.....	114
5.4.3.1.- PROMAPESA: PROVEEDORA DE MATERIALES PEÑA S.A. DE C.V..	115
5.4.3.2.- CALERAS DE BERNAL.....	116
5.4.3.3.- AGREGADOS FINOS.....	116
5.5.- ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE COSTOS, RESISTENCIAS Y BENEFICIOS A LARGO PLAZO, RESPECTO AL PRODUCTO, OBJETO DE ESTUDIO.	117
5.6. PRUEBA DE HIPÓTESIS.	118
5.7.- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	119
CAPÍTULO 6.	122
6.1. EL MUNICIPIO DE ÁLVARO OBREGÓN.....	122
6.2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO DE ÁLVARO OBREGÓN....	123
6.3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTUAL ADMINISTRACIÓN DEL MUNICIPIO DE ÁLVARO OBREGÓN, MICHOACÁN.	123
6.4. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL ORGANISMO OPERADOR MUNICIPAL DE ÁLVARO OBREGÓN, MICHOACÁN.....	123
6.4.1. MISIÓN.	124
6.4.2. VISIÓN.	124
6.4.3. VALORES.....	124
PARTE IV:	125
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	125
BIBLIOGRAFÍA	127
ANEXOS.	130
Anexo 1. Tablas de Composición y resistencia del Cemento Portland y características especiales, según la Norma N-CMT-2-02-001-02.....	130
Anexo 2. Esquema de Molde propuesto para la elaboración de 100 unidades del bloque de Ecocemento.	131
Anexo 3. Tabla Comparativa De Consumo De Agua En La Elaboración De Adoquines Convencionales Y Ecológicos.....	131
Anexo 4. Tabla Comparativa de Cantidades de Material Utilizadas en la Elaboración de Adoquines Convencionales y Ecológicos.....	132
Anexo 5. Tablas de Resistencia a la compresión en Adoquines Convencionales y Ecológicos.	133
Anexo 6. Tabla Comparativa de Costos de Materiales Utilizados para la Elaboración de Adoquines Convencionales y Ecológicos. De 1 tonelada de Cemento Portland obtenemos 2013 unidades de adoquín, mientras tanto de 1 tonelada de Yeso obtenemos el doble de unidades llegando a ser 4026 piezas para la elaboración de los adoquines ecológicos.	134
Anexo 7. Organigrama Organizacional del Municipio de Álvaro Obregón en 2022.	135

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Tipos de Materiales..... 28

Ilustración 2 Ejemplo de materiales biodegradables..... 30

Ilustración 3 Clasificación básica de materiales para reciclaje..... 35

Ilustración 4 Ejemplos básicos de materiales reutilizables..... 36

Ilustración 5 Objetos Tóxicos más comunes..... 36

Ilustración 6 Factores y dimensiones de la sostenibilidad..... 37

Ilustración 7 Clases de Resistencias de los Cementos Pórtland..... 42

Ilustración 8 Características Especiales de los Cementos Pórtland..... 43

Ilustración 9 Composición de los Cementos Pórtland..... 44

Ilustración 10 Administración por Objetivos..... 58

Ilustración 11 Figura 2, Modelo Sociotécnico de la Organización..... 62

Ilustración 12 Modelo Sistémico..... 63

Ilustración 13 Modelo Cíclico del Desarrollo Organizacional..... 63

Ilustración 14 Fundamentos del Desarrollo Organizacional..... 65

Ilustración 15 La Naturaleza del Cambio Planeado..... 67

Ilustración 16 Prefabricados de Concreto Ecológicos..... 69

Ilustración 17 Agregados Gruesos..... 71

Ilustración 18 Proceso de Mezclado..... 74

Ilustración 19 Elaboración de bloques..... 74

Ilustración 20 Zona de Fraguado..... 76

Ilustración 21 Prensa Fija..... 78

Ilustración 22 Prensa SYNCRO..... 79

Ilustración 23 Prensa Megablock..... 79

Ilustración 24 Colocación de Adoquines..... 80

Ilustración 25 Muestras de adoquín..... 81

Ilustración 26 Esquema Básico un Pavimento Adoquinado..... 82

Ilustración 27 Colocación de Adoquines..... 83

Ilustración 28 Rejuntado de Adoquines..... 83

Ilustración 29 Vibrado de Adoquines..... 84

Ilustración 30 Limpieza de Adoquines..... 84

Ilustración 31 Yeso Mineral..... 85

Ilustración 32 Preparación de Yeso..... 86

Ilustración 33 Esquema Experimental..... 88

Ilustración 34 Fotos ilustrativas del proceso artesanal de la placa..... 89

Ilustración 35 Grafica Esfuerzo-Deformación del Polipropileno..... 89

Ilustración 36 Pesaje para la elaboración de un bloque, con relación a/c=0.65..... 90

Ilustración 37 Primer Fisura a las 10.3 Toneladas de presión..... 91

Ilustración 38 Fallo Perimetral de las muestras por carbonatación.....	91
Ilustración 39 Unión del polímero y el Ecocemento mediante cianoacrilato de metilo.....	92
Ilustración 40 Elementos Compuestos.....	92
Ilustración 41 Resistencia mostrada al centro del elemento a causa de la carbonatación y las placa.	93
Ilustración 42 Horno de Convección Análogo Eléctrico 10 Charolas TURBOLINO.....	94
Ilustración 43 Preparación de moldes para la placa de Polipropileno.....	95
Ilustración 44 Colocación en el horno de las muestras.....	95
Ilustración 45 Desmolde placas.....	96
Ilustración 46 Diferentes granos de marmolina.....	97
Ilustración 47 Cal y Yeso.....	97
Ilustración 48 Revolvedora de Concreto 260 litros Motor Honda.....	98
Ilustración 49 Moldes Engrasados preparados para el vertido.....	99
Ilustración 50 Molde propuesto para elaborar 100 unidades.....	99
Ilustración 51 Colado y fraguado de los elementos a 24 horas.....	100
Ilustración 52 Unión del polímero y el Ecocemento mediante Cianoacrilato de Metilo.....	101
Ilustración 53 Cuadro No. 35: Resultados de Compresión de Adoquines de Concreto Vibrado....	103
Ilustración 54 Tabla Comparativa de la Resistencias a la Compresión.....	104
Ilustración 55 Tabla Comparativa de Costos de Materiales.....	107
Ilustración 56 Ubicación de Plantas PCM en México.....	109
Ilustración 57 Pellets Reciclados de PCM.....	110
Ilustración 58 Proveedores de Yeso.....	111
Ilustración 59 Ubicación de las plantas de Yesera Monterrey.....	112
Ilustración 60 Modelo Base de Sucursal de Construrama.....	113
Ilustración 61 Proveedores de Cal.....	114
Ilustración 62 Fábrica de cal. Cal Peña.....	115
Ilustración 63 Personal de trabajo de la Cantera Grupo Bertrán.....	116
Ilustración 64 Proveedores de Marmolina.....	117
Ilustración 65 Organigrama de la dirección de obra pública municipal de Álvaro Obregón, Michoacán.....	123

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Comparación del Consumo de Agua.....	102
Tabla 2 Tabla Comparativa de Materiales Utilizados.....	103
Tabla 3 Costo de Materias Primas Convencionales al 10/11/2023.....	106
Tabla 4 Costo de Materias Primas Adoquín Ecológico al 10/11/2023.....	107

RESUMEN.

Este trabajo de investigación se centra, en abordar la problemática de la pavimentación urbana convencional y sus impactos, tanto ambientales como económicos. La preocupación por el medio ambiente y la necesidad de alternativas sostenibles en la construcción de infraestructuras urbanas motivan este estudio, que se enfoca en la factibilidad técnica y económica de sustituir el adoquín convencional por adoquín ecológico. Esta perspectiva establecerá desafíos significativos para las autoridades municipales, para desarrolladores inmobiliarios y propietarios de terrenos urbanos o rurales.

Se establecen objetivos generales y específicos que buscan evaluar la factibilidad técnica y económica del adoquín ecológico. Los objetivos específicos se centran en propiedades mecánicas, análisis de costos, impacto ambiental y estrategias de implementación. Se formulan hipótesis generales y específicas que sugieren la factibilidad del adoquín ecológico desde el punto de vista técnico, económico y ambiental. La investigación se justifica por la necesidad de abordar los problemas asociados con el adoquín convencional, tales como: sostenibilidad ambiental, eficiencia técnica, viabilidad económica a largo plazo y, aceptación social como motivadores para la adopción del adoquín ecológico. La metodología implica un estudio comparativo entre el adoquín ecológico y el convencional, abordando aspectos técnicos, económicos y ambientales. Se utilizarán ensayos de laboratorio, análisis de costos y evaluación del ciclo de vida para obtener datos significativos.

Dejando como conclusión que la alternativa es viable y beneficiosa, tanto en aspectos técnicos como económicos.

Palabras Clave: Ecocemento, Cemento, Adoquín convencional, Adoquín ecológico, Sustentabilidad, Construcción.

ABSTRACT.

This research focuses on addressing the issues related to conventional urban paving and its impacts, both environmental and economic. Concern for the environment and the need for sustainable alternatives in urban infrastructure construction motivate this study, which focuses on the technical and economic feasibility of replacing conventional paving stones with ecological ones. This perspective will pose significant challenges for municipal authorities, real estate developers, and owners of urban or rural land.

General and specific objectives are established to assess the technical and economic feasibility of ecological paving stones. Specific objectives focus on mechanical properties, cost analysis, environmental impact, and implementation strategies. General and specific hypotheses are formulated suggesting the feasibility of ecological paving stones from technical, economic, and environmental points of view. The research is justified by the need to address problems associated with conventional paving stones, such as environmental sustainability, technical efficiency, long-term economic viability, and social acceptance as motivators for the adoption of ecological paving stones. The methodology involves a comparative study between ecological and conventional paving stones, addressing technical, economic, and environmental aspects. Laboratory tests, cost analysis, and life cycle assessment will be used to obtain significant data.

The conclusion drawn is that the alternative is viable and beneficial, both in technical and economic aspects.

Keywords: Ecocement, Cement, Conventional paver, Ecological paver, Sustainability, Construction.

I. INTRODUCCIÓN.

El presente estudio está encaminado a la búsqueda de soluciones sostenibles y amigables con el medio ambiente, en el departamento de Ingeniería Municipal del municipio de Álvaro Obregón, Michoacán, por lo tanto, este enfoque se ha convertido en una prioridad imperante en el ámbito de la construcción y el desarrollo urbano en el contexto actual; su propósito fue conocer la situación administrativa, de control y de ejecución de este segmento municipal y de aquí, estar en posibilidad de elaborar una propuesta adecuada a la realidad. También se identificaron los problemas que más le afectan, así como la repercusión que tienen en el proceso de control y fiscalización de su proceso.

En cuanto a la metodología de la investigación, el presente estudio comenzó siendo descriptivo, esto es se identificaron las variables inherentes al objeto de estudio y se definieron su concepto y dimensión. De aquí fue posible correlacionar las variables entre sí, para conocer el grado de comportamiento de nuestro elemento, tomando como base los modelos que proporcionaron más elementos para la formulación de la propuesta a la Dirección de Obra Pública del Municipio de Álvaro Obregón, Michoacán; que son el modelo cíclico del desarrollo organizacional y el modelo sistémico.

Se llevará a cabo un estudio comparativo entre el adoquín ecológico y el convencional, abordando aspectos técnicos, económicos y ambientales. Estará basada en ensayos de laboratorio para evaluar las propiedades mecánicas y durabilidad de ambos tipos de adoquín, además, se efectuarán análisis de costos que abarcará la producción, instalación y mantenimiento a lo largo del ciclo de vida de ambos materiales. El impacto ambiental se evaluará mediante un análisis del ciclo de vida.

Se instrumenta para apoyar a los municipios y sus organismos autónomos en el ejercicio de su hacienda, se encuentra integrado por las acciones de prevenir, capacitar, detectar, corregir y evaluar.

La implementación de prácticas ecológicas y rentables en la infraestructura municipal no solo se debe a la necesidad de maximizar los recursos, sino también a la responsabilidad compartida de proteger nuestro entorno para las generaciones venideras. Esto marca un ejemplo y una pausa para un nuevo cambio de conciencia y forma de hacer las cosas,

generando iniciativas estratégicas que redefinan los estándares tradicionales de pavimentación en obras públicas.

En un mundo donde la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental son imperativos ineludibles, la adopción de prácticas constructivas ecoamigables se vuelve crucial para reducir los efectos perjudiciales.

Durante décadas, se ha extendido la práctica de utilizar adoquines convencionales (prefabricados de concreto) en proyectos de construcción. Sin embargo, su fabricación y uso tienen consecuencias ambientales importantes, desde la extracción de materiales hasta el proceso de fabricación y disposición final, además de los costos asociados.

A pesar de su amplia utilización en el embellecimiento de calles y plazas, el adoquín prefabricado presenta desafíos importantes en términos de sostenibilidad ambiental. Es evidente que el agotamiento de los recursos naturales, la generación de desechos y las emisiones de carbono relacionadas con su producción y colocación son preocupaciones.

El presente estudio se enfoca en valorar la viabilidad técnica y financiera de la transición hacia el adoquín ecológico como alternativa innovadora y sostenible.

Una propuesta prometedora para abordar estos problemas es la iniciativa de transitar hacia el adoquín ecológico, que busca equilibrar las necesidades de infraestructura con la preservación del medio ambiente.

La adopción de adoquín ecológico no solo tiene como objetivo reducir los efectos negativos en el medio ambiente, sino que también ayuda a crear comunidades más fuertes y comprometidas con la protección del entorno. Se busca proporcionar una base sólida para la toma de decisiones informadas por parte de los tomadores de decisiones en el ámbito de la planificación y ejecución de proyectos de infraestructura pública a través de un análisis detallado de las características técnicas y los costos asociados con la implementación de esta tecnología.

En este marco, el estudio se estructura en torno a la evaluación tanto técnica como económica del adoquín ecológico, tomando en cuenta factores importantes como la durabilidad, la resistencia, la disponibilidad de materias primas, los costos de producción y el

mantenimiento, buscando brindar información útil a los encargados de tomar decisiones en el ámbito de la construcción y el urbanismo, contribuyendo al desarrollo de prácticas más sostenibles y responsables en el desarrollo de infraestructuras urbanas en México.

Asimismo, se analizan las consecuencias sociales y ambientales de esta transformación, reconociendo el potencial para mejorar la calidad de vida de la comunidad y la preservación de los recursos naturales.

Este documento se propone con el objetivo de contribuir al avance de soluciones razonables en el ámbito de la construcción, además de que pueda emplearse como guía integral para aplicarse a la toma de decisiones estratégicas para ser aplicadas en prácticas ecológicas, que eficiente el desarrollo de la infraestructura pública municipal.

El contenido de la investigación fue estructurado en seis capítulos que abarcan los siguientes aspectos:

En la Parte I, se define el problema de investigación, su planteamiento, sus preguntas de investigación haciendo énfasis en el enunciado, así como formulando preguntas específicas. Además, expone con claridad sus objetivos ya sean generales como específicos. Contempla también la justificación del estudio, donde se conjugan la hipótesis general y específicas, Por último, en este capítulo contempla el universo de las Direcciones de Obra Pública Municipal, en el Estado de Michoacán, así como también los sujetos y el diseño de la investigación

En la Parte II, primer capítulo, se hace una recopilación muy extensa respecto a la definición, clasificación y propiedades de materiales ecológicos, tipos, clasificación, materiales biodegradables, sus ventajas, desventajas, materiales reciclables, sus ventajas y desventajas, productos reutilizables, ventajas y desventajas, objetos tóxicos, el proceso de manufacturación sostenible, la sustentabilidad como base del diseño de productos y servicios, la selección de materiales de fuentes éticas, transporte y distribución, fundamentos del cemento y del concreto y demás aspectos concernientes.

En el segundo capítulo, se describe el marco teórico de las Ciencias Administrativas, abarcando todas las actividades dirigidas hacia la producción de bienes o a la prestación de

servicios su planeación y coordinación dentro de las organizaciones. Contempla, además, que todas las organizaciones se encuentran constituidas por personas y por recursos no humanos, tales como recursos físicos y materiales, recursos financieros, recursos tecnológicos, recursos de mercadeo, etc. La vida de las personas depende de las organizaciones y éstas dependen del trabajo de aquellas. Las personas nacen, crecen, aprenden, viven, trabajan, se divierten, son curadas y mueren dentro de organizaciones.

El cuarto capítulo, se enfoca en la selección y consecución de las materias primas a ser utilizados en la elaboración de los especímenes, tales como el yeso o escayola de París, óxido de calcio, polímeros, diseño de mezclas para los adoquines y demás componentes.

En el quinto capítulo, se refiere a la realización de un plan de negocios y así mismo cualificar la calidad técnica de nuestro material compuesto, se deben desglosar y analizar varios factores, siendo el costo de las materias uno de los principales o más vitales a tomar en cuenta, ya que el costo de las materias primas desempeña un papel crucial en la planificación y gestión de un negocio.

En el sexto capítulo, se hace el análisis de costos y de comparación de resistencias y beneficios a largo plazo respecto al producto, aplicables al contexto de la obra pública en el municipio de Álvaro Obregón, Michoacán; también se presenta brevemente cómo funciona el gobierno municipal, el manejo de sus finanzas, su marco jurídico y algunos principios de aplicables en sus áreas auxiliares.

Estas acciones así relacionadas y el resultado de acciones anteriores, generarán la propuesta de reorganización departamental y demás acciones pertinentes, dando como resultado el modelo general para este sector en el Estado de Michoacán.

ANTECEDENTES. -

La industria de la Construcción en México desempeña un papel crucial en el crecimiento económico del país y la generación de empleo. A pesar de los desafíos que enfrenta, hay oportunidades para su desarrollo, especialmente en el sector de la edificación y en proyectos de infraestructura. Pero es fundamental abordar los aspectos ambientales y buscar soluciones sostenibles para garantizar un crecimiento responsable en el futuro.

El sector de la Construcción está enfocándose cada vez más en la sostenibilidad, mediante la innovación e investigación en temas de reciclaje, promoviendo la reutilización y la revalorización de materiales, así como la generación de nuevos productos con el objetivo de sentar las bases de un nuevo modelo económico en esta industria.

Esta industria ha estado en un proceso de recuperación desde principios de 2022. En México, la Construcción se prepara para un aumento en la inversión y en el número de proyectos encaminados a una recuperación completa para el 2023. En México tiene un valor estimado de 175.9 mil millones de dólares, posicionado como el duodécimo mercado más grande del mundo, según datos presentados en EXPO CIHAC.

De acuerdo con un reporte de Procore, 40% de las empresas de Construcción en México se beneficiaron del Nearshoring, generando un crecimiento en el sector industrial y comercial. Sin duda, el sector de la construcción atrae una gran cantidad de inversión pública y privada, y los proyectos de construcción de infraestructura son una fuente muy importante en la generación de empleos, lo que provocará que surjan nuevas oportunidades para esta industria en el 2023.

Por esto, Amanco Wavin comparte lo que los expertos consideran será tendencia para la industria de la construcción y representan una oportunidad para las empresas:

Construcción sostenible. En el sector se dará prioridad al uso de materiales sostenibles, como la madera certificada y el hormigón de bajo impacto ambiental. Además, los sistemas de energías renovables, como paneles solares y aerogeneradores, serán una realidad habitual en las obras. Los diseños arquitectónicos también se desarrollarán basándose en la eficiencia

energética, maximizando el uso de la luz natural y adoptando diseños de ventilación inteligentes.

Edificios resilientes. Diseñados para resistir fenómenos meteorológicos extremos como tormentas, inundaciones y terremotos, esta es una tendencia a considerar para garantizar la seguridad de la población y sus bienes materiales.

Sensores y sistemas de automatización. También son una tendencia, estos podrán adaptarse a las necesidades de los usuarios, ajustándose automáticamente para brindarles mayor comodidad y eficiencia.

Construcción modular y prefabricación. Permiten que las estructuras se construyan de forma más rápida y eficiente. Estos métodos permiten producir los materiales en fábricas controladas, lo que reduce el desperdicio de estos y mejora la calidad de los edificios. Con este tipo de construcción pueden crearse edificios a la medida y responder a las demandas de la población.

Nuevas técnicas. Éstas juegan un papel fundamental, ya que la tecnología aplicada en la construcción permitirá medir, controlar y gestionar la evolución de las variables técnicas y de eficiencia más importantes en el marco de la construcción.

La adopción de tecnología. Se prevé un mayor uso de herramientas como la robótica, la inteligencia artificial, el análisis de datos, la impresión 3D, la realidad aumentada y el internet de las cosas. La inversión en tecnologías limpias y procesos ecoeficientes no solo contribuirá al bienestar del planeta, sino que también generará confianza y lealtad entre los consumidores.

Un enfoque clave para el éxito a largo plazo radica en la integración de prácticas **sostenibles** en el ecosistema de la **construcción**. Amanco Wavin contribuye con estas acciones con el Sistema Aquacell, el cual gracias a sus unidades geocelulares plásticas ofrece un volumen de almacenamiento subterráneo que permite atenuar los escurrimientos pluviales para su uso o infiltración, logrando una solución integral del manejo pluvial controlado que reduce el riesgo a la infraestructura urbana y su población.

Esto obedece al cambio climático, debido al crecimiento de las ciudades que está modificando el comportamiento hidrológico en la superficie, afectando las condiciones de infiltración, evaporación y escurrimiento superficial, siendo este último el que ocasiona encharcamientos e inundaciones en zonas bajas o de acumulación pluvial, provocando estragos en la infraestructura y riesgo hacia los habitantes.

40% de las empresas de Construcción en México se beneficiaron del Nearshoring, generando un crecimiento en el sector industrial y comercial

“El sector de la Construcción está cada vez más atento a las tendencias del mercado, como la sostenibilidad y las innovaciones tecnológicas. Es muy importante entender y responder a las demandas de los consumidores para garantizar el éxito del negocio de esta industria y el bienestar de las personas. Por lo tanto, es esencial que tanto los consumidores como las empresas de construcción estén siempre al día y dispuestos a adaptarse a las nuevas exigencias y expectativas del mercado”, señala Mónica Pinillos, líder Branding y Comunicación de Amanco Wavin México y Centroamérica.

Amanco Wavin continúa aportando su experiencia y oferta tecnológica en el sector de la construcción. Así también, refuerza su compromiso y propuesta de construir entornos saludables, a través del desarrollo de productos y soluciones sustentables que permiten crear un mejor desempeño en la construcción y ciudades más resistentes al cambio climático en México y en el mundo. De la mano de los responsables de la Construcción, se buscarán oportunidades en el entorno social, económico y de inversión en el sector.

PARTE I: FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN DE LA DIRECCIÓN DE OBRA PÚBLICA MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE ÁLVARO OBREGÓN, MICHOACÁN.

I. 1.- PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.

Los departamentos de construcción municipal presentan deficiencias significativas para el cumplimiento de sus objetivos.

El sector encargado de planificar las acciones a desarrollar, por causas diversas encuentran desorganizados e indisciplinados y, la tecnificación en la producción, investigación y aplicación en general de dichas acciones, se encuentra rezagada con relación a otras Entidades Municipales como Nuevo León, Ciudad de México, Estado de México entre otros.

La escasa preocupación por el medio ambiente y la búsqueda de alternativas sostenibles en la construcción de infraestructuras urbanas, me ha impulsado la necesidad de explorar opciones que reduzcan el impacto ambiental asociado con los materiales de construcción convencionales.

Estos sectores, así constituidos, deben enfocarse en el análisis de la factibilidad técnica y económica para la sustitución de adoquín ecológico por adoquín convencional, objeto de este trabajo, con el objetivo de promover prácticas más sostenibles en el ámbito urbano.

Este trabajo de Tesis, se enfocará en la viabilidad técnica y económica de adoptar adoquín ecológico, como una alternativa sostenible al adoquín convencional, siendo que la creciente preocupación por los problemas ambientales derivados del uso de materiales convencionales no sostenibles, ha impulsado la necesidad de encontrar soluciones viables y efectivas.

I.1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La pavimentación de calles y espacios urbanos es esencial para el desarrollo de las ciudades, municipios, espacios públicos agradables etc. en los cuales el uso extensivo de adoquín convencional, ha generado diversas preocupaciones ambientales y económicas.

La fabricación y el consumo de materiales convencionales contribuyen significativamente a la degradación del medio ambiente, desde la emisión de gases de efecto invernadero hasta la generación de desechos no biodegradables, generando un Impacto Ambiental, en el proceso de producción y disposición del adoquín convencional.

Lo anterior, implica una significativa emisión de gases de efecto invernadero y el agotamiento de recursos naturales no renovables, así como también, costos de mantenimiento, altos costos asociados con la reparación y mantenimiento del adoquín convencional debido a su propensión a la descomposición y desgaste, lo cual se traducirá en desafíos económicos para las autoridades municipales y propietarios diversos y, un innecesario desperdicio de recursos hídricos.

Esto provocará limitaciones ambientales de materiales convencionales por la extracción y producción de materiales para el adoquín convencional, ocasionando impactos ambientales significativos, incluyendo la emisión de gases de efecto invernadero, degradación del suelo, deficiencias estructurales del adoquín convencional debido a la falta de durabilidad, reparaciones frecuentes, aumento de costos operativos y generación de residuos, contribuyendo todo esto a un impacto ambiental negativo, en virtud de que el uso irracional de dicho adoquín convencional, contribuirá a la degradación ambiental e impactará negativamente la calidad de vida de entornos urbanos, aunados a dificultades económicas en las municipalidades, debido a los altos costos asociados con el mantenimiento y reparación del adoquín convencional.

Este tipo de acciones, por experiencia propia, agotan el presupuesto municipal.

Por último, se pretende abordar estos problemas, por medio de la promoción y aplicación de alternativas ecológicas en diversos sectores, con la finalidad de ser aplicada en la obra pública municipal, a la cual solamente me referiré.

I.2.- OBJETIVO.

El objetivo de la investigación es el de:

Determinar en qué medida las factibilidades técnicas y económicas para impulsar la sustitución de adoquín convencional por adoquín ecológico, definen su aplicación en proyectos a ser ejecutados por el departamento de Ingeniería Municipal del Municipio de Álvaro Obregón, Michoacán; y a partir de estos resultados, hacer una propuesta que permita ampliar su desarrollo.

I.3.-PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN.

En la investigación se busca contestar básicamente la siguiente pregunta:

¿Cómo afectan las propiedades técnicas y económicas, que deben cumplir los adoquines ecológicos en entornos urbanos, para que su uso garantice su funcionalidad y durabilidad?

I.4.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Revisar las diferentes teorías administrativas aplicables al caso en cuestión.
2. Analizar las ventajas que ofrecen las propiedades mecánicas, como la resistencia a la compresión y la abrasión, entre el adoquín ecológico y el convencional.
3. Demostrar cómo se distribuyen los costos a lo largo del ciclo de vida, incluyendo instalación y mantenimiento, y cuál es la proyección a largo plazo.
4. Explicar en qué medida, la implementación del adoquín ecológico podría contribuir a metas de sostenibilidad y reducción de huella de carbono en entornos urbanos.
5. Analizar que estrategias podrían adoptarse para abordar posibles resistencias o preocupaciones de los actores involucrados, en la implementación del adoquín ecológico.

I.5.- JUSTIFICACIÓN.

Esta investigación busca proporcionar una evaluación integral de la viabilidad técnica y económica de adoptar adoquín ecológico en lugar del convencional en obras públicas.

La hipótesis plantea la idea de que este cambio no solo puede ser beneficioso desde una perspectiva ambiental, sino que también puede resultar en ahorros económicos a largo plazo y una mejora en la calidad de la infraestructura urbana.

Este documento se centrará en análisis a detalle de costos, comparativas de desempeño en funcionalidad de la aplicación y al mismo tiempo en las evaluaciones ambientales que respalden o refuten la viabilidad del elemento propuesto y así poder brindar las recomendaciones prácticas para la toma de decisiones en la implementación de proyectos de construcción sustentable en el sector público y privado.

Además, pretende determinar la aprobación o rechazo acorde a los siguientes puntos claves, como lo son: sostenibilidad ambiental, eficiencia técnica, viabilidad económica a largo plazo y aceptación social.

Desglosando lo anterior puedo mencionar que, la sostenibilidad ambiental plantea la adopción del adoquín ecológico, ya que reduce el impacto ambiental al no extraerse para su proceso de elaboración materiales convencionales, como es el cemento portland, arenas, entre otros elementos, con ello, se contribuye a la conservación de recursos naturales, a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y a la mitigación de la huella ecológica en proyectos de construcción.

La eficiencia técnica la cual postula que, mediante la aplicación de tecnologías innovadoras en la producción y colocación del adoquín ecológico, se logrará una mayor eficiencia en comparación con los métodos tradicionales. Esto incluiría mejoras en la durabilidad, resistencia y facilidad de instalación, lo que podría traducirse en una reducción de los costos de mantenimiento a lo largo del tiempo.

La viabilidad económica a largo plazo, en la cual, a pesar de posibles inversiones iniciales más altas asociadas con la implementación del adoquín ecológico, se espera que los beneficios a largo plazo, como menores costos de mantenimiento, reducción de gastos asociados con la disposición de residuos y la potencial captación de incentivos

gubernamentales para proyectos sostenibles, compensen estas inversiones iniciales y resulten en un costo total menor, durante el ciclo de vida del proyecto.

Finalizando con la aceptación social, la que se basa en la creciente conciencia ambiental en la sociedad mexicana, se espera que la adopción de prácticas de construcción sostenibles, como el uso de adoquín ecológico, sea recibida positivamente por la comunidad. Esto podría generar un apoyo público significativo y fortalecer la posición del proyecto en el ámbito político y económico.

La investigación y análisis detallado de estos aspectos en el contexto mexicano proporcionarán perspectivas valiosas para la toma de decisiones estratégicas en la implementación de proyectos de obra pública, contribuyendo así al avance de prácticas más sostenibles en el sector de la construcción en México.

Esta iniciativa comenzó a partir de la observación en como el uso de adoquines de concreto se ha convertido en una práctica común en la construcción, pavimentación de calles y espacios públicos durante las últimas décadas.

Notando, como esta práctica se ha vuelto más recurrente por la practicidad que ofrecen los mismos al momento de su colocación, volviéndose un material popular a la hora de pensar en remodelaciones de vialidades y espacios públicos como una alternativa económica y rápida en comparación con otros métodos de pavimentación; sin embargo, en la actualidad, el impacto negativo del concreto en el medio ambiente ha llevado a una creciente alerta por encontrar alternativas más sostenibles y ecológicas.

Con esto en mente, surge la idea de crear un material que presente una solución prometedora para abordar este desafío que las necesidades socioambientales que se han y seguirán presentando en los años venideros, reduciendo nuestro impacto ambiental.

El sector de la construcción en México se ha convertido en uno de los que mayor dinamismo han presentado en los últimos años. Los Organismos que prestan este servicio sirven a una gran población de mexicanos y la creciente complejidad de esta actividad exige que estas empresas municipales sean cada vez más profesionales y eficientes.

El sector que compete a las direcciones de Ingeniería municipal del Estado de Michoacán, se encuentra administrativamente desorganizadas e indisciplinadas y, la tecnificación en la producción y aplicación de estrategias que sean adoptadas para abordar posibles resistencias o preocupaciones de los actores involucrados, en la implementación del adoquín ecológico, se encuentra rezagada con relación a la que se utiliza en otras Entidades Federativas como Nuevo León, Distrito Federal, Estado de México, Baja California, entre otras.

Se escoge al Municipio de Álvaro Obregón, Michoacán, debido a que se localiza en el centro del Estado en las coordenadas 19°48' de latitud norte y 101°02' de longitud oeste, a una altura de 1,800 metros sobre el nivel del mar, y limita al norte con el Estado de Guanajuato y el municipio de Santa Ana Maya, al este con los municipios de Queréndaro e Indaparapeo, al sur con el municipio de Charo, al oeste con el municipio de Tarímbaro y al noroeste con el municipio de Cuitzeo. Su distancia a la capital del Estado es de 26 kilómetros y se ubica en un área agrícola importante. Actualmente la empresa municipal cuenta con una organización empírica que no le permite administrar adecuadamente sus recursos, su política operativa irregular ha ocasionado problemas de secuencia en los procesos productivos y administrativos. La falta del conocimiento administrativo ha sido su gran problema desde que empezó a realizar operaciones como Organismo Operador Municipal descentralizado. La resistencia de algunos funcionarios del Organismo Operador y del Ayuntamiento respecto a ser asesorados por personal calificado en los departamentos de Ingeniería y administración, le han ocasionado pérdidas significativas.

De acuerdo a la problemática que se ha mencionado, se pueden precisar algunas situaciones que apoyan la presente investigación como:

La investigación se aplica a un estrato empresarial concreto, “Dirección de Obra Pública de Álvaro Obregón”, quién mediante su modelo administrativo actual conduce un servicio de primera necesidad debido a la importancia y contribución a la satisfacción de las necesidades de la población.

Con esta investigación se podrán analizar diversas teorías que existen sobre los procedimientos de construcción enfocados al uso de adoquín ecológico con la única idea de comprobar y/o apoyar las diferentes conjeturas que surjan del estudio de campo para que se

efectúen aportaciones a la administración estratégica de este tipo de empresas específicamente y, paralelamente, se hará una propuesta de un nuevo modelo que permita operar de forma óptima.

I.6.- HIPÓTESIS

I.6.1.- HIPÓTESIS GENERAL.

“La sustitución del adoquín convencional por adoquín ecológico en obras públicas de tipo municipal y sus diversas aplicaciones, ofrecerá beneficios técnicos, económicos y medioambientales, que contribuirán a la sostenibilidad y desarrollo urbano responsable, como la reducción de la huella de carbono y la gestión sostenible de recursos naturales”.

I.6.2.- HIPÓTESIS DE TRABAJO.

Cinco son las hipótesis de trabajo que acompañan al planteamiento hipotético general:

1. La transición propuesta del adoquín convencional al ecológico, comprobará que es una solución económicamente viable, en virtud de reducir el impacto ambiental generado por la construcción y mantenimiento de pavimentos
2. Los diversos análisis de factibilidad técnica y económica, con base en decisiones gerenciales, aportarán bases sólidas para apuntalar la toma de decisiones
3. La adopción generalizada del adoquín ecológico, fundamentada en el desarrollo de alternativas sostenibles enfocadas al sector municipal, producirán mejoras económicas a dichos sectores
4. Determinar si el adoquín ecológico, proveniente de la fusión entre elementos reciclados y un cementante, que no libere gases a la atmósfera, demostrará su viabilidad económica
5. La sostenibilidad técnica, ecológica y económica del adoquín propuesto, estará determinada por costos bajos de materias primas, al ser comparada con las materias primas convencionales, en su elaboración y aplicación.

PARTE II: MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 1. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y PROPIEDADES DE MATERIALES ECOLÓGICOS

1.1.- DEFINICIÓN.

Los materiales sustentables son aquellos elementos que representan un menor impacto ecológico para el planeta pues su elaboración conlleva un menor gasto de recursos o contienen elementos naturales o reciclados, los cuales no agotan los recursos naturales no renovables (León, 2023). A su vez, un material sostenible es aquel que es responsable con el medio ambiente, es decir, que es o puede ser reciclado, que puede ser natural, que no contenga elementos tóxicos y que en su ciclo de vida presente una reducción del uso de los recursos (S&P, 2020).

Por lo tanto, como claves de un material para la construcción sostenible podríamos establecer:

1. Ahorro energético en todo el ciclo de vida del material.
2. Reducción del uso de recursos naturales.
3. Disminución o eliminación de las emisiones de contaminantes asociadas a los materiales.
4. Ser materiales susceptibles de ser reutilizados o reciclados.

El objetivo final es el de conseguir que la construcción sostenible suponga un impacto menor para los ecosistemas y para el medio ambiente y mejoren la calidad de vida y la salud de las personas (S&P, 2020).

Otra manera de llamarlos es material ecológico siendo estos los que, una vez puesto, supone una mejora en el medio ambiente con respecto a otros materiales tradicionales.

Cada día que pasa es más importante su utilización y ya tienen un lugar privilegiado dentro de la arquitectura.

No hay una sola manera de denominar a este tipo de productos. Es ecológico todo aquel que incide de forma positiva en el entorno (CEMIX MÉXICO SA DE CV, 2023).

1.2.- TIPOS DE MATERIALES.

Aunque es muy difícil hacer una diferenciación universal para los materiales de construcción ecológicos, te dejamos una lista de lo más frecuentes y comunes (CEMIX MÉXICO SA DE CV, 2023).

1. El cemento. Este material se consiguió a partir de las cenizas de la caña de azúcar.
2. La pintura, la cual puede hacerse de proteína de leche, cal, arcilla y minerales.
3. Ladrillos ecológicos que dejan el mismo resultado a la vista, pero hacen una gran diferencia en el impacto medioambiente.
4. Madera mantiene los espacios frescos en verano y calientes en invierno, además de suponer un cambio positivo en el lugar.
5. Barro cocido también se utiliza para construir porque puede reciclarse para utilizarse en varias ocasiones. Los constructores lo emplean para construcciones interiores y exteriores.
6. Los azulejos y tabiques pueden hacerse con botellas de plástico.
7. La tierra. Con ella, se pueden hacer muros utilizando solo varillas que le dan el refuerzo que se necesita (CEMIX MÉXICO SA DE CV, 2023).



Ilustración 1 Tipos de Materiales. Fuente: Elaboración Propia.

1.3 CLASIFICACIÓN.

Para la siguiente clasificación, se realizó una lista de materiales ecológicos; más sin embargo esto es algo complejo, debido a la diversidad de productos según su impacto medioambiental. A lo cual estos, se dividen en biodegradables, reciclables, reutilizables y tóxicos (CEMIX MÉXICO SA DE CV, 2023).

1.3.1 MATERIALES BIODEGRADABLES.

Decimos que un material, objeto o producto es biodegradable cuando puede descomponerse en los elementos químicos que lo conforman, debido a la acción de agentes biológicos y condiciones ambientales de distinto tipo.

Es decir, cuando hablamos de biodegradabilidad nos referimos a la capacidad de descomposición de algo (Envaselia, 2018). Se habla de ellos cuando estamos ante materiales que se descomponen en poco tiempo. Siempre hay otro ser que los ingiere (CEMIX MÉXICO SA DE CV, 2023).

1.3.2.- VENTAJAS DE LOS MATERIALES BIODEGRADABLES

Si bien cualquier material puede degradarse si se le da el tiempo suficiente, cuando hablamos de materiales biodegradables solemos referirnos a aquellos que tienen una capacidad de biodegradabilidad alta en un plazo relativamente corto (Envaselia, 2018).

Estas son sus principales ventajas:

1. No producen residuos. La principal ventaja de los materiales biodegradables es que, tras su degradación o reciclaje, no quedan residuos.
2. Reducen las emisiones de carbono. La reducción de la huella de carbono es el principal motivo por el que optar por los materiales biodegradables. Se trata de una elección que beneficia en gran medida al medio ambiente, por lo que debe tenerse en cuenta.
3. Desaparecen o son reciclados. Los materiales de este tipo tienen dos salidas: o bien se utilizan para compost y se degrada, regresando al medio ambiente en forma de los elementos que los componían originalmente; o bien se reciclan, pudiendo utilizarse para fabricar otros materiales y objetos. (Envaselia, 2018).

1.3.2.1.- Desventajas de los materiales biodegradables

Si bien los materiales biodegradables son una solución muy interesante, también existen ciertos inconvenientes o desventajas de su uso:

1. No acaban en los sistemas adecuados de compostaje.
2. Es posible que estos materiales no acaben en el lugar adecuado para transformarse en composta y destinarse al uso agrícola, por lo que no servirían para este fin.
3. Pocos bioplásticos son derivados de residuos agrícolas. Algunos bioplásticos pueden comportarse porque su origen son residuos agrícolas, pero, a día de hoy, no se trata de la mayoría.
4. El reciclaje es complicado.
5. Al igual que ocurre con el vidrio, en las plantas de reciclaje se emplea una gran cantidad de energía (Envaselia, 2018).



Ilustración 2 Ejemplo de materiales biodegradables. Fuente: https://www.ensavelia.com/images_blog/que-es-biodegradable.jpg

1.3.3.- MATERIALES RECICLABLES.

Se les conoce como materiales reciclables a determinados productos u objetos a los que se les puede dar un uso distinto o posterior luego de ser usados, los cuales no siempre se limitan a ser transformados en su mismo producto (Planeta, 2022). Así se llama a los productos que pueden utilizarse más de una vez, pero no de la misma forma. La palabra reciclar significa usar su forma actual para la creación de un nuevo material (CEMIX MÉXICO SA DE CV, 2023).

Dentro de los materiales reciclables comunes encontramos los plásticos de botellas, bolsas, envases y contenedores. Los metales como el hierro y el aluminio, y los productos de papel o cartón, vidrios, telas, entre otros. A su vez, existen otros tipos menos usuales, como las pilas, baterías y los electrodomésticos. De esos últimos, se llega a pensar que no pueden ser reciclados (Planeta, 2022).

1.3.3.1.- VENTAJAS DE LOS MATERIALES RECICLABLES

1. El reciclaje minimiza la contaminación. Todas las formas de contaminación en el mundo moderno emanan de los residuos industriales (Planeta-Tierra, 2023).
2. El reciclaje de estos residuos industriales, como plásticos, latas y productos químicos, contribuye en gran medida a reducir considerablemente los niveles de contaminación, ya que estos residuos se reutilizan en lugar de desecharse de forma imprudente (Planeta-Tierra, 2023).
3. Protege el medio ambiente. La gran ventaja de reciclar los materiales de desecho es que juega un papel importante en la protección de la madre naturaleza de la manera más equilibrada. Mientras que muchos árboles se talan todos los días, el papel reciclado fabricado a partir de árboles específicos se utiliza continuamente para reducir la deforestación. Este ejemplo clásico demuestra que otros recursos naturales pueden reciclarse y ser útiles para conservar el medio ambiente (Planeta-Tierra, 2023).
4. El reciclaje minimiza el calentamiento global. Es perfectamente cierto que el reciclaje minimiza el calentamiento global y sus graves impactos. Durante la eliminación de residuos, se queman enormes cantidades de residuos que provocan la emisión de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono, el azufre y el nitrógeno, que contribuyen al cambio climático y al calentamiento global. El proceso de reciclaje implica una combustión mínima y los residuos se transforman en materiales reutilizables con un impacto

mínimo o nulo en el medio ambiente. Todo el proceso de procesamiento y fabricación de productos a partir de materiales de desecho emite pocos gases de efecto invernadero porque las mismas industrias de reciclaje de desechos quemar pocos combustibles fósiles (Planeta-Tierra, 2023).

5. Conserva los recursos naturales. Si el proceso de reciclaje usado y los materiales viejos no estaban allí, significa que los nuevos productos se fabricarán mediante la extracción de materias primas frescas debajo de la tierra a través del proceso de minería y extracción. El reciclaje es una forma segura de conservar las materias primas existentes y protegerlas para su uso futuro. Tomar medidas para conservar los recursos naturales como los minerales, el agua y la madera garantiza un uso sostenible y óptimo (Planeta-Tierra, 2023).
6. El reciclaje reduce la cantidad de residuos en los vertederos. El reciclaje de materiales viejos y usados en productos reutilizables reduce enormemente la posibilidad de asfixia de los vertederos. Esto es beneficioso porque ayuda a minimizar la contaminación de la tierra y del agua, ya que los vertederos contribuyen en gran medida a la degradación del medio ambiente (Planeta-Tierra, 2023).
7. El reciclaje asegura el uso sostenible de los recursos. El reciclaje garantiza que los recursos existentes se utilizarán de manera sensata y sostenible. El proceso de reciclaje alivia la posibilidad de discriminar el uso de materias primas cuando se pueden obtener en grandes cantidades. En la actualidad, los gobiernos han intervenido para fomentar el reciclaje desde los niveles más bajos, por ejemplo, las escuelas, las organizaciones de pequeño tamaño y también a nivel mundial. Esto significa que las industrias manufactureras pueden dejar los recursos naturales existentes para su explotación por nuestros hijos en el futuro sin afectar la producción actual (Planeta-Tierra, 2023).
8. El reciclaje contribuye a la creación de empleo. Para añadir a los beneficios que aporta al medio ambiente, el reciclaje abre oportunidades de empleo. El

reciclaje significa que se establecerán muchas plantas de reciclaje, lo que dará lugar a una larga cadena de recogida y entrega. Todas estas actividades son realizadas por los seres humanos, por lo que esto desencadenará una explosión de oportunidades (Planeta-Tierra, 2023).

9. Reduce el consumo de energía. Se utiliza mucha energía para procesar las materias primas en el curso de la fabricación. El reciclaje desempeña un papel importante en la reducción del consumo de energía, que es vital para la producción a gran escala, por ejemplo, la minería y el refinado. El reciclaje también hace que todo el proceso de producción sea menos costoso, lo que supone una gran victoria para los fabricantes (Planeta-Tierra, 2023).

1.3.3.2.- DESVENTAJAS DE LOS MATERIALES RECICLABLES

1. Altos costos de capital inicial. El reciclaje no siempre es rentable. La construcción de una nueva unidad de reciclaje de residuos requiere mucho capital. Los costos de acompañamiento incluyen la compra de diferentes tipos de vehículos utilitarios, la mejora de la unidad de reciclaje, los residuos y la eliminación de productos químicos y la escolarización de la población local mediante la puesta en marcha de programas y seminarios útiles (Planeta-Tierra, 2023).
2. Los sitios de reciclaje son siempre antihigiénicos, inseguros y antiestéticos. Vaya a cualquier sitio de reciclaje de residuos, y casi siempre se encontrará con condiciones antihigiénicas, insalubres y antiestéticas. Los lugares donde se amontonan todo tipo de residuos proporcionan un buen terreno para la formación de escombros y la propagación de enfermedades infecciosas. Los productos químicos nocivos de estos desechos también pueden ser peligrosos. Además de causar una contaminación masiva, todo el proceso de reciclaje plantea riesgos para la salud de las personas dedicadas a reciclar estos productos de desecho. Además, si estos residuos entran en contacto con el agua, se produce la formación de lixiviados que terminan contaminando las masas de agua, por no hablar del agua potable (Planeta-Tierra, 2023).

3. Los productos procedentes de residuos reciclados pueden no ser duraderos. La calidad de los productos fabricados a partir de residuos reciclados puede no estar a la par con la calidad. Este tipo de productos casi siempre están hechos de material de desecho recogido de montañas de otros materiales de desecho que han sido sobre utilizados y frágiles. Esto hace que los productos de residuos reciclados sean menos duraderos y de bajo precio (Planeta-Tierra, 2023).
4. Reciclar puede no ser barato. A veces, el reciclaje de residuos puede no ser menos costoso como la mayoría de la gente piensa. A veces, surge la necesidad de establecer otra unidad de reciclaje de residuos para su procesamiento. Esto sólo aumentará los costos relacionados con el establecimiento de la nueva unidad o la mejora de las instalaciones de procesamiento, la recolección de materiales de desecho, la adquisición de diferentes vehículos utilitarios, la educación de los residentes mediante la organización de seminarios y otros programas, etc. (Planeta-Tierra, 2023).
5. El reciclaje no está muy extendido a gran escala. Aunque el reciclaje desempeña un papel más importante en la reducción de la tasa de contaminación, el proceso no ha sido ampliamente adoptado y desarrollado. Desafortunadamente, el reciclaje es sólo una pequeña parte del éxito a largo plazo: es común en las escuelas y los hogares y no ha alcanzado un hito mayor, por ejemplo, no se ha utilizado en su totalidad en las industrias locales o de forma holística en una fase global. La conservación de los árboles en las escuelas es incomparable con la destrucción masiva de árboles y los derrames de petróleo que se producen a nivel industrial (Planeta-Tierra, 2023).



Ilustración 3 Clasificación básica de materiales para reciclaje. Fuente: https://2.bp.blogspot.com/-Pp1T7Rq2vD8/WvZerFW4OmI/AAAAAAAAADmU/0kPlwpwaQuUXIdDt9f4JTCc3GVNyCs_QgCPcBGAYYCw/s1600/aeq321.jpg

1.3.4.- PRODUCTOS REUTILIZABLES.

En contraposición con los materiales reciclables, los materiales reutilizables se usan nuevamente, pero para la misma finalidad. No se crea un nuevo producto a partir de ellos como es en el caso de los productos reciclables (CEMIX MÉXICO SA DE CV, 2023). Consiste en recuperar el producto en sí para darle un nuevo uso. Por ejemplo, la reutilización de material informático de oficina, obsoleto en cuanto a prestaciones, para trabajos de docencia. En general, la reutilización es la forma que menor impacto produce en el medio ambiente (Miguel, 2023).

1.3.4.1.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Implican un reacondicionamiento y mejoras en la calidad del producto. En principio, la reparación supone un menor esfuerzo que la restauración. También es posible la recuperación de determinados componentes para ser incorporados a otros productos. Este proceso tiene el nombre de canibalización. Un ejemplo de canibalización puede ser la recuperación de piezas de automóvil en un desguace (Miguel, 2023).



Ilustración 4 Ejemplos básicos de materiales reutilizables.

Fuente:https://www.arquitecturaydiseno.es/medio/2019/02/20/si-comes-en-el-trabajo-o-fuera-de-casa-hazte-con-un-kit-de-productos-reutilizables-para-evitar-generar-residuos-innecesarios_57a85e10_812x550.jpg

1.3.5.- OBJETOS TÓXICOS.

Las dos clasificaciones anteriores (Reciclables y reutilizables) hacían referencia a aquellos materiales que no inciden tan directamente en el medio ambiente. Pero en este caso hablamos de los productos que son perjudiciales para el medio ambiente. De hecho, también podemos meter dentro de esta división todas aquellas creaciones que contaminan o son venenosas (CEMIX MÉXICO SA DE CV, 2023).



Ilustración 5 Objetos Tóxicos más comunes. Fuente:

https://sfenvironment.org/sites/default/files/editor-uploads/zero_waste/image/detail_th_hazwastebusiness2_content.jpg

1.4.- PROCESO DE MANUFACTURACIÓN SOSTENIBLE.

Según la definición de la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU., La manufactura sostenible es "la creación de productos manufacturados a través de procesos económicamente sólidos que minimizan los impactos ambientales negativos mientras se conservan la energía y los recursos naturales" (Nieblas, 2021).

La urgencia que representa el cambio climático es una de las razones más poderosas para que las empresas adopten prácticas de manufactura sustentable.

Aunque parecen difíciles de adoptar en los procesos de fabricación, aquellas empresas que lo logran reciben más fondos (Corona, 2022).

El sector manufacturero rara vez se combina con las mejores prácticas ambientales. Sin embargo, las percepciones no siempre son precisas.

De hecho, los fabricantes de todo el mundo están generando importantes beneficios económicos y medioambientales de la manufactura sostenible (Nieblas, 2021).

De hecho, la demanda de manufactura sustentable está lista para aumentar frente a las crecientes preocupaciones sobre el cambio climático. Entre 2000 y 2020, las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) —liberadas por la combustión global de combustibles fósiles y los procesos industriales— aumentaron 38%, a 34,810 millones de toneladas métricas, según Statista (Corona, 2022).

“A medida que continúe el impacto del cambio climático, es probable que los gobiernos, las comunidades y los ciudadanos preocupados de todo el mundo busquen cambios significativos en las empresas de todos los sectores”, señala el estudio.

Por ello, Deloitte delineó cinco aspectos que se pueden llevar a la práctica en cualquier sector industrial (Corona, 2022).



Ilustración 6 Factores y dimensiones de la sostenibilidad. Fuente:

https://uapa.cuaiced.unam.mx/sites/default/files/minisite/static/693ee8e8-f02c-43c2-8222-498e1e8b8814/ConceptoSostenibilidad/img/img_contenido/hotspot.png

1. LA SUSTENTABILIDAD COMO BASE DEL DISEÑO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

En muchos sentidos, la sustentabilidad comienza en la etapa de diseño del producto. A través de la creación rápida de prototipos y la investigación y el desarrollo, las empresas a pueden “obtener beneficios de sostenibilidad modificando los productos existentes”, señala el estudio (Corona, 2022).

2. SELECCIÓN DE MATERIALES DE FUENTES ÉTICAS

Otro elemento importante para impulsar la fabricación sustentable es la selección y el abastecimiento de materiales. En su nivel más fundamental, esto comienza al:

1. Reducir los insumos de materias primas
2. Reemplazar materiales potencialmente tóxicos por aquellos menos dañinos para el medio ambiente
3. Seleccionar nuevas tecnologías de materiales que reemplacen a los que no son ecológicos Usar procesos como la fabricación aditiva para acortar las cadenas de suministro
4. Reducir la cantidad de material necesario para producir componentes (Corona, 2022).

3. CREAR LA FÁBRICA DEL FUTURO PARA LA MANUFACTURA SUSTENTABLE

Para alcanzar los beneficios de la sustentabilidad dentro del sector manufacturero, otra área crítica es la fábrica. En los últimos años, los fabricantes han implementado procesos ajustados; así como capacidades digitales para impulsar la productividad, crear lugares de trabajo más seguros y reducir costos, refiere la consultora (Corona, 2022).

“Al proporcionar a los fabricantes capacidades integradas y complementarias, pueden obtener una mayor visibilidad de sus procesos de producción, el desgaste de los equipos y el uso de energía. Estas capacidades pueden permitir a las organizaciones optimizar la

producción, mejorar el mantenimiento predictivo y minimizar el desperdicio de material”, señala (Corona, 2022).

4. TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN

Una vez que la producción tiene un diseño y manufactura sostenible, el siguiente paso es mejorar su transporte y distribución. Especialmente, si estos se realizan por vía marítima como y carretera. De hecho, la industria naviera actualmente representa aproximadamente 2.7% de las emisiones globales de CO₂; este tiene una concentración geográfica particular en las rutas comerciales Este-Oeste, según un estudio de Shell y Deloitte.

Tres tipos de navíos concentran alrededor del 85% de toda la actividad naviera: los graneleros, petroleros y portacontenedores.

En tanto, el transporte de mercancías por carretera representa alrededor de 9% de las emisiones mundiales de CO₂.

En este sentido, Estados Unidos, Europa, China e India son responsables de más de la mitad de ese total.

Para apoyar verdaderamente la descarbonización, los fabricantes deben pensar en varios factores en sus cadenas de suministro, como:

1. La distancia recorrida
2. Cobertura geográfica
3. La previsibilidad y repetibilidad de sus rutas
4. Para el transporte de mercancías por carretera en particular se debe considerar el número y la duración de las entregas

Si se toma en cuenta, esto puede ayudar al sector para “avanzar en áreas específicas en lugar de esperar una solución óptima en todos los ámbitos” (Corona, 2022).

5. LA ECONOMÍA CIRCULAR

No todo se refiere a la manufactura sustentable, una consideración adicional es lo que sucede con los productos cuando están en manos del consumidor (Corona, 2022).

Cada año, se envían más de 2,000 millones de toneladas de desechos a los vertederos de todo el mundo. Se espera que esa cantidad aumente junto con una población mundial en crecimiento, según datos del Banco Mundial (Corona, 2022).

Aproximadamente, 10% de la basura recolectada en el mundo termina en los océanos; esto eleva las preocupaciones por la posible toxicidad de los desechos electrónicos. Así, las industrias deben fortalecer el reciclaje, la reutilización y la restauración a fin de limitar la contaminación del aire y el agua generada por los vertederos (Corona, 2022).

1.5 FUNDAMENTOS DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO.

1.5.1 DEFINICIÓN.

El cemento Pórtland es un conglomerante hidráulico que al ser hidratado se solidifica y endurece. Se obtiene mediante un proceso industrial, pulverizando a un grado de finura determinado una mezcla fría de arcilla y materiales calcáreos, previamente sometida a cocción, que se denomina *Clinker Pórtland*, al cual se le adiciona sulfato de calcio como anhidrita (CaSO_4), yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) o hemihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$), para regular el tiempo de fraguado. Según las propiedades que se requieran o para auxiliar la molienda, además se le pueden incorporar otros materiales como (Rubio Ferrel, 2020):

1. Puzolanas que son materiales naturales, artificiales o subproductos industriales silíceos o silico-aluminosos, o una combinación de ambos, los cuales no endurecen por sí mismos, pero finamente molidos, reaccionan en presencia de agua a la temperatura ambiente con el hidróxido de calcio y forman compuestos con propiedades cementantes. Proceden de algunas de las tierras diatomáceas, horstemos opalinos, pizarras, tobas y pómez, así como de diferentes productos de calcinación y de algunas de las arcillas más comunes como la montmorillonita y la caolinita. Dentro de estos materiales se consideran las cenizas volantes que se obtienen de los quemadores de centrales termoeléctricas alimentadas con carbones pulverizados, mediante la precipitación electrostática o por captación mecánica de los polvos que acompañan a los gases de combustión (Rubio Ferrel, 2020).

2. Escoria granulada de alto horno, es decir, el residuo no metálico que se obtiene en el alto horno por la fusión de minerales de hierro, enfriado bruscamente con agua o vapor y aire, compuesto principalmente por silicatos y aluminosilicatos cálcicos (Rubio Ferrel, 2020).
3. Humo de sílice, que es una puzolana muy fina constituida esencialmente por sílice amorfa, obtenida como un subproducto de la fabricación de silicio o aleaciones con arco eléctrico de ferro-silicio (Rubio Ferrel, 2020).
4. Caliza, que es un material de naturaleza inorgánica de origen mineral carbonatado, compuesto principalmente por carbonatos de calcio en forma de calcita (Rubio Ferrel, 2020).

1.5.2 CLASIFICACIÓN

El cemento Portland es clasificado de acuerdo a su composición, su resistencia a la compresión y según sus características especiales acorde la norma N-CMT-2-02-001-02 (Rubio Ferrel, 2020).

1.5.2.1.- SEGÚN SU COMPOSICIÓN

1. Tipo CPO (cemento Pórtland ordinario). El producido mediante la molienda del Clinker Pórtland y sulfato de calcio. Cuando el proyecto no establezca el tipo de cemento Pórtland por usar en cada caso, se entenderá que se trata de cemento Tipo CPO (Rubio Ferrel, 2020).
2. Tipo CPP (cemento Pórtland puzolánico). El que resulta de la molienda conjunta del Clinker Pórtland, puzolanas y sulfato de calcio (Rubio Ferrel, 2020).
3. Tipo CPEG (cemento Pórtland con escoria granulada de alto horno). El producido mediante la molienda conjunta del Clinker Pórtland, escoria granulada de alto horno y sulfato de calcio (Rubio Ferrel, 2020).

4. Tipo CPC (cemento Pórtland compuesto). El que se obtiene de la molienda conjunta del Clinker Pórtland, puzolanas, escoria de alto horno, caliza y sulfato de calcio. En este tipo de cemento la caliza puede ser el único componente adicional al clinker Pórtland con el sulfato de calcio (Rubio Ferrel, 2020).
5. Tipo CPS (cemento Pórtland con humo de sílice). El que resulta de la molienda conjunta del Clinker Pórtland, humo de sílice y sulfato de calcio (Rubio Ferrel, 2020).
6. Tipo CEG (cemento con escoria granulada de alto horno). El producido mediante la molienda conjunta de Clinker Pórtland, sulfato de calcio y mayoritariamente escoria granulada de alto horno (Rubio Ferrel, 2020).

1.5.2.2.- SEGÚN SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Según su resistencia mecánica a la compresión, determinada de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M-MMP-2-02-004 Resistencia a la Compresión del Cemento, los cementos Pórtland se clasifican en las clases resistentes que indica la siguiente tabla (Rubio Ferrel, 2020).

Clase resistente	Resistencia a la compresión Mpa (Kg/cm ²)		
	A 3 días	A 28 días	
	mínimo	Mínimo	máximo
20	-	20 (204)	40 (408)
30	-	30 (306)	50 (510)
30R	20 (204)	30 (306)	50 (510)
40	-	40 (408)	-
40R	30 (306)	40 (408)	-

Ilustración 7 Clases de Resistencias de los Cementos Pórtland. Fuente: Norma N-CMT-2-02-001-02

Para identificar un cemento Pórtland, la clase resistente se anotará inmediatamente después de la designación del tipo de cemento que se indica en el Inciso B.2.1. de esta Norma, por ejemplo (Rubio Ferrel, 2020):

1. CPO 30, cuando se trate de un cemento Pórtland ordinario con una resistencia normal mínima de treinta (30) megapascales (306 kg/cm²) (Rubio Ferrel, 2020).
2. CPEG 40R, si se requiere un cemento Pórtland con escoria granulada de alto horno, que tenga una resistencia normal mínima de cuarenta (40) megapascales (408 kg/cm²) y deba cumplir con una resistencia inicial mínima de treinta (30) megapascales (306 kg/cm²) (Rubio Ferrel, 2020).

1.5.2.3.- SEGÚN SUS CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

Los cementos Pórtland pueden presentar una o más de las características especiales que indican la siguiente Tabla que aparece en la norma (Rubio Ferrel, 2020).

Característica especial	Nomenclatura
Resistente a los sulfatos	RS
Baja reactividad álcali-agregado	BRA
Bajo calor de hidratación	BCH
Blanco	B

Ilustración 8 Características Especiales de los Cementos Pórtland. Fuente: Norma N-CMT-2-02-001-02

Para identificar un cemento Pórtland con una característica especial, la nomenclatura de ésta será anotada inmediatamente después de la designación del tipo de cemento que se indica en el Inciso B.2.1. y de la clase resistente que se señala en el Inciso B.2.2. De tener dos o más características especiales, sus nomenclaturas se anotan siguiendo el orden descendente de la Tabla 2 de esta Norma, separándolas con una diagonal, por ejemplo (Rubio Ferrel, 2020):

1. CPO 30 RS, cuando se trate de un cemento Pórtland ordinario con una resistencia normal mínima de treinta (30) megapascales (306 kg/cm²) y que sea resistente a los sulfatos (Rubio Ferrel, 2020).
2. CPEG 40R BRA/BCH, si se requiere un cemento Pórtland con escoria granulada de alto horno, que tenga una resistencia normal mínima de cuarenta (40) megapascales (408 kg/cm²), una resistencia inicial mínima de treinta (30) megapascales (306 kg/cm²), baja reactividad álcali- agregado y bajo calor de hidratación (Rubio Ferrel, 2020).

1.5.3 COMPOSICIÓN DEL CEMENTO PÓRTLAND.

La composición de los diferentes tipos de cemento Pórtland estará comprendida dentro de los límites que se establecen en la siguiente Tabla de esta Norma (Rubio Ferrel, 2020):

Cemento Pórtland		Clinker Portland + sulfato de calcio	Componentes principales				Componentes minoritarios [2]
Tipo	Denominación		Puzolanas [1]	Escoria granulada de alto	Humo de sílice	Caliza	
CPO	Cemento Pórtland ordinario	95 - 100	--	--	--	--	0 - 5
CPP	Cemento Pórtland Puzolánico	50 - 94	6 - 50	--	--	--	0 - 5
CPEG	Cemento Pórtland con escoria granulada de alto horno	40 - 94	--	6 - 60	--	--	0 - 5
CPC [3]	Cemento Pórtland compuesto	50 - 94	6 - 35	6 - 35	1 - 10	6 - 35	0 - 5
CPS	Cemento Pórtland con humo de sílice	90 - 99	--	--	1 - 10	--	0 - 5
CEG	Cemento con escoria granulada de alto horno	20 - 39	--	61 - 80	--	--	0 - 5

[1] Las puzolanas pueden ser naturales, artificiales y cenizas volantes.
 [2] Los componentes minoritarios pueden ser uno o más de los componentes principales, salvo que estén incluidos ya como tales en el cemento.
 [3] El cemento Pórtland compuesto contendrá dos componentes principales como mínimo, excepto cuando se trate de caliza, la que puede ser el único componente principal.

Ilustración 9 Composición de los Cementos Pórtland. Fuente: Norma N-CMT-2-02-001-02

El contenido de carbonato de calcio (CaCO_3) en la caliza que se utilice como componente principal del cemento Pórtland compuesto (CPC), determinado mediante cualquier método de análisis convencional, será como mínimo de setenta y cinco (75) por ciento en masa (Rubio Ferrel, 2020). En cualquier tipo de cemento Pórtland el contenido máximo de trióxido de azufre (SO_3) será tal que no cause una expansión mayor de cero coma cero dos (0,02) por ciento a los catorce (14) días de inmersión en agua, determinada de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·2·02·011, Expansión Potencial por la Acción de los Sulfatos (Rubio Ferrel, 2020).

1.5.4 PROCESOS DE HIDRATACIÓN.

Cuando se agrega agua al cemento Pórtland, los compuestos básicos presentes se transforman en nuevos compuestos por reacciones químicas. Como, por ejemplo:

Silicato tricálcico + agua --> gel de tobermorita + hidróxido de calcio

Silicato di cálcico + agua --> gel de tobermorita + hidróxido de calcio

Ferro aluminato tetracálcico + agua + hidróxido de calcio --> hidrato de calcio

Aluminato

tricálcico + agua + hidróxido de calcio --> hidrato de Aluminato tricálcico Aluminato

tricálcico + agua + yeso --> sulfoaluminatos de calcio

Las dos primeras reacciones, donde intervienen los silicatos de calcio, que constituyen alrededor del 75% por peso del cemento Pórtland, reaccionan con el agua para producir dos nuevos compuestos: gel de tobermorita el cual es no-cristalino e hidróxido de calcio que es cristalino. En la pasta de cemento completamente hidratada, el hidróxido de calcio constituye el 25% del peso y el gel de tobermorita, alrededor del 50% (APUNTES DE INGENIERÍA CIVIL, 2010).

La tercera y cuarta reacciones muestran cómo se combinan los otros dos compuestos principales del cemento Pórtland con el agua para formar productos de reacción (APUNTES DE INGENIERÍA CIVIL, 2010).

En la última reacción aparece el yeso, compuesto agregado al cemento Pórtland durante la trituración del Clinker para controlar el fraguado (APUNTES DE INGENIERÍA CIVIL, 2010).

Cada producto de la reacción de hidratación desempeña una función en el comportamiento mecánico de la pasta endurecida.

El más importante de ellos es el compuesto llamado gel de tobermorita, el cual es el principal compuesto aglomerante de la pasta de cemento, porque liga o aglutina entre sí a todos los componentes.

Este gel es una sustancia dividida, muy fina, con estructura coherente, con una composición y estructura semejantes a la de un mineral natural, llamado tobermorita (APUNTES DE INGENIERÍA CIVIL, 2010).

La rapidez de hidratación es afectada, además de la composición, por la finura del molido, la cantidad de agua agregada y las temperaturas de los componentes al momento de mezclarlos.

Para lograr una hidratación más rápida, los cementos se trituran hasta dejarlos muy finos. El diámetro promedio de un grano de cemento Pórtland proveniente de la trituración del Clinker es de alrededor de 10 μm .

Las partículas del producto de hidratación, como el gel de tobermorita, son del orden de una milésima de ese tamaño, por lo que su enorme superficie específica, de alrededor de 3 millones de cm^2 por gramo, produce fuerzas de atracción entre las partículas. Estas fuerzas ocasionan que las partículas de gel de tobermorita se adhieran entre sí y con otras partículas introducidas en la pasta de cemento (APUNTES DE INGENIERÍA CIVIL, 2010).

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO DE LAS CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

2.1 ADMINISTRACIÓN.

La administración se puede definir como el proceso de planificar, organizar, dirigir y controlar los recursos de una organización para alcanzar sus objetivos de manera eficiente y efectiva. Implica la coordinación de personas, recursos materiales y financieros para lograr metas específicas de la manera más óptima posible. La administración se aplica en diversos ámbitos, como empresas, instituciones gubernamentales, organizaciones sin fines de lucro, entre otros, y es fundamental para el funcionamiento y el éxito de cualquier entidad.

(Chiavenato, 2007) sostiene que, todas las actividades dirigidas hacia la producción de bienes o a la prestación de servicios son planeadas, coordinadas, dirigidas y controladas dentro de organizaciones. Todas las organizaciones están constituidas por personas y por recursos no humanos como recursos físicos y materiales, recursos financieros, recursos tecnológicos, recursos de mercadeo, etc. La vida de las personas depende de las organizaciones y éstas dependen del trabajo de aquellas. Las personas nacen, crecen, aprenden, viven, trabajan, se divierten, son curadas y mueren dentro de organizaciones.

La administración es nada más que la conducción racional de las actividades de una organización, sea ella lucrativa o no. La administración trata del planeamiento, de la organización (estructuración), de la dirección y del control de todas las actividades diferenciadas, por la división del trabajo que ocurren dentro de una organización. Así, la administración es algo imprescindible para la existencia, supervivencia y éxito de las organizaciones. Sin la administración, las organizaciones jamás tendrían condiciones para existir y crecer (Villazán, 2008).

2.2 INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA GENERAL DE LA ADMINISTRACIÓN.

La teoría de la administración es un campo multidisciplinario que se centra en comprender y mejorar la manera en que las organizaciones son gestionadas y dirigidas. Desde su surgimiento a finales del siglo XIX, ha experimentado un desarrollo continuo, influenciado por diversas corrientes de pensamiento y prácticas empresariales. Esta disciplina busca identificar principios, conceptos y herramientas que ayuden a optimizar la eficiencia y eficacia de las organizaciones en la consecución de sus objetivos.

La administración se enfrenta a desafíos constantes debido a los cambios en el entorno empresarial, la tecnología, la globalización y las dinámicas sociales. Como resultado, se han generado numerosas teorías y enfoques administrativos que buscan adaptarse a las nuevas realidades y necesidades organizacionales.

Entre las principales corrientes de la teoría de la administración se encuentran el enfoque clásico, que se centra en la estructura organizativa y la eficiencia en la producción; el enfoque de las relaciones humanas, que destaca la importancia de las relaciones interpersonales y el bienestar de los empleados; el enfoque contingente, que reconoce la necesidad de adaptar las prácticas administrativas a las circunstancias específicas de cada organización; y el enfoque sistémico, que considera a las organizaciones como sistemas complejos e interrelacionados.

(Chiavenato, 2007) explica que, es el campo del conocimiento humano que se ocupa del estudio de la administración en general sin preocuparse de si su aplicación se lleva a cabo en las organizaciones lucrativas (empresas) o en las organizaciones no lucrativas. La teoría general de la administración TGA trata entonces, del estudio de la administración de las organizaciones.

2.2.1.- LA ADMINISTRACIÓN Y SUS PERSPECTIVAS.

La administración puede ser vista desde diversas perspectivas, cada una enfocada en aspectos particulares de la gestión organizacional. A continuación, se mencionan algunas de las perspectivas más relevantes:

- **Perspectiva clásica:** Esta perspectiva se remonta a los trabajos pioneros de Frederick Taylor y Henri Fayol a finales del siglo XIX y principios del siglo XX. Se enfoca en la estructura organizacional, la eficiencia en la producción y la división del trabajo para lograr la máxima productividad.
- **Perspectiva de las relaciones humanas:** Surgida como una crítica a la perspectiva clásica, esta corriente se centra en el estudio de las interacciones sociales dentro de las organizaciones y en la importancia de las relaciones interpersonales, la motivación y el bienestar de los empleados.

- Perspectiva del comportamiento organizacional: Esta perspectiva amplía el enfoque de las relaciones humanas al estudiar el comportamiento individual y grupal en las organizaciones, así como los procesos de toma de decisiones, la comunicación y la cultura organizacional.
- Perspectiva de sistemas: Esta perspectiva considera a las organizaciones como sistemas complejos e interrelacionados con su entorno. Se enfoca en entender cómo los diversos componentes de la organización interactúan entre sí y con el entorno para lograr los objetivos organizacionales.
- Perspectiva contingente: Esta perspectiva sostiene que no existe un enfoque único o universalmente válido para administrar las organizaciones, ya que las prácticas administrativas deben adaptarse a las circunstancias específicas de cada situación y contexto organizacional.
- Perspectiva estratégica: Esta perspectiva se centra en la importancia de la formulación e implementación de estrategias para lograr los objetivos organizacionales a largo plazo, considerando tanto los recursos internos como las oportunidades y amenazas del entorno.

Estas perspectivas ofrecen distintos enfoques para entender y abordar los desafíos de la administración, y su estudio proporciona herramientas y conocimientos valiosos para los gerentes y líderes en la toma de decisiones y la gestión efectiva de las organizaciones.

(Villazán, 2008) explica que, en una época de complejidades, cambios e incertidumbre como la que atravesamos hoy, la administración se vuelve una de las más importantes áreas de la actividad humana. Vivimos en una civilización donde el esfuerzo cooperativo del hombre es la base fundamental de la sociedad. La tarea básica de la administración es la de hacer las cosas a través de las personas. La administración, con sus nuevas concepciones, está siendo considerada una de las principales claves para la solución de los más graves problemas que afligen actualmente al mundo moderno.

2.2.2.- CONTENIDO Y OBJETO DEL ESTUDIO DE LA ADMINISTRACIÓN.

El objeto del estudio de la administración es comprender y analizar los procesos, principios, técnicas y prácticas que se aplican en la gestión y dirección de las organizaciones.

(Chiavenato, 2007) menciona que, la palabra “administración” se forma del prefijo “ad” hacia, y de “ministratio” que viene a su vez de “minister” que expresa subordinación u obediencia). La etimología nos da pues la idea de que la administración se refiere a una función que se desarrolla bajo el mando de otro; esto es, aquél que presta un servicio a otro.

La tarea actual de la administración es la de interpretar los objetivos propuestos por la organización y transformarlos en acción organizacional a través del planeamiento, organización, dirección y control de todos los esfuerzos realizados en todas las áreas y en todos los niveles de la organización, con el fin de alcanzar tales objetivos de la manera más adecuada a la situación (Villazán, 2008).

En suma, el objeto del estudio de la administración abarca todos los aspectos relacionados con la gestión y dirección de las organizaciones, desde la planificación estratégica hasta la ejecución operativa, con el objetivo de mejorar su desempeño y contribuir al logro de sus metas y objetivos.

2.2.3 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA ADMINISTRACIÓN.

Los antecedentes históricos de la administración se remontan a las primeras civilizaciones y han evolucionado a lo largo del tiempo. Algunos de los hitos más relevantes en la historia de la administración incluyen: Civilizaciones antiguas (egipcia, sumeria, china, griega y romana), Administración feudal; (durante la Edad Media en Europa); Revolución Industrial (en el siglo XVIII y XIX); Enfoque clásico (nacido a finales del siglo XIX y principios del XX); Enfoque de las relaciones humanas (década de 1920) y el desarrollo de la teoría de sistemas y contingencia (1950).

Mientras (Chiavenato, 2007) sostiene que, en toda su larga historia, hasta el inicio del siglo XX, la administración se desarrolló con una lentitud impresionante. Solamente a partir de este siglo pasó por fases de desarrollo de notable pujanza e innovación. Anteriormente las organizaciones eran pocas y pequeñas: predominaban los pequeños talleres, los artesanos independientes, las pequeñas escuelas y los profesionales independientes; pero, a pesar de haber existido siempre el trabajo en la historia de la humanidad, la historia de las

organizaciones y de su administración es un capítulo que tuvo su inicio hace muy poco tiempo.

2.2.4 ENFOQUE CLÁSICO DE LA ADMINISTRACIÓN.

El enfoque clásico de la administración se refiere a las teorías y principios desarrollados durante los primeros años del siglo XX, que sentaron las bases de la gestión moderna. Este enfoque se divide principalmente en dos corrientes principales: la administración científica y la teoría clásica de la administración.

- **Administración Científica:** Esta corriente fue desarrollada principalmente por Frederick W. Taylor y sus seguidores. Se centra en el análisis y la mejora de los procesos de trabajo para aumentar la eficiencia y la productividad. Se enfoca en la aplicación de métodos científicos para determinar la mejor manera de realizar tareas específicas y en la selección y capacitación de los trabajadores para que ejecuten esas tareas de manera óptima.
- **Teoría Clásica de la Administración:** Desarrollada principalmente por Henri Fayol, la teoría clásica se enfoca en la estructura organizativa y las funciones administrativas. Fayol identificó cinco funciones principales de la administración: planificación, organización, dirección, coordinación y control. Además, propuso catorce principios de administración que podrían aplicarse universalmente en cualquier organización.

(Villazán, 2008) sostiene que, en el despuntar del siglo XX, dos ingenieros desarrollaron los primeros trabajos pioneros respecto a la administración. Uno era americano, Frederick Winslow Taylor, y desarrolló la llamada escuela de la administración científica, preocupada por aumentar la eficiencia de la industria a través, inicialmente, de la racionalización del trabajo operario. El otro era europeo, Henri Fayol, y desarrolló la llamada teoría clásica preocupada por aumentar la eficiencia de la empresa a través de su organización y de la aplicación de principios generales de la administración con bases científicas.

Estos enfoques clásicos sientan las bases de la administración moderna y aún tienen relevancia en el mundo empresarial actual. Sin embargo, también han sido objeto de críticas y revisiones a lo largo del tiempo, especialmente en relación con su aplicación en entornos más complejos y dinámicos.

2.2.5 ENFOQUE HUMANÍSTICO DE LA ADMINISTRACIÓN.

El enfoque humanístico de la administración surge como una respuesta a las limitaciones percibidas del enfoque clásico, que tendía a enfocarse principalmente en aspectos técnicos y estructurales de la gestión. Este enfoque se centra en el factor humano dentro de las organizaciones, reconociendo la importancia de las personas como individuos con necesidades, motivaciones y aspiraciones propias.

(Chiavenato, 2007) menciona que, con el enfoque humanístico, la teoría administrativa sufre una verdadera revolución conceptual: la transferencia del énfasis antes colocado en la tarea (por la administración científica) y en la estructura organizacional (por la teoría clásica de la administración) al énfasis en las personas que trabajan o que participan en las organizaciones, la preocupación por la máquina y por el método de trabajo y la preocupación por la organización formal y los principios de administración aplicables a los aspectos organizacionales, ceden prioridad a la preocupación por el hombre y su grupo social: de los aspectos técnicos y formales hacia los aspectos psicológicos y sociológicos.

El enfoque humanístico ocurre con la aparición de la teoría de las relaciones humanas, en los Estados Unidos, a partir de la década de los 30. Su surgimiento, sin embargo, fue posible por el desarrollo de las ciencias sociales, principalmente la psicología, y en particular la psicología del trabajo. Esta surgió en la primera década del siglo pasado y está dirigida principalmente hacia dos aspectos básicos que ocuparon dos etapas de su desarrollo, a saber: el análisis del trabajo y la adaptación del trabajador a éste y, la adaptación del trabajo al trabajador (Villazán, 2008).

Estos enfoques humanísticos de la administración reconocen la importancia fundamental de las personas en el éxito de las organizaciones y han influido en la forma en que se entiende y practica la gestión en la actualidad, fomentando un enfoque más centrado en el bienestar y el desarrollo de los empleados.

2.2.6 TEORÍA DE LAS RELACIONES HUMANAS.

Esta corriente, desarrollada en la década de 1930 principalmente por Elton Mayo y sus colaboradores, se centró en el estudio de las interacciones sociales en el lugar de trabajo y en cómo afectan el desempeño y la satisfacción de los empleados. La teoría de las relaciones

humanas resaltó la importancia de aspectos como la comunicación, el liderazgo, el trabajo en equipo y el ambiente laboral en el bienestar y la productividad de los trabajadores.

(Chiavenato, 2007) dice que, la teoría de las relaciones humanas o escuela humanística de la administración, surgió en los Estados Unidos, como una consecuencia inmediata de las conclusiones obtenidas en la Experiencia de Hawthorne, desarrollada por Elton Mayo y sus colaboradores. Fue básicamente un movimiento de reacción y de oposición a la teoría clásica de la administración. Esta pretendió desarrollar una nueva filosofía empresarial, una civilización industrial, en la cual la tecnología y el método del trabajo constituyen las más importantes preocupaciones del administrador. La teoría de las relaciones humanas nació de la necesidad de corregir la fuerte tendencia a la deshumanización del trabajo surgida con la aplicación de métodos rigurosos, científicos y precisos, a los cuales los trabajadores deberían forzosamente someterse. El énfasis en las personas es su principal característica.

2.2.7 TEORÍA NEOCLÁSICA DE LA ADMINISTRACIÓN.

(Villazán, 2008) menciona que, la teoría neoclásica o escuela del proceso administrativo, surgió con el crecimiento exagerado de las organizaciones, una de las respuestas que buscó dar fue respecto del dilema de la centralización - descentralización.

Buena parte del trabajo de los neoclásicos está orientada hacia los factores que conducen a la descentralización, como también hacia las ventajas y desventajas que esta produce. El énfasis en las funciones del administrador: la planeación, la organización, la dirección y el control, son su principal característica (Chiavenato, 2007).

En conclusión, la teoría neoclásica de la administración representa una evolución de los principios clásicos hacia una perspectiva más integradora y adaptativa, que reconoce la importancia tanto de los aspectos técnicos como de los aspectos humanos en la gestión de las organizaciones.

2.2.8 ADMINISTRACIÓN POR OBJETIVOS.

La Administración por Objetivos es un proceso de gestión que se enfoca en la definición y el logro de objetivos específicos dentro de una organización. Fue desarrollada por el experto en

gestión Peter Drucker en la década de 1950 y se ha convertido en una técnica popular utilizada en muchas empresas y organizaciones.

La Administración por objetivos es un modelo de administración a través del cual todas las gerencias de una organización establecen metas para sus administraciones, coincidiendo de preferencia con el ejercicio fiscal, en consonancia con las metas generales de la organización, fijadas por los accionistas, a través de la dirección. Implica una técnica sistemática de gerencia. Se hace mucho énfasis en la planeación y el control, esta es su principal característica (Chiavenato, 2007).

Entonces decimos que este tipo de administración, es una herramienta efectiva para alinear los esfuerzos individuales y departamentales con los objetivos organizacionales, mejorar la claridad y el enfoque en el trabajo, así como para fomentar la participación y el compromiso de los empleados.

2.2.9 MODELO BUROCRÁTICO DE LA ORGANIZACIÓN.

El modelo burocrático de la organización es una estructura de gestión que se basa en un conjunto de reglas, procedimientos y jerarquías claramente definidos para coordinar y controlar las actividades dentro de una organización. Este modelo fue propuesto por el sociólogo alemán Max Weber a principios del siglo XX y ha sido ampliamente adoptado en muchas instituciones públicas y privadas.

A partir de la década del 40, las críticas hechas tanto a la teoría clásica (por su mecanismo), como la teoría de las relaciones humanas (por su romanticismo ingenuo), revelaron la falta de una teoría de la organización sólida y amplia que sirviese de orientación para el trabajo del administrador. Algunos estudiosos fueron a buscar en los escritos del economista y sociólogo Max Weber, la inspiración para esa nueva teoría de la organización. Surgió así, la teoría de la burocracia en la administración. El énfasis en la estructura organizacional, es su principal característica (Villazán, 2008).

Si bien el modelo burocrático puede proporcionar estructura y estabilidad a una organización, también puede ser criticado por su rigidez, lentitud en la toma de decisiones y falta de flexibilidad para adaptarse a cambios rápidos en el entorno. En la práctica, muchas

organizaciones combinan elementos del modelo burocrático con otros enfoques más flexibles para lograr un equilibrio entre eficiencia y adaptabilidad.

2.2.10 TEORÍA ESTRUCTURALISTA DE LA ADMINISTRACIÓN.

Esta teoría busca comprender las organizaciones desde una perspectiva más amplia, considerando tanto los aspectos técnicos y formales como los aspectos sociales y psicológicos.

Surgió en la década de los años 50, como un desdoblamiento de los análisis de los autores orientados hacia la teoría de la burocracia que intentaron conciliar las tesis propuestas por la teoría clásica y por la de relaciones humanas. Los autores estructuralistas buscan interrelacionar las organizaciones con su ambiente externo, que es la sociedad mayor, o sea la sociedad de organizaciones, caracterizada por la interdependencia entre las organizaciones. El análisis de las organizaciones desde el punto de vista estructuralista se hace dentro de un enfoque múltiple y globalizante. El análisis organizacional, dentro de ese enfoque es extremadamente facilitado con la utilización de tipologías organizacionales. La teoría estructuralista inaugura los estudios acerca de los ambientes dentro del concepto de que las organizaciones son sistemas abiertos en constante interacción con su medio ambiente (Chiavenato, 2007).

(Villazán, 2008) menciona que, en una apreciación crítica del estructuralismo dentro de las administraciones, con sus aspectos positivos y sus profundas restricciones y limitaciones, se concluye que ésta es una teoría de transición para la teoría de sistemas. El énfasis en la estructura y en el ambiente, son su principal característica.

La Teoría Estructuralista de la Administración busca comprender las organizaciones como sistemas complejos que están influenciados por múltiples factores internos y externos. Esta perspectiva más amplia ayuda a los administradores a comprender mejor las complejidades de las organizaciones y a tomar decisiones más informadas y efectivas.

2.2.11 TEORÍA DEL COMPORTAMIENTO.

La Teoría del Comportamiento, también conocida como Teoría de la Administración Conductual, surgió como una crítica a las teorías clásicas de la administración, especialmente

a la Teoría de la Administración Científica de Frederick Taylor y la Teoría Clásica de la Administración de Henri Fayol. Esta teoría se desarrolló principalmente en la década de 1940 y 1950, enfocándose en el comportamiento humano en el lugar de trabajo y en cómo afecta la eficacia organizacional.

La teoría del comportamiento o teoría behaviorista de la administración, vino a significar una nueva dirección y un nuevo enfoque dentro de la teoría administrativa. El enfoque de las ciencias del comportamiento (behavioral sciences approach), conlleva el abandono de las posiciones normativas y prescriptivas de las teorías anteriores (teoría clásica, de las relaciones humanas y de la burocracia) y nos lleva a la adopción de posiciones explicativas y descriptivas. El énfasis en las personas y en el ambiente, son su principal característica (Chiavenato, 2007).

En suma, la Teoría del Comportamiento de la Administración se centra en comprender y mejorar el comportamiento humano en el lugar de trabajo para aumentar la eficacia organizacional y la satisfacción de los empleados. Es un enfoque que reconoce la complejidad del comportamiento humano y busca integrar los aspectos sociales y psicológicos en la gestión de las organizaciones.

2.2.12 TEORÍA DE SISTEMAS.

La Teoría de Sistemas es un enfoque conceptual y metodológico que se utiliza para entender y analizar sistemas complejos en diversos campos, incluyendo la administración y la gestión organizacional.

La teoría general de sistemas surgió con los trabajos del biólogo alemán Ludwig von Bertalanffy, publicados entre el año de 1950 y el año de 1968. Esta teoría no busca solucionar problemas o intentar soluciones prácticas, pero sí producir teorías y formulaciones conceptuales que puedan crear condiciones de aplicación en la realidad empírica. El énfasis en el ambiente, es su principal característica (Chiavenato, 2007).

La Teoría de Sistemas se aplica en la gestión organizacional para comprender las organizaciones como sistemas complejos con múltiples componentes interrelacionados. Permite analizar cómo las partes de una organización (como los departamentos, procesos, personas, etc.) interactúan entre sí y con su entorno para lograr objetivos comunes. Además,

la Teoría de Sistemas ayuda a los administradores a entender las interconexiones entre diferentes áreas de la organización y a diseñar intervenciones que tengan en cuenta el impacto en todo el sistema. En resumen, la Teoría de Sistemas proporciona un marco conceptual poderoso para comprender la complejidad y la interdependencia en las organizaciones y otros sistemas.

2.2.13 ENFOQUE CONTINGENCIAL DE LA ADMINISTRACIÓN.

La palabra contingencia significa algo incierto o eventual, que puede suceder o no; se refiere a una proposición cuya verdad o falsedad solamente puede conocerse por la experiencia o por la evidencia y no por la razón. En un aspecto más amplio, el enfoque de la contingencia destaca que no se alcanza la eficacia organizacional siguiendo un único y exclusivo modelo organizacional, o sea, no existe una única forma que sea mejor para organizarse con el fin de alcanzar los diferentes objetivos de las organizaciones dentro de un ambiente también cambiante (Chiavenato, 2007).

Por lo tanto, el enfoque contingencial de la administración enfatiza la importancia de tomar decisiones y diseñar prácticas de gestión que sean apropiadas para las circunstancias específicas de una organización en un momento dado. Esto requiere un enfoque flexible y adaptativo por parte de los gerentes para abordar los desafíos cambiantes que enfrentan las organizaciones en el mundo empresarial actual.

2.2.14 UNIVERSALIDAD DEL PROCESO ADMINISTRATIVO EN LAS ORGANIZACIONES.

El proceso administrativo tiene aplicación universal, y los gerentes lo pueden llevar a cabo sin importar el tipo de empresa, ya sea comercial, industrial o de servicios. Según Reyes Ponce (1990), el proceso administrativo considera los siguientes pasos: 1. Previsión, 2. planificación, 3. organización, 4. integración de personal, 5. mando y 6. control (Chiavenato, 2007).

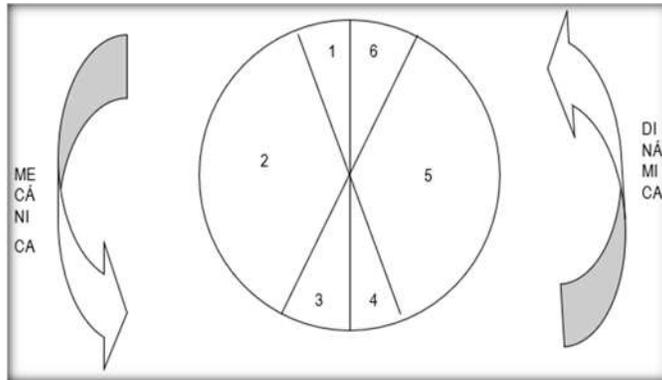


Ilustración 10 Administración por Objetivos. Fuente: Modelo Administrativo Para La Competitividad De Un Organismo Operador De Agua Potable En El Estado De Michoacán.

1.- Previsión. Se refiere al análisis del negocio, tendencias, debilidades, amenazas. Permite conocer misión, objetivos, visión de futuro y trazar los objetivos estratégicos. Se caracteriza por:

- Previsibilidad: Debe de realizarse tomándose en cuenta que no hay certeza completa por la cantidad de factores y la intervención de decisiones humanas, por lo que siempre existirá en la empresa un riesgo.
- Objetividad: Las previsiones deben descansar en hechos más que en opiniones objetivas. El éxito de la empresa es en base a la información de que disponga.
- Medición: Las previsiones serán tanto más seguras cuando más podamos apreciarlas o medirlas (Chiavenato, 2007).

2.- Planificación. Es el conjunto de objetivos y pasos que se deben realizar para cubrir la brecha que nos separa de donde estamos y hacia dónde queremos ir. Se caracteriza por:

- Previsión: Los planes deben hacerse lo más precisos posibles y no con afirmaciones vagas y genéricas.
- Flexibilidad: Todos los planes deben de dar margen para los cambios que surgen en éste.
- Unidad: Los planes deben ser de tal naturaleza que exista una para cada función y todos los aplicables para una empresa, puedan estar coordinados e integrados para que pueda decirse que existe un sólo plan general (Chiavenato, 2007).

3.- Organización. Es la estructura técnica de las relaciones que deben existir entre las funciones, niveles y actividades de los elementos materiales y humanos de un organismo social, con el fin de lograr su máxima eficiencia dentro de los planes y objetivos señalados. Implica la organización del proceso productivo o de servicios, es decir: Organización del proceso productivo, Organización del trabajo y Organización de la dirección. Se caracteriza por:

- Especialización: La división del trabajo influye en el aumento de la producción ya que, de acostumbrarse a un trabajo, se llega a la especialización y de ésta a la productividad.
- Unidad de mando: Sólo se debe de obedecer a un jefe para una función.
- Equilibrio autoridad-responsabilidad: Debe establecerse el grado de autoridad y de responsabilidad que debe tener cada jefe en cada nivel jerárquico.
- Equilibrio dirección-control: A cada grado de delegación debe corresponder el establecimiento de los controles adecuados (Chiavenato, 2007).

4.- Integración de personal. Función relacionada con los recursos humanos muy unida a la organización; consiste en ocupar puestos de una estructura con la consiguiente selección y capacitación de los puestos de trabajo. Se caracteriza por:

- Reclutamiento y selección del personal adecuado. Consiste en buscar y seleccionar a las personas adecuadas para encomendarles una tarea específica; esto se cumple para los directivos y para trabajadores simples.
- Introducción. Consiste en las técnicas que hacen que un trabajador o jefe se acople a su puesto de trabajo constantemente.
- Desarrollo. Comprende el adiestramiento práctico, la capacitación teórica y la formación de los recursos humanos (Chiavenato, 2007).

5.- Mando. Es la influencia consciente del sujeto de dirección, jefe, sobre el objeto de dirección, subordinado, es la función en el que el dirigente pone en práctica su capacidad de mandar y hacerse obedecer, su característica fundamental es la toma de decisiones y no se delega. Se caracteriza por:

- Autoridad. Facultad de una persona de dar órdenes a otra y que ésta obedezca, la facultad de disponer de medios materiales y financieros que están bajo su mando.
- Delegación. Hacer partícipes a otros de la autoridad que nosotros hemos recibido sin perder por ello la responsabilidad correspondiente.
- Comunicación. Tanto vertical como horizontal, es esencial para poder ejercer el mando, tomar las decisiones correctas y para la vigilancia constante de los resultados de las actividades.

6.- Control. Es la medición, verificación y corrección del desempeño para asegurar que los objetivos de la organización y de los planes diseñados sean llevados a cabo. Se hace sobre la base del análisis de los resultados, las causas y condiciones que lo propiciaron, luego se obtienen las conclusiones posibles. Se caracteriza por:

- Fijación y Establecimiento. Se analiza qué controles deberán ser establecidos y cuáles serán los más efectivos.
- Operatividad. Todos los directivos tienen que realizar el control.
- Interpretación de los Resultados. Compara lo que se esperaba con lo que se obtuvo en realidad (Chiavenato, 2007).

La universalidad del proceso administrativo radica en el hecho de que estas funciones básicas son esenciales para el éxito de cualquier organización, independientemente de su naturaleza o industria. Por ejemplo, una pequeña empresa familiar, una organización sin fines de lucro, una empresa multinacional o una agencia gubernamental todas requieren una planificación efectiva, una organización adecuada, una dirección sólida y un control adecuado para alcanzar sus objetivos.

Aunque la aplicación específica de cada función puede variar según el contexto, la esencia del proceso administrativo permanece constante en todas las organizaciones. Este enfoque proporciona un marco sólido para la gestión efectiva y el logro de los objetivos organizativos en diferentes entornos empresariales.

2.2.15 MODELOS TEÓRICOS PARA EL ESTUDIO DE LAS ORGANIZACIONES.

(Villazán, 2008) declara que, se han creado diversos modelos teóricos para estudiar las organizaciones modernas, ya sea desde el punto de vista administrativo, social o psicológico, o de acuerdo con las variables que se consideran relevantes. Entre los diversos modelos se encuentra el modelo sociotécnico, el cual describiremos enseguida, pues constituye un esfuerzo conceptual que integra varios tipos de variables.

Estos modelos ofrecen marcos conceptuales que ayudan a los investigadores, gerentes y estudiantes a analizar y explicar el funcionamiento de las organizaciones.

Estos son solo algunos ejemplos de modelos teóricos utilizados para estudiar las organizaciones. Cada modelo ofrece una perspectiva única y complementaria que contribuye a una comprensión más completa del complejo fenómeno de las organizaciones. Dependiendo del enfoque de investigación o del problema específico que se esté abordando, un modelo puede ser más relevante o útil que otros.

2.2.15.1 EL MODELO ADMINISTRATIVO SOCIOTÉCNICO.

Una organización es un sistema abierto que tiene una tarea principal que realiza para sobrevivir.

(Chiavenato, 2007) sostiene que, el sistema puede realizar su tarea principal únicamente mediante el intercambio de materiales con su medio ambiente. Este intercambio consiste en varios procesos: la importación de recursos y materiales, la conversión de ellos, el consumo de algunos bienes para el mantenimiento del sistema y la exportación de productos, servicios y desperdicios.

El punto de vista Tavistock está caracterizado por un enfoque sociotécnico, lo cual es una manera global e intersistémica de conceptualizar una organización, toma en cuenta la importancia de una tecnología y estructura adecuadas para el trabajo de la organización, pero también examina las relaciones entre la tecnología y las cualidades humanas de los trabajadores; incluye tanto lo psicológico y lo social como lo tecnológico. Su teoría se originó en observaciones de grupos durante y después de la Segunda Guerra (Villazán, 2008).

Comenzó a difundirse al ser publicado en 1961 su libro *Experiencias Grupales*. La mayoría del trabajo de Bion y sus colaboradores (H. Bridger, G. Higgin, E. Jaques, E. Millar, A. K.

Rice, E. L. Trist y P. M. Turquet) fue llevada a cabo en el Tavistock Institute of Humans Relations, en Londres, Inglaterra. con base en investigaciones realizadas en minas de carbón inglesas y empresas textiles de la India. Estos trabajos se publicaron en el año 1963 basadas en las investigaciones del Instituto Tavistock de Gran Bretaña (Villazán, 2008).

En resumen, el modelo en cuestión se caracteriza porque considera a la organización como resultado de la compleja interacción de sus elementos tecnológicos, tales como: las características de las tareas, el ambiente de trabajo, la maquinaria y equipo, con sus aspectos sociales, por ejemplo relaciones interpersonales, los grupos, el liderazgo, de tal manera que al estudiarlas se debe considerar ante todo las relaciones entre ambas variables o factores, lo tecnológico y lo social, y tratar de comprender que se influye entre sí. Otra variable que este modelo considera es la estructura.

De esta manera, las organizaciones se representan como sistemas abiertos conformados por tres subsistemas básicos. La ilustración 11, figura 2, muestra el modelo sociotécnico de la organización.

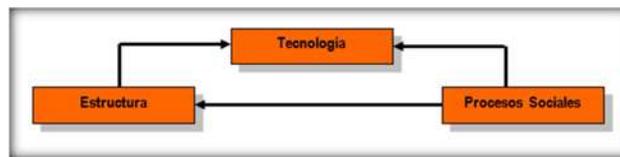


Ilustración 11 Figura 2, Modelo Sociotécnico de la Organización. Fuente: Trabajos realizados de las investigaciones de W. Bion, H. Bridger, G. Higgin, E. Jaques, E. Millar, A. K. Rice, E. L. Trist y P. M. Turquet, en el Tavistock Institute of Humans Relations. Londres, Inglaterra. 1963.

2.2.15.2 EL MODELO ADMINISTRATIVO SISTÉMICO.

Éste concibe a las organizaciones como un sistema integrado por varios elementos que interactúan constantemente y cuya presencia, características y comportamiento están encaminados al logro de objetivos concretos. De acuerdo con esto, las organizaciones son sistemas dinámicos que reciben influencia del medio ambiente e influyen a su vez en dicho medio. Con este modelo es posible diseñar cambios con propósitos prácticos en cualquier tipo de organización.

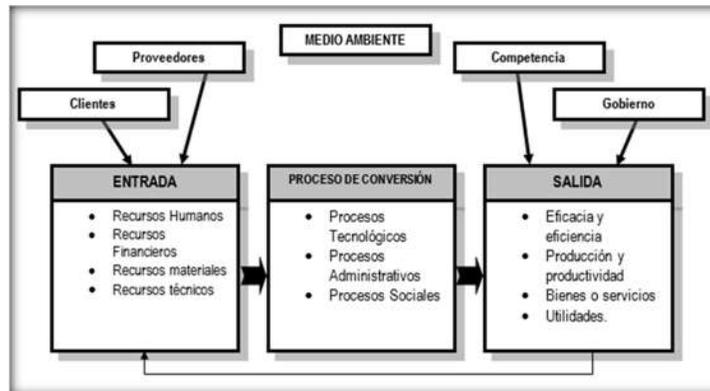


Ilustración 12 Modelo Sistémico. Fuente: Agustín Reyes Ponce. (1988)

2.2.15.3 EL MODELO CÍCLICO DEL DESARROLLO ORGANIZACIONAL.

El modelo cíclico del desarrollo organizacional es una estructura conceptual que describe el proceso de cambio y desarrollo dentro de una organización. Este modelo reconoce que las organizaciones atraviesan fases repetitivas de cambio y crecimiento a lo largo del tiempo, y que estas fases pueden representarse de manera cíclica. En la siguiente figura se ilustra el modelo cíclico del desarrollo organizacional.

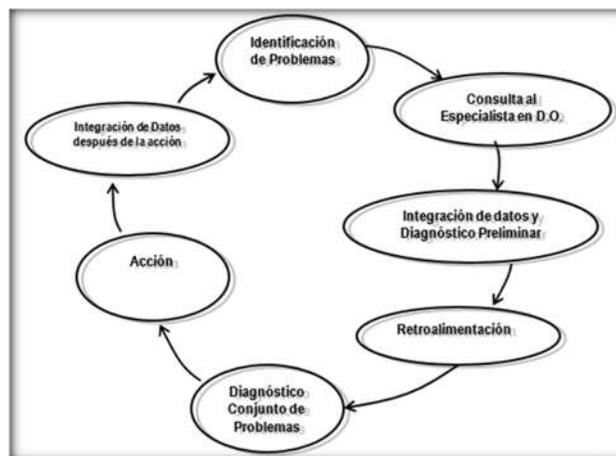


Ilustración 13 Modelo Cíclico del Desarrollo Organizacional. Fuente: Agustín Reyes Ponce, (1988).

- Identificación de problemas. Una persona clave en la organización presiente que la empresa tiene uno o más problemas que pueden ser aliviados por un agente de cambio, una persona especialmente asignada para contender con problemas asociados con el cambio, el problema pudiera involucrar movimiento de empleados, comunicación pobre, coordinación inefectiva o carencia de líderes de proyecto. Los esfuerzos del DO (Desarrollo organizacional) deben de estar apoyados por la alta dirección (Chiavenato, 2007).

- Consulta al especialista en DO. Algunos íntimamente familiarizados con procesos de cambio organizacional comúnmente son utilizados como agentes de cambio. Durante el contacto inicial, el agente de cambio (externo a la organización o empleado de la empresa) y el cliente del sistema, cuidadosamente se auxilian uno al otro. El agente de cambio debe lograr entender claramente a la empresa, esto demanda la colaboración y apertura de cada uno de los involucrados (Chiavenato, 2007).
- Integración de datos y diagnóstico preliminar. Esta etapa usualmente es responsabilidad del consultor, quien tiene cuatro métodos básicos de recoger datos: mediante entrevistas, observación de los procesos, cuestionarios y datos del desenvolvimiento organizacional. Probablemente la más eficiente y efectiva secuencia de método diagnóstico comienza con la observación, ésta es seguida por entrevistas semiestructuradas y es completada con cuestionarios que intentan medir precisamente los problemas identificados en los pasos iniciales del diagnóstico (Chiavenato, 2007).
- Retroalimentación. En virtud de que el desarrollo organizacional es un esfuerzo de colaboración, los datos obtenidos son retroalimentados al cliente. Esto usualmente se realiza en grupos o por un grupo de trabajo seleccionado, de manera que la gente clave involucrada reciba la información (Chiavenato, 2007).
- Diagnóstico conjunto de problemas. En este punto, un administrador o grupo discute la retroalimentación y decide si hay un problema real que necesita resolverse, este proceso tiene que juntar los esfuerzos entre el cliente y los especialistas en desarrollo organizacional. El cliente debe aceptar el diagnóstico, así como las soluciones que habrán de ser implementadas (Chiavenato, 2007).
- Acción. Enseguida, el consultante y el cliente de común acuerdo en ir más allá convienen las acciones a realizar. Esta fase corresponde al comienzo del proceso de “rompe el hielo”. La acción que deberá tomarse depende del problema, en la cultura de la organización y en el tiempo y gastos que habrán de ahorrarse (Chiavenato, 2007).
- Integración de datos después de la acción. Dado que el DO es un proceso cíclico, también debe efectuarse una recopilación de datos después de que las acciones han sido realizadas. A través de estos, el líder puede monitorear, medir y determinar los

efectos producidos por las acciones. Esta información es proporcionada al cliente y puede conducir a un nuevo diagnóstico y a la implementación de una nueva acción. La principal cualidad del modelo de DO es que es cíclico e interactivo, un proceso interactivo entre el consultante y el cliente, de cuya relación exitosa dependerá la implantación efectiva de la estrategia de cambio (Chiavenato, 2007).

Una vez completado este ciclo, la organización puede comenzar nuevamente el proceso, identificando nuevas áreas de mejora y repitiendo las etapas de diagnóstico, planificación, implementación, evaluación y ajuste. Este modelo reconoce que el cambio organizacional es un proceso continuo y que las organizaciones exitosas son aquellas que pueden adaptarse y evolucionar con el tiempo.

2.2.15.4 EL MODELO DE PLANEACIÓN.

El modelo de planeación en administración es un proceso sistemático que implica establecer objetivos y determinar las acciones necesarias para alcanzarlos. La planeación es una función fundamental de la administración que proporciona una dirección clara para la organización y ayuda a coordinar las actividades hacia metas comunes.

En la figura que a continuación se muestra, se observa la secuencia en la aplicación y fundamentación del desarrollo organizacional (Villazán, 2008).

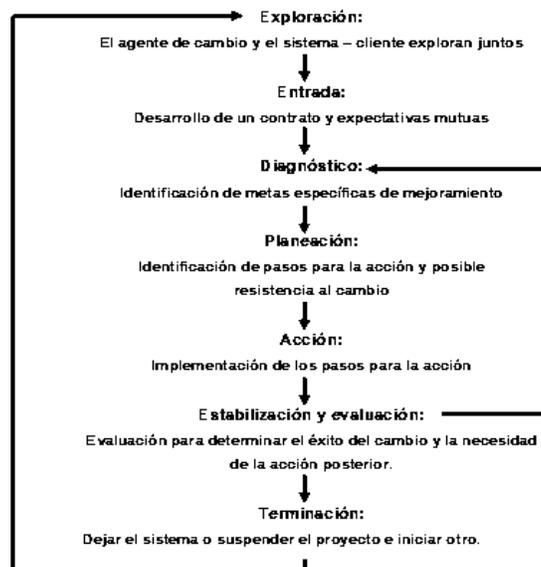


Ilustración 14 Fundamentos del Desarrollo Organizacional. Fuente: Agustín Reyes Ponce (1988).

También en esta figura se describen los 7 pasos que sugieren los estudiosos de este modelo administrativo, aunque debe decirse que realmente es llevado a la práctica en forma literal, ya que el modelo se puede adecuar según las necesidades de la organización (Villazán, 2008).

En resumen, el modelo de planeación en administración es un proceso sistemático que implica establecer objetivos, analizar la situación, identificar alternativas, seleccionar estrategias, implementar planes y monitorear el progreso hacia el logro de los objetivos. Es un componente fundamental de la función administrativa que ayuda a guiar el desempeño y el éxito organizacional.

2.2.15.5 EL MODELO ADMINISTRATIVO DE INVESTIGACIÓN-ACCIÓN.

Este modelo de amplia aplicabilidad, considera al cambio planeado como un proceso cíclico que involucra colaboración entre los miembros de la organización y los expertos del desarrollo organizacional. Hace especial hincapié en la recopilación de datos y el diagnóstico antes de la acción, planeación e implantación, así como una cuidadosa evaluación de los resultados después de realizar la acción. Es relevante comentar que el modelo administrativo de investigación acción, sirvió de guía para la propuesta hecha al Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Municipio de Álvaro Obregón, Michoacán; en cuanto a la serie de pasos a seguir, para detectar las debilidades y fortalezas de la administración de esta empresa municipal (Villazán, 2008). Esta guía identificó el diagnóstico administrativo en los siguientes pasos:

1. Identificación de problema.
2. Recopilación de información relacionada con el desarrollo organizacional.
3. Consultas con directivos de la empresa Municipal.
4. Planeación de actividades.
5. Diagnóstico Previo.
6. Diagnóstico final.

Estos puntos se pueden apreciar mejor en la figura siguiente, la cual señala paso a paso la secuencia y conclusión de un diagnóstico administrativo, a través del proceso administrativo para toda organización (Villazán, 2008).

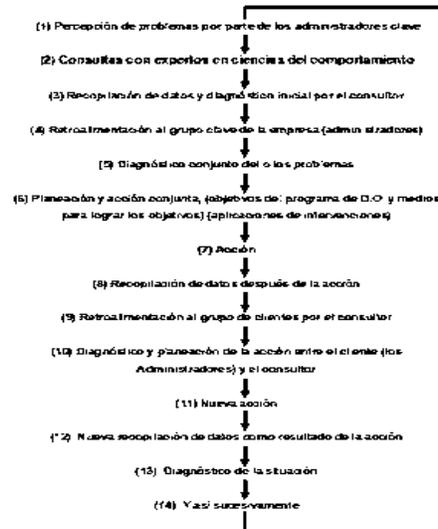


Ilustración 15 La Naturaleza del Cambio Planeado. Fuente: Agustín Reyes Ponce (1988)

2.2.15.6 MODELO BUROCRÁTICO DE LA ORGANIZACIÓN.

El modelo burocrático de la organización, propuesto por el sociólogo alemán Max Weber, es una teoría que describe una forma de organización basada en la racionalidad, la jerarquía y la aplicación de reglas y procedimientos estandarizados. Este modelo es uno de los enfoques clásicos de la teoría de la organización y ha influido significativamente en la comprensión de las estructuras organizativas modernas.

(Villazán, 2008) afirma que, la burocracia es una forma de organización humana que se basa en la racionalidad, esto es, en la adecuación de los medios a los objetivos pretendidos, con el fin de garantizar la máxima eficiencia posible en la búsqueda de esos objetivos.

Se presenta generalmente como una empresa u organización donde el papeleo se multiplica y aumenta, impidiendo soluciones rápidas o eficientes.

El término también se emplea en el sentido de apego de los funcionarios a los reglamentos y rutinas, causando ineficiencia en la organización.

Los principales elementos del modelo burocrático son:

1. División del trabajo: Las actividades de la organización se dividen en tareas especializadas y asignadas a diferentes individuos con base en sus habilidades y competencias. Esta división del trabajo permite una mayor eficiencia y productividad en la realización de las tareas.
2. Jerarquía de autoridad: Existe una clara estructura de autoridad en la organización, donde cada posición tiene un nivel de autoridad definido. La autoridad se distribuye de manera escalonada, desde la cúspide de la organización hasta la base, y las decisiones importantes se toman en la cima y se transmiten hacia abajo a través de la cadena de mando.
3. Reglas y procedimientos: Se establecen reglas y procedimientos formales para guiar el comportamiento y las actividades de los miembros de la organización. Estas reglas son claras, predecibles y aplicables de manera uniforme a todos los miembros de la organización, lo que promueve la estandarización y la consistencia en las operaciones.
4. Impersonalidad: Las decisiones y acciones dentro de la organización se basan en criterios racionales y objetivos, en lugar de consideraciones personales o preferencias individuales. Esto implica que los procesos de toma de decisiones y la asignación de recursos se llevan a cabo de manera objetiva y sin sesgos personales.
5. Carrera y promoción basadas en el mérito: El avance dentro de la organización se determina por el mérito y el rendimiento en lugar de por favoritismos o conexiones personales. Se establecen criterios claros para la evaluación del desempeño y la promoción, lo que fomenta la competencia y la eficacia en la organización.

Aunque el modelo burocrático ofrece ventajas en términos de eficiencia, claridad de roles y predictibilidad en las operaciones, también puede tener desventajas, como rigidez, resistencia al cambio y falta de adaptabilidad a entornos dinámicos y complejos. Por lo tanto, en la práctica moderna, las organizaciones suelen combinar elementos del modelo burocrático con otros enfoques más flexibles y adaptativos para mejorar su desempeño y capacidad de respuesta.

CAPÍTULO 3. PROCESO PARA ELABORAR ELEMENTOS PREFABRICADOS DE CONCRETO PARA PAVIMENTACIÓN.

3.1.- DEFINICIÓN.

Se le denomina prefabricados a los elementos ensamblados entre sí, una vez que han sido manufacturados previamente en fábrica o en otro sitio cercano a la obra (Rubio Ferrel, 2020).

Siendo esta una manera inteligente e industrializada para construir cualquier tipo de edificación de alta calidad y eficiencia energética, no sólo en un corto período de tiempo, sino también de manera rentable y segura. Entendiendo más exactamente que prefabricado significa trasladar el trabajo desde el sitio a los procesos controlados de una fábrica, lo que proporciona una calidad alta y constante que mejora la significativamente la productividad (Rubio Ferrel, 2020).



Ilustración 16 Prefabricados de Concreto Ecológicos. Fuente:
<https://images.sstatic.com/pavimento-100-permeable-ecologico-prefabricados-ecocreto-5264250z0-00000067.jpg>

Estando entre las principales ventajas de estos, tiempos de construcción más cortos, construcción rentable, menor huella de bióxido de carbono a comparación de la que se genera en la construcción por el concreto preparado in situ, reducción considerable en el uso de cemento, agua, acero y mano de obra, así como residuos y una notable reducción en la logística de aplicación, brindan flexibilidad en el diseño y una gran resistencia arquitectónica (Rubio Ferrel, 2020).

Presentando menores desventajas en comparación a las ventajas mencionadas, contando como desventajas notables las relacionadas al aspecto económico-financiero por la alta inversión inicial que se debe hacer, así como disposiciones relacionadas al montaje, manipulación, acarreo de las piezas y en menor grado la fabricación de las mismas, que no

se considera del todo un problema, pues solo es desventajoso por el volumen que se debe crear para el consumo (Construmática, 2021).

3.2.- CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS.

Estos elementos se clasifican con base a tres grupos según su peso y dimensiones y según el formato o forma en la que están constituidos o el material del que están hechos (Construmática, 2021).

1. Según el peso y dimensiones.
2. Según su formato.
3. Según el tipo de material (Construmática, 2021).

3.3.- PROCESO DE MANUFACTURA DE ELEMENTOS PREFABRICADOS.

Existen varios y diversos tipos de elementos prefabricados y de la misma manera existen diferentes tipos de procesos de fabricación de los mismos dependiendo el caso, de esta manera tenemos una mejora en la calidad del producto. Así pues, con esto dicho a continuación se muestran los pasos de una manera general para la elaboración de dichos elementos, más puntualmente elementos livianos como lo son los bloques (Arqhys Construcción, 2012).

3.3.1. Selección de los agregados pétreos.

Esta selección de agregados siempre será utilizando la materia prima más cercana que nos proporcione el medio, es decir del banco de material más cercano con el fin de un costo más económico y por la practicidad misma para trabajar en cuanto a logística.

Previamente deben llevarse muestras a un laboratorio para someterlas a un análisis de Granulometría con el objeto de determinar la correcta gradación de los tamaños.

La idea con esto es establecer las dimensiones que mejor se ajustan, para obtener al menor costo, la resistencia exigida. En este punto es probable necesitar varios tipos de agregados, gravas de máximo $\frac{3}{4}$ " y arenas finas o gruesas, hasta llegar a la gradación correcta.

No es fácil mantener esta homogeneidad ya que no siempre se tiene la certeza de recibir el agregado de la misma procedencia, de allí que sea importante practicar pruebas de granulometría de control. Unos de los mejores agregados son los de río, ya que vienen lavados y libres de contaminantes como la arcilla, grasas o aceites.

Deben estar libres de materia orgánica como raíces, hojas o cualquier otro elemento contaminante (Arqhys Construcción, 2012).



Ilustración 17 Agregados Gruesos. Fuente:
<https://www.arqhys.com/contenidos/fotos/contenidos/Agregados-gruesos.jpg>

3.3.2.- Selección de agua.

Si el agua es buena para el consumo humano, entonces se considera óptima para la producción de concreto (Arqhys Construcción, 2012).

3.3.3.- selección de cemento.

Esto es una selección ya que prácticamente es la base de nuestro elemento, y de esto dependerá la resistencia y calidad del mismo, conocemos de varios tipos los más importantes para la producción elementos como lo son:

1. Portland Tipo I: El más común, se consigue en cualquier ferretería en bultos de 50 Kg o 42 Kg. Ofrece buena resistencia a 28 días.
2. Portland Tipo III: Se solicita bajo pedido y lo suministran a granel, es un poco más costoso que el tipo I. Ofrece altas resistencias a edades tempranas.
3. Se debe disponer de silo en la planta para su almacenamiento y dosificación. La selección de uno u otro tipo dependerá de la infraestructura física, los costos de producción y el beneficio de obtener resistencias tempranas.
4. En nuestra planta utilizamos el Tipo I, en presentación de bultos de 50 Kg (Arqhys Construcción, 2012).

3.3.4.- Dosificación.

Las proporciones de los agregados deben permitir la mayor compactación posible, con un mínimo de cemento. Esto ahorra dinero. El fabricante de las maquinas normalmente suministra unas dosificaciones, que servirán como guías para hacer las pruebas necesarias. Es importante que se realicen varios diseños de mezcla para poder determinar cual ofrece mejor relación costo-beneficio (Arqhys Construcción, 2012).

1. **Dosificación por Peso o por Volumen:** Es inherente a la infraestructura de la que se dispone. Normalmente un sistema de dosificación por peso es costoso. Este es el mejor sistema, sin embargo, es posible hacer una buena dosificación por volumen, esto implica hacer equivalencias peso-volumen (Kg-Lt) y supervisar que siempre se mantenga la misma cantidad. Los recipientes utilizados para esta dosificación siempre deben ser los mismos. La dosificación dependerá del tipo de prefabricado a producir y de la resistencia solicitada (Arqhys Construcción, 2012).
2. **Proporciones:** En nuestra planta se realiza la dosificación por volumen de la siguiente forma: 1: 4: 6 lo que significa que por cada parte de cemento se deben incorporar 4 de agregado fino y 6 del grueso. Esta es la proporción que funciona para nosotros, con resultados de 11 MPa en bloques de grosor 12. No quiere decir que funcionará para otros por lo que siempre se deben realizar pruebas previas (Arqhys Construcción, 2012).
3. **Relación Agua-Cemento: (a/c).** En los prefabricados de concreto la mezcla debe ser seca, Utilizamos la menor cantidad de agua posible porque necesitamos que el elemento se sostenga por sí mismo. La relación a/c es uno de los parámetros que más afecta la resistencia del concreto, pues a medida que aumenta, aumentan los poros en la masa y por ende disminuye la resistencia. En nuestra planta trabajamos con una $a/c=0,5$ (Arqhys Construcción, 2012).
4. **Humedad Natural:** Normalmente es común recibir los agregados en la planta con cierto grado de humedad por lo que se recomienda dejarlos reposar al menos 2 días, si esto no es posible entonces se debe determinar el porcentaje

de humedad para descontarlo del agua de hidratación y de esta forma no se nos altere la relación agua-cemento. En algunas visitas practicadas me he encontrado con que siempre mantienen los agregados húmedos, esto para facilitar la determinación del agua de hidratación (Arqhys Construcción, 2012).

5. **Cantidad agua de Absorción de los Agregados: (% de absorción).** Cuando en la mezcla se incorporan agregados secos es normal que estos absorban cierta cantidad de agua, por lo que debe determinarse este porcentaje para hacer la compensación respectiva y evitar que el concreto resulte con insuficiente agua de hidratación (Arqhys Construcción, 2012).

6. **Cantidad Agua de Hidratación del Cemento: (% de hidratación).** Es la cantidad de agua que necesita el cemento para poder hidratarse y llegar a obtener la resistencia exigida. Se determina por la relación a/c (Arqhys Construcción, 2012).

3.3.5.- Proceso de mezclado.

1. Orden de ingreso de la materia prima a la mezcladora: La teoría dice que se debe comenzar con el agregado grueso, después el fino y posteriormente el cemento, sin embargo, en la práctica tuvimos que cambiar ese orden, dado que nuestra mezcladora era de eje horizontal al vaciar la gravilla esta se depositaba en el fondo y había una parte que no se mezclaba correctamente. Decidimos incorporar primero la arena, después la grava y posteriormente el cemento, obteniendo mejores resultados. En última instancia se aplicaba el agua (Arqhys Construcción, 2012).

2. Tiempos de Mezclado: Para nuestro caso eran necesarios 3 minutos. Si le damos menos no teníamos homogeneidad y si nos pasamos entonces el concreto sufre segregación de materiales. Es importante determinar el tiempo exacto (Arqhys Construcción, 2012).



Ilustración 18 Proceso de Mezclado. Fuente: http://cemexparaindustriales.com/wp-content/uploads/2018/04/IMG_0368_CS-1024x683.jpg

3.3.6.- Las bandejas

En este punto se explica las bandejas que serán utilizadas para darle los acabados a los elementos, los cuales deberán tener ciertas especificaciones como son:

1. Fabricación: Por lo general el fabricante de las bandejas suministra el plano con las especificaciones necesarias para su fabricación.
2. Acabados: La superficie superior debía estar completamente plana y lisa, sin separaciones entre sus tablas. No se aceptaban si estaban pandeadas. Una semana antes de su despacho debían ser sometidas a un baño de aceite quemado y secarlas a la sombra.
3. Cuidados y Mantenimiento: Después de cada uso se le debe pasar una espátula para desprender los residuos de concreto y una vez a la semana un baño con aceite quemado. Deben ser correctamente almacenadas para evitar que se doblen (Arqhys Construcción, 2012).



Ilustración 19 Elaboración de bloques. Fuente: <https://i.ytimg.com/vi/SnDJseHZtS0/maxresdefault.jpg>

3.3.7.- Elaboración de bloques

1. Tiempos de Vibración: En general se manejan 2 tiempos de vibrado, el primero para ayudar a llenar el molde y el segundo para compactar. Dependiendo del elemento a fabricar los tiempos varían entre 3 y 6 segundos (Arqhys Construcción, 2012).
2. Retiro de las Bandejas: Hay dos formas de retirar las bandejas con los bloques frescos, con montacarga (sistema utilizado en instalaciones automáticas) o de forma manual. Se deben evitar movimientos bruscos y de ser posible disponer de un carro transportador de bandejas (Arqhys Construcción, 2012).

3.3.8.- Fraguado y curado

1. Transporte a la Zona de Fraguado: Se transportará el producto fresco en vehículos de bandejas con llantas de aire, se debe contar con una superficie adecuada para el tránsito de éstos, cada uno es capaz de transportar 8 bandejas con 32 bloques. Resultan muy útiles cuando de producción masiva se trata ya que también se pueden utilizar para hacer la recogida al día siguiente. Es esta zona depositamos con mucho cuidado las bandejas con los bloques frescos en el piso y allí dejamos fraguar el concreto hasta el día siguiente (Arqhys Construcción, 2012).
2. Curado en la zona de fraguado: En esta zona permanecen toda la noche y se debe tener la precaución de no dejar que los bloques se sequen, por lo que se hace necesario disponer a una persona que permanezca rociándolos con agua. Dependiendo de la zona del país donde se produzca se hace obligatorio rociarlos más o menos. Este proceso de hacer que los elementos no pierdan el agua de hidratación y por ende afectar su resistencia, se llama curado (Arqhys Construcción, 2012).
3. Arrumes: Los arrumes corresponden a la producción de un día y deben colocarse los elementos trabados para darle resistencia al conjunto, no deben ser superiores a 8 filas y recomiendo tenerlos debidamente marcados con la fecha, para saber cuándo retirarlos a la zona de almacenamiento para su secado (Arqhys Construcción, 2012).

4. Curado de los Bloques: Se puede hacer a través de cámaras de curado o manual; con el primero solo necesitan 1 día, con el segundo son necesarios 7, en donde deben permanecer cubiertos con tela de fique o polietileno y frecuentemente bañarlos con agua (Arqhys Construcción, 2012).



Ilustración 20 Zona de Fraguado. Fuente: <http://m.unikpavermachine.com/Content/upload/2017244706/201709081101006654588.jpg>

3.3.9.- Almacenamiento, Manipulación y Arrume Definitivo:

Dado que disponíamos de una zona de curado pequeña se hacía necesario trasladar los arrumes a otra zona más amplia, la cual estaba a la intemperie, pues ya no es necesaria la protección del sol. Es importante mantenerlos secos hasta que el cliente los reciba ya que no pueden instalarse húmedos debido a la contracción lineal por secado. De esta zona son cargados a los camiones para su posterior despacho (Arqhys Construcción, 2012).

3.3.10. Otras variables

1. Aditivos: Este es un ítem que debe analizarse con detalle pues afecta el valor del prefabricado. A mi manera de ver no es necesario si se dispone una buena dosificación, programación y planificación de despachos (Arqhys Construcción, 2012).
2. Colorantes: Importante en estos momentos donde los prefabricados han retomado su posición en el mercado de la infraestructura urbana. Los colorantes poseen diferentes precios dependiendo del color, normalmente los azules son los más costosos. Tienen mucha demanda (Arqhys Construcción, 2012).

3. Instalaciones físicas: La infraestructura de que se dispone al igual que su diseño, zonificación, circulaciones y demás pueden afectar la calidad de los prefabricados. Es importante disponer una amplia zona para el correcto almacenamiento de la materia prima, así como también del producto terminado.
4. La zona de fraguado debe estar lo más cerca posible de la zona de producción. Mientras menos se manipulen los elementos mejores resultados se obtendrán (Arqhys Construcción, 2012).
5. Condiciones ambientales: No es lo mismo producir en la costa Atlántica que en el interior del país debido a las condiciones ambientales, la radiación solar, la humedad relativa y la temperatura ambiente afectan el proceso y por ende la frecuencia de curado (Arqhys Construcción, 2012).
6. Densidad: Es la relación entre el volumen bruto y la masa (peso) de una unidad. Depende, fundamentalmente, del peso de los agregados y del proceso de fabricación (compactación dada por la máquina); y en menor grado de la dosificación de la mezcla. Se debe buscar que la densidad sea siempre la máxima que se pueda con los materiales, dosificaciones y equipos disponibles, pues de ella dependen directamente todas las demás características de las unidades como son: la resistencia a la compresión, la absorción, la permeabilidad, la durabilidad, su comportamiento al manipuleo durante la producción, transporte y manejo en obra; su capacidad de aislamiento térmico y acústico (Arqhys Construcción, 2012).

3.4.- EQUIPOS DE FABRICACIÓN.

Centrados en materia, podemos decir que existen diferentes métodos para la elaboración de estos elementos, enumerando en la siguiente clasificación los diferentes tipos de maquinaria utilizada.

3.4.1.- Prensa Fija

Este es un modelo económico para emprendedores, de países en desarrollo, con un proyecto de hacer productos de concreto y hormigón de calidad, a nivel industrial; o para fabricación de piezas especiales (GRUPO EMPRESAS ESPAÑOLAS S.A., 2019).



Ilustración 21 Prensa Fija. Fuente: <http://www.grupoeec.com/prefabricados-concreto-hormigon-prima-p50/>

Se trata de prensas fijas con una capacidad de producción importante, siendo además robustas y muy fáciles de manejar y de mantener. Tanto la producción del hormigón, como la fabricación de piezas, son procesos automáticos. Una vez vibradas las piezas sobre bandejas de madera o metálicas, estas son retiradas por un operario, con un carrito, para transportarlas al área de curado. Con posterioridad, las piezas serán paletizadas manualmente. Bandejas metálicas o de madera (GRUPO EMPRESAS ESPAÑOLAS S.A., 2019).

3.4.2.- Prensa SYNCRO

Este modelo trabaja con bandeja de madera o metálica con un largo que va desde 1200 mm a 1400 mm y un ancho que va desde 600 mm hasta 900 mm. La SYNCRO es una prensa fija y automática, robusta de fácil manejo y mantenimiento mínimo; pero con una capacidad de producción importante y un sistema de vibración sincronizada accionada por un motor de 15Kw alimentado por convertidor de frecuencia (GRUPO EMPRESAS ESPAÑOLAS S.A., 2019).

El circuito de la instalación puede ir con configuración en línea o en U, con un conjunto de ascensor y descensor de 5 alturas que agiliza el traslado de las bandejas a los secaderos

mediante una carretilla. Con respecto al paletizado, puede llevar un paletizador neumático o automático electrónico. El circuito en U permite añadir puestos de volteo y lubricación de bandejas (GRUPO EMPRESAS ESPAÑOLAS S.A., 2019).



Ilustración 22 Prensa SYNCRO. Fuente: <http://www.grupoee.com/prefabricados-de-concreto-y-hormigon-syncro/>

3.4.3.- Prensa Megablock

La prensa modelo Megablock destaca por ofrecer la más alta productividad del mercado (más de 4.500 bloques de 20 cm. por hora, 18 piezas por bandeja) gracias a su sistema de vibración modular (patentado), accionado por un solo motor de 45 kW, en base a 2 mesas de vibración independientes, lo que permite una compensación del llenado mediante la regulación independiente de los parámetros de vibración de cada una de las mesas. Además, el sistema incluye un encóder para controlar electrónicamente y con la máxima precisión la frecuencia y la amplitud de la vibración (GRUPO EMPRESAS ESPAÑOLAS S.A., 2019).



Ilustración 23 Prensa Megablock. Fuente: <http://www.grupoee.com/prefabricados-de-concreto-hormigon-megablock/>

En resumen, la vibración modular es un sistema muy fiable y experimentado, rápido y productivo, y con unas mínimas exigencias en cuanto a su funcionamiento y mantenimiento. La prensa Megablock se puede ofertar para trabajar con bandejas de madera, plástico o metálicas, con medidas entre 1.200 y 1.500 mm (tanto de largo como de ancho), y con equipo de doble capa opcional (GRUPO EMPRESAS ESPAÑOLAS S.A., 2019).

La vibración modular consiste en dos ejes vibrante Sincronizados unidireccionalmente. Cada uno de ellos lleva, a la vez, dos masas excéntricas que, a plena carga y a velocidad, sin parar, se suman o se compensan, consiguiendo vibrar o no, con el motor siempre en funcionamiento. Logros de la vibración modular: Ahorro de energía en los arranques y frenadas, ahorro de tiempo en los arranques y paradas (sobre dos segundos por ciclo), que no haya disgregación de material, al ser el paro de vibración instantáneo (GRUPO EMPRESAS ESPAÑOLAS S.A., 2019).

3.5.- MÉTODO DE COLOCACIÓN DE ADOQUINES.

En la vida laboral existen varias maneras para emplear a los prefabricados de concreto y con ello diferentes metodologías para sus distintas aplicaciones, así pues, definimos de una manera más puntual el método para la colocación de un pavimento de adoquines, resumiéndolo en diez pasos para una correcta aplicación.



Ilustración 24 Colocación de Adoquines. Fuente: <https://www.breinco.com/breincosmartblog/wp-content/uploads/2018/04/como-colocar-un-pavimento-de-adoquines-breinco-opt-710x347.jpg>

3.5.1.- Evaluación del Producto

Se debe cotejar el producto entregado con el pedido realizado: comprobar el formato, el color, el acabado de la superficie y la cantidad. En caso de diferir hay que solicitar una verificación con el contratista / proveedor antes de la instalación (breincosmartblog, 2018).



Ilustración 25 Muestras de adoquín. Fuente: <https://docplayer.es/docs-images/65/52835177/images/1-0.jpg>

3.5.2.- Pendiente Transversal

En el momento de planificar la sección de pavimento se requerirá una pendiente transversal mínima de un 2% y de un 4% en suelos sensibles al agua. Esta pendiente se elaborará desde la ejecución de la subbase (breincosmartblog, 2018).

3.5.3.- Confinamiento Perimetral

Las superficies construidas con adoquines de concreto necesitan generalmente delimitar el contorno de la construcción con un encintado estable para impedir desplazamientos horizontales. Es recomendable concretar las distancias de acuerdo con el ancho del producto para agilizar el trabajo. Para el confinamiento de la superficie adoquinada se pueden utilizar bordillos instalados con una cimentación a base de concreto adecuados a la altura que requiera dicha superficie (breincosmartblog, 2018).

3.5.4.- Capa Base

Debe ser resistente a la deformación (y suficientemente permeable al agua). No se debería de ningún modo anegamiento de aguas por encima de una capa base. Debe tener un espesor específico según las cargas de tráfico y el tipo de explanada existente. Debe ser plana y portante. La capa de protección contra las heladas, en caso necesario también debe formar parte de la capa de base (breincosmartblog, 2018).

3.5.5.- Lecho De Arena

Debe tener un espesor uniforme, que generalmente es de 4 cm +/- 1 cm. Debe ser uniforme en toda su superficie. No podemos utilizarla para compensar las irregularidades de la capa base (breincosmartblog, 2018).

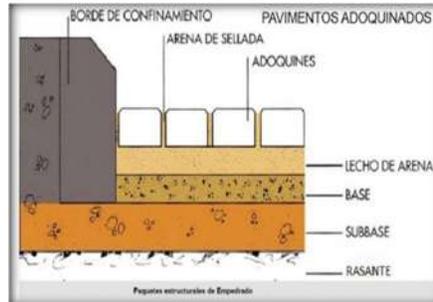


Ilustración 26 Esquema Básico un Pavimento Adoquinado. Fuente: <https://eldiariodetandil.com/contenido/noticias/original/1490584716.jpeg>

3.5.6.- Colocación de Adoquines

Colocar los adoquines siempre de forma mezclada de tres paletas distintas. De esta forma, se evitan diferencias apreciables a gran escala en el color de la superficie (breincosmartblog, 2018).

3.5.7.- Instalación

los adoquines deben estar colocados en la disposición planeada y con suficiente ancho de junta (al menos 3-5 mm).

las piezas finales en contacto con el perímetro de confinamiento no deben ser más pequeñas que la mitad de las piezas normales y deben tener el menor canto vivo posible.

los cortes de pieza se deben realizar con una sierra de agua y con las protecciones personales necesarios (guantes y mascarilla).

para mantener la superficie limpia es recomendable limpiar la suciedad lo antes posible (breincosmartblog, 2018).



Ilustración 27 Colocación de Adoquines. Fuente: <https://www.breincosmartblog/wp-content/uploads/2018/03/colocacion-de-adoquines-opt.jpg>

3.5.8.- Rejuntado

Para el rejuntado se debe aplicar preferentemente arena limpia, sobre todo sin arcillas. Se debe introducir el material de rejuntado con una escoba. El material debe ser estable a la filtración hacia el lecho y con la granulometría adecuada al ancho de la junta, nunca el árido de más grosor será mayor que el ancho de la junta. **Rellenar hasta el borde de la junta** (breincosmartblog, 2018).



Ilustración 28 Rejuntado de Adoquines. Fuente: <https://www.breincosmartblog/wp-content/uploads/2018/03/relleno-de-juntas-con-arena-opt.jpg>

3.5.9.- Vibrado

Se debe elegir la máquina vibradora adecuada dependiendo del formato del adoquín y deberá tener una **base de goma para no dañar las aristas de los adoquines** (breincosmartblog, 2018). El procedimiento de vibrado debe llevarse a cabo con la superficie seca y antes de que se empiece a utilizar. Antes de proceder a la igualación, las juntas deben estar rellenas y el pavimento debe estar adecuadamente limpio y seco (breincosmartblog, 2018).



Ilustración 29 Vibrado de Adoquines. Fuente: <https://i.ytimg.com/vi/l3FGahMzxFk/maxresdefault.jpg>

Si la junta se vacía, se debe repetir el proceso de rejuntado y vibrado hasta que esto no ocurra (breincosmartblog, 2018).

3.5.10.- Limpieza

Una vez realizada la instalación de la superficie se debe proceder a la limpieza con barrido, preferentemente con la superficie seca (breincosmartblog, 2018).



Ilustración 30 Limpieza de Adoquines. Fuente: https://simetrika.cl/wp-content/uploads/2017/05/IMG_0820.jpg

CAPÍTULO 4. MATERIAS PRIMAS

4.1.- Yeso.

El yeso es un mineral común constituido de sulfato cálcico hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), su color característico es el blanco, de aspecto terroso o compacto y suele ser bastante blando como para ser rayado con la uña. El yeso es un tipo de roca sedimentaria formado por la precipitación de sulfato de calcio en el agua del mar. Se origina en zonas volcánicas por la acción de ácido sulfúrico sobre minerales con contenido en calcio; asimismo se localiza en muchas arcillas como un producto de la reacción de la caliza con ácido sulfúrico (Yirda, 2021).



Ilustración 31 Yeso Mineral.

Fuente: <https://llorensminerals.com/wp-content/uploads/2019/01/Llorens-Sele0151.jpg>

El sistema de cristalización es monoclinico y su hábito granular-compacto. Se presenta en masas y también en cristales grandes con maclas en punta de flecha o punta de lanza como se muestra en la ilustración 31 (Rubio Ferrel, 2020). Industrialmente, el yeso di hidratado se calienta perdiendo parte del agua y convirtiéndose en un polvo fino semihidratado, conocido como “yeso o escayola de París” o “yeso cocido”. Este al mezclarse con agua se hace una pasta que endurece formando moldes (Yirda, 2021).



Ilustración 32 Preparación de Yeso.

Fuente: <https://www.arkiplus.com/wp-content/uploads/2013/07/yeso.jpg>

4.1.1.-Propiedades.

La dureza del yeso es baja, de 1.5 a 2 en la escala de Mohs. La fractura es concoidea y a veces fibrosa o en finas láminas paralelas. De acuerdo a su grado de pureza, se puede decir que el yeso es traslúcido, blanco, gris, amarillento, rojizo, inclusive negro. En todo caso, es de apariencia vítrea y sedosa. Es soluble en agua (a altas temperaturas), ácido clorhídrico y alcohol etílico. El yeso es conductor del calor y la electricidad. Por eso es también empleado en las construcciones -en interiores- como aislante térmico (Rocas y Minerales, 2016).

4.2.- Óxido de Calcio.

La cal es un producto que se obtiene calcinando la piedra caliza por debajo de la temperatura de descomposición del óxido de calcio. En ese estado se denomina «cal viva» (u óxido de calcio) y si se apaga sometiéndola al tratamiento de agua, se le llama «cal apagada» (hidróxido de calcio). La cal es uno de los materiales conglomerantes más utilizado a lo largo de la Historia tanto en el campo de la Construcción como en el de la creación artística (sobre todo por su empleo en la pintura mural) (Rocas y Minerales, 2016).

4.3.- Agregado Fino.

La marmolina es el agregado fino que se utiliza para la mezcla del eco-concreto, siendo este un agregado no metálico de granulometría controlada, derivado de la trituración de piedra de mármol. Usos Como agregado en la fabricación de morteros, adhesivos, estucos, enjarres, repellos, lechereadas, tirolés, texturas y cualquier mortero base cemento o polímeros de resina (Industrias Pegaduro S.A. de C.V., 2021).

Químicamente hablando, marmolina y carbonato de calcio, son la misma cosa. La calcita es el componente principal y casi único de las rocas denominadas "calizas" que, habitualmente, son de origen marino y muy fosilíferas y se encuentran ampliamente difundidas por todo el planeta. La caliza, en cuanto a su condición de roca sedimentaria, es utilizada en la fabricación de cemento y cal (Barbita, 2020).

4.4.- Polímero.

La palabra polímero, significa literalmente <<muchas partes>>. Por material sólido polimérico consideramos aquel que contiene muchas partes o unidades enlazadas entre sí químicamente, siendo estos los plásticos y los elastómeros (Smith, 1997).

Los plásticos son un grupo grande y variado de materiales sintéticos, cuya forma se obtiene por procesos de conformado o moldeado. Siendo en sí que la palabra plástico tiene varias acepciones. Como sustantivo, se refiere a una clase de materiales que puedan ser moldeados. Como adjetivo, puede significar moldeable (Smith, 1997).

Otro uso del término plástico es para describir una deformación permanente de un metal sin ruptura, como es el caso de la <<deformación plástica de metales>>. Mientras los elastómeros o gomas experimentan las deformaciones elásticas al aplicárseles una fuerza sobre ellos, pudiendo recuperar su forma original (totalmente o casi en su totalidad) cuando cesa la fuerza (Smith, 1997).

El polímero utilizado para la placa del material compuesto es hojuela de polipropileno reciclado.

4.5.- ESQUEMA DE INDUSTRIALIZACIÓN

4.5.1.- Diseño Experimental.

Para la elaboración de este eco-material, se requiere de la fabricación de dos elementos, los cuales se combinan para mejorar la resistencia y durabilidad del mismo, quedando un material compuesto. Formado por la placa de plástica y el bloque del Ecocemento, uniéndolos mediante la aplicación de Ciano acrilato de metilo, la cual es una resina adhesiva que polimeriza o fragua los dos elementos en contacto con el aire (Rubio Ferrel, 2020).

Este diseño experimental, es basado en un sistema de manufactura artesanal en primera instancia, como se muestra en las siguientes citas, buscando que con esto se dé la idea del cómo se puede desarrollar a un nivel industrial para incrementar la productividad de los elementos de una manera más masiva (Rubio Ferrel, 2020).

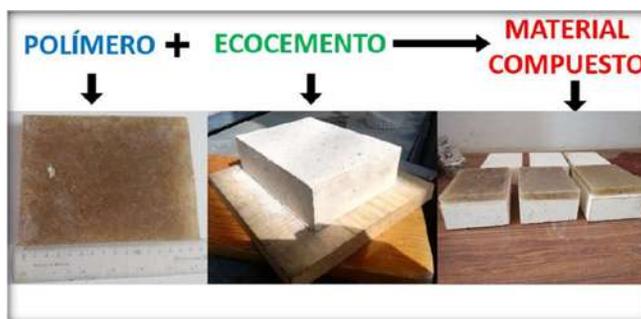


Ilustración 33 Esquema Experimental. Fuente: "DESARROLLO DE UN NUEVO ADOQUÍN ECOLÓGICO UTILIZANDO PLÁSTICOS POST-CONSUMO Y ECOCEMENTOS"

4.5.2.- Polímero

Fabricación. Para la elaboración de este polímero se utilizaron 200 gr de hojuela de Polipropileno (5) reciclado (Rubio Ferrel, 2020, pág. 111).

Seguido de colocarlas en moldes de acero con un área interior de 175(174.8) cm², realizando cinco piezas por lote con la finalidad de realizar las pruebas mecánicas y tener un detalle del margen de error por pieza (Rubio Ferrel, 2020, pág. 112).

Una vez preparadas las muestras en los moldes se pasó a colocar en el horno desde una temperatura ambiente (16° C) hasta que alcance los 220° C y comience la fusión del material, ascendiendo la curva térmica en un tiempo de una hora y media, dejándose enfriar dentro del horno para evitar cambios bruscos de temperatura que deformen el elemento (Rubio Ferrel,

2020, pág. 112). El resultado final será desmolado y con ello se le dio un acabado con lija para eliminar las imperfecciones que quedaron tras la fusión del elemento (Rubio Ferrel, 2020, pág. 113).



Ilustración 34 Fotos ilustrativas del proceso artesanal de la placa. Fuente: "DESARROLLO DE UN NUEVO ADOQUÍN ECOLÓGICO UTILIZANDO PLÁSTICOS POST-CONSUMO Y ECOCEMENTOS"

La resistencia a la compresión que presentó la placa de polipropileno fue excelente debido a sus propiedades elásticas y de capacidad de deformación, siendo que la deformación del polímero fue escasa o nula por la misma situación expuesta anteriormente, quedando solo medio centímetro más como resultado del aplastamiento, prácticamente nula deformación tras 116.84 toneladas de presión en la prensa hidráulica (Rubio Ferrel, 2020, pág. 135).

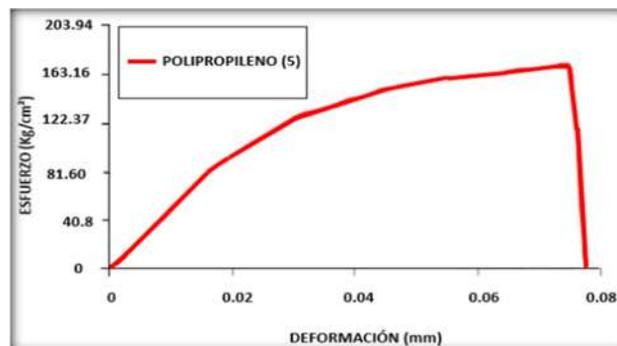


Ilustración 35 Gráfica Esfuerzo-Deformación del Polipropileno. Fuente: "DESARROLLO DE UN NUEVO ADOQUÍN ECOLÓGICO UTILIZANDO PLÁSTICOS POST-CONSUMO Y ECOCEMENTOS"

4.5.3.- ECOCEMENTO

Para la elaboración de este eco material se hizo uso de dos materiales que pudiesen mantener las propiedades que un cemento convencional, los cuales fueron el óxido de calcio(cal) y el

sulfato de calcio hidratado (yeso) y un agregado pétreo de grano especial como la marmolina (Rubio Ferrel, 2020, pág. 114).

La proporción utilizada para la elaboración del ecocemento fue de 1:1; mientras para la mezcla seca fue utilizado una proporción 1:2 (cementante-agregado). Siendo 500 gr de mezcla seca de ecocemento y 1000 gr de agregado pétreo. Mientras tanto para la elaboración de la mezcla húmeda se utilizaron 375 gr de agua, dejando una relación agua-cemento de 0.65 (Rubio Ferrel, 2020, pág. 114).



Ilustración 36 Pesaje para la elaboración de un bloque, con relación a/c=0.65. Fuente: "DESARROLLO DE UN NUEVO ADOQUÍN ECOLÓGICO UTILIZANDO PLÁSTICOS POST-CONSUMO Y ECOCEMENTOS"

Se realizó el mezclado de la manera convencional en que se podría realizar para cualquier mezcla cemento-arena-agua. Una vez con la mezcla realizada se pasó a engrasar los moldes de acero (utilizados en la elaboración de las placas poliméricas) para una fácil remoción de las piezas tras un tiempo de fraguado de 24 horas (Rubio Ferrel, 2020, pág. 114). Las pruebas a compresión como fue expresado en el capítulo anterior se realizaron a los 40 días de fraguados los elementos, por lo que las resistencias por pieza no variaban de entre las once y las doce toneladas, teniendo un promedio de resistencia a la compresión de 11.08 toneladas; sin embargo, la aparición de la primera fisura fue algo que tuvo una excepción en una de las seis probetas, apareciendo está en la primera de ellas a las 10.3 toneladas, mientras en las otras piezas comenzó a aparecer a una presión más temprana que ronda entre las 3 y las 4 toneladas. Adjudicando este fenómeno a las imperfecciones que pudiesen haber sobresalido en el relieve del área de contacto con la prensa hidráulica, esto a pesar del cabeceo realizado para las mismas (Rubio Ferrel, 2020, pág. 136).

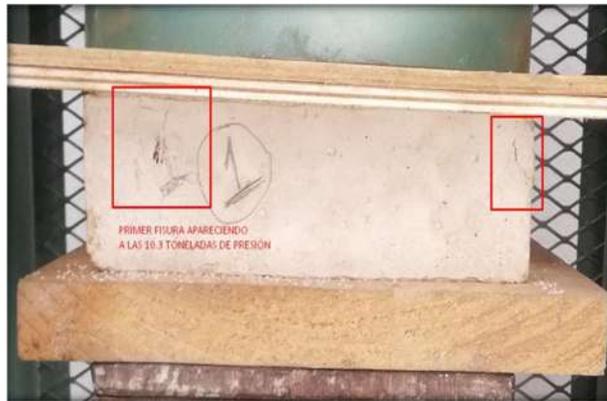


Ilustración 37 Primer Fisura a las 10.3 Toneladas de presión. Fuente: "DESARROLLO DE UN NUEVO ADOQUÍN ECOLÓGICO UTILIZANDO PLÁSTICOS POST-CONSUMO Y ECOCEMENTOS"

Así pues, con esto dicho podemos seguir con el siguiente evento en las pruebas a compresión el cual se basa en el peculiar fallo que presentaron las probetas después de cierta resistencia, tal y como se expresó en el capítulo anterior presentando en promedio el fallo a las 11.14 toneladas de presión, teniendo entonces una resistencia por pieza de 11.08 toneladas netas y fallando de una manera perimetral y presentando una mayor resistencia al centro de la pieza como se muestra en las siguientes imágenes (Rubio Ferrel, 2020, pág. 136).



Ilustración 38 Fallo Perimetral de las muestras por carbonatación. Fuente: "DESARROLLO DE UN NUEVO ADOQUÍN ECOLÓGICO UTILIZANDO PLÁSTICOS POST-CONSUMO Y ECOCEMENTOS"

4.5.4.- Material Compuesto: Producto Final.

Para la elaboración de este material compuesto, se utilizó Ciano acrilato de metilo la cual es una resina adhesiva que polimeriza o fragua en presencia de agua (en este caso la humedad del ambiente) formando largas cadenas, que unen las superficies (Rubio Ferrel, 2020, pág. 116).



Ilustración 39 Unión del polímero y el Ecocemento mediante cianoacrilato de metilo. Fuente: "DESARROLLO DE UN NUEVO ADOQUÍN ECOLÓGICO UTILIZANDO PLÁSTICOS POST-CONSUMO Y ECOCEMENTOS".



Ilustración 40 Elementos Compuestos. Fuente: "DESARROLLO DE UN NUEVO ADOQUÍN ECOLÓGICO UTILIZANDO PLÁSTICOS POST-CONSUMO Y ECOCEMENTOS"

Así pues, eventualmente tras la fuerza de compresión aplicada las piezas fallaron en promedio a las 8.85 toneladas de presión, dejando el mismo tipo de falla perimetral por la carbonatación en la superficie de la pieza hacía adentro de la misma tal como se mencionó en el apartado anterior del análisis del Ecocemento, siendo la única diferencia el fallo a una presión más temprana por la unión con el polímero; sin embargo, la resistencia al centro de la pieza si se incrementó debido a la placa de polipropileno (5) que fungió como una

protección que solo sufrió deformaciones en su superficie por la presión, dejando la perspectiva en planta del elemento intacta, por lo que se diría que una vez aplicado en la realidad como adoquines colocados a hueso la falla del elemento no sería visible, así como la transmisión de cargas no se vería afectada debido a que se transmitirían al centro del elemento donde las fallas que se presentan son nulas debido a la formación de cristales de sulfato de calcio (Rubio Ferrel, 2020, pág. 139).



Ilustración 41 Resistencia mostrada al centro del elemento a causa de la carbonatación y las placas.
Fuente: "DESARROLLO DE UN NUEVO ADOQUÍN ECOLÓGICO UTILIZANDO PLÁSTICOS POST-CONSUMO Y ECOCEMENTOS"

El material compuesto obtenido tiene una resistencia a la compresión por pieza de 8.04 toneladas en un área de 174.5 cm² por lo tanto para construir un metro cuadrado se requieren un aproximado de 58 piezas que considerando una carga de 8.04 toneladas por pieza tenemos que un metro cuadrado sería capaz de resistir una carga uniformemente distribuida de 458.28 toneladas. De lo anterior se puede ampliar la gama de aplicaciones inicialmente propuestas (Rubio Ferrel, 2020, pág. 141).

Con esto mencionado, se da un contexto respecto al método de elaboración de los elementos y con ello, se representa el sencillo y práctico modo, rayando incluso en los métodos más clásicos de elaboración de elementos prefabricados, llegando a la posibilidad de poder

adaptar cualquier método convencional de producción de prefabricados de concreto, para la elaboración de nuestro eco material.

4.6 Esquema de producción.

4.6.1 Placa de polipropileno.

Elaboración del material compuesto, comenzando por la placa polimérica de polipropileno, la cual será fabricada de manera manual, mediante la recolección de pellets reciclados de polipropileno. Resumiendo, en los siguientes puntos para la manufactura industrializada de dichas placas, adaptando el método artesanal de diseño experimental a esta propuesta.

1. Obtención de pellets de polipropileno reciclado.

La elección de polipropileno en triturado es fundamental, siendo esta la materia prima de una de las partes del material compuesto. Quedando por entendido, que el material debe estar limpio y triturado en hojuelas para su facilidad de manejo al momento de la manufactura.

2. Colocación de las hojuelas en los moldes.

Adaptando la forma convencional de una manera mínima, debido al tipo de elaboración de las mismas, en el que el método de elaboración es similar, quedando solo como mejora el utilizar un horno más grande, multiplicando el número de piezas.



Ilustración 42 Horno de Convección Análogo Eléctrico 10 Charolas TURBOLINO. Fuente: <https://mobiiliariorrestaurantero.com/wp-content/uploads/2017/06/TURBOLINO- NUEVO.jpg>

Se vertieron las hojuelas en moldes individuales de acero con un área interior de 175(174.8) cm², realizando cinco piezas por lote con la finalidad de realizar las pruebas mecánicas y tener un detalle del margen de error por pieza (Rubio Ferrel, 2020, pág. 112).



Ilustración 43 Preparación de moldes para la placa de Polipropileno. Fuente: "DESARROLLO DE UN NUEVO ADOQUÍN ECOLÓGICO UTILIZANDO PLÁSTICOS POST-CONSUMO Y ECOCEMENTOS"

Una vez preparadas las muestras en los moldes se pasó a colocar en el horno desde una temperatura ambiente (16° C) hasta que alcance los 220° C y comience la fusión del material, ascendiendo la curva térmica en un tiempo de una hora y media, dejándose enfriar dentro del horno para evitar cambios bruscos de temperatura que deformen el elemento (Rubio Ferrel, 2020, pág. 113).



Ilustración 44 Colocación en el horno de las muestras. Fuente: "DESARROLLO DE UN NUEVO ADOQUÍN ECOLÓGICO UTILIZANDO PLÁSTICOS POST-CONSUMO Y ECOCEMENTOS"

El resultado final será desmoldado y con ello se le dio un acabado con lija para eliminar las imperfecciones que quedaron tras la fusión del elemento (Rubio Ferrel, 2020, pág. 113).



Ilustración 45 Desmolde placas. Fuente: "DESARROLLO DE UN NUEVO ADOQUÍN ECOLÓGICO UTILIZANDO PLÁSTICOS POST-CONSUMO Y ECOCEMENTOS"

4.6.2 Bloque de ecocemento.

Para la elaboración de este eco-material, se optó como propuesta, la utilización del método convencional de fabricación de elementos ligeros de prefabricados de concreto, al someterlo a una observación, de diferentes métodos, siendo este el más eficiente y por lo mismo con menor gasto energético que los demás, así como al ser un método más tradicional en el rubro de la manufactura de materiales prefabricados. Adaptando este método, mencionado en el capítulo dos de este documento, adaptándolo a las necesidades que solicita la elaboración de los adoquines ecológicos, en cuanto a la elaboración de uno de los elementos que conforman nuestro material compuesto, el cual se convierte en el bloque de ecocemento.

Quedando resumido en los siguientes 6 pasos.

4.6.2.1.- Selección de los Agregados Finos.

Esta selección de agregados siempre será utilizando la materia prima más cercana que nos proporcione el medio, es decir del proveedor más cercano de material con el fin de un costo más económico y por la practicidad misma para trabajar en cuanto a logística. Siendo el caso puntual de nuestro elemento la cal, el yeso y la marmolina en tres diferentes tipos de granos, lo cuales serán conseguidos del mismo distribuidor de dicho material.



Ilustración 46 Diferentes granos de marmolina.

Fuente: <https://www.petrolivos.com.ar/images/marmolinas.jpg>

4.6.2.2.- Dosificación.

Las proporciones de los agregados deben permitir la mayor compactación posible, con un mínimo de los conglomerantes. Para esto, se realizan varios diseños de mezcla para poder determinar cual ofrece mejor relación costo-beneficio.

Para este caso, con base al diseño experimental mostrado en el punto anterior, se ha realizado una dosificación mediante un procedimiento de “*Relación Agua-Cemento*” (A/c), quedando esta relación como uno de los parámetros para obtener la resistencia de proyecto, pues dependiendo de esta será la resistencia final de nuestro producto. Quedando utilizada de 0.65.

Mientras que la dosificación de los polvos o agregados conglomerantes y finos será para la elaboración del ecocemento de 1:1; mientras para la mezcla seca fue utilizado una proporción 1:2 (cementante-agregado) (Rubio Ferrel, 2020, pág. 114). Como se especificó en el punto anterior de las materias primas.

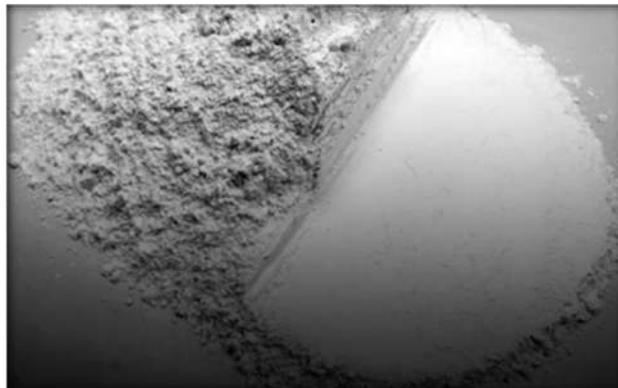


Ilustración 47 Cal y Yeso. Fuente: https://procosa.com.mx/wp-content/uploads/2020/09/cal_yeso-768x480.jpg

4.6.2.3.- Proceso de mezclado.

Al ser el proceso de mezclado altamente convencional, se puede decir que el modo de industrializarlo, es mediante, el uso de una maquina Revolvedora De Concreto 260 Lts 13Hp 1 Saco 27-37 Rpm Motor Honda California Machinery CALT13MG1SKITH (Continente Ferretero, 2023), en la cual será un proceso de mezclado con un tiempo de tres minutos, en la cual se homogenice la mezcla para seguir con el proceso de vertido.



Ilustración 48 Revolvedora de Concreto 260 litros Motor Honda. Fuente: https://continenteferretero.com/26444-large_default/revolvedora-de-concreto-260-lts-13hp-1-saco-27-37-rpm-motor-honda-california-machinery-calt13mg1skith.jpg

4.6.2.4.- Vertido

El vertido se realizará en un molde previamente engrasado. Hecho de acero con dimensiones 1.70 m x 1.40, donde se verterá 87,400 cm³ que es lo equivalente las 100 piezas que se pueden elaborar en el molde, siendo lo sugerido que se elaborarían 3 de estos tipos de moldes, para poder aprovechar los 260 litros de mezcla que la máquina revolvedora ofrece.



Ilustración 49 Moldes Engrasados preparados para el vertido. Fuente: "DESARROLLO DE UN NUEVO ADOQUÍN ECOLÓGICO UTILIZANDO PLÁSTICOS POST-CONSUMO Y ECOCEMENTOS"

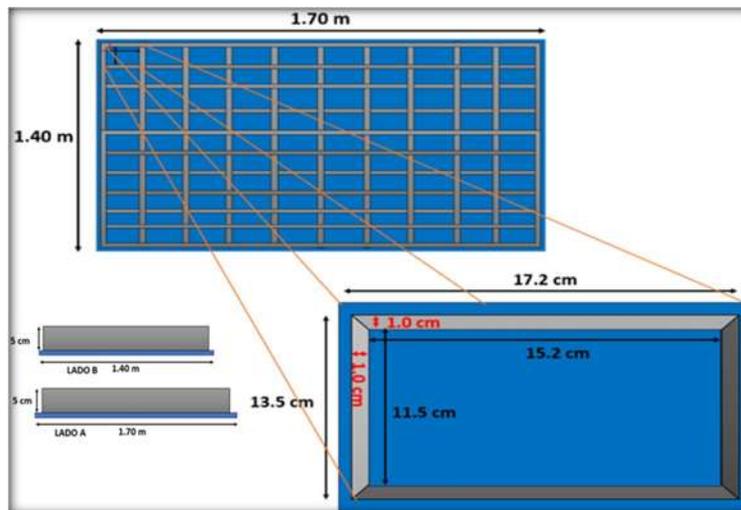


Ilustración 50 Molde propuesto para elaborar 100 unidades. Fuente: Elaboración Propia basado en la investigación.

4.6.2.5.- Fraguado y Desmolde

El periodo de fraguado, será de 24 horas para poder remover los bloques de ecocemento, dejando estos reposo de 24 horas en una zona de clima templado, sin calor excesivo, ni tampoco abundancia de humedad, con el fin de que esta no afecte el fraguado de los

elementos, este periodo de reposo es obligatorio para poder proseguir con los pasos siguientes en la elaboración de los adoquines.



Ilustración 51 Colado y fraguado de los elementos a 24 horas. Fuente: "DESARROLLO DE UN NUEVO ADOQUÍN ECOLÓGICO UTILIZANDO PLÁSTICOS POST-CONSUMO Y ECOCEMENTOS"

No requiere de curado por el tipo de material que se utiliza, siendo esta una ventaja, en cuanto al ahorro de agua en comparación con la utilización de concreto convencional como materia para la elaboración de los prefabricados.

El desmolde de los elementos se da de manera mecánica. Mediante percusión del molde.

4.6.2.6.- Colocación de placa de polipropileno

En esta etapa de la producción se colocará de manera manual la placa de polipropileno, previamente diseñada en eventos posteriores. Utilizando el cianoacrilato de metilo para fraguar ambos elementos, dejándole fraguar por 20 minutos, para después pasar al almacenaje de los elementos.

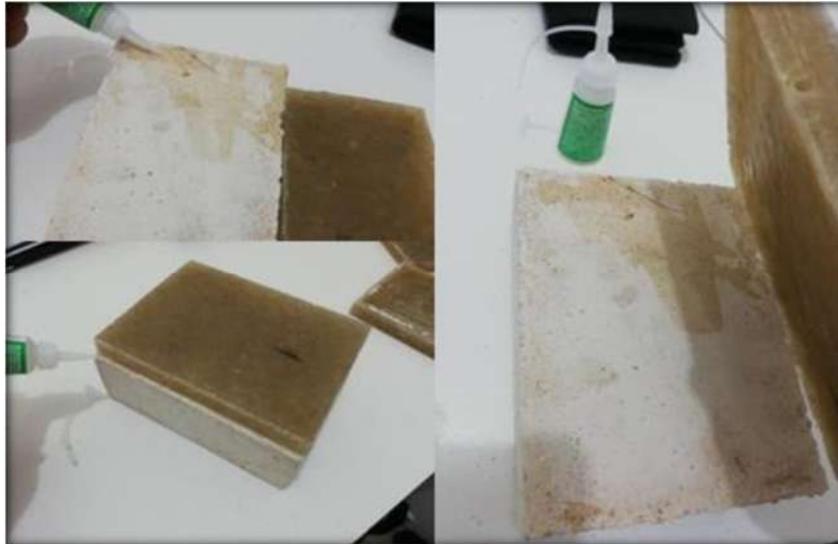


Ilustración 52 Unión del polímero y el Ecocemento mediante Cianoacrilato de Metilo. Fuente: "DESARROLLO DE UN NUEVO ADOQUÍN ECOLÓGICO UTILIZANDO PLÁSTICOS POST-CONSUMO Y ECOCEMENTOS"

4.6.2.7.- Almacenado.

Esta etapa, solo consta de mover a un lugar seco y fresco en el que se pueda mantener mientras se busca movilizar para su venta o traslado.

4.7 Consumo de Agua.

El agua es un componente esencial en la fabricación del concreto convencional, desempeñando un papel crucial en la trabajabilidad, resistencia y durabilidad del mismo, siendo así la relevancia de la misma en la elaboración del ecocemento presentado en este documento.

Demostrando lo esencial de encontrar el equilibrio adecuado en la cantidad y calidad del agua en la mezcla para obtener una resistencia de alta calidad después del fraguado y que cumpla con los requisitos específicos de la relación agua-cemento de nuestro elemento, mostrada en el punto anterior.

COMPARACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA ENTRE ADOQUINES CONVENCIONALES Y BLOQUE DE ECOCEMENTO			
ADOQUÍN	RELACIÓN A/C	CANTIDAD POR UNIDAD	CANTIDAD INDUSTRIAL LOTE DE PRODUCCIÓN (300 UDS.)
ECOCEMENTO	1:2:2 0.65	0.375 Lts	111.750 Lts
CONCRETO T1	1:3:1 0.58	0.290 Lts	86.420 Lts
CONCRETO T2	1:2:2 0.53	0.265 Lts	78.970 Lts

Tabla 1 Comparación del Consumo de Agua. Fuente: Elaboración Propia.

4.8 Comparación de Materiales y Resistencia del Producto Final.

Así como el agua es importante, los materiales son fundamentales en la elaboración del concreto, ya que cada uno de estos componentes utilizados influye de manera significativa en las propiedades y el rendimiento del prefabricado.

Por lo tanto, la importancia de la elección y proporción de los mismos radica en su influencia de manera directa en la calidad y el rendimiento del elemento.

Tomando esto como punto importante, se indagó en la elaboración de la competencia directa, la cual son los adoquines de concreto o convencionales, en las cuales la utilización de cemento Portland, arena y confitillo es la mezcla de elementos exactos para el prefabricado siendo la única variante la dosificación, la cual dependerá del uso o exigencia que se le solicite al adoquín.

4.9.- Diseño de mezclas para los adoquines de concreto

Para los adoquines de concreto se está evaluando las siguientes dosificaciones:

1. 1:2:2 cemento: arena: conftillo (Freye & Deza, 2001).
2. 1:3:1 cemento: arena: conftillo (Freye & Deza, 2001).

COMPARACIÓN DE INSUMOS UTILIZADOS PARA LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES CONVENCIONALES Y BLOQUE DE ECOCEMENTO				
ADOQUÍN	RELACIÓN A/C	MATERIAL	CANTIDAD POR UNIDAD	CANTIDAD INDUSTRIAL, LOTE DE PRODUCCIÓN (300 UNIDADES)
ECOCEMENTO	1:2:2 0.65	YESO	0.25 Kg	74.50 Kg
		CAL	0.25 Kg	74.50 Kg
		MARMOLINA	1.00 Kg	298.00 Kg
		AGUA	0.375 Lts	111.750 Lts
CONCRETO T1	1:3:1 0.58	CEMENTO	0.50 Kg	149.00 Kg
		ARENA	1.50 Kg	447.00 Kg
		AGUA	0.290 Lts	86.420 Lts
CONCRETO T2	1:2:2 0.53	CEMENTO	0.50 Kg	149.00 Kg
		ARENA	1.00 Kg	298.00 Kg
		AGUA	0.265 Lts	78.97 Kg

Tabla 2 Tabla Comparativa de Materiales Utilizados. Fuente: Elaboración Propia.

IDENTIFICACION	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	CARGA MAX KG	SECCION CM2	RESISTENCIA 7 DIAS	RESISTENCIA 28 DIAS
1:2:2 a/c=0.53						
	13/07/00	21/07/00	64850	220.5	294	392
			53100	220.5	241	321
1:3:1 a/c=0.58						
	13/07/00	21/07/00	46650	220.5	212	282
			48100	220.5	218	291

Ilustración 53 Cuadro No. 35: Resultados de Compresión de Adoquines de Concreto Vibrado.

Fuente: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.cismid.uni.edu.pe/wp-content/uploads/2019/12/E01A.pdf

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
ADOQUÍN	RELACIÓN A/C	CARGA MÁXIMA	ÁREA DE CONTACTO	RESISTENCIA A 28 DÍAS
ECOCEMENTO + PLACA DE POLIPROPILENO	1:2:2 0.65	8850.12 Kg	174.80 cm ²	51 Kg
CONCRETO T1	1:3:1 0.58	46650 Kg	220.50 cm ²	212 Kg
		48100 Kg	220.50 cm ²	218 Kg
CONCRETO T2	1:2:2 0.53	64850 Kg	220.50 cm ²	294 Kg
		53100 Kg	220.50 cm ²	241 Kg

Ilustración 54 Tabla Comparativa de la Resistencias a la Compresión. Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS ECÓNOMICO DE PRECIOS UNITARIOS

Para realizar este análisis comparativo y así mismo cualificar la calidad técnica de nuestro material compuesto, se deben desglosar y posteriormente tomar en cuenta factores diversos, siendo el costo de las materias uno de los principales o vital a tomar en cuenta, ya que el costo de las materias primas desempeña un papel crucial en la planificación y gestión de este tipo de tareas. Ignorar este aspecto o subestimarlos puede tener un impacto negativo en la rentabilidad y la estabilidad de la empresa.

Por lo tanto, es esencial realizar un análisis detallado de los costos de las materias primas al desarrollar un plan de negocios sólido.

Con esto dicho, se puede decir que este costo se mantiene o mantendrá sujeto a los cambios inflacionarios en el mercado, ya que la demanda de inmuebles es uno de los factores que mayor incidencia tienen en el precio de los materiales de la construcción. El aumento de la población y la expansión urbanística provocan una mayor construcción de edificios (Alter Finance, 2023).

Desde febrero del 2021, los insumos comenzaron a presentar incrementos anuales por arriba de 10%. El martes 9 de agosto, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) informó que el índice Nacional de Precios al Productor (INPP), que mide las variaciones de los valores de bienes y servicios que se producen en el país, aumentó en julio pasado 10.08% a tasa anual (Hernández, 2022).

El índice general de Precios Productor (INPP) enfocado a la construcción registró a mayo pasado un aumento anual de 2.89%, luego de meses donde también alcanzó los crecimientos de dos dígitos en su medición anual (Gutiérrez, 2023).

Este INPP de la Construcción está compuesto por tres subíndices:

1. Materiales de la construcción
2. Alquiler de maquinaria y equipo
3. Remuneraciones (Gutiérrez, 2023).

Respecto a los materiales utilizados por la industria de la construcción, el índice correspondiente registró un aumento de 15.55% en julio pasado respecto al mismo periodo del 2021.

Este incremento es el menor, en su comparación mensual interanual, que se ha registrado desde mayo del 2021 (Hernández, 2022).

Cabe señalar que, a partir de febrero del 2021, los materiales para la industria de la construcción empezaron a reportar incrementos en su precio superiores a 10% y desde ese entonces los aumentos de doble dígito no disminuyen (Hernández, 2022).

De acuerdo con el INEGI, en julio pasado la inflación anual al consumidor fue de 8.15%, por lo que los precios a los compradores finales también se aceleraron durante el mes de julio, a su nivel más alto desde diciembre del 2000 (Hernández, 2022).

5.1 Costo de Materias Primas Convencionales.

Los costos de estos elementos se consultaron a la fecha del 10 de noviembre de 2023, de dos fuentes diferentes con el fin de la comparación en costos de las materias primas.

MATERIAL	CANTIDAD	COSTO	FUENTE
CEMENTO	1 ton	\$3,450.00	https://materialesconstruccion.mx/tienda/envasados/precio-cemento/cemex-cemento-gris-tolteca/
ARENA	7 m ³	\$3,920.00	https://www.construrama.com/valdes-de-zamora/catalogo/materiales-de-construccion/triturados/arena-grava-y-piedra/arena-4-metro-cubico/p/0301070221
CONFITILLO	1 m ³	\$719.10	https://plomeriauniversal.mx/products/confitillo-de-valles?variant=36926700486808
	TOTAL	\$8,089.10	

Tabla 3 Costo de Materias Primas Convencionales al 10/11/2023. Fuente: Elaboración Propia.

5.2 Costo de Materias Primas Adoquín Ecológico.

MATERIAL	CANTIDAD	COSTO	FUENTE
YESO	1 ton	\$2,396.56	https://www.perfilesyaceroscuajimalpa.com.mx/shop/ye13320-yeso-tonelada-16735#attr=
CAL	1 ton	\$3,000.00	https://www.construrama.com/materialeslacurva/catalogo/materiales-de-construccion/otros-polvos/cal/calidra-cal-25kg-tonelada/p/0301030007
MARMOLINA	1 ton	\$1,300.00	https://www.construrama.com/materialessanramon/catalogo/acabados/pisos/boquillas-juntas-limpiadores-aditivos/marmolina-20s-tonelada/p/0402010099
	TOTAL	\$6,696.56	

Tabla 4 Costo de Materias Primas Adoquín Ecológico al 10/11/2023. Fuente: Elaboración Propia.

5.3 Análisis comparativo de materiales.

La comparativa de materiales puede abordarse desde diferentes perspectivas, ya que los materiales tienen propiedades específicas que los hacen adecuados para distintas aplicaciones; sin embargo, en este caso al ser una sustitución por una alternativa ecológica los materiales utilizados son completamente antagónicos unos de otros, por lo que al hacer esta comparativa, se puntualiza directamente al costo de los mismos, los cuales se encuentran en el punto anterior.

Dando un panorama respecto del análisis comparativo, se presenta a continuación una alternativa a la propuesta, objeto de estudio.

Tabla comparativa de Costos de los materiales, ambas opciones:

CONVENCIONAL	CANTIDAD	COSTO
CEMENTO	1 ton	\$3,450.00
ARENA	7 m ³	\$3,920.00
CONFITILLO	1 m ³	\$719.10
		\$8,089.10

ECOLÓGICO	CANTIDAD	COSTO
YESO	1 ton	\$2,396.56
CAL	1 ton	\$3,000.00
MARMOLINA	1 ton	\$1,300.00
		\$6,696.56

Ilustración 55 Tabla Comparativa de Costos de Materiales. Fuente: Elaboración Propia.

Analizando la Ilustración anterior, se observa que la reducción de costos de materiales convencionales por materiales ecológicos en la elaboración del ladrillo es sobresaliente, al reducirse en un 17%, por millar; pero de igual manera hay varias estrategias que las empresas pueden implementar para reducir el costo.

Es importante destacar que la transición de materiales convencionales a materiales ecológicos puede traer beneficios a largo plazo, no solo en términos de sostenibilidad ambiental, sino también en términos de imagen de marca y cumplimiento de regulaciones futuras. En resumen, se tienen los siguientes resultados:

- de 1 tonelada de cemento salen 2013 unidades.
- de 1 toneladas de yeso salen 4026 unidades de ecocemento.

De tal modo, en términos de costo, los materiales ecológicos son más económicos en este caso específico.

Esto puede ser un factor importante a considerar al tomar decisiones de construcción, especialmente si se busca una opción más sostenible desde el punto de vista económico. Sin embargo, también es esencial considerar otros factores, como la durabilidad, la disponibilidad local de materiales y las consideraciones medioambientales.

5.4 Proveedores.

Los proveedores son componentes fundamentales en el funcionamiento de la empresa por lo tanto desempeñan un papel crucial, y al estar buscar ser una alternativa económica, se requiere una selección que se ajuste a los requerimientos técnicos del elemento y al mismo tiempo las necesidades logísticas para que la alternativa funcione.

Con esto en cuenta, decimos que, la gestión eficiente de proveedores será esencial para garantizar la continuidad operativa, la calidad de los productos y servicios, la competitividad en costos y la capacidad de adaptación en un entorno empresarial en constante cambio.

Mencionado esto, la recomendación logística de estos socios comerciales es prioritaria al momento de la elección de los mismos, llevando a cabo una recopilación de posibles proveedores de materias primas.

5.4.1 Polipropileno.

Comenzando con la placa de polipropileno, la cual como se explicó en el desarrollo del material, es la fusión de plásticos post-consumo, los cuales pueden ser por recolección o de una manera más industrializada, en la cual podemos conseguir este material de distribuidores autorizados que ya se han dado a la tarea de la recolección, limpieza y el procesamiento del material hasta convertirlo en pellets, los cuales ya podemos procesar para realizar la fusión de los mismos y convertirlos en la placa de polímero para nuestro adoquín.

Al ser esta una alternativa que busca una reducción en gastos y al mismo tiempo ecológica, se buscó una solución local, en la que el proveedor fuera de origen nacional y se redujeran gastos de transportación, consumo de combustibles y demás movimientos de distribución.

Para esta necesidad la opción que se estudió se plantea es la Planta de pelletizado *PCM*, en la cual, de acuerdo a sus servicios de garantía de calidad en cuanto a su producción de pellets de plástico y al mismo tiempo esta tener plantas en Nuevo León, Chihuahua, Jalisco y Querétaro, siendo estos los puntos estratégicos para la reducción de gastos en logística.



Ilustración 56 Ubicación de Plantas PCM en México. Fuente: Elaboración Propia.

Además de que esta iniciativa, asegura que el elemento a elaborar podrá realizar sin complicaciones, cuidando por completo los estándares de calidad de la placa polimérica, proviniendo esta al mismo tiempo, del plástico post consumo.



Ilustración 57 Pellets Reciclados de PCM. Fuente: <https://www.pcm.com.mx/hs-fs/hubfs/Descubre%20porque%CC%81%20usar%20pellet%20reciclado%20.jpg?width=732&name=Descubre%20porque%CC%81%20usar%20pellet%20reciclado%20.jpg>

Según algunos empresarios, escoger una peletizadora de plástico puede resultar complicado si se busca priorizar la calidad, sin embargo, hay empresas que se han dedicado a esto por años, ofreciendo soluciones diversas en distintos países.

Respecto a la adquisición del material denominado pellet, de tipo reciclado, hay empresas en el país que satisfacen los volúmenes necesarios y, además sugieren soluciones versátiles y actualizadas.

Esta opción, para el caso que nos ocupa, funge como una alternativa confiable. Sin embargo, la actual situación del país, da pie a que el mercado cambie, por lo que las opciones seguirán estando abiertas a posibilidades nacionales o internacionales, dependiendo del tipo de cambio o de la misma demanda del producto.

5.4.2 Yeso.

Al este elemento ser un material compuesto, los materiales que se utilizan para formar el bloque de ecocemento, se dividen en tres los cuales son yeso, cal y marmolina como agregados finos.

Al ser estos materiales producto de explotación de banco, se buscó opciones locales, así como mismas del interior de la república, en la cual se encontró las opciones más viables para asentarlas como socios comerciales para la elaboración en masa del producto.

La elección del proveedor de yeso puede afectar significativamente la calidad, la seguridad, la eficiencia y la sostenibilidad del elemento.

Por lo tanto, es crucial seleccionar cuidadosamente un proveedor confiable que pueda cumplir con las necesidades puntuales del ecocemento, buscando con esto el cumplimiento de normativa y estándares de calidad, asesoramiento técnico, eficiencia en la entrega, costos y presupuestos con el fin formar una buena relación a largo plazo con el proveedor.

PROVEEDORES DE YESO				
Distribuidor	Logo	Tipo de socio	Ubicación	Fuente:
Yesera Monterrey S.A.		Mayorista	Serafín Peña 938, Centro, 64000 Monterrey, N.L.	https://yeseramonterreyyeso-online.miadn.mx/#:~:text=Yesera%20Monterrey%20S.A.%20es%20una,la%20excelencia%20de%20su%20calidad
USG		Mayorista/Minorista	Perif. Paseo de la República 745, Insurgentes, 58250 Morelia, Mich.	https://www.usg.com/content/usgcom/spanish/products/walls/drywall/plasters/yeso-de-construccion-para-acabados-supremo-san-luis.html
Construrama		Mayorista/Minorista	Perif. Paseo de la República 2859, Lago II, 58115 Morelia, Mich.	https://www.construrama.com/catalogo/materiales-de-construccion/otros-polvos/yeso/c/006142172
Construmundo de Morelia S.A. de C.V. Construrama		Mayorista/Minorista	Perif. Paseo de la República 1282, 58116 Morelia, Mich.	https://construmundodemorelia.com/

Ilustración 58 Proveedores de Yeso. Fuente: Elaboración Propia.

5.4.2.1.-Yesera Monterrey.

Yesera Monterrey, es una empresa privada fundada en 1917, de gran tradición en México y líder nacional en la producción y venta de yesos industriales y de construcción, es parte del GRUPO PROMAX junto con Panel Rey, Plaforama, Zinc Nacional y Transportes Rovi; Yesera Monterrey, está consolidada como la empresa a la vanguardia en tecnología y desarrollo de nuevos productos de yeso (YeseraMonterrey, 2019).

Así mismo y gracias a la extracción de yeso de sus propias canteras, catalogadas dentro de las de mayor pureza y, originalmente enfocada a la producción de Yeso MÁXIMO para la construcción; ha diversificado sus productos y marcas en los últimos 15 años, al grado de

desarrollar Productos MÁXIMO con materiales diferentes al yeso, principalmente en el ramo de la construcción (YeseraMonterrey, 2019).

Cuenta con 4 plantas estratégicamente ubicadas en Monterrey, Nuevo León; El Carmen, Nuevo León; Gómez Palacio, Durango y San Luis Potosí, San Luis Potosí (YeseraMonterrey, 2019).



Ilustración 59 Ubicación de las plantas de Yesera Monterrey.

Fuente: <https://yeseramonterrey.com/images/mapa.jpg>

5.4.2.2.- USG.

USG es la empresa líder mundial en la fabricación de Sistemas Ligeros de Construcción y pionera en introducir, desde hace más de 115 años, soluciones que han llevado la tecnología de la construcción un paso adelante con productos y sistemas más seguros, más ligeros, más resistentes y sustentables, contribuyendo así, a mejorar la calidad de vida a través de espacios excepcionales en los que la gente vive, trabaja y se divierte.

Esta empresa emplea diferentes métodos con la finalidad de reducir la huella de carbono de manera total en el medio ambiente, apoya exclusivamente áreas responsables orientadas a causar el mayor impacto positivo (USG, 2023).

Con oficinas centrales en Chicago, inicia operaciones en 1902, cuenta con 7,000 empleados y 49 plantas de manufactura.

En México, llegó hace más de 50 años con la introducción al mercado de la marca insignia USG TABLAROCA® así como de innovadoras soluciones de alto desempeño que integran muros interiores, fachadas, entrepisos, yesos y plafones fabricados en 5 plantas de manufactura ubicadas en los estados de Puebla, Nuevo León, Coahuila, Colima y San Luis Potosí (USG, 2023).

5.4.2.3.- Construrama.

Construrama es la red de distribución de materiales para construcción de mayor cobertura en México y con presencia en Latinoamérica.

Fue creada por CEMEX en el año 2001 con el objetivo de unificar las fuerzas de sus distribuidores para estar más cerca del mercado de la Construcción.

La Red Construrama está formada por más de 900 Concesionarios profesionales que suman más de 2,000 puntos de venta atendiendo exitosamente a clientes que van desde el público en general hasta diversas entidades de Gobierno, pasando por Arquitectos, Maestros de Obra y Constructoras. (Cemex, S.A.B. de C.V., 2002).

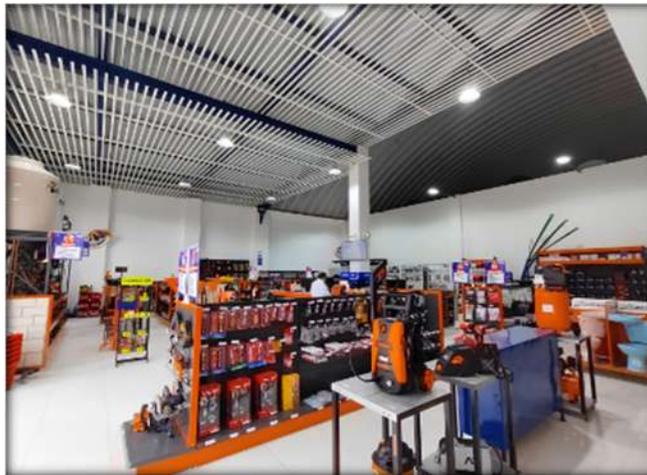


Ilustración 60 Modelo Base de Sucursal de Construrama.

Fuente: <https://www.construrama.com/medias/Construrama-El-Im-n.jpeg?context=bWFzdGVyfGltYWdlc3wyNzQyMDg0fGltYWdlL2pwZWd8aW1hZ2VzL2g5MS9oMGMvOTMwNjM3MzY1MjUxMC5qcGd8OWI1N2UwM2M4ZjYwZTJmYTA1NWlxMjAyMTZiMzEwMmQ0MzNj>

Actualmente 1 de cada 4 sacos de cemento que se comercializan en México, se venden a través de un Construrama (CEMEX, S.A.B. DE C.V., 2022).

5.4.2.4.- Construmundo de Morelia S.A. de C.V. Construrama.

Construmundo de Morelia, forma parte de la red de distribución de Construrama, siendo esta una ubicación más cercana y puntual en la zona de Morelia, donde se comienza la iniciativa para elaboración del eco material. Cuenta con el servicio de ventas al mayoreo. Nuestros volúmenes y el hecho de ser distribuidores autorizados en la venta de materiales para construcción permite dar precios especiales para la reventa (Construmundo 2019).

Estas opciones se han elegido con base a la logística de entrega del producto, al tipo de compra y venta, así como al control de calidad y políticas ecológicas y sustentables que rigen las empresas seleccionadas como posibles socios comerciales para cubrir esta necesidad en cuestión de materia prima.

5.4.3 CAL.

Al igual que la elección de proveedor de yeso, la elección del socio comercial que nos suministre la cal hidratada es fundamental por el control de calidad que representara nuestro cementante. Quedando la elección a las siguientes opciones en las cuales se repiten dos de las anteriores.

PROVEEDORES DE CAL				
Distribuidor	Logo	Tipo de socio	Ubicación	Fuente:
PROMAPESA: PROVEEDORA DE MATERIALES PEÑA S.A. DE C.V.		Mayorista	Ex hacienda San José Km. 9.6 Carretera Federal Morelia - Salamanca , C.P. 58880, Tarimbaro , Michoacán	https://www.promapesa.com/fabrica-de-cal
Caleras de Bernal		Mayorista	Planta Bernal: Km. 5.0 de la Carretera Bernal- Tolimán, Tolimán Querétaro.	http://bertran.com.mx/avances/caleras-bernal/
Construrama		Mayorista/Minorista	Perif. Paseo de la República 2859, Lago II, 58115 Morelia, Mich.	https://www.construrama.com/catalogo/materiales-de-construccion/otros-polvos/yeso/c/006142172
Construmundo de Morelia S.A. de C.V. Construrama		Mayorista/Minorista	Perif. Paseo de la República 1282, 58116 Morelia, Mich.	https://construmundodemorelia.com/

Ilustración 61 Proveedores de Cal. Fuente: Elaboración Propia.

5.4.3.1.- PROMAPESA: PROVEEDORA DE MATERIALES PEÑA S.A. DE C.V.

PROMAPESA es distribuidora, transportista y fabricante de materiales de construcción, la cual, a través de la reinversión continua de los recursos generados, alta competitividad en precios, integración vertical agrega valor a los productos que comercializan, transportan y fabrican con una continua política de, ampliar y diversificar su oferta de productos (PROMAPESA, 2022).

Sirve al mercado de materiales para construcción, desde hace 35 años, es una empresa 100% MEXICANA, suministra materiales a innumerables obras y proyectos en el Occidente Mexicano, cuenta con 14 tiendas y presencia, en los estados de Jalisco, Aguascalientes, Nayarit, Guanajuato y Michoacán (PROMAPESA, 2022).

La empresa Promesa formó su propia fábrica de cal, la cual, a partir del año 2005 inicia operaciones de una fábrica de cal, ubicada en el municipio de Zapotiltic, Jalisco. Equipada con tecnología de punta para brindar la mejor calidad en su producto “CAL PEÑA”, elabora productos de la más alta calidad destinados a las industrias de la construcción, tales como: como cal hidratada, grava y arenas (PROMAPESA, 2022).



Ilustración 62 Fábrica de cal. Cal Peña. Fuente: <https://www.promapesa.com/images/cal-Pena-calera.jpg>.

5.4.3.2.- CALERAS DE BERNAL.

Caleras Bertrán es una empresa fundada en 1922 en Atotonilco de Tula, Hidalgo, por el Sr. Alberto Ramos Padilla empresario visionario que imprimió a la empresa el espíritu de logro y crecimiento, sustentado en la más alta calidad de sus productos, el mejoramiento de los sistemas productivos, en la aplicación de diseños, tecnología y montaje propios (Grupo Bertrán, 2014).

Estos principios empresariales, practicados invariablemente por más de 90 años dan vida a Grupo Bertrán y al reconocido prestigio de sus productos (Grupo Bertrán, 2014).

Desde su fundación Grupo Bertrán ha seguido los estándares de calidad más estrictos en la industrialización de sus productos y el compromiso de ofrecer un servicio y trato equitativo; comprometido en otorgar altos niveles de remuneración a sus clientes, quienes gracias a su preferencia han hecho posible el crecimiento de dicha empresa, orgullosamente mexicana (Grupo Bertrán, 2014).



Ilustración 63 Personal de trabajo de la Cantera Grupo Bertrán.

Fuente: http://bertran.com.mx/avances/wp-content/uploads/2014/12/CANTERA_1.jpg

5.4.3.3.- AGREGADOS FINOS.

Un distribuidor de agregados finos juega un papel crucial en este proyecto, al momento de la formación del ecocemento. Los distribuidores experimentados no solo suministran materiales, sino que también pueden ofrecer asesoramiento técnico. Pueden ayudar en la selección de agregados finos adecuados para cumplir con las especificaciones del proyecto y las necesidades específicas que este requiere.

Es fundamental que los agregados finos, en este caso la marmolina, cumpla con las normativas y estándares de calidad que el bloque de ecocemento requiere.

Un distribuidor que garantiza el cumplimiento normativo, ayuda a asegurar que los materiales de construcción satisfagan los requisitos de seguridad y calidad.

Es fundamental que los agregados finos cumplan con las normativas y estándares de la industria.

Un distribuidor que garantiza el cumplimiento normativo ayuda a asegurar que los materiales de construcción satisfagan los requisitos de seguridad y calidad.

PROVEEDORES DE MARMOLINA				
Distribuidor	Logo	Tipo de socio	Ubicación	Fuente:
PROMAPESA: PROVEEDORA DE MATERIALES PEÑA S.A. DE C.V.		Mayorista/Minorista	Ex hacienda San José Km. 9.6 Carretera Federal Morelia - Salamanca, C.P. 58880, Tarimbaro Michoacán	https://www.promapesa.com/materiales-para-la-construccion
ARGRASUR Arena y grava sílica		Mayorista/Minorista	C. Ote. 158 327, Moctezuma 2da Secc, Venustiano Carranza, 15530 Ciudad de México, CDMX	https://argasur.com/
Construrama		Mayorista/Minorista	Perif Paseo de la Republica 2859, Lago II, 58115 Morelia, Mich.	https://www.construrama.com/catalogo/materiales-de-construccion/otros-polvos/yeso/c/006142172
Construmando de Morelia S.A. de C.V. Construrama		Mayorista/Minorista	Perif. Paseo de la República 1282, 58116 Morelia, Mich.	https://construmandomorelia.com/

Ilustración 64 Proveedores de Marmolina. Fuente: Elaboración Propia.

5.5.- ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE COSTOS, RESISTENCIAS Y BENEFICIOS A LARGO PLAZO, RESPECTO AL PRODUCTO, OBJETO DE ESTUDIO.

Al haber concentrado la comparativa respecto a costos, resistencias y beneficios al largo plazo respecto al producto, podemos decir que, en el contexto de la obra pública en el municipio de Álvaro Obregón, Michoacán, la propuesta de cambio de adoquín convencional por adoquín ecológico emerge como una oportunidad para mejorar la infraestructura urbana de manera sostenible.

Este cambio no solo busca embellecer los espacios públicos, sino también promover prácticas amigables con el medio ambiente y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. La

implementación de adoquín ecológico en obras públicas puede tener un impacto positivo en la reducción de la huella de carbono, la gestión eficiente del agua y la promoción de una ciudad más verde y habitable.

En este sentido, la adopción de esta propuesta en el municipio de Morelia no solo representa un avance en términos de desarrollo urbano, sino también un compromiso con la sustentabilidad y el bienestar de sus habitantes.

Al haberse determinado en qué medida, las factibilidades técnicas y económicas para impulsar la sustitución de adoquín convencional por adoquín ecológico, en proyectos a ser ejecutados por el departamento de Ingeniería Municipal del Municipio de Álvaro Obregón, Michoacán; y, verificarse que el empleo del adoquín ecológico, descrito ampliamente con anterioridad y objeto de estudio, pronostique un ahorro sin precedentes a la administración que se lleva en la dirección de Ingeniería Municipal, del Municipio de Álvaro Obregón, Michoacán.

5.6. PRUEBA DE HIPÓTESIS.

La hipótesis general que afirma que la sustitución del adoquín convencional por adoquín ecológico y sus diversas aplicaciones, objetivo que persigue la Dirección de Obra Pública del Municipio de Álvaro Obregón, Michoacán, con la finalidad de mejorar y desarrollarse económicamente, reflejándose en el agrado y satisfacción de la población a la que sirve, está determinada por los beneficios técnicos, económicos y medioambientales, que contribuirán a la sostenibilidad y desarrollo urbano responsable, tales como la reducción de la huella de carbono y la gestión sostenible de recursos naturales”.

En los párrafos siguientes se presenta la relación de hipótesis, acorde con la relación existente entre las variables independientes y la dependiente.

1). la primera hipótesis que afirmaba que, la transición propuesta del adoquín convencional al ecológico, comprobare que es una solución económicamente viable, en virtud de reducir

el impacto ambiental generado por la construcción y mantenimiento de pavimentos, se aprueba, ya que acorde a las tablas comparativas de costos de los materiales, y de comparación de insumos utilizados para la elaboración de adoquines convencionales y bloque de ecocemento, corroboran lo anteriormente señalado.

2). La segunda hipótesis, queda probada, ya que los diversos análisis de factibilidad técnica y económica, basados decisiones gerenciales, aportaron suficientes bases, para apuntalar la toma de decisiones.

3). La tercera hipótesis, se comprueba, en virtud de que la adopción generalizada del adoquín ecológico, fundamentado en el desarrollo de alternativas sostenibles enfocadas al sector municipal, produce mejoras económicas a dichos sectores.

4). La cuarta hipótesis Determinó que el adoquín ecológico, proveniente de la fusión entre elementos reciclados y un cementante, que no libera gases a la atmosfera; demostrado ampliamente en las diferentes tablas realizadas a tal fin, su viabilidad económica.

5). La quinta hipótesis que especifica que la sostenibilidad técnica, ecológica y económica del adoquín propuesto, estará determinada por costos bajos de materias primas, al ser comparada con las materias primas convencionales, en su elaboración y aplicación, es aprobada, ya que se demostró ampliamente en las diferentes tablas realizadas a tal fin, su viabilidad económica.

5.7.- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El trabajo de campo se inició en febrero de 2020, en ese momento se centró en la problemática ecológica en la manufactura de los prefabricados de concreto para la pavimentación, destacando en ello, otros factores que se podían modernizar con las medidas propuestas en este documento. Así una vez encontrado el elemento a reemplazar, se procede a establecer ñas siguientes conclusiones:

- Se focalizó en un municipio cuyas debilidades y fortalezas como organismo que busca el progreso y el bienestar de su comunidad, brindando la posibilidad de la ejecución y la implementación del elemento, en la ejecución de obra pública, donde

las amenazas y oportunidades respecto al medio ambiente, exigen de un análisis detallado.

- Este análisis y comparación de costos, resistencias y beneficios a largo plazo con respecto al cambio de adoquín convencional por adoquín ecológico en el municipio de Álvaro Obregón, Michoacán, revela varias conclusiones significativas. Ver ilustración 54 y 55, páginas 104 y 107, respectivamente.
- Se destaca que la propuesta de transición hacia el adoquín ecológico no solo representa una oportunidad para mejorar la infraestructura urbana, sino también para fomentar prácticas amigables con el medio ambiente y elevar la calidad de vida de los ciudadanos.
- Con este enfoque no solo se buscará embellecer los espacios públicos, sino también reducir la huella de carbono con la manufactura de los mismos, gestionar eficientemente el agua y promover una ciudad más verde y habitable.
- En términos de viabilidad económica, se confirma que la sustitución del adoquín convencional por el ecológico es económicamente viable.
- Los análisis de costos y comparaciones de insumos utilizados en la fabricación de ambos tipos de adoquines respaldan esta afirmación, como se menciona en la ilustración 55, Tabla Comparativa de Costos de Materiales, página 107.
- Se subraya que la adopción generalizada del adoquín ecológico, bien utilizado, generará mejoras económicas en el sector municipal, lo que refuerza su potencial para impulsar el desarrollo urbano responsable.

La prueba de hipótesis también confirma las diversas suposiciones anteriormente mencionadas, tales como:

Demostrar que la transición propuesta es una solución económicamente viable para reducir el impacto ambiental asociado con la construcción y el mantenimiento de pavimentos.

Además, se verifica que la adopción generalizada del adoquín ecológico contribuirá a la sostenibilidad y al desarrollo urbano responsable, respaldando así la hipótesis general de que esta transición beneficiará tanto económicamente como ambientalmente.

Concluyendo entonces, este análisis proporciona una sólida base para la implementación del adoquín ecológico en proyectos de obra pública en el municipio de Álvaro Obregón, Michoacán.

No solo se valida su viabilidad técnica y económica, sino que también demuestra su importancia para promover la sostenibilidad y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, haciendo la recomendación de implementar este cambio lo más pronto posible.

CAPÍTULO 6.

6.1. EL MUNICIPIO DE ÁLVARO OBREGÓN

Al haber concentrado la comparativa respecto a costos, resistencias y beneficios al largo plazo respecto al producto, podemos decir que, en el contexto de la obra pública en el municipio de Álvaro Obregón, Michoacán, la propuesta de cambio de adoquín convencional por adoquín ecológico emerge como una oportunidad para mejorar la infraestructura urbana de manera sostenible.

Este cambio no solo busca embellecer los espacios públicos, sino también promover prácticas amigables con el medio ambiente y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. La implementación de adoquín ecológico en obras públicas puede tener un impacto positivo en la reducción de la huella de carbono, la gestión eficiente del agua y la promoción de una ciudad más verde y habitable. En este sentido, la adopción de esta propuesta en el municipio de Morelia no solo representa un avance en términos de desarrollo urbano, sino también un compromiso con la sustentabilidad y el bienestar de sus habitantes.

Al haberse determinado en qué medida, las factibilidades técnicas y económicas para impulsar la sustitución de adoquín convencional por adoquín ecológico, en proyectos a ser ejecutados por el departamento de Ingeniería Municipal del Municipio de Álvaro Obregón, Michoacán; y, verificarse que el empleo del adoquín ecológico, descrito ampliamente con anterioridad y objeto de estudio, pronostique un ahorro sin precedentes a la administración que se lleva en la dirección de Obra Pública, del Municipio de Álvaro Obregón, Michoacán.

Este municipio lleva el nombre en memoria al Gral. Álvaro Obregón. Se piensa que el nombre del municipio proviene en relación a que, en el mes de agosto de 1921, fue colonizada la zona ahora conocida como Colonia Agrícola del Zapote, por muchos pobladores que pertenecieron al ejército comandado por el Gral. Álvaro Obregón, en el movimiento revolucionario, siendo jefes de la Colonia el Coronel Ernesto Arana, Capitán Morán, Coronel Muñoz y el Capitán Torres (H. Ayudamiento de Álvaro Obregón, 2021).

6.2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO DE ÁLVARO OBREGÓN

Se localiza en el centro del Estado en las coordenadas 19°48’ de latitud norte y 101°02’ de longitud oeste, a una altura de 1,800 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el Estado de Guanajuato y Santa Ana Maya, al este con Queréndaro e Indaparapeo, al sur con Charo, al oeste con Tarímbaro y al noroeste con Cuitzeo. Su distancia a la capital del Estado es de 26 kilómetros (H. Ayudamiento de Álvaro Obregón, 2021).

6.3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTUAL ADMINISTRACIÓN DEL MUNICIPIO DE ÁLVARO OBREGÓN, MICHOACÁN.

De la situación administrativa actual que presenta dicha dirección, puede determinarse que posee una organización muy limitada y un sistema administrativo que no corresponde a una empresa con características que rigen las ciencias de la administración y de la ingeniería.

La observación más significativa es la carencia de un esquema administrativo que le permita trabajar de forma óptima con la única intención de hacerlo competitivo.

6.4. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL ORGANISMO OPERADOR MUNICIPAL DE ÁLVARO OBREGÓN, MICHOACÁN.

La estructura orgánica y operativa al año 2022 se muestra a continuación.

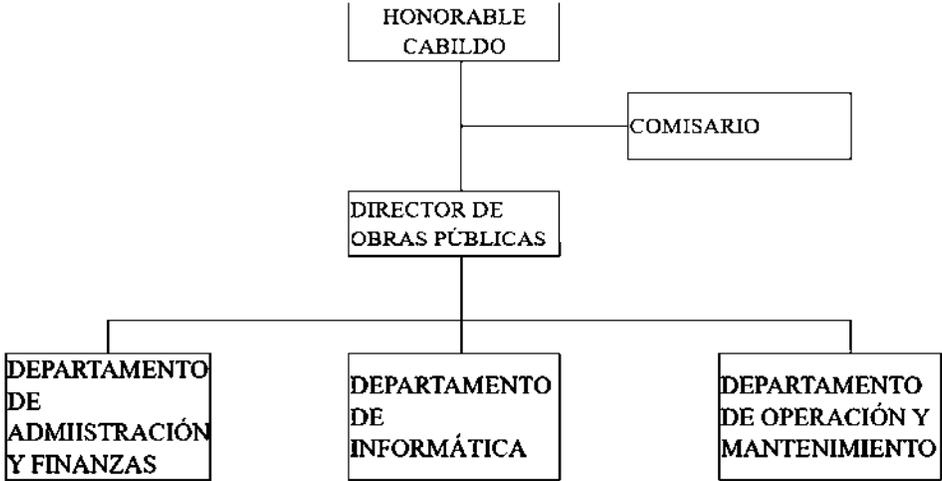


Ilustración 65 Organigrama de la dirección de obra pública municipal de Álvaro Obregón, Michoacán. Fuente: Dirección de obra pública Municipal de Álvaro Obregón, Michoacán. 2023.

Como se puede apreciar, el organigrama estructural es muy restringido y simple, sólo contempla funciones limitadas y muy generales, no permite funciones y actividades adicionales, en especial para los procesos productivos.

6.4.1. MISIÓN.

Ser un Gobierno líder, honesto, transparente, incluyente, abierto y respetuoso de los derechos humanos; que brinda bienes y servicios de calidad y crea mejores oportunidades de vida para las personas que habitan en Morelia (H. Ayuntamiento de Morelia, 2022).

6.4.2. VISIÓN.

Ser un municipio con un Gobierno líder en desarrollo metropolitano, que genere progreso, orden, confianza y oportunidades, promoviendo la participación y el desarrollo sustentable en un marco de legalidad, justicia y transparencia (H. Ayuntamiento de Morelia, 2022).

6.4.3. VALORES.

En el H. Ayuntamiento de Álvaro Obregón, Michoacán, consideramos nuestro desempeño ético como la manera de vivir cotidianamente todos los valores que asumimos como necesarios en nuestro quehacer, reflejándolos en todas nuestras acciones, estos son: Honestidad, Transparencia, Solidaridad, Compromiso Social y Respeto a los ciudadanos (H. Ayuntamiento de Álvaro Obregón, Michoacán, 2022)

PARTE IV:

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

A través de este análisis exhaustivo que consideró tanto los aspectos técnicos como los económicos, se pudo determinar, que la adopción de esta alternativa es viable y beneficiosa para la comunidad y el medio ambiente.

Desde el punto de vista técnico, es fundamental evaluar la durabilidad, resistencia y capacidad de drenaje del adoquín ecológico en comparación con el convencional, así como su adaptación a las condiciones climáticas y de tráfico de la zona, siendo estas zonas meramente puntuales en las que el tráfico no sea pesado y sea permisible para la carga que estos elementos soportan.

Quedando así, los siguientes resultados claves de la investigación y objetivos de la misma, la cual es evaluar la perspectiva técnica-económica, para llevar a cabo la sustitución adoquín convencional por adoquín ecológico:

Al ser una propuesta ecológica, la recomendación principal es llevar a cabo la elaboración de los mismos mediante medios mecánicos más simples desde un punto de vista industrial, tal se demostró en el documento, reduciendo el desgaste energético.

En cuanto a la comparativa de consumo de agua al ser elementos que requieren una mayor cantidad se demostró que el consumo de agua requiere de un 26% más en comparación al consumo de agua promedio de un lote de 300 unidades de adoquines convencionales. Sin embargo, este consumo es indiferente, en comparación a los beneficios que ofrece en cuanto al desperdicio de la misma.

Al ser este un elemento compuesto, se requiere conocer concienzudamente a los proveedores. Los cuales se pueden obtener de manera local, al ser materiales muy comunes en el ámbito de la construcción y al mismo tiempo en la zona que rodea al municipio de Álvaro Obregón, Michoacán. Reduciendo el costo total en un 17%, si hacemos una comparativa por encargo, en la cual 1 tonelada de cemento Portland equivale 2013 unidades de adoquín convencional, mientras 1 tonelada de Yeso se pueden

obtener 4026 unidades de Ecocemento. Duplicando la producción por 17% menos del precio regular que ofrece el adoquín convencional.

Al ser utilizados como elementos con fines de uso peatonal, sin esfuerzos de cargas pesadas, son idóneos para andadores y espacios deportivos, por lo que el costo en iniciativas de construcción, mantenimiento y remodelación se reducen en cuanto a una producción masiva de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

- Alter Finance. (2023). *Alter Finance*. Obtenido de <https://www.alterfinancegroup.com/blog/promotores/como-han-evolucionado-los-precios-de-los-materiales-de-construccion/#:~:text=La%20demanda%3A%20la%20demanda%20de,una%20mayor%20construcci%C3%B3n%20de%20edificios>.
- APUNTES DE INGENIERÍA CIVIL. (6 de Octubre de 2010). *APUNTES DE INGENIERÍA CIVIL*. Obtenido de <https://apuntesingenierocivil.blogspot.com/2010/10/hidratacion-del-cemento.html>
- Arqhys Construcción. (12 de Diciembre de 2012). *Arqhys.com*. Obtenido de <https://www.arqhys.com/construccion/produccion-concreto.html>
- Barbita, G. J. (2020). *iChin*. Obtenido de <https://www.chinchilla.com.ar/ichin/carbonatovspolvo.html#:~:text=Qu%C3%ADmicamente%20hablando%2C%20marmolina%20y%20carbonato,calcio%2C%20son%20las%20mas%20cosa>.
- breincosmartblog. (17 de Abril de 2018). [https://www.breincosmartblog/reglas-basicas-colocacion-de-adoquines/](https://www.breinco.com/breincosmartblog/reglas-basicas-colocacion-de-adoquines/). Obtenido de <https://www.breinco.com/breincosmartblog/reglas-basicas-colocacion-de-adoquines/>
- CEMEX, S.A.B. DE C.V. (2022). *construrama.com*. Obtenido de <https://www.construrama.com/somos-construrama>
- CEMIX MÉXICO SA DE CV. (12 de Enero de 2023). *cemix*. Obtenido de <https://www.cemix.com/materiales-de-construccion-ecologicos/>
- Chiavenato, I. (2007). *Introducción a la Teoría General de la Administración*. CDMX, México: McGrawHill.
- CONACULTA. (2020). *CONACULTA*. Obtenido de https://www.cultura.gob.mx/turismocultural/destino_mes/morelia/index.html
- Construmática. (29 de Noviembre de 2021). *Construmática Metaportal de arquitectura, ingeniería y construcción*. Obtenido de https://www.construmatica.com/construpedia/Ventajas_y_Desventajas_de_la_Construcci%C3%B3n_Prefabricada
- Construmundo. (2019). <https://construmundodemorelia.com/>. Obtenido de <https://construmundodemorelia.com/>
- Continente Ferretero. (2023). *Continente Ferretero*. Obtenido de <https://continenteferretero.com/inicio/revolvedora-de-concreto-260-lts-13hp-1-saco-27-37-rpm-motor-honda-california-machinery-calt13mg1skith>
- Corona, L. (3 de Enero de 2022). *Business Insider México*. Obtenido de https://businessinsider.mx/5-aspectos-permiten-industrias-alcanzar-manufactura-sustentable_negocios/

- Envaselia. (12 de Abril de 2018). *envaselia.com*. Obtenido de <https://www.etaselia.com/blog/ques-biodegradable-id17.htm>
- Freye, J. A., & Deza, E. P. (Enero de 2001). *Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres*. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.cismid.uni.edu.pe/wp-content/uploads/2019/12/E01A.pdf>
- Grupo Bertrán. (2014). *bertran.com*. Obtenido de <http://bertran.com.mx/avances/nosotros/>
- GRUPO EMPRESAS ESPAÑOLAS S.A. (15 de Enero de 2019). *EMPRESAS ESPAÑOLAS*. Obtenido de <http://www.grupoe.com/prefabricados-concreto-hormigon-prima-p50/>
- Gutiérrez, F. (09 de Junio de 2023). *Eleconomista*. Obtenido de <https://www.eleconomista.com.mx/econohabitat/Inflacion-en-materiales-para-la-construccion-desacelera-su-crecimiento-y-registra-incremento-minimo-no-visto-en-33-meses-20230609-0002.html>
- H. Ayuntamiento de Álvaro Obregón. (2021). *H. Ayuntamiento de Álvaro Obregón*. Obtenido de <https://ayuntamientoalvaroobregon.com.mx/municipio.php>
- H. Ayuntamiento de Morelia. (2022). *H. Ayuntamiento de Morelia*. Obtenido de <https://www.morelia.gob.mx/ayuntamiento/gobierno/mision-vision-y-valores/>
- Hernández, N. (09 de Agosto de 2022). *Eleconomista*. Obtenido de <https://www.eleconomista.com.mx/econohabitat/Inflacion-en-materiales-para-la-construccion-no-cede-hila-18-meses-con-alzas-de-doble-digito-20220809-0055.html>
- Industrias Pegaduro S.A. de C.V. (Enero de 2021). *pegaduro.com.mx*. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.pegaduro.com.mx/FichasTecnicas/Marmolina%20FT.pdf>
- León, L. (19 de Mayo de 2023). *TiendaNube*. Obtenido de <https://www.tiendanube.com/blog/mx/materiales-sustentables/#:~:text=Los%20materiales%20sustentables%20son%20aquellos,los%20recursos%20naturales%20no%20renovables.>
- Miguel, J. (6 de Febrero de 2023). *EspacioCiencia By Tendencias*. Obtenido de <https://espaciociencia.com/ventajas-desventajas-reciclaje/#>
- Municipios.mx. (2010). *Todos los Municipios de México*. Obtenido de <http://www.municipios.mx/michoacan/morelia/>
- Nieblas, M. (16 de Diciembre de 2021). *Deloitte*. Obtenido de <https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/manufacturing/articles/manufactura-sostenible.html>
- PCM. (15 de Agosto de 2022). *pcm.com.mx*. Obtenido de <https://www.pcm.com.mx/learning-center/descubre-por-que-usar-pellet-reciclado>
- Planeta. (1 de Abril de 2022). *Nestlé Argentina*. Obtenido de <https://www.nestle.com.ar/historias/materiales->

ANEXOS.

Anexo 1. Tablas de Composición y resistencia del Cemento Portland y características especiales, según la Norma N-CMT-2-02-001-02

Clase resistente	Resistencia a la compresión Mpa (Kg/cm ²)		
	A 3 días	A 28 días	
	mínimo	Mínimo	máximo
20	-	20 (204)	40 (408)
30	-	30 (306)	60 (510)
30R	20 (204)	30 (306)	60 (510)
40	-	40 (408)	-
40R	30 (306)	40 (408)	-

Ilustración 7 Clases de Resistencias de los Cementos Pórtland. Fuente: Norma N-CMT-2-02-001-02

Característica especial	Nomenclatura
Resistente a los sulfatos	RS
Baja reactividad álcali-agregado	BRA
Bajo calor de hidratación	BCH
Blanco	B

Ilustración 8 Características Especiales de los Cementos Pórtland. Fuente: Norma N-CMT-2-02-001-02

Cemento Pórtland		Clinker Portland + sulfato de calcio	Componentes principales				Componentes minoritarios [2]
Tipo	Denominación		Puzolanas [1]	Escoria granulada de alto	Humo de sílice	Caliza	
CPO	Cemento Pórtland ordinario	95 - 100	--	--	--	--	0 - 5
CPP	Cemento Pórtland Puzolánico	50 - 94	6 - 50	--	--	--	0 - 5
CPEG	Cemento Pórtland con escoria granulada de alto horno	40 - 94	--	6 - 60	--	--	0 - 5
CPC [3]	Cemento Pórtland compuesto	50 - 94	6 - 35	6 - 35	1 - 10	6 - 35	0 - 5
CPS	Cemento Pórtland con humo de sílice	90 - 99	--	--	1 - 10	--	0 - 5
CEG	Cemento con escoria granulada de alto horno	20 - 39	--	61 - 80	--	--	0 - 5

[1] Las puzolanas pueden ser naturales, artificiales y cenizas volantes.
 [2] Los componentes minoritarios pueden ser uno o más de los componentes principales, salvo que estén incluidos ya como tales en el cemento.
 [3] El cemento Pórtland compuesto contendrá dos componentes principales como mínimo, excepto cuando se trate de caliza, la que puede ser el único componente principal.

Ilustración 9 Composición de los Cementos Pórtland. Fuente: Norma N-CMT-2-02-001-02

Anexo 2. Esquema de Molde propuesto para la elaboración de 100 unidades del bloque de Ecoceemento.

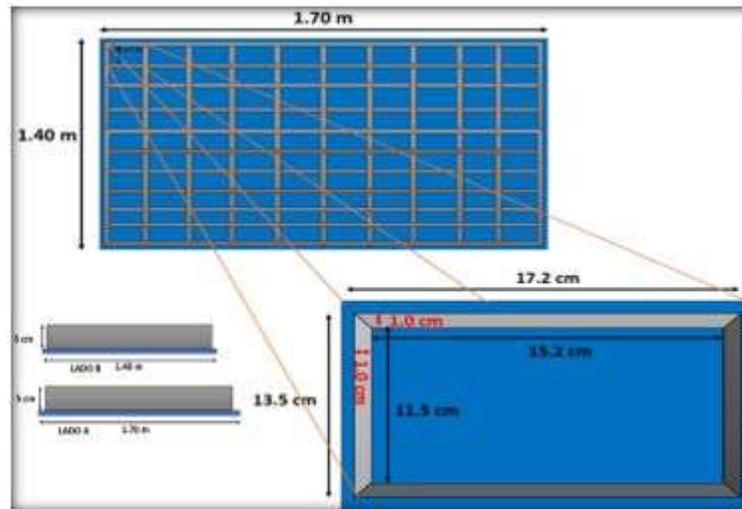


Ilustración 50 Molde propuesto para elaborar 100 unidades. Fuente: Elaboración Propia basado en la investigación.

Anexo 3. Tabla Comparativa De Consumo De Agua En La Elaboración De Adoquines Convencionales Y Ecológicos.

COMPARACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA ENTRE ADOQUINES CONVENCIONALES Y BLOQUE DE ECOCEMENTO			
ADOQUÍN	RELACIÓN A/C	CANTIDAD POR UNIDAD	CANTIDAD INDUSTRIAL LOTE DE PRODUCCIÓN (300 UDS.)
ECOCEMENTO	1:2:2 0.65	0.375 Lts	111.750 Lts
CONCRETO T1	1:3:1 0.58	0.290 Lts	86.420 Lts
CONCRETO T2	1:2:2 0.53	0.265 Lts	78.970 Lts

Tabla 1 Comparación del Consumo de Agua. Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 4. Tabla Comparativa de Cantidades de Material Utilizadas en la Elaboración de Adoquines Convencionales y Ecológicos.

COMPARACIÓN DE INSUMOS UTILIZADOS PARA LA ELABORACIÓN DE ADOQUINES CONVENCIONALES Y BLOQUE DE ECOCEMENTO				
ADOQUIN	RELACIÓN A/C	MATERIAL	CANTIDAD POR UNIDAD	CANTIDAD INDUSTRIAL, LOTE DE PRODUCCIÓN (300 UNIDADES)
ECOCEMENTO	1:2:2 0.65	YESO	0.25 Kg	74.50 Kg
		CAL	0.25 Kg	74.50 Kg
		MARMOLINA	1.00 Kg	298.00 Kg
		AGUA	0.375 Lts	111.750 Lts
CONCRETO T1	1:3:1 0.58	CEMENTO	0.50 Kg	149.00 Kg
		ARENA	1.50 Kg	447.00 Kg
		AGUA	0.290 Lts	86.420 Lts
CONCRETO T2	1:2:2 0.53	CEMENTO	0.50 Kg	149.00 Kg
		ARENA	1.00 Kg	298.00 Kg
		AGUA	0.265 Lts	78.97 Kg

Tabla 2 Tabla Comparativa de Materiales Utilizados. Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 5. Tablas de Resistencia a la compresión en Adoquines Convencionales y Ecológicos.

IDENTIFICACION	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	CARGA MAX KG	SECCION CM2	RESISTENCIA 7 DIAS	RESISTENCIA 28 DIAS
1:2:2 a/c=0.53	13/07/00	21/07/00	64850	220.5	294	392
			53100	220.5	241	321
1:3:1 a/c=0.58	13/07/00	21/07/00	46650	220.5	212	282
			48100	220.5	218	291

Ilustración 53 Cuadro No. 35: Resultados de Compresión de Adoquines de Concreto Vibrado.

Fuente: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.cismid.uni.edu.pe/wp-content/uploads/2019/12/E01A.pdf](http://www.cismid.uni.edu.pe/wp-content/uploads/2019/12/E01A.pdf)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN					
ADOQUÍN	RELACIÓN A/C		CARGA MÁXIMA	ÁREA DE CONTACTO	RESISTENCIA A 28 DÍAS
ECOCEMENTO + PLACA DE POLIPROPILENO	1:2:2	0.65	8850.12 Kg	174.80 cm ²	51 Kg
CONCRETO T1	1:3:1	0.58	46650 Kg	220.50 cm ²	212 Kg
			48100 Kg	220.50 cm ²	218 Kg
CONCRETO T2	1:2:2	0.53	64850 Kg	220.50 cm ²	294 Kg
			53100 Kg	220.50 cm ²	241 Kg

Ilustración 54 Tabla Comparativa de la Resistencias a la Compresión. Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 6. Tabla Comparativa de Costos de Materiales Utilizados para la Elaboración de Adoquines Convencionales y Ecológicos. De 1 tonelada de Cemento Portland obtenemos 2013 unidades de adoquín, mientras tanto de 1 tonelada de Yeso obtenemos el doble de unidades llegando a ser 4026 piezas para la elaboración de los adoquines ecológicos.

MATERIAL	CANTIDAD	COSTO	FUENTE
CEMENTO	1 ton	\$3,450.00	https://materialesconstruccion.mx/tienda/envasados/precio-cemento/cemex-cemento-gris-tolteca/
ARENA	7 m ³	\$3,920.00	https://www.construrama.com/valdes-de-zamora/catalogo/materiales-de-construccion/triturados/arena-grava-y-piedra/arena-4-metro-cubico/p/0301070221
CONFITILLO	1 m ³	\$719.10	https://plomeriauniversa.com.mx/products/confitillo-de-valles?variant=36926700486808
	TOTAL	\$8,089.10	

Tabla 3 Costo de Materias Primas Convencionales al 10/11/2023. Fuente: Elaboración Propia.

MATERIAL	CANTIDAD	COSTO	FUENTE
YESO	1 ton	\$2,396.56	https://www.perfilesyaceroscuajimalpa.com.mx/shop/yeso-tonelada-16735#attr=
CAL	1 ton	\$3,000.00	https://www.construrama.com/materialeslacuna/catalogo/materiales-de-construccion/otros-polvos/cal/calidra-cal-25kg-tonelada/p/0301030007
MARMOLINA	1 ton	\$1,300.00	https://www.construrama.com/materialessanramon/catalogo/acabados/pisos/boquillas-juntas-limpiadores-aditivos/marmolina-20s-tonelada/p/0402010099
	TOTAL	\$6,696.56	

Tabla 4 Costo de Materias Primas Adoquín Ecológico al 10/11/2023. Fuente: Elaboración Propia.

CONVENCIONAL	CANTIDAD	COSTO	COSTO	CANTIDAD	ECOLÓGICO
CEMENTO	1 ton	\$3,450.00	\$2,396.56	1 ton	YESO
ARENA	7 m ³	\$3,920.00	\$3,000.00	1 ton	CAL
CONFITILLO	1 m ³	\$719.10	\$1,300.00	1 ton	MARMOLINA
		\$8,089.10	\$6,696.56		

Ilustración 55 Tabla Comparativa de Costos de Materiales. Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 7. Organigrama Organizacional del Municipio de Álvaro Obregón en 2022.

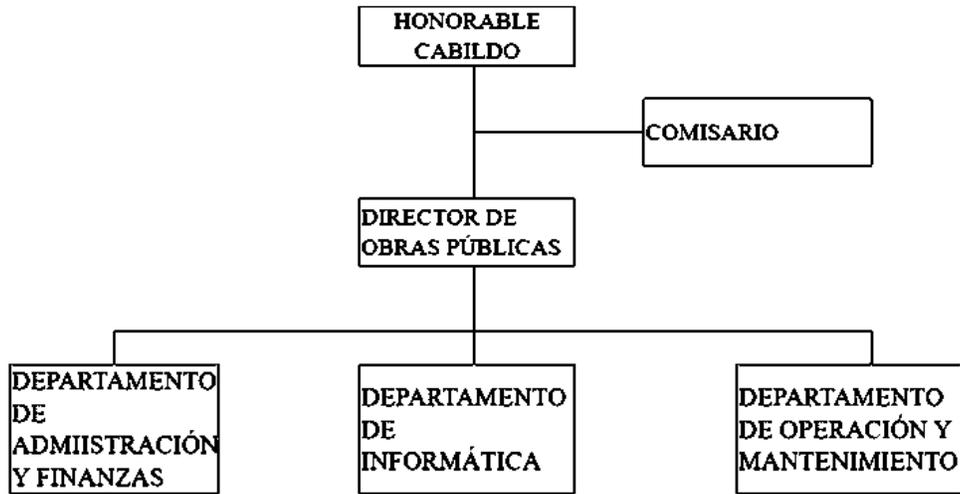


Ilustración 65 Organigrama de la dirección de obra pública municipal de Álvaro Obregón, Michoacán. Fuente: Dirección de obra pública Municipal de Álvaro Obregón, Michoacán. 2023.

GLOSARIO.

adoquín

Los adoquines son piezas prefabricadas de concreto en masa, normalmente bicapa, que pueden tener multitud de tamaños y formatos., 16

aglomerante

Dicho de un material
Capaz de unir fragmentos de una o varias sustancias y dar cohesión al conjunto por efectos de tipo exclusivamente físico, 49

Agregado Fino.

Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pueden llegar hasta 10 mm, 83

ciclo de vida

comprende todas las fases de creación, desarrollo y consumo de un producto., 16

Clinker

Producto granulado obtenido por calcinación de caliza y arcilla, y utilizado en la fabricación de cementos., 49

curado

El curado es un proceso que consiste en mantener en un ambiente húmedo el concreto por varios días después del vaciado, con el propósito de que éste adquiera la totalidad de su resistencia (fc) especificada en el plano y además para evitar probables rajaduras superficiales., 73

degradación ambiental

La degradación ambiental es el deterioro del medio ambiente reflejado por el agotamiento de recursos naturales como el aire, el agua, el suelo y la cubierta del suelo, el cual conlleva a la destrucción de ecosistemas y la extinción de la vida silvestre, 24

durabilidad

Resistencia de un material de permanecer inalterable al paso del tiempo., 16

emisiones de carbono

Las emisiones de CO₂ o dióxido de carbono generan un fuerte impacto en el planeta Tierra, a través del efecto invernadero., 17

escayola de París

Es un yeso de alta resistencia muy fino y enorme Blancura., 19

Fraguado

El fraguado es el proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del hormigón (o mortero de cemento), producido por la desecación y recristalización de los hidróxidos metálicos procedentes de la reacción química del agua de amasado con los óxidos metálicos presentes en el clinker que compone el cemento. Este proceso se realiza en encofrado para su moldeado o adopción de forma., 73

gases de efecto invernadero

Los gases de efecto invernadero son gases que retienen parte de la radiación infrarroja que emite la Tierra tras ser calentada por el Sol, es decir, gases que retienen energía en la atmósfera., 23

impacto ambiental

Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza., 16

infraestructura municipal

Instalaciones públicas que unen partes de la ciudad y proporcionan los servicios básicos que la ciudad necesita para el funcionamiento, como la red de caminos y servicios públicos., 16

manufacturación sostenible

La creación de productos manufacturados a través de procesos económicamente sólidos que minimizan los impactos ambientales negativos mientras se conservan la energía y los recursos naturales, 18

megapascuales

El megapascal (MPa), esto es 106 pascales, equivale al N/mm². De uso habitual en ingeniería estructural, la resistencia de materiales y la ingeniería mecánica., 47

nomenclatura

Conjunto o sistema de nombres o términos empleados en alguna disciplina, oficio o por alguna comunidad, etc., 47

pavimentación

Cuando se habla de la pavimentación de calles se hace referencia al emplazamiento de capas de materiales que van en el suelo o al nivel superior de la tierra acumulada en la obra de construcción de las calles., 23

prefabricados de concreto

consisten en la producción en taller de determinados elementos de mayor o menor complejidad que posteriormente se trasladan a obra para su instalación o ensamblaje, 17

propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas de un material son aquellas que afectan a la resistencia mecánica y a su capacidad cuando se les aplica una fuerza., 16

reacondicionamiento

Literalmente, reacondicionar significa volver a arreglar., 40

Relación Agua-Cemento

La relación agua-cemento se puede definir como la razón entre el contenido efectivo de agua y el contenido de cemento en masa del concreto fresco., 71

Silicato

Los silicatos son sales de ácido silícico. Se trata de los compuestos más frecuentes y fundamentales de la litosfera. Son parte importante de numerosas rocas y minerales (integran el 95% de la corteza terrestre), y se hallan exclusivamente en forma de silicio y oxígeno (sílice), o en combinación con otros elementos., 49

soluciones sostenibles

Consisten en satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer a las necesidades de las generaciones futuras, al mismo tiempo que se garantiza un equilibrio entre el crecimiento de la economía, el respeto al medioambiente y el bienestar social., 16

tobermorita

La tobermorita es un mineral de la clase de los inosilicatos, y dentro de esta pertenece al llamado “grupo de la tobermorita”., 49

viabilidad técnica

La viabilidad técnica se refiere a la posibilidad de realizar un proyecto o implementar una idea con éxito desde el punto de vista tecnológico., 17