



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Implementación y validación del cemento expansivo para la
demolición de pavimentos rígidos, caso Avenida 9 de diciembre,
Coracora, Ayacucho 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Geldres Alvarez, Augusto Pedro (ORCID: 0000-0003-3420-926X)

ASESOR:

Mg. Olarte Pinares, Jorge Richard (ORCID: 0000-0001-5699-1323)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a dios, mi familia y a todas las personas que contribuyeron en este proceso para poder alcanzar este objetivo tan anhelado.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial al Mg. Jorge Richard Olarte Pinares por el apoyo y la orientación necesaria para el desarrollo de esta tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FOTOS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURA	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA	17
3.1. Tipo y diseño de investigación.	17
3.2. Variables y operacionalización.....	18
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis	22
3.4. Técnicas e instrumentación de recolección de datos.	23
3.5. Procedimiento.....	25
3.6. Método de análisis de datos.	25
3.7. Aspectos éticos.....	25
IV. RESULTADOS	26
4.1. Descripción de la zona de estudio	26
4.2. Cálculo de la proporción de aplicación del cemento expansivo en la demolición de pavimentos.....	40

4.3. Análisis de Costos Unitario.....	42
4.4. Cálculos del concreto del pavimento de prueba. (Método ACI).....	45
V. DISCUSIÓN.....	51
VI. CONCLUSIONES.....	53
VII. RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIA.....	55
ANEXOS.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Escala de validez del instrumento.	24
Tabla 2: Datos del Agregado.....	29
Tabla 3: Características de perforación.....	41
Tabla 4: Características del cemento expansivo	41
Tabla 5: Peso total del cemento expansivo en las perforaciones.	41
Tabla 6: Análisis de Costos Unitarios demolición tradicional	42
Tabla 7: Análisis de Costos Unitarios demolición con cemento expansivo	44
Tabla 8: Esfuerzo critico del concreto.	46
Tabla 9: Proporcionamiento del diseño para 1 m3 de concreto	50
Tabla 10: Proporciones del diseño	50

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1: Vista de la losa donde se observa las fisuras de mayor tamaño	22
Foto 2: Fisuras presentes en el pavimento de concreto	27
Foto 3: Muestra de experimentación a escala real	27
Foto 4: Losa de prueba Experimentación a Escala Real.	29
Foto 5: Máquina de Ensayos Multiusos, para rotura de probetas	31
Foto 6: Malla 75x75 cm. Para rotura cuadrangular	35
Foto 7: Taladro eléctrico de 1510w de potencia	35
Foto 8: Perforación del pavimento.....	36
Foto 9: Pesado del mortero del cemento expansivo.....	37
Foto 10: Aplicación del cemento expansivo	38
Foto 11: Fracturación del pavimento a las 8 horas	39
Foto 12: Fracturación del pavimento a las 16 horas.....	39

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1: Mapa de situación de la Avenida 9 de diciembre	26
Figura 2: Plano esquemático del pavimento de prueba.....	30
Figura 3: Medidas de la probeta según norma NTP 339.209	31
Figura 4: Rotura en cuadrícula	32
Figura 5: Rotura transversal.....	33
Figura 6: Rotura Trebolillo.....	34
Figura 7: Grafico Numero de perforaciones VS Kg cemento expansivo	41
Figura 8: Esquema de la pista de 100 m.....	43
Figura 9: Cuadro del tamaño máximo nominal de agregado grueso /aire atrapado	46
Figura 10: Cuadro del volumen unitario de agua.....	46
Figura 11: Cuadro que muestra la relación de agua/cemento por resistencia	47
Figura 12: Peso de agregado Grueso por unidad de volumen del concreto	48

RESUMEN

La presente investigación “Implementación y validación del cemento expansivo para la demolición de pavimentos rígidos, caso Avenida 9 de diciembre, Coracora, Ayacucho 2021” cuyo objetivo fue implementar una metodología poco usada de demolición en la Avenida 9 de diciembre del distrito de Coracora, para destruir estructuras de concreto de forma organizada evitando el uso de maquinaria pesada que altera las estructuras aledañas, genera contaminación ambiental, altos costos en supervisión, equipos y horas máquinas. La metodología utilizada es de diseño experimental y nivel cuasi - Experimental, la muestra estuvo representada por dos tramos de la Avenida 9 de diciembre, los instrumentos utilizados para recoger los datos se consideró un diario de campo y ficha técnica.

Se realizó como modo de prueba a escala reducida una demolición de dos losas de concreto rígido utilizando el mortero expansivo. Los resultados positivos se obtuvieron mediante la toma de datos fueron procesados mediante cuadros y gráficos estadísticos los cuales justifican el problema.

Palabras Claves: Demolición, pavimento, cemento expansivo.

ABSTRACT

The present investigation " Implementation and validation of expansive cement for the demolition of rigid pavements, case Avenida 9 de diciembre, Coracora, Ayacucho 2021" whose objective was to implement a little used demolition methodology on Avenida 9 de diciembre of the district of Coracora, to destroy concrete structures in an organized manner avoiding the use of heavy machinery that alters the surrounding structures, generates environmental pollution, high costs in supervision, equipment and machine hours. The methodology used is of an experimental design and of a quasi-experimental level, the sample was represented by two sections of Avenida 9 de diciembre, the instruments used to collect the data were considered a field diary and technical sheet.

A demolition of two rigid concrete slabs using expansive mortar was carried out as a test mode on a reduced scale. The positive results were obtained by taking data and were processed using tables and statistical graphics which justify the problem.

Keywords: Demolition, pavement, cement expansive.

I. INTRODUCCIÓN

En materia de construcción, hablar del concreto es referirse a uno de los materiales que posee mejores características mecánicas para cualquiera de las obras que se desee llevar a cabo. Por este motivo, cuando se diseñan edificaciones, vías de comunicación y fundaciones o losas, el concreto premezclado es uno de los materiales más usados por su elevada resistencia, el ahorro de tiempo en construcción, poco mantenimiento a través del tiempo y al cumplimiento de los requerimientos actuales para construcción.

Esta versatilidad del concreto ha propiciado el auge de empresas peruanas que se encargan de ofrecer este material premezclado, a través de dosificadoras de alta precisión, para abastecer el crecimiento de la construcción en el país. Su maleabilidad le permite formar cualquier tipo de forma dependiendo de su encofrado, pero el problema se presenta a la hora de que las estructuras cumplen su periodo de vida y deben ser retiradas o demolidas.

A pesar de las cualidades que presenta el concreto, uno de los aspectos a tener presente en el momento de realizar una obra con este elemento, es su durabilidad. Las normas internacionales de construcción, al igual que las dictadas por Perú, refieren que se debe priorizar la estimación de cuál es la vida útil de las edificaciones realizadas con concreto y, por lo tanto, se deben conocer sus etapas límites tanto de servicio como de durabilidad para conocer su funcionalidad estructural, siendo la etapa de durabilidad la capacidad que tiene de resistir las condiciones físicas y químicas a las que estará sometida durante su vida útil

En este sentido, teniendo en cuenta que hoy en día las leyes internacionales y nacionales, se elaboran teniendo como prioridad la vida de las personas, su seguridad, sus bienes y el medio ambiente donde se desenvuelven, las normas peruanas de la construcción refieren que las obras realizadas deben estar bien diseñadas para su uso durante su vida útil, cumpliendo con las siguientes condiciones:

a) Las edificaciones tienen que ser seguras y completamente funcionales soportando las acciones mecánicas, físicas y químicas diseñadas durante su construcción y su vida útil.

b) Las edificaciones tienen que estar diseñadas para que soporten las acciones del fuego, diseñando un buen sistema contra incendio para reducir los daños que puedan sufrir los usuarios de las edificaciones en caso de un posible incendio accidental.

c) Las estructuras tienen que cumplir las condiciones mínimas de seguridad de protección del medio ambiente, para reducir el riesgo que causan los impactos negativos sobre el medio ambiente como consecuencia de la ejecución de la obra, su uso y su demolición.

Al establecer estas condiciones es importante definir la durabilidad que tendrá la estructura para el diseño del proyecto; por lo que no puede ser inferior a lo que indica las normas actuales en el sitio donde se vaya a ejecutar el proyecto. En Perú las Normas provenientes de institutos (ICONTEC, INVIAS, IDU, Empresas Públicas, etc.), dicen que la vida útil de las estructuras depende de su clase de habilitación: para las estructuras temporales, la vida útil oscila entre 0 a tres años, las partes estructurales reemplazables tienen 25 años, para las estructuras marítimas la vida útil es de 50 años, en las edificaciones para Vivienda y Oficinas es de 50 años, para edificaciones para Salud y Educación su vida útil es de 100 años al igual que los puentes con luz > 10 m y otras estructuras de repercusión económica importante.

Tradicionalmente en el mundo se utilizan las metodologías destructivas que consiste en demolición manual, demolición por explosivos y demolición mecánica. La demolición manual es el conjunto de procedimientos diseñados para destruir de forma parcial o total una estructura usando medios manuales. Es una técnica de la ingeniería cuyo fin es de destruir los elementos de una estructura y se emplea dependiendo de las circunstancias de la estructura a demoler de forma precisa para evitar en lo más posible daños colaterales a las estructuras aledañas y disminuir el impacto ambiental de forma segura, esta metodología es versátil y

de fácil acceso a las herramientas para remover escombros, pero tiene la desventaja que es una actividad que tiene un alto costo de personal, con una productividad muy limitada.

La demolición con explosivos consiste en la implementación de cargas explosivas de forma controlada debidamente colocadas estratégicamente en una estructura orientando la dirección de destrucción previamente diseñada, requiriendo un estricto control de calidad dependiendo de las experiencias y aplicación de técnicas, garantizando la seguridad de quienes trabajan en esta disciplina. Este método de demolición se utiliza en edificaciones de altura, también para demoler roca, piedras naturales, teniendo como limitaciones el propio entorno como el espacio, el polvo y el nivel de ruido. Se usan diferentes tipos de explosivos dependiendo del tipo de construcción. De la misma forma que se emplea con los otros métodos, la demolición explosiva deben cumplir con unas fases previas de preparación y fases posterior a la demolición en lo relacionado al acondicionamiento de los escombros mediante métodos manuales y mecánicos, teniendo principalmente la capacitación constante del personal que realicen los análisis de precios unitarios, el personal que estudia el impacto ambiental, en los expertos de colocación de los explosivos y en los encargados de los permisos con los organismos gubernamentales.

La demolición mecánica es el conjunto de operaciones organizadas para demoler de forma parcial o total una edificación, empleando principalmente de equipos mecánicos, utilizando técnicas de empuje, tracción, impacto o fragmentación, con la finalidad de dismantelar una edificación existente, basándose en el empleo de robots, retroexcavadoras, excavadoras con las herramientas específicas para la demolición con martillos, demoledores primarios, demoledores secundarios, siendo una actividad segura con la que se logra una mayor rapidez y productividad, comparada con la demolición manual, pero con la diferencia que requiere de realizar labores previas de preparación, de tener amplios espacios de trabajo y el acondicionamiento de los escombros removidos.

Como se menciona al inicio, la construcción peruana ha ido incrementándose favorablemente en los últimos años, debido en parte a la

cantidad de proyectos de viviendas y sistemas viales, necesarios para el desarrollo del país, pero de igual manera, ocurre con los proyectos de demolición de estructuras que ya han cumplido su vida útil o que por fallas químicas o físicas presenten peligros para la sociedad y deban ser demolidas y/o cambiadas por una nueva.

Al respecto, en la actualidad, en la Región de Ayacucho, se realizan las demoliciones de concreto ya sea en el ámbito vial o de edificaciones, utilizando metodologías ya convencionales que generan gran impacto ambiental negativo. En la Provincia de Parinacochas, exactamente en el distrito de Coracora, se pretende demoler de forma tradicional un tramo de pavimento rígido ubicado en la Avenida 9 de diciembre por motivos de grave deterioro en la capa superficial del pavimento.

En esta investigación se implementó una metodología innovadora de demolición en la Avenida 9 de diciembre del distrito de Coracora, para destruir estructuras de concreto de forma planificada evitando el uso de maquinaria pesada que altera las estructuras adyacentes, genera contaminación ambiental, altos costos en supervisión, equipos y horas máquinas. A través de la aplicación de una metodología nueva, se realizó una demolición simple, fácil de emplear en grandes obras y pequeños proyectos sin la necesidad de supervisión por la cual se redujeron sustancialmente los costos de la partida y el impacto ambiental en las zonas aledañas a la Avenida 9 de diciembre del Distrito de Coracora.

Considerando los conceptos teóricos relacionados al tema que sustentan este proyecto de tesis se plantearon como **problema general establecer** ¿Mediante que procedimiento de demolición No Destructivo se podrían demoler losas de concreto sin dañar las estructuras adyacentes y subyacentes? así como a los **problemas específicos** ¿Qué alternativas de demolición físico-química se presenta como opciones para la demolición de pavimentos rígidos existentes?, ¿De qué manera se podría implementar una metodología de demolición que sea económica, simple, planificada y que no requiera supervisión?, ¿Qué características debería tener un procedimiento de demolición que respete la salud

del ser humano, la seguridad del trabajo, con bajo riesgo y evite en lo posible el impacto ambiental?.

En este orden de ideas, mediante esta investigación se describen los efectos que tiene la utilización del cemento expansivo siguiendo el **objetivo general** de: Implementar metodologías No Destructivas para la demolición de elementos de concreto sin alterar el entorno de la misma, al mismo **tiempo los objetivos específicos:** (a) Analizar la composición química de un mortero para la demolición de estructuras de concreto, (b) Optimizar costos en la partida de demolición utilizando metodologías innovadoras No Destructivas y (c) Un procedimiento de demolición No Destructivo de plazo reducido, y que evite el uso de equipos mecánicos, sería respetuoso del medio ambiente, la salud y seguridad en el procedimiento de trabajo.

Basados en el trabajo de Flores (2017), en donde se plantea como **justificación teórica** la presentación de conceptos en el marco de los elementos teóricos, características, propiedades y las ventajas del cemento expansivo como una opción para la demolición que se pudiera usar en otros lugares con el mismo problema. En este sentido, ante las problemáticas planteadas, la realización del estudio se justificó teóricamente al brindar información con los estándares de las normas técnicas peruanas con el fin de hacer cumplir los requisitos planteados de evitar daños colaterales a las estructuras recientemente construidas, ante la necesidad de encontrar soluciones para la elaboración del concreto expansivo para demoler el pavimento de la avenida 9 de diciembre del distrito de Coracora.

Siguiendo en este orden de idea la justificación social en el contexto de la aplicación del cemento expansivo para demoler el pavimento dañado fue la protección de las estructuras aledañas recientemente construidas, del mismo modo que Guevara (2018) colocó como **justificación social** la aplicación del cemento expansivo para mitigar las consecuencias y evitar daños en las estructuras existentes aledañas, en donde se realicen demoliciones. Seguidamente se planteó como **justificación técnica**, al cumplir los estándares de las normas peruana y extranjeras anexando como innovación e incluir el cemento expansivo como método estándar para evitar daños colaterales de la

misma forma que implemento como justificación técnica Granado (2019), al plantear que la aplicación de este método demolición controlada puede servir de guía para otras demoliciones similares. Igualmente, este trabajo tuvo **Justificación económica** al estudiar de qué manera el uso del cemento expansivo para la demolición controlada disminuye los gastos ya que no se usa maquinaria pesada, disminuye la mano de obra y se ahorra tiempo, tomando como apoyo lo referido por Vega (2019) como justificación económica, y en donde identifica que con los elementos que se usan para la demolición controlada se ahorra tiempo y se disminuyen los gastos.

En consecuencia, este proyecto de tesis partió de la **hipótesis general:** Implementando metodologías alternativas de demolición como la del cemento o mortero expansivo se podrían demoler estructuras de concreto de forma planificada, e igualmente **las hipótesis específicas:** (a) Una alternativa de demolición físico-química sería a través de compuestos de óxidos de calcio, hierro y sílice , (b) Una metodología económica de demolición simple, fácil de emplear en grandes obras y pequeños proyectos, sin la necesidad de supervisión, reduciría sustancialmente los costos a esta partida y (c) Un procedimiento de demolición No Destructivo de plazo reducido, y que evite el uso de equipos mecánicos, sería respetuoso del medio ambiente, la salud y seguridad en el procedimiento de trabajo.

II. MARCO TEÓRICO

Campos (2016) presento un documento que tuvo como objetivo de presentar toda clase de información y normas a los funcionarios que participan en el proceso de la demolición de una edificación y a las instituciones encargadas de supervisar e inspeccionar este tipo de trabajo deben de brindar toda clase de información y normas vigentes para ejecutar la demolición así como la disposición final de los escombros de forma eficiente para que sea sostenible en las condiciones principales de la seguridad y la salud de las personas que están en el entorno del trabajo y la protección del medio ambiente.

Jiménez y Ortega (2018) realizaron un trabajo de grado con el objeto de conseguir una alternativa eficiente para la demolición con explosivos para compararla con la demolición utilizando los métodos tradicionales en una estructura existente. Ellos usaron como metodología la investigación e identificación de técnicas usadas en la demolición de edificaciones con métodos tradicionales y con uso de explosivos. Emplearon una selección de parámetros que fueron adoptados al método combinado de las tomas de decisiones de varios criterios (AHP y Sporting), sugerido por un grupo de expertos culminando con la validación utilizando varios casos de edificaciones derribadas en Colombia resultando que el método ejecutado en el proyecto facilitó la toma de decisión con la técnica de demolición adecuada para diferentes tipos de edificaciones, de forma práctica considerando las características propias de la edificación y su entorno, desarrollando una aplicación llamada DEXCO, llegando a la conclusión que un usuario que implementa la Metodología de Selección tiene la posibilidad de optar de forma sencilla seleccionar en cinco edificios con características diferentes.

Flores (2017), publicó en su tesis de grado un método de demolición con cemento expansivo con el objeto de demostrar que la aplicación de este cemento de demoler las rocas mejora la productividad. Utilizo la metodología de investigación el nivel explicativo y el de diseño pre-experimental tomando como muestra 5 rocas de volumen 3,375m³; 4,8m³; 7,5m³; 10,5m³; 15,75m³, aplicando una bitácora de campo y planillas técnicas para recolectar los datos, utilizando gráficos y cuadros estadísticos, cuyos resultados se evidenció una

optimización de la productividad en eficiencia de la proporción del cemento expansivo en un 12,1% +/- 1,4%, con una disminución del costo en un 25% +/- 0,2%, concluyendo que el cemento expansivo resulto ser bastante eficiente, eficaz y reduce los costos en la demolición de rocas.

Lenin (2019) redacto en su trabajo de investigación en la cual planteo como objetivo en la utilización de un nuevo sistema de perforación y voladura para reducir los costos e incrementar la productividad, utilizando la metodología de investigación en el enfoque científico experimental de tipo descriptivo, tomando muestras en diferentes áreas de trabajo en donde había proceso de demolición, obteniendo resultados evidenciando la optimización de los costos de estos procesos, concluyendo que la aplicación de este sistema de perforación y voladura se logró un aumento de en 21%; así mismo en lo referente en lo económico se logró un beneficio de 37.98 US\$/m, el cual representó un 8% del costo de avance.

Alva y Juárez (2015) presento una investigación con el propósito de establecer una relación entre el nivel de satisfacción laboral y el nivel de productividad de los colaboradores de la empresa Chimú Agropecuaria S.A del distrito de Trujillo, considerando como objetivo la relación entre el nivel de satisfacción laboral y el nivel de productividad de los trabajadores. Utilizó como diseño de investigación el modelo descriptivo, tomó como el tamaño de la muestra de 80 trabajadores, dando como los resultados más relevantes que existe un nivel medio de satisfacción de los trabajadores y un regular desempeño laboral, concluyendo que hay efectuar mediciones de satisfacción laboral periódicamente para mantener información actualizada y como estrategia establecer comunicaciones asertivas a fin de mejorar la satisfacción de los trabajadores.

Berrospi (2019) presento una tesis con el objeto de presentar una optimización de los procesos de perforación y voladura utilizando una nueva tecnología de explosivo basándose en una mezcla explosiva gasificarle como lo es el Quantex Sub, trayendo como beneficio la optimización de los resultados de la fragmentación y el ahorro en costos, también demostró la vialidad y el rendimiento de ese producto en labores de demolición, describiendo el desarrollo de las

pruebas, obteniendo resultados positivos en el ahorro de los costos y tiempo de ejecución, concluyendo que con esta nueva tecnología se logró la fragmentación requerida obteniendo un beneficio de 49,658.00 \$/mes; por reducción de tiempo de taladros se obtuvo un beneficio de 36,160.00 \$/mes; también se obtuvo un beneficio por precio y costo de voladura de 8,753.00 \$/mes. logrando obtener un beneficio que ascenderían a 94,571.00 \$/mes.

Arseneau, (2018) en esta tesis es la extensión de trabajo previo del Laboratorio de Diseño de Minas de Canadá, sobre el uso de cemento expansivo para rotura de rocas sin explosivos, investigando profundamente la eficiencia de taladrar un agujero para verter el cemento expansivo en la roca. Con este nuevo método tiene como objetivo de buscar ventajas para reducir la sismicidad en las rocas y generar bastantes fracturas sin que la roca estalle. El objetivo principal de este estudio fue de establecer un programa experimental en el Laboratorio Rockbolting del Laboratorio de Diseño de Minas para ejecutar pruebas personalizadas relacionadas con el acondicionamiento previo del terreno, fracturas discretas, cemento expansivo y entalladuras de orificios. Tomando como base del trabajo realizado se demostró que fue eficaz en fracturar las muestras de granito bajo carga axial.

Dávila (2019), definió en su tesis de grado que el plasma es el cuarto estado de la materia que se forma bajo la ionización de sus componentes que, al tener contacto con un material, ocasionan una serie de reacciones químicas y físicas en su superficie que se pueden controlar para producir la fractura de roca. Con este método, se planteó como objetivo en reducir la proyección de roca causada por voladura con la aplicación del nuevo sistema de voladura mediante plasma. En este estudio se tomó como metodología de investigación un análisis descriptivo del tipo aplicada, ya que se hizo un seguimiento a las prácticas de voladuras acompañados con expertos para asegurar el correcto procedimiento, de acuerdo a la investigación es de tipo explicativa y descriptiva ya que permite establecer las causas que originan la proyección de rocas usando la voladura con plasma. Se tomo como población y muestra todos los frentes donde se realizaron las pruebas. Con los resultados obtenidos se concluyó usando detonadores electrónicos programables con el sistema de plasma se logró una disminución de la vibración

minimizando los daños a las instalaciones cercanas y se evitó una detonación en la superficie ya que toda la detonación se originó dentro del interior del agujero taladrado.

Cuayla (2020), describió que la utilización de la tecnología de plasma, tuvo como objetivo, de realizar un control eficaz de los daños causados por la vibración en las zonas aledañas a la plataforma T7 – proyecto de Quellaveco, dando resultados de fragmentos según el diseño con una carga debidamente adecuada, siendo cuantificada por un análisis de fragmentación P80 realizando la medición de vibraciones usando la norma alemana DIN4150, para establecer los límites de vibración. Los resultados obtenidos por la fractura con el plasma 4th fue controlada aplicando un diseño de carga y un tiempo óptimo con retardo por cada canal. La investigación fue realizada a través del análisis Cuantitativo, ya que se utilizó el producto de fractura plasma 4th y equipos para realizar los registros de monitoreo de vibraciones. El nivel de investigación fue con el enfoque Experimental – Cuantitativo porque se calculó los parámetros de acuerdo a los resultados obtenidos, por los que se realizaron cambios y mejoras. La Población se tomó las áreas de fragmentación de rocas que se realizaron en la plataforma T7 - proyecto Quellaveco y en diferentes lugares que no son cuantificables, debido que la muestra es no probabilística ya que es una población no cuantificable, concluyendo que los resultados obtenidos de las voladuras con ANFO, se logró establecer el nivel de daño, con vibraciones de 100 metros superando a las fracturas con plasma. Las voladuras y fracturas causadas con los diseños de carga planteados, las vibraciones no generaron daño a las estructuras de las construcciones cercanas al proyecto, cumpliendo los límites según Norma DIN 4150.

Cuevas y Huaynate (2020) presentaron una tesis con la finalidad de comparar los valores de Velocidad Pico Partícula (VPP) con el uso de Plasma Frag Be contra el ANFO en la misma distancia promedio para los dos casos y como consecuencia se construyó un modelo matemático denominado Imperialista Competitive Algorithm (ICA) – linear, facilitando calcular los valores de VPP y al mismo tiempo puede modificar las variables de entrada como la carga, la cantidad máxima, el factor de carga, la longitud de taco y el espaciamiento de Plasma por disparo,

además controla la distancia entre el punto de fragmentación y la ubicación del sismógrafo. El modelo ICA-linear se validó utilizando la aplicación de cuatro indicadores de rendimiento estadísticos los cuales son: el coeficiente de determinación, el error cuadrático medio, el error absoluto medio y el error porcentual absoluto medio, dando como resultados 0.817, 5.001, 1.979 y 14% respectivamente. A una distancia de 172 metros estos valores de VPP se compararon con los resultados obtenidos del plasma y no se registró ninguna vibración en cambio con el ANFO registró una vibración promedio de 8.802 mm/s en la misma distancia mencionada, demostrando que, usando el plasma como fragmentador de rocas, los valores de VPP son muchos menores que cuando se utiliza ANFO.

Lisana (2020), en su proyecto de investigación se trazó como objetivos en dar a conocer las características físicas, químicas de cemento expansivo y cómo actúan en el proceso de demolición, en presentar la reacción de hidratación en el cemento expansivo, dar a conocer el uso del cemento expansivo en la actividad de demolición de rocas y concreto también las ventajas del cemento expansivo disminuyendo el impacto ambiental. Los resultados obtenidos del estudio del cemento expansivo para la demolición controlada sin explosión fue favorable en el sentido que no generó ruido ni emisiones de gases evitando que no afecten a las personas que están alrededor de la fragmentación por expansión ni generó vibraciones, entonces se concluyó que el cemento de expansión no tiene la necesidad de autorización ni la obligación de presentar ningún registro, no genera proyecciones de rocas o astillas que salen desprendidas en una demolición convencional, siendo una alternativa que disminuye el impacto negativo que causan las demoliciones convencionales.

En este sentido, se consideraron las teorías relacionadas al tema y demás soportes teóricos que sustentan este proyecto de tesis, en cuanto a la variable dependiente el pavimento, varios teóricos como Samohod y Oblitas (2018) definieron el pavimento como una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino diseñada para resistir distribuir las fuerzas ocasionadas por los vehículos para así mejorar las condiciones de seguridad y comodidades para el tránsito vehicular. Otros autores como Gonzales y Núñez (2020)

publicaron que el pavimento está conformado por una serie de capas superpuestas, relativamente horizontales, fabricados técnicamente con materiales apropiados adecuadamente compactados apoyándose sobre la sub rasante de una vía conseguida por movimientos de tierras para establecer la resistencia de las fuerzas de las cargas constantes y repetitivas que transmiten el tránsito durante periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento.

Siguiendo en este orden de idea, Núñez (2018) refiere que hay varios tipos de pavimentos, dependiendo del soporte de la subrasante, de la clase de material a usarse, de la intensidad de tránsito, entre otros. Por estas razones se identifican tres tipos de pavimentos, cuyas diferencias se debe principalmente por el paquete estructural que presentan: Pavimento flexible, Pavimento rígido, Pavimento híbrido.

En este trabajo de investigación se va tratar con el pavimento rígido el cual Núñez (2018) lo define como estructuras que están construidos por una losa de concreto Pórtland sobre una base, o directamente sobre la sub rasante, transmitiendo la fuerza directamente al suelo para disminuir los esfuerzos siendo auto resistente, cuyas cantidades están controladas.

Cabe señalar que unas de las dimensiones del pavimento del concreto son las deficiencias constructivas de la losa de concreto según Vásquez y Lozano (2018) debido al deterioro causadas por elementos químicos afectando las propiedades físicas y mecánicas por las exposiciones de sulfatos, cloruros, CO₂, y algunas veces por reacciones químicas propias de la composición de los materiales utilizados en la mezcla ocasionando daños irreversibles limitando el funcionamiento de las estructuras del concreto. La acción del sulfato sobre concreto se presenta en formas diferentes dependiendo del ambiente atmosférico al que está expuesto, en el mismo instante que los sulfatos entran al concreto, combinándose con la pasta de la mezcla que mantiene el concreto unido y comienza a destruirla. También los cloruros provocan roturas en puntos débiles en las películas protectoras del acero en los pavimentos de concreto, provocando la corrosión.

En otro sentido, continuando con las teorías relacionadas al tema con los soportes técnicos ya sustentado en este trabajo, considerando la aplicación del **cemento expansivo como la variable independiente** Lizana (2020) lo define como un producto demoledor no explosivo pulverulento y de color grisáceo, teniendo como componente principal la cal, en la cual al verterle agua provoca una reacción química de hidratación, produciendo una fuerza expansiva capaz de fracturar cualquier tipo de estructura de concreto sin producir vibraciones, sin contaminación al medio ambiente, no produce vibraciones, tiene como dimensión las características de la perforación teniendo en cuenta como indicador el diámetro del barreno, profundidad del barreno y desplazamiento del barreno, también consideró otra dimensión el espaciamiento de perforación con sus indicadores de las figuras geométricas como el cuadrado, el rectángulo y tres bolillos.

Tomando en consideración la importancia de entender el presente proyecto de investigación con mayor facilidad, se presenta a continuación la siguiente definición de términos básicos:

Pavimentos

Constituye de un conjunto de capas superpuestas horizontalmente, cuyas estructuras se apoyan sobre la superficie terminada de la carretera obtenidas de la nivelación del terreno de fundación al momento de exploración y que deben de soportar los esfuerzos de las cargas dinámicas de los automóviles (Lavado, 2018)

Pavimento Rígido

Está compuesto por una losa de concreto que está encima de la subrasante, transmitiendo directamente minimizando los esfuerzos al suelo, siendo auto-resistente controlando la cantidad de concreto. (Lavado, 2018)

Tipos de Pavimentos de Concreto

Son cuatro tipos de pavimentos de concreto hidráulico que se usan en las vías terrestres y son las siguientes:

- **Pavimento de concreto Simple con juntas (JPCP):** Este tipo de pavimentos se colocan juntas de dilatación para disminuir las tensiones del concreto ocasionados por cambios de temperatura y humedad en la losa, que se colocan cada 3.5 m a 6m. (Lavado, 2018)
- **Pavimento de concreto armado con barras transversales (JRCP):** En este pavimento se colocan mayas de acero en la capa de rodamiento con el fin de aumentar las distancias de las juntas entre 7,5 y 9 m, usando pasadores para disminuir la transferencia de carga. (Lavado, 2018)
- **Pavimentos de concreto continuamente reforzado (CRCP):** Utiliza armaduras de acero para controlar las tensiones del concreto en la losa controlando las fisuras en todo el tramo que se visualizan entre 0.6 m- 2 m (Lavado, 2018)
- **Pavimentos de Concreto de losas Cortas (TCP):** Es un tipo de método de diseño de pavimentos que se emplea en sitios donde haya niveles elevados de temperatura y de humedad, cuyas dimensiones pueden ser de 1.8 x 1.8 m, pero pueden variar dependiendo de la zona y de los tipos de vehículos. (Lavado, 2018)

Estructura de un pavimento rígido

- **Sub rasante:** Es la última capa del suelo y del proyecto geométrico de un camino; cuya función es evitar que el terraplén contamine el pavimento y que éste sea absorbido por las capas inferiores. (Días, 2016)
- **Sub base:** La capa de sub base es la fracción de la estructura del pavimento rígido, que se encuentra entre la sub rasante y la losa pavimento rígido. Reside de una o más capas compactadas de material granular o estabilizado; teniendo como función primordial de la sub base, prevenir el bombeo de los suelos de granos finos. (Hanco, 2016)
- **Superficie de Rodadura:** Es la capa superior de la estructura de pavimento, erigida con concreto, simple o reforzado, por tanto, debido a su rigidez y el módulo de elasticidad, asientan la capacidad soporte de tránsito

y otros en la losa de concreto, más que en la capacidad de la sub rasante, puesto que no se usa capa de base. (Hanco, 2016)

Demoliciones de pavimentos

Se efectúa cuando las circunstancias para demoler se requieren un nivel especial de precisión para evitar dañar las capas inferiores. (Fernández, 2018)

Periodo de Diseño

Es el tiempo de la vida útil del pavimento que va a funcionar sin tener que ser rehabilitado (Departamento Nacional de Planeación DNP, 2017)

Cemento expansivo

Es un material para demoler de forma No Explosivo, en la cual su componente básico es el Óxido de Calcio que reacciona con el agua, produciendo una fuerte reacción debido a la transformación del óxido de cal (CaO) en cal hidratada (CaOH²) generando endurecimiento, expansión y liberación de calor, sin generar gases o cualquier otro tipo de subproductos que puedan ser nocivos para la salud humana ni generar impactos negativos al medio ambiente. (Chávez, Et al, 2020)

Composición química del cemento expansivo

Debe satisfacer los requisitos de la especificación ASTM C 845, en la cual se le designa como cemento tipo E-1. (Azabache, Bazán, Espejo, Luján, Medina y Toledo, 2020). Está conformado por:

Oxido de calcio (CaO).....	60-70%
▪ Dióxido de silicio (incluyendo 5% de sílice libre) (Si O ₂)	19-24%
▪ Trióxido de aluminio (Al ₃ O ₃)	4 -7 %
▪ Oxido férrico (Fe ₂ O ₃)	2 -6 %
▪ Oxido de magnesio (MgO).....	<5%

Perforación:

Es el proceso mecánico de abrir agujeros usando un barreno hasta lograr una altura deseada (Montesinos, 2017)

Maquinaria:

La única maquinaria permisible en el lugar es el taladro, ya que no está permitido de usar ninguna maquinaria pesada para evitar daños colaterales a las veredas aledañas que están recién construida, por tal motivo el resto del proceso de la demolición será a mano con todas las herramientas utilitarias de uso manual, como pala, carretillas, comba, etc.

Taladro: Es un artefacto eléctrico utilizado para perforar hasta una profundidad deseada utilizando barrenos que pueden ser de diferentes diámetros de acuerdo al requerimiento de los agujeros y profundidades.

Espaciamiento: Es una dimensión muy importante en donde se colocan los puntos a perforar por el taladro para verter el cemento expansivo para lograr el máximo tamaño del fragmento. (Montesinos 2017)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

Tipo

El tipo de investigación es **aplicada**, porque se utilizan teorías que están sustentando las variables de investigación. De acuerdo con Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero (2018) las investigaciones aplicadas, se basan en resultados de las investigaciones conocidas como básicas y que estén orientadas en resolver problemas en la sociedad.

Diseño

La investigación fue de **Diseño Experimental**, de acuerdo a lo referido por Ñaupas, Mejía, Novoa y Villagómez (2014), que señalaron que la investigación aplicada o experimental porque facilitan a la resolución de problemas del tipo productivo, distribución, circulación y consumos de bienes y servicios para cualquier actividad humana, fundamentalmente de tipo industrial, comercial, comunicacional, etc. Por consiguiente, en el desarrollo de la tesis se aplicó una variable (independiente) que fue creada y manipulada por el investigador, sobre otra variable (dependiente) representando una situación que se pueda modificar conformada por una situación problemática plasmada desde el Planteamiento del Problema como una realidad que puede cambiar.

Esquema de diseño



Nivel

El nivel fue **Cuasi-Experimental**. Hernández, Fernández & Baptista, (2014) afirman que los diseños cuasi-experimentales manipulan deliberadamente al

menos una variable independiente para ver su efecto y relación con la variable dependiente y difieren de los experimentales en que los sujetos no son tomados de manera aleatoria para encontrar los aspectos que se vinculan con la muestra que se toma para el experimento. Por otro lado, es llamada longitudinal debido a que se realiza un seguimiento al proceso a lo largo de un período específico para observar la evolución de las características de las variables en estudio.

Enfoque

El método de la investigación utilizado fue de enfoque **Cuantitativo** de acuerdo a lo referido por Pita y Pértegas (2002) los cuales definen la investigación cuantitativa como aquella donde se recogen y analizan datos cuantificables sobre las variables, busca determinar la relación entre ellas, así como encontrar la objetivación de resultados medidos en una muestra para luego hacer inferencia a toda la población de donde se ha escogido la muestra

3.2. Variables y operacionalización.

3.2.1 Variable Independiente 1: Plazo de tiempo

Operación conceptual

El plazo se refiere al tiempo de duración de una determinada partida, considerando una holgura dentro de la programación. (Carrera, 2020)

Definición operacional:

Para determinar esta variable se medirán las dimensiones Duración y el indicador Tiempo. En el caso del Método Destructivo se medirá el tiempo de cada proceso, como la destrucción del concreto con Martillo Hidráulico, acopio y recojo de fragmentos de concreto, posteriormente traslado de escombros de la demolición. Para el método No Destructivo la duración de la planificación, perforación, acopio y retiro de los escombros.

3.2.2 Variable Independiente 2: Presupuesto

Operación conceptual

El presupuesto es el cálculo monetario que se estima para la demolición de un pavimento. Debe estar compuesta por una composición cualitativa y cuantitativa de todo lo que se necesitará, aplicar los precios de cada elemento y obtener su valor aproximado. (DNP, 2020)

Definición operacional

El presupuesto para la demolición de los Métodos Destructivos y No Destructivos se analiza el costo del cemento expansivo, hora hombre y hora máquina de los equipos necesarios para cada técnica de demolición.

3.2.3 Variable Independiente 3: Impacto Ambiental

Operación conceptual

Impacto ambiental es toda alteración del medio ambiente o de alguno de sus elementos o condiciones, efectuado de forma directa o indirecta por actividades humanas. (Castro y Suysuy, 2020)

Definición operacional

Se evaluará cualquier alteración al medio ambiente como impacto, específicamente relacionado al ruido, aire y vibraciones que generan las demoliciones Destructivas y No Destructivas.

3.2.4 Variable Dependiente: Demolición de Concreto

Operación conceptual

Demolición de concreto es un conjunto de actividades que se ejecutan para fragmentar y remover por medios mecánicos, losas de concreto rígido. (Azabache et al, 2020).

Definición operacional

La demolición de concreto se desarrolla por técnicas Destructivas y No destructivas. La técnica Destructiva utiliza martillo hidráulico y equipos mecánicos y la Técnica No Destructiva que utiliza el cemento expansivo compuesto a base de sílice, hierro y calcio.

3.2.5 Operacionalización de la Variable.

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VD: Demolición de Concreto	Demolición de concreto es un conjunto de actividades que se ejecutan para fragmentar y remover por medios mecánicos, losas de concreto rígido. (Azabache, Bazán, Espejo, Luján, Medina y Toledo2020).	La demolición de concreto se desarrolla 11por técnicas Destructivas y No destructivas. La técnica Destructiva utiliza martillo hidráulico y equipos mecánicos y la Técnica No Destructiva que utiliza el mortero expansivo compuesto a base de sílice, hierro y calcio.	Procedimiento Destructivo	Equipos mecánicos	Razón
			Procedimiento No Destructivo	Cemento expansivo	Razón
VI 1: Plazo	El plazo se refiere al tiempo de duración de una determinada partida, considerando una holgura dentro de la programación. (Carrera, 2020)	Para determinar esta variable en el caso del Método Destructivo se medirá el tiempo de cada proceso, como la destrucción del concreto con Martillo Hidráulico, acopio y recojo de fragmentos de concreto, posteriormente traslado de escombros de la demolición. Para el método No Destructivo la duración de la planificación, perforación, acopio y retiro de los escombros.	Duración	Tiempo	Razón
VI 2: Presupuesto	EL presupuesto es el cálculo monetario que se estima para la demolición de un pavimento. Debe estar compuesta por una composición cualitativa y cuantitativa de todo lo que se necesitará, aplicar los precios de cada elemento y obtener su valor aproximado. (DNP, 2020)	El presupuesto para la demolición de los Métodos Destructivos y No Destructivos se analiza el costo del cemento expansivo, hora hombre y hora máquina de los equipos necesarios para cada técnica de demolición.	Análisis de Costos Unitarios	Soles	Razón
VI 3: Impacto Ambiental	Impacto ambiental es toda alteración del medio ambiente o de alguno de sus elementos o condiciones, efectuado de forma directa o indirecta por actividades humanas. (Castro y Suysuy, 2020)	Se evaluará cualquier alteración al medio ambiente como impacto, específicamente relacionado al ruido, aire y vibraciones que generan las demoliciones Destructivas y No Destructivas.	Alteración del Medio Ambiente	Aire	Razón
				Vibración	Razón

3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

Población.

La población estuvo compuesta por el conjunto de losas cortas que forman el pavimento de concreto de la Av. 9 de diciembre del Distrito de Coracora.

Criterio de selección

Para la selección de la muestra se escogió la zona fisurada del pavimento de concreto.

Foto 1: Vista de la losa donde se observa las fisuras de mayor tamaño



Fuente: Elaboración Propia

Criterio de exclusión

Se excluyeron las losas que no se encuentran dañadas

Muestra.

Se denomina muestra al conjunto de personas o datos que forman parte representativa de un universo o población (Valderrama, 2017). Para este proyecto

de investigación la muestra estuvo conformada por la losa del pavimento de concreto de la avenida 9 de diciembre del Distrito de Coracora que presenta estado crítico al observarse fisuras en todos los 9 metros de su superficie (Figura 1).

Muestreo

En este proyecto de investigación el muestreo fue de tipo no probabilístico ya que dependió del criterio del investigador el lugar donde se realizó la demolición del pavimento de concreto. De acuerdo a Hernández, et al (2014) el muestreo significa seleccionar un subconjunto desde la población o universo que pueda responder al problema planteado.

Unidad de análisis

De acuerdo a Hernández et al (2014), la unidad de análisis se refiere a quienes se les va a aplicar la encuesta, en este sentido, la unidad de análisis se refiere a la muestra tomada por conveniencia, la cual es la losa fisurada del pavimento de concreto de la avenida 9 de diciembre del Distrito de Coracora

Unidad de análisis

De acuerdo a Hernández et al (2014), la unidad de análisis se refiere a quienes se les va a aplicar la encuesta, en este sentido, la unidad de análisis se refiere a la muestra tomada por conveniencia, la cual fue la losa fisurada del pavimento de concreto de la avenida 9 de diciembre del Distrito de Coracora

3.4. Técnicas e instrumentación de recolección de datos.

3.4.1 Técnica.

La observación, como técnica de investigación científica, es un proceso riguroso que permite conocer, de forma directa, el objeto de estudio para luego describir y analizar situaciones sobre la realidad estudiada (Bernal, 2010). En este sentido, las técnicas que se emplearon fueron la observación directa de los hechos para el recojo de información con una ficha del proceso de demolición del pavimento de

concreto usando el cemento expansivo, el cual servirá para medir los indicadores de las variables

3.4.2 Instrumentos.

Diario de Campo.

Según Martínez (2007), el diario de campo es el instrumento que permite al investigador llevar un registro de todo lo que acontece durante el proceso de observación, tomando nota de todo lo que considera importante para posteriormente organizar, analizar e interpretar sus datos. En este sentido, esta investigación llevará a cabo el registro de todo el proceso en un diario de campo.

Ficha Técnica.

Para Valderrama (2017) la ficha técnica se utiliza cuando el investigador necesita recoger y almacenar medidas que luego serán analizadas para dar respuesta a sus objetivos específicos. Para la presente investigación se ha diseñado una ficha que contiene los indicadores de cada una de las dimensiones de las variables, para dar respuesta a los objetivos planteados (Anexo 3)

Validez y confiabilidad de los instrumentos

Se refiere al valor que adquiere un instrumento, en la cual mide realmente la variable. La validez del instrumento será obtenida a través del juicio de expertos

Tabla 1: Escala de validez del instrumento.

Valor	Escala
0.53 a menos	Validez nula
0.51 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy Válida
0.72 a 0.99	Excelente Validez
1	Validez Perfecta

Fuente: Oseda (2015).

3.5. Procedimiento.

Durante el proceso de vaciado del cemento explosivo serán recopilados los datos en el Diario de campo y las fichas técnicas. Todo el proceso será descrito de manera objetiva para luego ser detallado en el desarrollo de la investigación, colocando los valores obtenidos en cuanto a procedimiento, tiempo, costo y deterioro ambiental. Los datos de la aplicación del cemento expansivo servirán para determinar cuál de las formas de demolición de concreto es la más eficaz. Luego de aplicado el proceso del cemento expansivo mediante el procedimiento recomendado por Buster, se recopila la información obtenida a través del diario de campo y de la ficha técnica.

3.6. Método de análisis de datos.

Por medio de la inferencia de los datos y la aplicación del análisis estadístico SPSS23 se responderán las hipótesis de la investigación para determinar el cumplimiento de los objetivos. La obtención de las tablas y gráficos mediante la estadística descriptiva realizada en el SPSS23 permitirá ayudar a interpretar los valores obtenidos mediante la ficha técnica

3.7. Aspectos éticos

El presente proyecto de investigación tendrá los datos que se obtendrán a partir del avance del proyecto que se pueden corroborar y que se aplicará en los futuros proyectos de investigación, en la cual el investigador se comprometerá a respetar la veracidad y confiabilidad de los datos obtenidos.

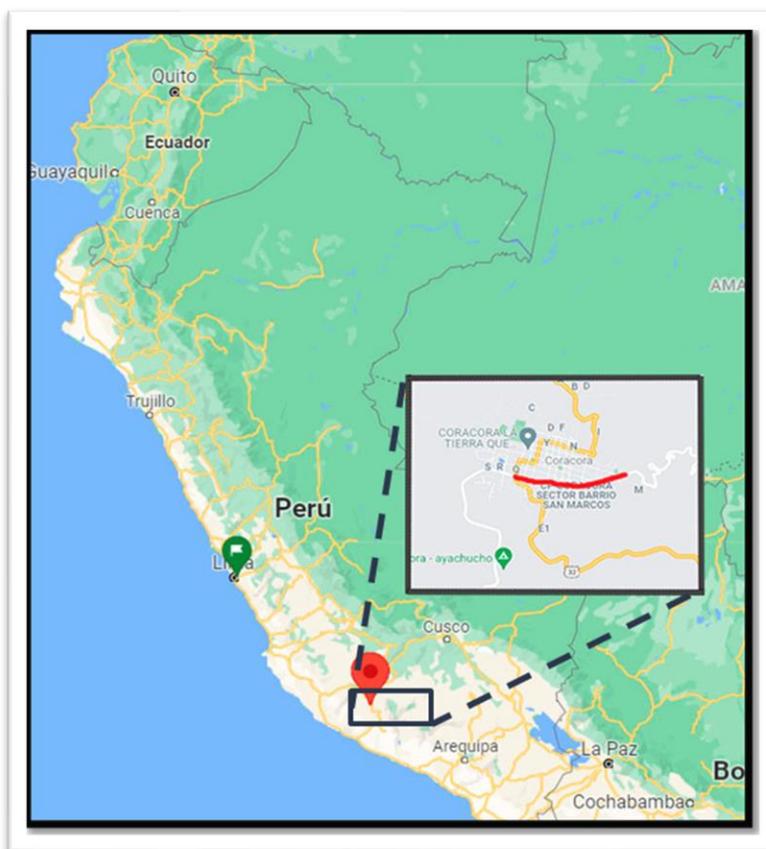
IV. RESULTADOS

4.1 Descripción de la zona de estudio

Ubicación de la investigación

La presente investigación se lleva a cabo en la Avenida 9 de diciembre, del distrito de Coracora, Provincia de Parinacochas, departamento de Ayacucho, en un volumen neto de 135 m³.

Figura 1: Mapa de situación de la Avenida 9 de diciembre



Fuente: Google Mapa.

Luego de la inspección ocular de todo el pavimento rígido que comprende la Avenida 9 de diciembre del distrito de Coracora, departamento de Ayacucho se observaron tramos con deterioros de consideración como fisuras, ahuellamientos, piel de cocodrilo, etc. Siendo esta una Avenida concurrida de manera regular por vehículos pesados, se requiere rehabilitar ciertos paños ya que han cumplido su vida útil.

En la foto 1 se puede evidenciar alguno de los daños más importantes en el pavimento rígido.

Foto 2: Fisuras presentes en el pavimento de concreto



Fuente: Elaboración propia

Procedimiento

Paso 1

Para el diseño del pavimento de muestra se utilizó el método ACI, con concreto de dureza 350 Kg/cm² a los 28 días.

Foto 3: Muestra de experimentación a escala real

Foto 3: Muestra de experimentación a escala real



Fuente: Propia

Como modo de prueba se ha vaciado losas de 4.5m x 4.5m con una altura de 30 cm, en la localidad de Coracora siendo un tramo experimental a escala reducida, con una resistencia de concreto alta de 350 Kg/cm², usando el método ACI:

Datos del Cemento

- Sol/ Tipo I
- $F'c=350\text{Kg/cm}^2$
- $P_e= 3,15 \text{ gr/cm}^3$
- Slump = 4"
- $P_e \text{ Agua} = 1000 \text{ Kg/m}^3$

Tabla 2: Datos del Agregado

Agregados	Fino	Grueso
Perfil		Angular
Peso unitario suelo (Kg/m ³)	1660	1577
Peso unitario compactado (Kg/m ³)	1770	1677
Peso específico (Kg/m ³)	2750	2610
Módulo de fineza	2.6	6.7
TMN		1.5"
% abs	5.7%	6.70
% w	2.5%	1.7%

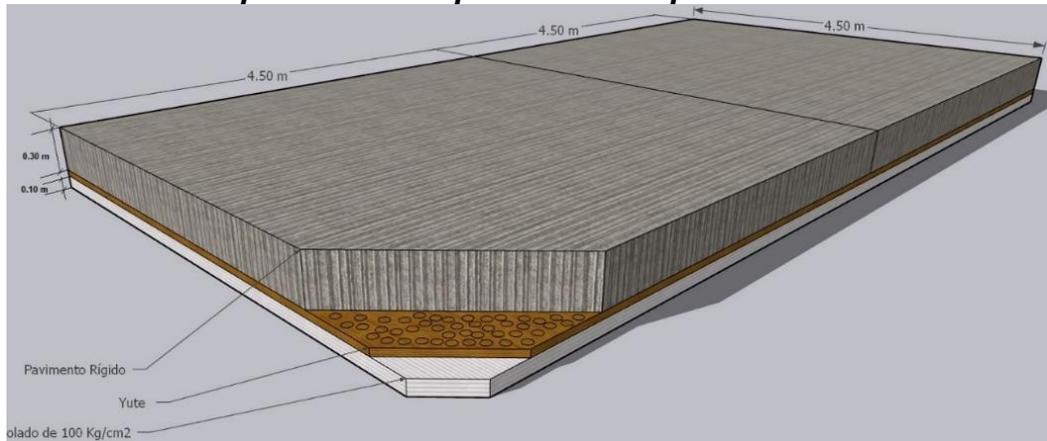
Fuente: Elaboración propia.

Foto 4: Losa de prueba Experimentación a Escala Real.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2: Plano esquemático del pavimento de prueba.



Fuente: Elaboración propia

Durante el vaciado se recolectó cilindros de prueba para someterla a esfuerzo de compresión para determinar la dureza.

Equipos e Insumos

Lista de requerimientos: El concreto para este estudio se obtuvo a partir de las recolecciones de las probetas durante el vaciado del pavimento de prueba.

Maquinaria

Probetas de ensayos recolectoras de concreto normalizadas, (molde cilíndrico, norma NTP 339.209).

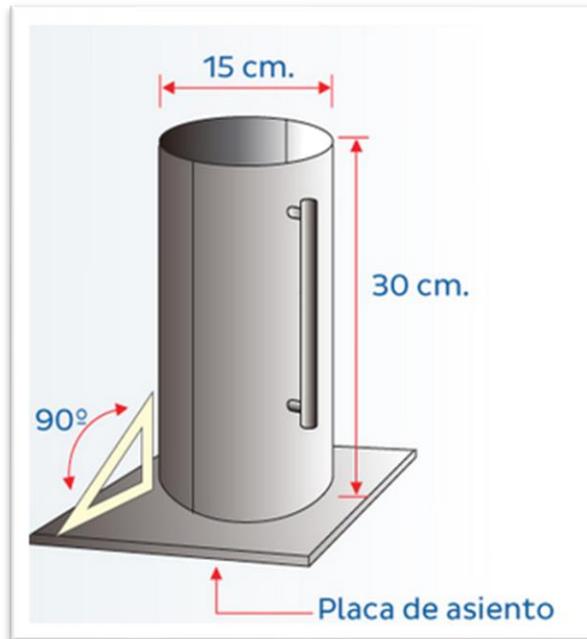
Equipos

Cámara fotográfica para la recolección de material gráfico; pala, para la recolección de la muestra de concreto.

Análisis de laboratorio

La muestra del concreto, se recolectó tal como se obtuvo en campo, expuesto al aire a 28 días (ASTM C873.)

Figura 3: Medidas de la probeta según norma NTP 339.209



Fuente: Elaboración propia

Foto 5: Máquina de Ensayos Multiusos, para rotura de probetas



Fuente: Elaboración propia

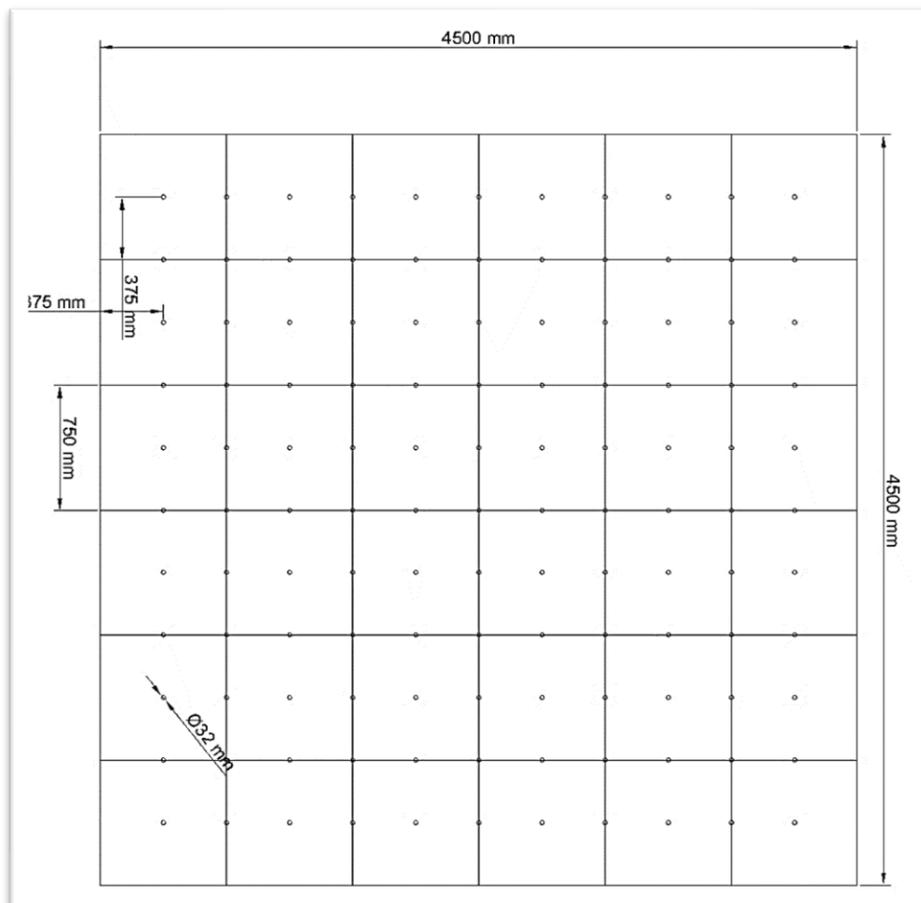
Paso 2:

Una vez que se halla fraguado el concreto a los 28 días, se representa las mayas de perforación para diferentes modelos de perforación.

Perforaciones

La distancia entre perforaciones debe ser máximo de 10 veces el diámetro del barreno. Así, para el diámetro del barreno de 32 mm, la distancia máxima entre perforaciones fue de 320 mm y la malla fue de 750 mm x 750 mm

Figura 4: Rotura en cuadrícula



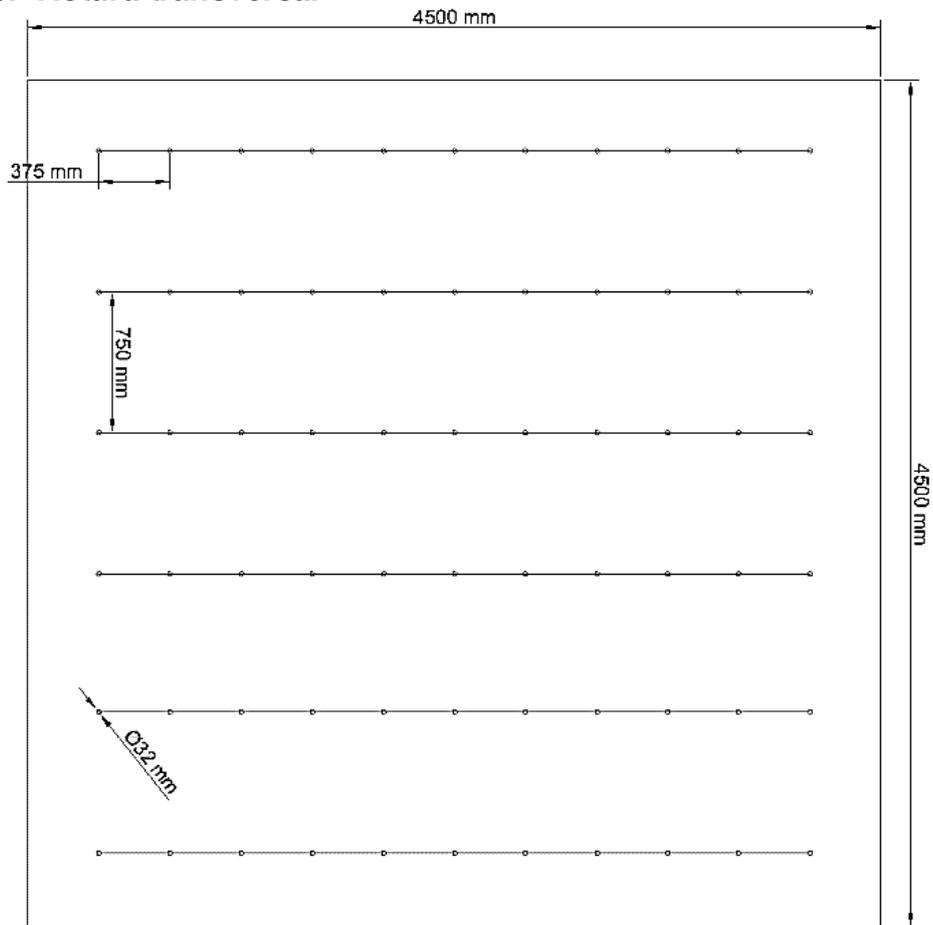
Fuente: Elaboración Propia

Dónde:

(L1=32 mm; L2= 32 mm; L1=L2)

Numero de perforaciones= 110

Figura 5: Rotura transversal



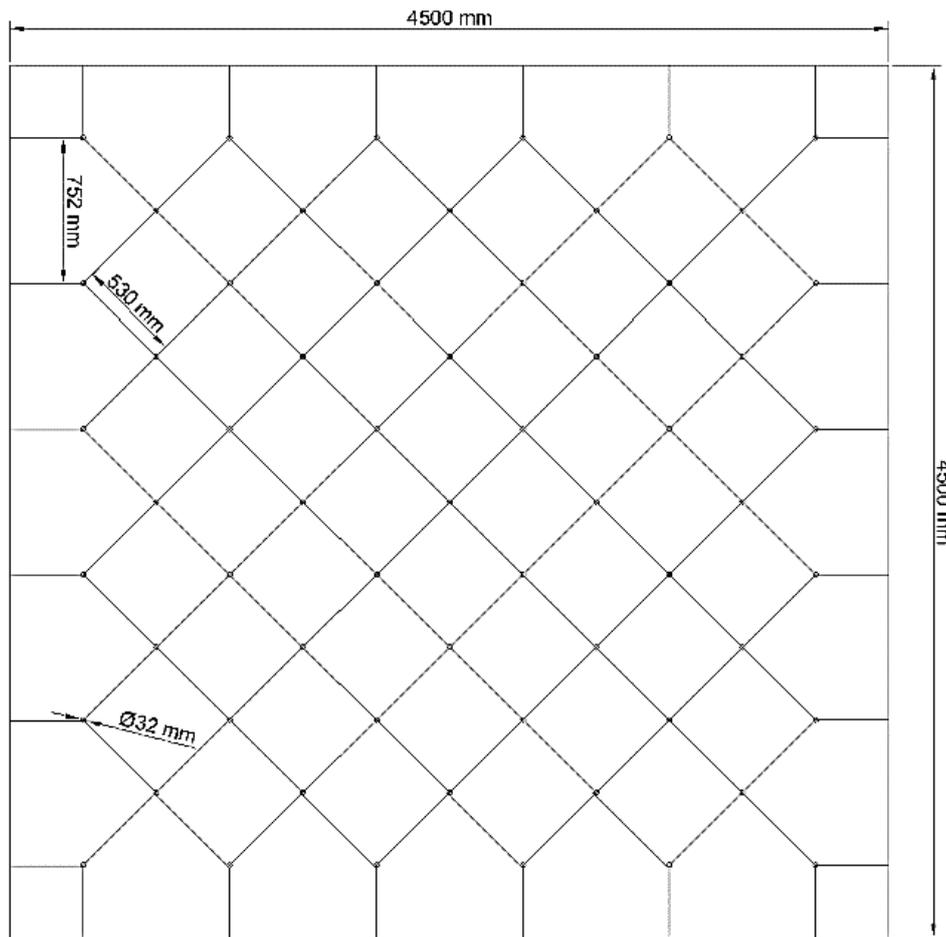
Fuente: Elaboración propia

Dónde:

($L_1=32$ mm, $L_2= 750$ mm, $L_1<L_2$)

Número de perforaciones= 66

Figura 6: Rotura Tresbolillo



Fuente: Elaboración propia

Dónde:

($L_1 = 530 \text{ mm}$; $L_2 = 752 \text{ mm}$; $L_1 < L_2$),

Numero de Perforaciones: 61

Luego de analizar cada una de los diferentes tipos de perforaciones, se escogió la rotura en cuadrícula para perforar el pavimento de prueba, en donde se trazó el diagrama en el pavimento y se realizaron las perforaciones de los barrenos con un taladro eléctrico de 1510w de potencia y una eficacia de perforación de 80 cm de profundidad y diámetro de barreno de 32 mm

Paso 3:

Seguidamente con la ayuda del teodolito se realizó el esquema del enmallado para la ubicación estratégica de las perforaciones.

Foto 6: Malla 75x75 cm. Para rotura cuadrangular



Fuente: Elaboración propia.

Foto 7: Taladro eléctrico de 1510w de potencia



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se puede apreciar en la imagen, al operador realizando las perforaciones en el pavimento rígido de acuerdo a la malla de 75x75 cm del tipo de rotura cuadrangular previamente plasmadas, con una profundidad de 30 cm.

Foto 8: Perforación del pavimento



Fuente: Elaboración propia

Paso 4:

Preparación del cemento expansivo

Procedimiento:

Posteriormente se procede a realizar la preparación de la mezcla del agua con el mortero expansivo, 5Kg de cemento expansivo mezclando con 1.5 litros de Agua limpia a temperatura ambiente.

Foto 9: Pesado del mortero del cemento expansivo



Fuente: Elaboración Propia

Luego con la ayuda del taladro proceder a mezclar bien para obtener una mezcla lisa y sin grumos.

Una vez hecha la mezcla, se deberá utilizarse en su totalidad.

No se deberá mezclar manualmente más de 10Kg (2 bolsas) porque puede fraguar muy rápido y echar a perder la mezcla.

Para el llenado

Para realizar el llenado, primero se procederá a limpiar los agujeros para evitar la presencia de algún elemento ajeno o agua.

Una vez preparado la mezcla se vierte inmediatamente en los orificios seleccionados, tener en cuenta que la mezcla fragua muy rápido, aproximadamente menos de 10 minutos.

Después del llenado, los residuos que quedan no pueden ser utilizados nuevamente porque pierde su fuerza considerablemente.

Foto 10: Aplicación del cemento expansivo



Fuente: Elaboración Propia

Proceso de Fracturación

El tiempo de reacción para fracturar el pavimento rígido varía desde 8 hasta 72 horas, esta variación va a depender de la resistencia del pavimento, el diseño de los taladros, la temperatura ambiente. Un dato a tomar en cuenta es que el producto sigue trabajando, generando presión por más de 5 días.

Se recomienda mojar la superficie para que el agua pueda ingresar por las nuevas fracturas y se hidrate la mezcla en el interior y así acelerar el proceso de fracturación.

Foto 11: Fracturación del pavimento a las 8 horas



Fuente: Elaboración Propia

Foto 12: Fracturación del pavimento a las 16 horas



Fuente: Elaboración Propia

Foto 13: Fracturación de pavimento a las 24 horas



Fuente: Elaboración Propia

Paso 5

Finalmente se realiza el acopio de los fragmentos del concreto para el traslado y eliminación de escombros.

4.2 Cálculo de la proporción de aplicación del cemento expansivo en la demolición de pavimentos.

La cantidad de cemento expansivo en la demolición de pavimentos de concreto, depende del diámetro de barreno, profundidad y del número de perforaciones, siendo para 32 mm diámetro, 1,18 kg. La cantidad recomendada de agua es entre 26% a 30% del peso del cemento.

- **Análisis de resultado para el pavimento de prueba de volumen 6.075 m³.**

Dimensiones del pavimento: largo 4,5 m, ancho 4,5m altura 0,30 m, Volumen 6.075 m³.

Datos tomados en campo

Temperatura ambiente entre: 10°C a 20 °C

Diámetro de barreno (D): 3,2 cm

Profundidad de barreno:	30 cm
Desplazamiento entre barrenos (L):	32,5 cm
Peso de cemento expansivo (por barreno):	0.354 Kg
Temperatura del agua entre:	10°C y 12°C
Volumen del agua entre:	26 y 35 %

Tabla 3: Características de perforación

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	MEDIDA
1	∅ DE BARRENO	Cm	3.2
2	H DE BARRENO	Cm	30
3	ESPACIAMIENTO ENTRE BARRENOS	Cm	32

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Características del cemento expansivo

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	MEDIDA
1	PESO CEMENTO EXPANSIVO	Kg	0.354
2	VOLUMEN DE AGUA	Lt	0.24
3	T° AMBIENTE	°C	10°C - 20°C
4	T° DE AGUA	°C	10°C - 15°C

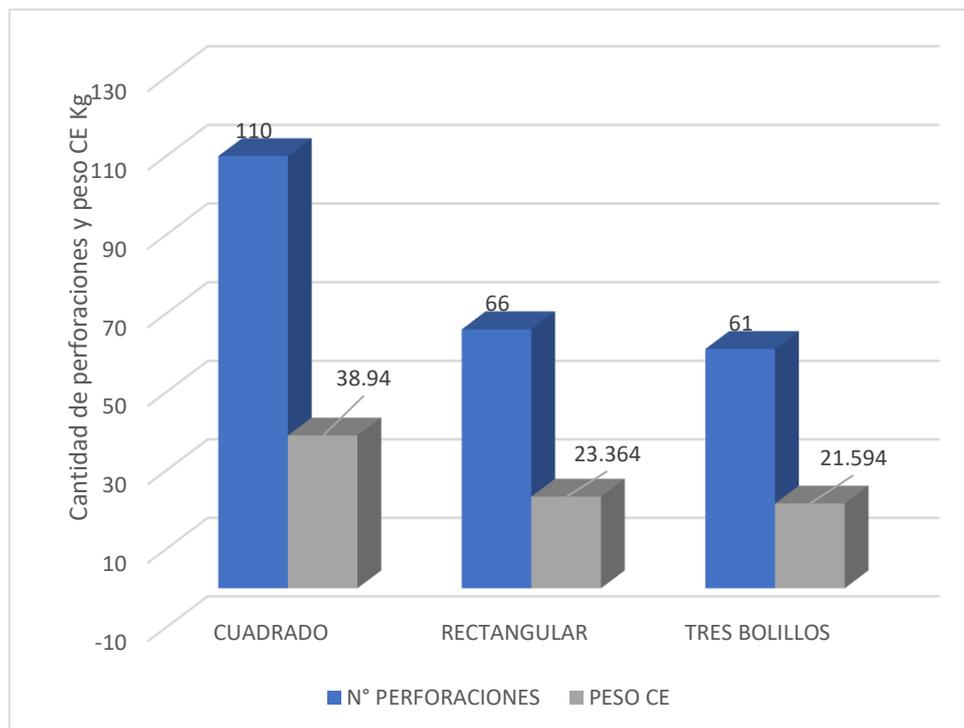
Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Peso total del cemento expansivo en las perforaciones.

ITEM	TIPOS	CANTIDAD PERFORACIONES	PESO CEMENTO EXPANSIVO x PERFORACION	PESO TOTAL CEMENTO EXPANSIVO(Kg)
1	CUADRADO	110	0.354	38.94
2	RECTANGULAR	66	0.354	23.36
3	TRES BOLILLOS	61	0.354	21.59

Fuente: Elaboración propia

Figura 7: Grafico Numero de perforaciones VS Kg cemento expansivo



Fuente: Elaboración propia

4.3. Análisis de Costos Unitario.

4.3.1. Demolición Tradicional

Tabla 6: Análisis de Costos Unitarios demolición tradicional

Análisis de Costos Unitarios								
Proyecto	Aplicación de cemento expansivo en demolición del pavimento dañado de la Av. 9 de diciembre del Distrito de Coracora, para evitar el daño a la capa subyacente y veredas adyacentes recientemente construidas, 2021							
Cliente	Usuario							
Ubicación	Av. 9 de diciembre del Distrito de Coracora							
Partida	02.01.01	Demolición de pavimento de concreto						
	Código	Descripción Insumo			Rend:	135.00	m3/Día	
		Mano de obra		Unidad	Cuadrilla	Cantidad (h/D)	Precio	Parcial
	4700002	Capataz	HH	1.000	10.000	22.11	221.10	
	4700007	Oficial	HH	2.000	10.000	16.51	330.20	
	4700004	Peon	HH	4.000	10.000	14.85	594.00	
						costo HH	1,145.30	
		Equipo						
	3700001	Herramientas manuales	%MO		5%	57.27	2.86	
	4800167	Compresora neumatica 87 HP 250-230 PCM	HM	1	10.0000	75.04	750.40	
	4901934	Martillo neumatico-29/25	HM	2	10.0000	6.75	135.00	
						Costo equipo	888.26	
						Costo unitario por m3	1,146.30	

Fuente; Elaboración propia

- El costo obtenido para una demolición de pavimento rígido será de s/ 1,146.30 soles por m³
- Calculando el costo para un tramo de pavimentación de 100 m

$$\text{Costo total} = (\text{Costo} \times \text{m}^3)(\text{Vol. total de concreto})$$

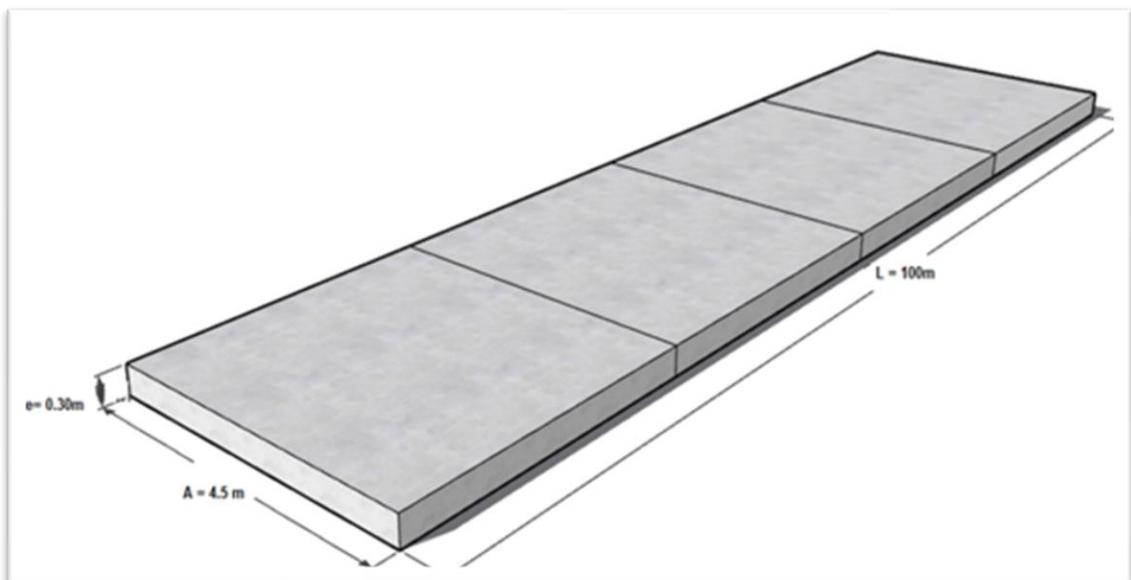
- Calculando el volumen total del pavimento rígido:

$$\text{Vol. total} = e \times A \times L$$

$$\text{Vol. total} = 0.30 \text{ m} \times 4.5 \text{ m} \times 100 \text{ m}$$

$$\text{Vol. total} = 135 \text{ m}^3$$

Figura 8: Esquema de la pista de 100 m



Fuente: Elaboración propia

$$\text{Costo total} = (\text{Costo} \times \text{m}^3)(\text{Vol. total de concreto})$$

- Calculando el volumen total del pavimento rígido:

$$Vol. total = e x A x L$$

$$Vol. total = 0.30 m x 4.5 m x 100 m$$

$$Vol. total = 135 m^3$$

- Reemplazando:

$$Costo total = (Costo x m^3)(Vol. total de concreto)$$

$$Costo total = (1,146.30)(135 m^3)$$

$$Costo total = s/154,750.50$$

- El costo total para los 135 m³ de concreto a demoler será **S/ 154,750.50**

4.3.2. Demolición con cemento expansivo.

- Análisis de Costos Unitarios de demolición con cemento expansivo.

Tabla 7: Análisis de Costos Unitarios demolición con cemento expansivo

Análisis de Costos Unitarios								
Proyecto	Distrito de Coracora, para evitar el daño a la capa subyacente y veredas adyacentes recientemente construidas, 2021							
Cliente	Usuario							
Ubicación	Av. 9 de diciembre del Distrito de Coracora							
Partida	02.01.01	Demolición de pavimento de concreto						
	Código	Descripción Insumo			Rend:	135.00	m ³ /Día	
		Mano de obra		Unidad	Cuadrilla	Cantidad (h/D)	Precio	
	4700007	Oficial		HH	1.000	10.0000	16.51	
	4700004	Peon		HH	2.000	10.0000	14.85	
						costo HH	462.10	
		Equipo						
	3700001	Herramientas manuales		%MO		5%	23.11	
	4901934	taladro eléctrico 1550 w		HM	3	10.0000	6.75	
						Costo equipo	203.66	
						Costo unitario por m³	665.76	

Fuente: Elaboración propia

- El costo obtenido para una demolición de pavimento rígido será de s/ 665.76 por m³

- Cálculo del costo para el tramo de pavimentación 100 m x 4,50 m con 135 m³ de volumen.

$$\text{Costo total} = (\text{Costo} \times \text{m}^3)(\text{Vol. total del pavimento de concreto})$$

$$\text{Costo total} = (665.76 \text{ S/m}^3)(135 \text{ m}^3)$$

$$\text{Costo total} = \mathbf{89,877.60 \text{ Soles}}$$

- Cálculo el costo del Cemento Expansivo

El rendimiento del cemento expansivo es:

Volumen del pavimento de prueba:

$$4,50 \times 4,50 \times 0,30 = 6,075 \text{ m}^3$$

Rendimiento:

$$\text{Kg/m}^3 \text{ es de: } 38,98 \text{ Kg}/6,075 \text{ m}^3 = 6,42 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Peso total} = (6,42 \text{ Kg/m}^3)(135 \text{ m}^3)$$

$$\text{Peso total} = 866,22 \text{ Kg}$$

Para el costo total del cemento expansivo tenemos:

Precio por kg de cemento expansivo = S/7.5

$$\text{Costo total} = (7,5 \text{ S/Kg})(866,22 \text{ Kg})$$

$$\text{Costo total} = \mathbf{6.496.67 \text{ Soles}}$$

Costo Total de demolición con concreto expansivo es de: 96,374.27 Soles

4.4. Cálculos del concreto del pavimento de prueba. (Método ACI)

- Cálculo de F'cr (resistencia promedio requerida)

Tabla 8: Esfuerzo crítico del concreto.

F_c	F_{cr}
Menos de 210	$F_c + 70$
210 - 350	$F_c + 84$
>350	$F_c + 98$

Fuente: Elaboración propia

$$F_{cr} = 350 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = 350 + 98 = 448 \text{ Kg/cm}^2$$

- Contenido de aire atrapado

Figura 9: Cuadro del tamaño máximo nominal de agregado grueso /aire atrapado

Tamaño Máximo Nominal del Agregado grueso.	Aire atrapado
3/8 "	3.0 %
1/2 "	2.5 %
3/4 "	2.0 %
1 "	1.5 %
1 1/2 "	1.0 %
2 "	0.5 %
3 "	0.3 %
4 "	0.2 %

Fuente: Elaboración Propia

Resultando: aire= 1%

- Cálculo de contenido de Agua

Figura 10: Cuadro del volumen unitario de agua

Agua en l/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada.								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-----
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-----

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla:

a = 181 Lt/m³

Relación a/c (por resistencia F'cr) F'cr = 448 Kg/cm²

Figura 11: Cuadro que muestra la relación de agua/cemento por resistencia

F'c (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de interpolación:

400 ----- 0.43

448 ----- x

450 ----- 0.38

$$\frac{450 - 448}{0.38 - x} = \frac{450 - 400}{0.38 - 0.43}$$

$$X = 0.382 = a/c$$

El contenido de Cemento se obtiene de:

$$\frac{181}{c} = 0.382$$

$$C = 473.822 \text{ Kg}$$

$$\text{Factor C.} = 473.822 / 42.5 = 11.15 \text{ bls.}$$

Figura 12: Peso de agregado Grueso por unidad de volumen del concreto

Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino. (b / b _v)				
Tamaño máximo nominal del agregado grueso.	2.40	2.60	2.80	3.00
3 / 8 "	0.50	0.48	0.46	0.44
1 / 2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3 / 4 "	0.66	0.64	0.62	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1 / 2 "	0.76	0.74	0.72	0.70
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.81	0.79	0.77	0.75
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

Tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

Fuente: Elaboración Propia

$$\text{Peso a. g.} = \frac{b}{b_0} \times \text{Peso u. s. c.}$$

$$\text{Peso a. g.} = 0.74 \text{ m}^3 \times 1677 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Peso a. g.} = 1240.98 \text{ Kg}$$

- **Cálculo del volumen absoluto**

$$Cemento = \frac{473.822 \text{ Kg}}{3.15 \text{ gr/cm}^3 \times 1000} = 0.150 \text{ m}^3$$

$$Agua = \frac{181 \text{ Kg}}{1000 \text{ Kg/m}^3} = 0.181 \text{ m}^3$$

$$Aire = \frac{1}{1000} = 0.01 \text{ m}^3$$

$$Vol. a. grueso = \frac{1240.98 \text{ Kg}}{2610 \text{ kr/m}^3} = 0.475 \text{ m}^3$$

$$\Sigma = 0.816 \text{ m}^3$$

$$Vol. a. Fino = 1 \text{ m}^3 - 0.816 \text{ m}^3 = 0.184$$

- **Cálculo del Peso del Agregado Fino**

$$Peso a. Fino = 0.184 \text{ m}^3 \times 2750 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^3} = 506 \text{ Kg}$$

- **Presentación del diseño en estado seco**

$$Cemento = 473.882 \text{ Kg}$$

$$Agregado Fino = 506 \text{ Kg}$$

$$Agregado Grueso = 1240.98 \text{ Kg}$$

$$Agua = 181 \text{ Lt}$$

- **Corrección por humedad de los agregados**

$$\text{Peso seco} \times \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right)$$

$$Agregado Fino = 506 \text{ Kg}$$

$$\text{Agregado Fino} = 506 \text{ Kg} \times \left(\frac{2.5}{100} + 1\right) = 518.65 \text{ Kg}$$

$$\text{Agregado Grueso} = 1240.98 \text{ Kg}$$

$$\text{Agregado Grueso} = 1240.98 \text{ Kg} \times \left(\frac{1.7}{100} + 1\right) = 1262.08 \text{ Kg}$$

- **Aporte de agua a la mezcla**

$$\frac{(\%w - \%abs) \times \text{Agregado seco}}{100}$$

$$\text{Agregado Fino} = \frac{(2.5 - 5.7)}{100} (506 \text{ kG}) = -16.192 \text{ lt}$$

$$\text{Agregado Grueso} = \frac{(1.7 - 2.5)}{100} (1240.98 \text{ kG}) = -9.928 \text{ lt}$$

$$\Sigma = -26.12 \text{ lt}$$

- **Agua Efectiva**

$$\text{Agua} = 181 \text{ lt} - (-26.12 \text{ lt}) = -207.12 \text{ lt}$$

Tabla 9: Proporción del diseño para 1 m³ de concreto

Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua
473.882 Kg	518.65 Kg	1262.08 Kg	207.12 lt

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Proporciones del diseño

Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua
473.882 Kg	518.65 Kg	1262.08 Kg	207.12
473.882 Kg	473.882 Kg	473.882 Kg	11.15
1	1.09	2.66	19 lt

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

Al analizar la composición química del mortero para la demolición de estructuras de concreto, se debe tener presente que el óxido de calcio y el óxido de magnesio tienen las mismas reacciones químicas para expandirse por causa de la formación del hidróxido y la magnesia, produciendo la expansión destructiva. Otro elemento que ayuda a la expansión es el sulfato cálcico, el cual, debido a la formación del sulfoaluminatos cálcicos que también ayudan a la expansión, con la combinación de todos estos elementos químicos producen una fuerza de expansión de más de 7000 Kg/m² superando a cualquier dureza del concreto.

La cantidad de cemento expansivo en la demolición del concreto dependió del diámetro de barreno, profundidad y del número de perforaciones, por lo tanto, para 30 cm de profundidad y una broca de 32 mm de diámetro el cálculo dio 0.354 Kg de cemento expansivo.

Se diseñó una losa de concreto con una dureza de $f'c = 350$ Kg/cm² como muestra básica para establecer la cantidad de perforaciones, las cuales fueron calculadas en base a una plantilla para rotura cuadrangular la cual generaba 110 perforaciones y así se calculó la cantidad del cemento expansivo con un rendimiento de 6.42 Kg/m³.

Al calcular los metros cúbicos de los 100 m de pavimento de la Avenida 9 diciembre de 135 m³ de concreto se determinó con un análisis de costos unitarios tanto la demolición tradicional con la demolición con cemento expansivo reduciendo los costos de S/ 154,750.50 a S/ 96,374.27 con 62.28% de diferencia, optimizando la partida de demolición utilizando metodologías innovadoras No Destructivas, como el cemento expansivo.

Con el método no destructivo controlado utilizando el cemento expansivo se observó que no hubo daños colaterales en las veredas recién construidas, su implementación no requiere un gasto grande en mano de obra y la única herramienta que generó ruido fue el taladro de percusión para perforar los huecos, sin vibraciones, ni contaminación de polvo. Con respecto a las fracturas, estas tuvieron una medida idónea para poder cargarlas manualmente y ser

trasladadas sin ser un peso excesivo para su manipulación evitando lesiones al personal obrero.

La implementación del cemento expansivo en sus demoliciones tiene alta productividad, teniendo como beneficios de que no produce ruido, no contamina y sobre todo no genera gases tóxicos.

VI. CONCLUSIONES

- En la presente tesis se implementó una metodología No Destructiva para la demolición de elementos de concreto sin dañar las capas adyacentes y subyacentes, pudiéndose visualizar en la experimentación de prueba de pavimento rígido, utilizando para su diseño el método ACI.
- También se analizó la composición química de un mortero para la demolición de estructuras de pavimento rígido, siendo el óxido de calcio y el óxido de magnesio los responsables de la expansión del cemento al ser estas mezcladas con agua a una determinada temperatura.
- Se optimizó los plazos costos de las subpartidas, poniendo en práctica una alternativa de demolición físico-química. De forma planificada se logró reducir la duración de cada proceso que conforman la demolición de pavimentos rígidos.
- Se implementó un proceso de demolición que respete la seguridad en el trabajo y mitigue el impacto ambiental mediante un procedimiento debidamente controlados.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se debe impulsar el uso de la metodología poco usadas en los proyectos de Demolición ejecutados en la región del Ayacucho, para este tema, los entes involucrados como el GORE, la Gerencia Regional de la infraestructura y otros, tienen la enorme responsabilidad de realizar demoliciones que provoquen menores daños a las estructuras adyacentes y reduzcan considerablemente los plazos de las subpartidas.
2. De la misma manera, la utilización del Mortero Expansivo, debe ser más difundida, puesto que las ventajas de su uso favorecieran al conjunto de pobladores de la Región Ayacucho no solo en el aspecto económico, sino también por las ventajas de orden ambiental.
3. Seguir con las investigaciones académicas que permitan probar no solo los beneficios del uso del Cemento Expansivo, sino que también se pueden visibilizar sus características, propiedades, para ello se debería tener un fácil acceso a los laboratorios para los investigadores a fin de realizar los ensayos pertinentes.
4. Se recomienda utilizar esta Técnica innovadora en las demoliciones para los diferentes tipos de construcciones que existe en nuestro país, para así conocer el potencial del uso del Cemento Expansivo en las diferentes áreas de la Ingeniería.

REFERENCIA

- [1] Arseneau F., (2018). *Laboratory Investigation into Fracturing of Uniaxially Loaded Hard Rock with Expansive Cemen.* McGill University, Montreal, Canadá. Recuperado de <https://escholarship.mcgill.ca/downloads/pg15bh33t?locale=en>
- [2] Alva J. y Juárez J. (2015). *Relación entre el nivel de satisfacción laboral y el nivel de productividad de los colaboradores de la empresa Chimú Agropecuaria S.A. del distrito de Trujillo – 2014.* Tesis de La Universidad Privada Antenor Orrego – UPAO Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12759/716>
- [3] Azabache D., Bazán O., Espejo K., Luján R., Medina J. y Toledo J. (2020). *Cemento Expansivo y un ejemplo aplicativo.* Curso: Técnica de Explosivos y Voladura de rocas. Recuperado de <https://pdfcoffee.com/cemento-expansivotipo-tesis-3-pdf-free.html>
- [4] Bernal, César A. (2010). *Metodología de la Investigación.* Administración, economía, humanidades y ciencias sociales Tercera edición. Pearson Recuperado de https://danilotejeda.files.wordpress.com/2013/05/mi_v_bernal_ruta.pdf
- [5] Berrospi V., (2019). *Optimización de la perforación y voladura para mejorar la zona de profundización en la mina Andaychagua de la Cía. minera Volcán S.A.A.* Tesis de la Universidad Cesar Vallejo. Recuperado de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1778/1/T026_47113814_T.pdf
- [6] Bazán, J. (2017). *Manual de diseño de pavimentos de concreto: para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.* Instituto Colombiano de Productores de Cemento. – Medellín. Recuperado de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3807-manual-de-diseno-de-pavimentos-de-concreto-para-vias-con-bajos-medios-y-altos-volumenes-de-transito/file>

- [7] Campos, J. (2016). *Demolición de estructura de cuatro plantas por voladura controlada y gestión de residuos. Cartagena*. Recuperado de <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/5695/tfg-cam-dem.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [8] Carrera, R (2020). *Economía y Administración de Empresas para Ingenieros. Tema 14 Dirección de proyectos*. Recuperado de https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1191/course/section/1462/Tema_14_OW_C.pdf
- [9] Castro, A. & Suysuy, E. (2020). Herramientas de gestión ambiental para reducir el impacto de los costos ambientales en una empresa de construcción. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(6), 82-88. Epub 02 de diciembre de 2020. Recuperado en 18 de noviembre de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000600082&lng=es&tIng=es.
- [10] Cuevas A. y Huaynate A. (2020). Aplicación de fragmentador de roca, Plasma FRAG BE, en sectores productivos de la Compañía Minera Cerro de Pasco cercanas a zonas urbanas para reducir impactos generados durante la fragmentación del macizo rocoso. Tesis de grado de La Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas. Recuperado de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/654904/CuevaR_A.pdf?sequence=3
- [11] Curbeira, D., Bravo, M. & Morales Y. (2017). Diseño cuasi experimental para la formación de habilidades profesionales. *Universidad y Sociedad*. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>
- [12] Cuayla M. (2020). *Aplicación del plasma 4th para fragmentación controlada en la Plataforma T7 – Proyecto Quellaveco*. Tesis de grado de La Universidad Nacional De Moquegua. Recuperado de https://repositorio.unam.edu.pe/bitstream/handle/UNAM/171/D095_4261649_1_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- [13] Dávila, J (2019). *Evaluación de vibraciones en voladura con plasma para reducir la proyección de rocas (Fly Rock) en el tajo abierto de Sociedad Minera El Brocal S.A.A.* Recuperado de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1816>
- [14] Departamento Nacional de Planeación DNP (2017). Construcción de pavimento rígido en vías urbanas de bajo tránsito. Recuperado de <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/pavimento/PTpavimento.pdf>
- [15] Días, J. (2016). *Análisis de los procedimientos constructivos de bases y sub-bases granulares para pavimentos flexibles.* Tesis de la Universidad Nacional Autónoma De México. Recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/10835/tesis.%20pdf.pdf?sequence=1>
- [16] Fernández, N (2108). *Estabilización de subrasante con material de demoliciones en avenida Malecón Checa, San Juan de Lurigancho en el 2017.* Tesis de grado de la Universidad Cesar Vallejo. Recuperado de file:///C:/Users/JESUSP~1/AppData/Local/Temp/Fernandez_FN.pdf
- [17] Flores, A (2019). *Aplicación de cemento expansivo en demolición de rocas y productividad en autoconstrucciones de viviendas en Asentamiento Humano Alto Perú, Lurigancho, 2017.* Tesis de La Universidad Cesar Vallejo. Recuperado de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/625972>
- [18] Gonzales A. y Núñez S. (2020). *Optimización de recursos en el diseño y construcción de pistas y veredas, aplicando la metodología de losas cortas en la ciudad de PUNO.* Tesis de la Universidad Nacional Del Altiplano De Puno. Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/13841>
- [19] Guevara, Y. (2018). *Propuesta de rehabilitación de pavimento de concreto utilizando sobre capas de refuerzo en la avenida Todos los Santos de la ciudad de Chota.* Tesis de La Universidad Nacional De Cajamarca. Facultad de Ingeniería. Recuperado de

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2541/TESIS%20IMPRI MIR.pdf?sequ>

- [20] Granados, A. (2019). *Aplicación del método de demolición controlada a través del sistema de corte con hilo de diamante en el puente San Borja Norte del intercambio vial El Derby*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Doi: <http://doi.org/10.19083/tesis/625972>
- [21] Hanco H., (2016). *Estudio y diseño del pavimento rígido en la Av. Perú de la ciudad de Juliaca, tramo I Jr. Mantaro – Jr. Francisco Pizarro*. Tesis de la Universidad Nacional del Altiplano. Recuperado de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7058/Hanco_Larico_Henry.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [22] Hernández M., (2015). Relación entre Tipos y Objetivos de Investigación. <http://metodologiadeinvestigacionmarisol.blogspot.com>
- [23] Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. 6ª ed. Ciudad de México, McGraw-Hill Ed. Disponible en <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- [24] Jiménez, K. & Lozano (2018). *Análisis de la influencia de sulfatos y cloruros en el deterioro de estructuras en concreto en zonas costeras del atlántico colombiano*. Tesis de grado de La Universidad Católica De Colombia Facultad de Ingeniería. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22815/1/Documento.pdf>
- [25] Jiménez, A. & Ortega, L. (2018). *Metodología de selección de la técnica de demolición según el tipo de edificación*. Tesis de grado de la Universidad Del Valle Facultad De Ingeniería. Recuperado de https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/16300/CB_05_76461.pdf?sequence=1

- [26] Lavado R., (2018). *Innovación tecnológica en la construcción de pavimentos rígidos con utilización del Método Losas Cortas en la av. 26 noviembre, VMT 2018*. Tesis de grado de la Universidad Cesar Vallejo. Recuperado de [Metadatos: Innovación tecnológica en la construcción de pavimentos rígidos con utilización del método losas cortas en la Av. 26 noviembre, VMT 2018 \(concytec.gob.pe\)](https://concytec.gob.pe)
- [27] Lenin T. (2019). *Optimización De Avances Con Barra De 16 Pies En Zona Cuerpos De La Unidad Americana De La Compañía Minera Casapalca S.A.7.* Recuperado de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUND_634984ad59b1b216f6d76fb1500824d1/Details
- [28] Lisana, E. (2020). *El cemento expansivo Demoledor*. Tesis de grado de La Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://www.udocz.com/pe/apuntes/103583/quimica-inorganica-proyecto-cemento-expansivo>
- [29] Martínez, L. (2007). La Observación y el Diario de Campo en la Definición de un Tema de Investigación. *Perfiles libertadores*. Recuperado de <https://www.ugel01.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/1-La-Observaci%C3%B3n-y-el-Diario-de-campo-07-01-19.pdf>
- [30] Montesinos E, (2017). Voladura controlada para talud final en la construcción de la carretera Lima – Canta – La Viuda Unish Recuperado de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7242/Montesinos_Per_ez_Efrim_Diak.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [31] Morales A. (2015). *Estudio de concretos de alta durabilidad*. Tesis de grado. Colombia: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/7476/Tesis.pdf?sequence=1>
- [32] Niño V., (2019). Metodología de la Investigación. 2da Edición. Ediciones de la U. Recuperado de <https://books.google.com.pe> › books

- [33] Ñaupas, H., Mejía, L., Novoa, E. y Villagómez, A. (2014) Metodología de la investigación. Cuantitativa – Cualitativa y redacción de la tesis. 4a. Ed. Bogotá: Ediciones de la U. Recuperado de <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2019/03/Metodologia-de-la-investigacion-Naupas-Humberto.pdf>,
- [34] Olivier J., (2020). El rigor de lo cualitativo. Las obligaciones empíricas de la interpretación socio antropológica. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas (REIS)*, 170(170), 167-171.

<https://www.ingentaconnect.com/contentone/cis/reis/2020/00000170/00000170/art00012?crawler=true&mimetype=application/pdf>
- [35] Orlandoni, G. (2010). Escalas de medición en Estadística. *Telos*, 12 (2), 243-247. [Fecha de Consulta 18 de noviembre de 2021]. ISSN: 1317-0570. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99315569009>
- [36] Oseda E., (2015). *Teoría y práctica de la investigación científica*. Huancayo: Editorial Soluciones Gráficas SAC. [Ph.D. Dulio Oseda Gago - Google Académico](#)
- [37] Pacorra, M. (2017). *Corrosión del acero corrugado e integridad en estructuras de concreto armado en el asentamiento humano San José de Manzanares en el 2017*. Tesis de La Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería. Recuperado de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/23358/Pacora_HM.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [38] [Pita, S., y Pértegas, S. \(2002\) Investigación cuantitativa y cualitativa. CAD ATEN PRIMARIA 9 76-78. Recuperado de https://www.fisterra.com/mbe/investiga/cuanti_cuali/cuanti_cuali.asp](#)
- [39] Roca Negra. (2020). Demolición de Rocas, concretos y minería en general. Obtenido de Roca Negra (Demolición de Rocas, concretos y minería en general): <https://www.rocanegra.co/cemento-expansivo/>

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica. 2ª Ed. Lima: Edit. San Marcos, 2013,495pp. ISBN: 9786123028787.

ANEXOS

ANEXO 1: Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VD: Demolición de Concreto	Demolición de concreto es un conjunto de actividades que se ejecutan para fragmentar y remover por medios mecánicos, losas de concreto rígido. (Azabache, Bazán, Espejo, Luján, Medina y Toledo2020).	La demolición de concreto se desarrolla por técnicas Destructivas y No destructivas. La técnica Destructiva utiliza martillo hidráulico y equipos mecánicos y la Técnica No Destructiva que utiliza el mortero expansivo compuesto a base de sílice, hierro y calcio.	Procedimiento Destructivo	Equipos mecánicos	Razón
			Procedimiento No Destructivo	Cemento expansivo	Razón
VI 1: Plazo	El plazo se refiere al tiempo de duración de una determinada partida, considerando una holgura dentro de la programación. (Carrera, 2020)	Para determinar esta variable en el caso del Método Destructivo se medirá el tiempo de cada proceso, como la destrucción del concreto con Martillo Hidráulico, acopio y recojo de fragmentos de concreto, posteriormente traslado de escombros de la demolición. Para el método No Destructivo la duración de la planificación, perforación, acopio y retiro de los escombros.	Duración	Tiempo	Razón
VI 2: Presupuesto	EL presupuesto es el cálculo monetario que se estima para la demolición de un pavimento. Debe estar compuesta por una composición cualitativa y cuantitativa de todo lo que se necesitará, aplicar los precios de cada elemento y obtener su valor aproximado. (DNP, 2020)	El presupuesto para la demolición de los Métodos Destructivos y No Destructivos se analiza el costo del cemento expansivo, hora hombre y hora máquina de los equipos necesarios para cada técnica de demolición.	Análisis de Costos Unitarios	Soles	Razón
VI 3: Impacto Ambiental	Impacto ambiental es toda alteración del medio ambiente o de alguno de sus elementos o condiciones, efectuado de forma directa o indirecta por actividades humanas. (Castro y Suysuy, 2020)	Se evaluará cualquier alteración al medio ambiente como impacto, específicamente relacionado al ruido, aire y vibraciones que generan las demoliciones Destructivas y No Destructivas.	Alteración del Medio Ambiente	Aire	Razón
				Ruido	Razón
				Vibración	Razón

ANEXO 2: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	NIVEL	
GENERAL	GENERAL	GENERAL					
Debido a procedimientos deficientes en la rehabilitación del pavimento rígido de la Av. 9 de diciembre en el distrito de Coracora, departamento de Ayacucho, para demoler la losa existente y evitar el daño a la capa subyacente y veredas adyacentes, se requiere de un método de demolición seguro, planificado, preciso, sin ruidos, sin vibraciones, y que evite el uso de maquinarias. ¿Mediante que procedimiento de demolición No Destructivo se podrían demoler losas de concreto sin dañar las estructuras adyacentes y subyacentes?	Implementar metodologías No Destructivas para la demolición de elementos de concreto sin alterar el entorno de la misma.	Implementando metodologías alternativas de demolición como la del cemento o mortero expansivo se podrían demoler estructuras de concreto de forma planificada	V. D: DEMOLICIÓN DE CONCRETO				
			Procedimiento Destructivo	Equipos mecánicos	Razón	Tipo Experimental	
			Procedimiento No Destructivo	Cemento expansivo	Razón	Quasi experimental	
ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	ESPECIFICAS					
En el departamento de Ayacucho, específicamente en el distrito de Coracora, la demolición de losas de concreto se realiza siguiendo procedimientos tradicionales, es decir, mediante la aplicación de perforadoras neumáticas, complementado con equipos mecánicos, con lo cual la demolición resulta un procedimiento destructivo de alto riesgo. ¿Qué alternativas de demolición físico-química se presenta como opciones para la demolición de pavimentos rígidos existentes?	Analizar la composición química de un mortero para la demolición de estructuras de concreto.	Una alternativa de demolición físico-química sería a través de compuestos de óxidos de calcio, hierro y sílice	VARIABLE INDEPENDIENTE 1: PLAZO	Duración	Tiempo	Razón	Quasi experimental
El hecho de aplicar metodologías tradicionales de demolición con alto requerimiento de recursos y la supervisión permanente de los trabajos, deviene en elevados costos de operación de la partida de demolición en los trabajos de construcción y rehabilitación de pavimentos rígidos. ¿De qué manera se podría implementar una metodología de demolición que sea económica, simple, planificada y que no requiera supervisión?	Optimizar costos en la partida de demolición utilizando metodologías innovadoras No Destructivas.	Una metodología económica de demolición simple, fácil de emplear en grandes obras y pequeños proyectos, sin la necesidad de supervisión, reduciría sustancialmente los costos a esta partida.	VARIABLE INDEPENDIENTE 2: PRESUPUESTO	Análisis de Costos Unitarios	Soles	Razón	Método selección muestra: No probabilístico
Las metodologías tradicionales de demolición con equipo mecánico generan impacto ambiental, ruido, polvo, son tóxicos e irritante a la piel del ser humano, con lo cual afecta directamente la salud, las medidas de seguridad y el entorno del proyecto. ¿Qué características debería tener un procedimiento de demolición que respete la salud del ser humano, la seguridad del trabajo, con bajo riesgo y evite en lo posible el impacto ambiental?	Implementar un proceso de demolición que respete la seguridad en el trabajo, mitigue el impacto ambiental mediante un procedimiento controlado.	Un procedimiento de demolición No Destructivo de plazo reducido, y que evite el uso de equipos mecánicos, sería respetuoso del medio ambiente, la salud y seguridad en el procedimiento de trabajo.	VARIABLE INDEPENDIENTE 3: IMPACTO AMBIENTAL	Alteración del Medio Ambiente	Aire	Razón	Método selección muestra: No probabilístico
					Ruido	Razón	
					Vibración	Razón	

ANEXO 2: Marco Metodológico

MARCO METODOLOGICO			
Método selección muestra: No probabilístico			
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA	INSTRUMENTOS	ESTADISTICA
ENFOQUE	POBLACIÓN	TÉCNICA	DESCRIPTIVA
Quantitativo	Conjunto de losas cortas de la Avenida 9 de diciembre	Se empleará la observación directa de los hechos para el recojo de información con una ficha del proceso de demolición del pavimento de concreto usando el cemento expansivo	Análisis descriptivo del SPSS 23 así como gráficas y tablas
TIPO	MUESTRA	INSTRUMENTO	INFERENCIA
Experimental	Losa en estado crítico del pavimento de la Avenida 9 de diciembre	Para recopilar los datos en este proyecto de investigación se considerará un diario de campo y ficha técnicas	De acuerdo a las diferencias encontradas entre los procesos de demolición de concreto
NIVEL	MUESTREO		
Explicativo	No Probabilístico		
DISEÑO			
Cuasi Experimental			
<p>Grupo Observación previa Tratamiento Observaciones posteriores</p> <p>A → ○○○○○○○○○○ → X → ○○○○○○○○○○</p>			

ANEXO 3: Ficha técnica de recolección de datos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA RECOLECCION DE DATOS							
I.- DATOS GENERALES									
PROYECTO:	Alternativas de demolición del concreto en el pavimento dañado de la Av. 9 de diciembre del Distrito de Coracora, 2021								
DIRECCION:	Avenida 9 de diciembre del distrito Coracora Proivindia de Parinocochas								
FECHA:									
II.- CARACTERISTICAS DE LA PERFORACION DEMOLICION NO DESTRUCCTIVA									
CODIGO PERFORACION N°		ALTURA MAX: m le la cara perforar:		m 2	LARGO: m ANCHO: m				
Principales	Item	Descripción	UND	Medida					
	1	Ø de barreno	cm						
	2	H de barreno	cm						
	3	Desplazamiento + barreno	cm						
Secundarias	Item	Descripcion	Und.	Medida					
	1		Kg						
	2		Lts						
	3		°C						
4		°C							
III. ESQUEMA DE PERFORACION NO DESTRUCTIVO									
Por conveniencia	Tipos	Cantidad de perforacion	Volumen del concreto	Tipo de cemento					
	Cuadrado								
	Rectangular								
	Tres bolillo								
IV. PROCEDIMIENTO DESTRUCCTIVO Y NO DESTRUCTIVO									
DESTRUCTIVO	TIPOS	ALTERACION DEL MEDIO AMBIENTE			NO DESTRUCTIVO	TIPOS	ALTERACION DEL MEDIO AMBIENTE		
		AIRE	RUIDO	VIBRACION			AIRE	RUIDO	VIBRACION
	Cuadrado					Cuadrado			
	Rectangular					Rectangular			
Tres bolillo				Tres bolillo					
DATOS DEL RESPONSABLE									
NOMBRE:									
DNI:									
					FIRMA DEL RESPONSABLE				

ANEXO 4: Ficha técnica del Cemento Expansivo (BUSTER)



BUSTER®

AGENTE EXPANSIVO NO EXPLOSIVO PARA DEMOLICIÓN DE ROCAS Y CONCRETO

Descripción

BUSTER es un producto en polvo color gris que mezclado con agua provoca una alta tensión expansiva suficiente para demoler roca o concreto. BUSTER provoca por reacción química de alto poder, una enorme tensión expansiva, superior a las 7000 t/m² (70 MPa), cuando generalmente son suficientes de 1500 a 3000 t/m² (15 – 30 MPa) para demoler todo tipo de roca y concreto.

Aplicaciones principales

- Demolición de estructuras
- Túneles.
- Demolición de rocas
- Obras portuarias, eléctricas, gas, petróleo, etc.
- Extracción de grandes bloques en canteras.
- Trabajos de cimentación.
- Minería
- Demolición de edificaciones, pozos, canales, etc.

Beneficios

- Rotura segura, precisa y sin vibración
- Sin explosión, sin ruido de martilleo
- Sin gases, sin chispas
- Excelente para proyectos donde no se puede utilizar explosivos.
- Ideal para zonas de difícil acceso o con riesgo inflamable
- Sin problemas de accesibilidad
- Sin contaminación ni atentados ecológicos
- Demoliciones submarinas, no afecta el ecosistema.
- No paraliza ningún trabajo en la obra

Información técnica

Tipo	Diámetro de perforación	Temperatura del agua para la mezcla
BUSTER - TPO I (25°C - 40°C)	min 52 mm	no sobrepase los 20°C
BUSTER - TPO II (10°C - 25°C)	min 52 mm	no sobrepase los 20°C

QSI Perú S.A.
Telf.: +51-1 710 4000

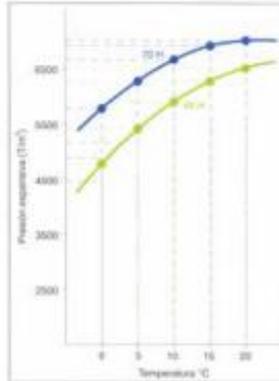
contacto@qsi.pe

Hoja Técnica / JM
Versión 01-QSI
Octubre 2019

PRODUCTOS ESPECIALES

BUSTER®

AGENTE EXPANSIVO NO EXPLOSIVO PARA DEMOLICIÓN DE ROCAS Y CONCRETO



Gráfica referencial de ganancia de carga para las presentaciones de Buster Azul y Buster verde

○○○ Instrucciones de uso

DEMOLICIÓN CARA LIBRE O FRENTE.

Cara libre: Para que se produzca la rotura ha de haber siempre una cara libre.



Fig. 1

Al igual que en los explosivos convencionales, para que la fuerza expansiva de BUSTER produzca la rotura es imprescindible disponer de al menos una CARA LIBRE, además de aquella en la que practiquemos los barrenos (Fig.1).

Podemos disponer, por la configuración natural del terreno, de "cara libre" o salida (Fig. 2).



Fig.2



Fig. 3

De no existir una cara libre, la prepararemos como se refleja en la Fig. 3, practicando un retiro previo (A) con maquinaria convencional.

BUSTER®

AGENTE EXPANSIVO NO EXPLOSIVO PARA DEMOLICIÓN DE ROCAS Y CONCRETO

Cuando no se dispone de una cara libre o salida tenemos las siguientes soluciones:



Barrenando en ángulo (Fig. 4) conseguimos una cara libre a partir de la cual continuamos con una demolición ordinaria pues ya disponemos de salida o cara libre.

Se deberán de efectuar las perforaciones teniendo en consideración lo siguiente:

- Profundidad mínima = 0.6 m
- Profundidad máxima = 10 m
- Distancia entre agujeros: Multiplicar por 10 el diámetro del barreno.
- Profundidad: Siempre superior al desplazamiento, con un mínimo de 30 cm.
- Las referencias anteriores le servirán de orientación, pero en cualquier caso, le recomendamos efectuar una prueba previa con pocos agujeros.

PREPARACIÓN DEL PRODUCTO Y COLOCACIÓN

- Utilizar un taladro con mezclador de aspas de alto torque y bajas revoluciones a fin de evitar la inclusión de aire en la mezcla.
- La mezcla de los productos debe ser menor a los 17 °C.
- Las perforaciones deben estar preferiblemente secas.



Mezclar **BUSTER** con agua limpia y con un agitador hasta lograr completa homogeneidad. La masa debe ser uniforme y sin grumos.



Verter el producto en el interior de los orificios. Esta operación debe realizarse dentro de los 15 min siguientes al mezclado.

BUSTER[®]

AGENTE EXPANSIVO NO EXPLOSIVO PARA DEMOLICIÓN DE ROCAS Y CONCRETO

000 Dosificación

Para una bolsa de 25 Kg. de BUSTER utilizar un máximo de 7.5 litros de agua (30%) y un mínimo de 6.5 litros de agua (26%).

000 Rendimiento

El consumo depende de la demolición a efectuar partiendo de un promedio de 8 a 12 Kg de BUSTER por m³ a demoler.



ROTURA L-1 = 0,5
LONGITUDINAL



ROTURA L-1 = 0,5
TRANSVERSAL



ROTURA L-1 = 0,5
EN CUADRÍCULA



ROTURA L-1 = 0,5
EN TRESBOLILLO

000 Presentación

BUSTER se ofrece en bolsas de 25 kg.

000 Precauciones / Restricciones

- El éxito de las demoliciones depende de las perforaciones realizadas, la planeación y localización de las mismas.
- El agua debe ser potable, limpia y fresca. La masa debe ser fluida sin grumos.
- La carga debe hacerse inmediatamente después de conseguir la mezcla homogénea (el tiempo máximo de espera de la masa sin aplicar es de 15 minutos). La masa sobrante no se recupera y no se debe almacenar.
- Tenga en cuenta que la fragmentación se producirá entre las 12 y las 24 h de la carga. BUSTER seguirá su acción progresiva durante 4 días en verano y 8 días en invierno, llegando hasta una presión de más de 7000 t/ m² (70 MPa). La máxima potencia se alcanzará el 4º día.
- En verano conviene aplicar el BUSTER a primera y última hora del día.
- Es importante que no acerque la cara a los taladros, una vez efectuada la carga, por la posibilidad (remota) de que se produzca un sifón con salida súbita de BUSTER por la boca del taladro.

000 Manejo y Almacenamiento

BUSTER debe almacenarse en su envase original herméticamente cerrado, en un lugar seco y bajo techo, protegido de la humedad.
Vida útil de almacenamiento: 60 meses.

ANEXO 5: Panel Fotográfico



Tramo 1 de la Avenida 9 de diciembre.



Tramo 2 de la Avenida 9 de diciembre



Tramo 3 de la Avenida 9 de diciembre.



Tramo 4 de la Avenida 9 de diciembre.



Tramo 5 de la Avenida 9 de diciembre.



Tramo 6 de la Avenida 9 de diciembre.



Tramo 7 de la Avenida 9 de diciembre.



Tramo 8 de la Avenida 9 de diciembre.



Tramo 9 de la Avenida 9 de diciembre.

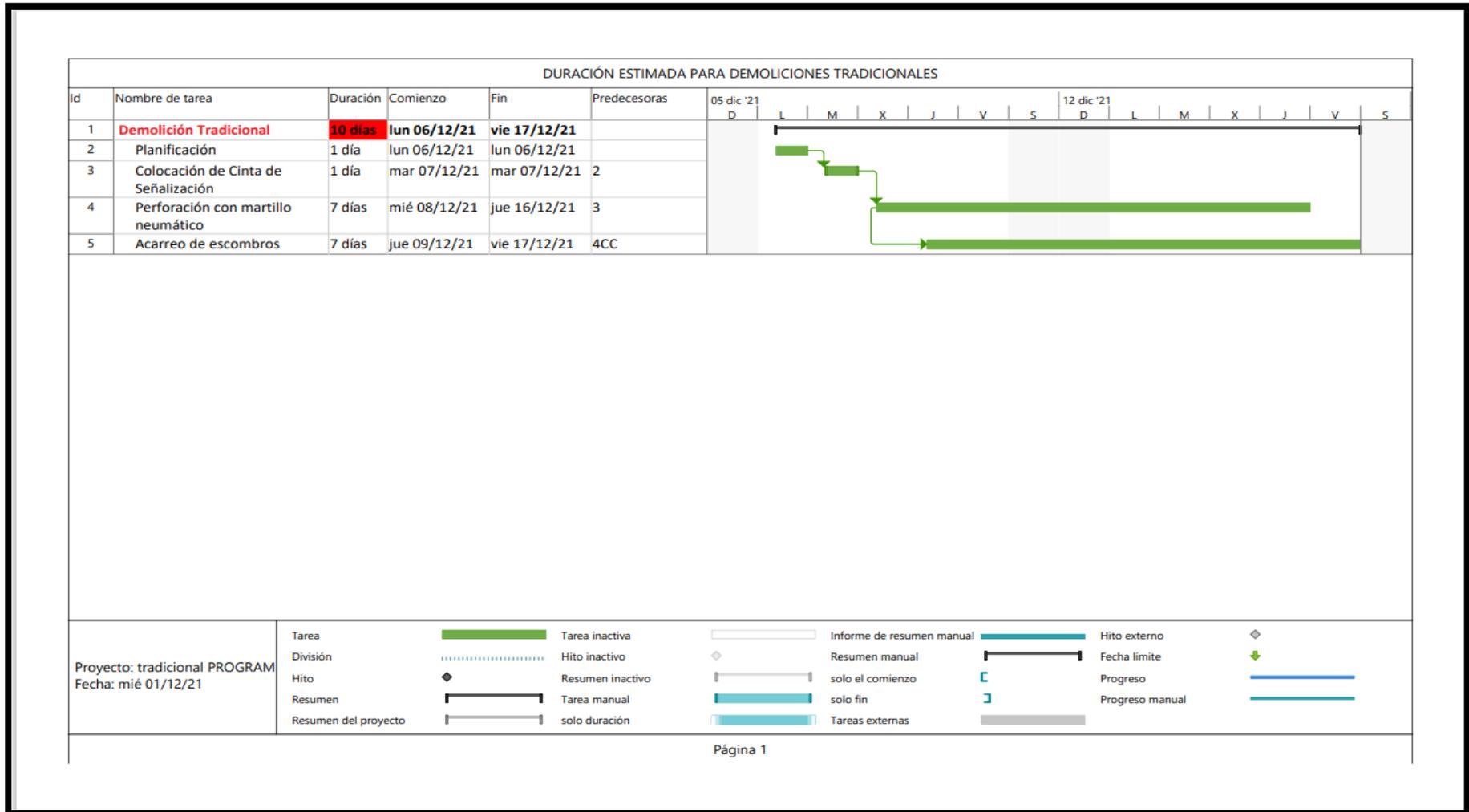


Tramo 10 de la Avenida 9 de diciembre.



Tramo 11 de la Avenida 9 de diciembre.

ANEXO 6: DIAGRAMA DE GANTT PARA DEMOLICIONES TRADICIONALES



ANEXO 7: DIAGRAMA DE GANTT PARA DEMOLICIONES CON CEMENTO EXPANSIVO

