

Understanding What Can Cause Problems with Concrete and Shotcrete—Part 1

By Raul Bracamontes

This is Part One of a two-part series on potential causes of problems in concrete and shotcrete. Part One includes an introduction, then leads into an investigation into problems due to insufficient design or project specifications, and then issues with the planning process. Part Two will be published in a subsequent issue and discuss problems related to production, including the type and quantities of materials chosen, problems during the placement process, and issues from commissioning and maintenance of the completed structure.

Shotcrete is defined in ACI Concrete Terminology (ACI CT-18) as “concrete placed by a high-velocity pneumatic projection from a nozzle.” Thus, shotcrete is simply a placement method for concrete. We need to take care of shotcreted concrete as we do with the traditional form-and-pour concrete.

INTRODUCTION

Damage or deterioration of concrete can have many causes. To address a concrete problem, we must first know its root cause. We thus need to determine:

- The exposure conditions;
- The deterioration process;
- The symptoms;
- The history of the placement; and
- Its current state.

This set of aspects is what is sometimes known as concrete forensics or concrete pathology. The pathology of concrete can be defined as the systematic study of the processes and characteristics of the damage that concrete can suffer, its causes, consequences, and when understood can lead to potential solutions. Concrete structures may suffer defects or damages that alter concrete's internal structure and behavior. Some problems may result from the concrete preparation or placement. Others may occur during some stage of its service life, and others may be the result of accidents, such as a fire or crash.

SYMPTOMS

Problems with shotcrete placements often present visual clues at the surface of the concrete (although some exceptions can happen) that allow one to deduce the nature, origin, and mechanisms of the problem, and estimate their probable consequences. The most common symptoms of problems in concrete are cracks, efflorescence, deformations, stains, corrosion of reinforcing steel, surface voids, delaminations, voids behind the reinforcement, lack of cover, surface erosion, and poor quality due to trapped rebound or overspray.

Mechanism of Deterioration or Damage

Every problem has a process that causes the damage and can change over time. The process may affect the environmental or exposure conditions or the physical properties of the materials. Except for cases of extreme loading, the deterioration mechanisms are usually gradual, cumulative, and in some cases irreversible.

Origin or Cause of Problems

The origin or cause of problems with concrete may be due to issues with the design, the construction process, or the completed structure. For identification of the causes it is necessary to carry out an exhaustive investigation by means of a root-cause analysis of problem areas to determine the factors that could cause it.

The causes of concrete problems can be included in five categories:

- Problems related to an insufficient design or project;
- Problems related to the planning process;
- Problems related to type and quantities of materials chosen;
- Problems related to the placement process; and
- Problems related to the operation or useful life and maintenance.

Pathological problems usually occur when the structure is in use. Proper diagnosis can indicate at what stage the problem arose. If the problem originated in the project phase, the responsibility falls on the designer. When the root

Entendiendo lo que puede causar problemas con concreto y concreto lanzado – Parte 1

Por Raul Bracamontes

Esta es la primera parte en una serie de dos partes sobre posibles causas de problemas en concreto y concreto lanzado. La primera parte incluye una introducción, después conduce a una investigación de problemas debidos a diseños o especificaciones insuficientes del proyecto y luego problemas con el proceso de planificación. La segunda parte se publicará en una edición posterior y discutirá los problemas relacionados con la producción, incluidos el tipo y la cantidad de materiales elegidos, los problemas durante el proceso de colocación y asuntos desde la comisión hasta el mantenimiento de la estructura terminada.

El concreto lanzado se define en la Terminología de Concreto ACI (ACI CT-18) como “concreto colocado por una proyección neumática de alta velocidad desde una boquilla”. Por lo tanto, el concreto lanzado es simplemente un método de colocación para concreto. Tenemos que cuidar del concreto lanzado tal y como lo hacemos con el concreto tradicional de encofrado y vertido.

INTRODUCCIÓN

El daño o el deterioro del concreto pueden tener muchas causas. Para abordar un problema con el concreto, primero debemos conocer su causa principal. Por lo tanto, tenemos que determinar:

- Las condiciones de exposición;
- El proceso de deterioro;
- Los síntomas;
- La historia de la colocación; y
- Su estado actual.

Este conjunto de aspectos es lo que a veces se conoce como concreto forense o patología de concreto. La patología del concreto se puede definir como el estudio sistemático de los procesos y características del daño que el concreto puede sufrir, sus causas, consecuencias y cuando entendido puede conducir a soluciones potenciales. Las estructuras de concreto pueden sufrir defectos o daños que alteran la estructura interna y el comportamiento del concreto. Algunos problemas pueden resultar de la preparación o colocación del concreto. Otros pueden ocurrir durante alguna etapa de su vida útil y otros pueden ser el resultado de accidentes, como un incendio o un choque.

SÍNTOMAS

Los problemas con la colocación de concreto lanzado a menudo presentan pistas visuales en la superficie del concreto (aunque algunas excepciones pueden ocurrir) que permiten deducir la naturaleza, el origen y los mecanismos del problema y estimar sus consecuencias probables. Los síntomas más comunes de problemas en el concreto son grietas, eflorescencia, deformaciones, manchas, corrosión del acero de refuerzo, vacíos superficiales, delaminaciones, vacíos detrás del refuerzo, falta de cobertura, erosión superficial y mala calidad debido al rebote atrapado o pulverización excesiva.

Mecanismo de deterioro o daño

Cada problema tiene un proceso que causa el daño y puede cambiar con el tiempo. El proceso puede afectar a las condiciones ambientales o de exposición o a las propiedades físicas de los materiales. A excepción de los casos de carga extrema, los mecanismos de deterioro suelen ser graduales, acumulativos y, en algunos casos, irreversibles.

Origen o causa de los problemas

El origen o la causa de los problemas con el concreto puede ser debido a problemas de diseño, el proceso de construcción o la estructura completada. Para la identificación de las causas es necesario llevar a cabo una investigación exhaustiva, mediante un análisis de causa raíz de las áreas problemáticas para determinar los factores que podrían causarlas.

Las causas de los problemas del concreto pueden incluirse en cinco categorías:

- Problemas relacionados con un diseño o proyecto insuficiente;
- Problemas relacionados con el proceso de planificación;
- Problemas relacionados con el tipo y la cantidad de materiales elegidos;
- Problemas relacionados con el proceso de colocación; y
- Problemas relacionados con la operación o vida útil y mantenimiento.

Los problemas patológicos usualmente ocurren cuando la estructura está en uso. El diagnóstico adecuado puede indicar en cual etapa surgió el problema. Si el problema se originó en la fase de proyecto, la responsabilidad recae en

cause is in the quality of the materials, the manufacturer of the concrete or concrete materials will be responsible. If the problems originated in the placement, the contractor may be at fault for not following the guidelines of a constructive process of quality. Problems that arise when the structure is in service will be the responsibility of operation and maintenance.

In this timeline of the pathological process, we can distinguish three well-defined parts: the origin, the evolution, and the result. For the study of the pathological process, it is convenient to go through this sequence in an inverse manner. Start by observing the result of the problem, then study the symptom to follow the evolution back to its origin—the cause.

Evaluation of Concrete Deterioration

Various factors cause concrete damage. A large portion of the defects result from the use of poor-quality materials, poor placement, exposure to harsh environments during the concrete's service life (for example, freezing-and-thawing cycles, proximity to seawater, and chemical exposure), or the poor choice of components (for example, the type of cement) for a specific purpose.

Before starting to repair damaged concrete, the cause of the damage should be identified. Sometimes the cause is obvious; other times it is necessary to more fully investigate the source of the damage. Damage can be divided into two large groups:

- Direct damages: Caused by exposure or loading, such as stress cracking, earthquake, shock, chemical attack, and freezing; and
- Indirect damages: Caused by design errors, choice of materials or construction methods, inadequate thickness, and lack of reinforcing steel.



Fig. 1: Damaged concrete

An accurate diagnosis may require field and laboratory tests as well as the collaboration of specialists. The diagnosis must be focused on finding the true cause of the problem. A problem should not be resolved until the cause is addressed. When only the damage is corrected—without solving the cause—the failure is likely to reoccur.

The essential stages of any diagnostic method can include: observation (visual examination), sampling or testing (nondestructive tests, core extraction, laboratory tests), and diagnosis. Observation involves making an initial survey to identify the main characteristics of the damaged area and detect symptoms of injury or damage. The result of the diagnosis will determine if it is necessary to repair, reinforce, or replace it.

The visual examination includes looking for surface defects in the concrete, such as excessive deformations, appearance changes, and cracks. Sampling or testing in this stage includes obtaining the information necessary to further identify the potential cause. This may be nondestructive or destructive testing as required. Diagnosis is the last stage of the process, where the information collected is analyzed and conclusions are drawn. The result of the diagnosis will determine if it is necessary to repair, reinforce, or replace the structure.

PROBLEMS RELATED TO AN INSUFFICIENT DESIGN OR PROJECT

In some applications, the concrete structure may fail because the engineering design is inadequate to support the load conditions in its service life. This may mean the concrete section does not have adequate thickness, reinforcement, or concrete strength. Once the element is in service it will eventually exhibit problems. In underground projects, one of the causes of insufficient design is it is often difficult to accurately determine the soil load acting on the concrete structure. This can result from hydrostatic pressure from underground water, varying types of soil or rock, superimposed stresses, excavation processes, and damage from blasting.

In underground construction, the shotcrete support is designed to act as an arch taking advantage of the relatively high compressive strength provided by concrete. Proper design and placement of the arch allows a good transfer of the loads on the roof and the walls to the floor. But if the concrete arch does not have adequate thickness and reinforcement it can fail. The design of the shotcrete placement will depend on the type of application (temporary or permanent), the life expectancy, and the service conditions.

Figures 2 through 5 show examples of concrete failures because of its design.

el diseñador. Cuando la causa principal está en la calidad de los materiales, el fabricante del concreto o de los materiales de concreto será responsable. Si los problemas se originaron en la colocación, el contratista puede ser culpable por no seguir las pautas de un proceso constructivo de calidad. Los problemas que surgen cuando la estructura está en servicio serán responsabilidad de operación y mantenimiento.

En esta cronología del proceso patológico, podemos distinguir tres partes bien definidas: el origen, la evolución y el resultado. Para el estudio del proceso patológico, es conveniente pasar por esta secuencia de manera inversa. Comience por observar el resultado del problema, luego estudie el síntoma para seguir la evolución hasta su origen, la causa.

Evaluación del deterioro del concreto

Varios factores causan daños en el concreto. Una gran parte de los defectos resultan del uso de materiales de mala calidad, la mala colocación, la exposición a entornos adversos durante la vida útil del concreto (por ejemplo, ciclos de congelación y descongelación, proximidad al agua de mar y exposición química) o la mala elección de componentes (por ejemplo el tipo de cemento) para un propósito específico.

Antes de comenzar a reparar el concreto dañado, la causa del daño debe ser identificada. A veces la causa es obvia; otras veces es necesario investigar la fuente del daño más a fondo. El daño se puede dividir en dos grupos grandes:

- Daños directos: Causados por exposición o carga, como agrietamiento por esfuerzo, terremoto, choque, ataque químico y congelación; y
- Daños indirectos: Causados por errores de diseño, elección de materiales o métodos de construcción, espesor inadecuado y falta de acero de refuerzo.



Fig. 1: Concreto dañado

Un diagnóstico preciso puede requerir pruebas de campo y de laboratorio, así como la colaboración de especialistas. El diagnóstico debe centrarse en encontrar la verdadera causa del problema. Un problema no debe resolverse hasta que se resuelva la causa. Cuando sólo se corrige el daño, sin resolver la causa, es probable que el fallo vuelva a ocurrir.

Las etapas esenciales de cualquier método de diagnóstico pueden incluir: observación (examen visual), muestreo o pruebas (pruebas no destructivas, extracción de núcleos, pruebas de laboratorio) y diagnóstico. La observación implica realizar una encuesta inicial para identificar las características principales del área dañada y detectar síntomas de lesión o daño. El resultado del diagnóstico determinará si es necesario repararla, reforzarla o reemplazarla.

El examen visual incluye la búsqueda de defectos superficiales en el concreto, tales como deformaciones excesivas, cambios de apariencia y grietas. El muestreo o pruebas en esta etapa incluyen la obtención de información necesaria para identificar mejor la causa potencial. Esto puede ser un ensayo no destructivo o destructivo según sea requerido. El diagnóstico es la última etapa del proceso, donde se analiza la información recogida y se extraen conclusiones. El resultado del diagnóstico determinará si es necesario reparar, reforzar o reemplazar la estructura.

PROBLEMAS RELACIONADOS CON UN DISEÑO O PROYECTO INSUFICIENTE

En algunas aplicaciones, la estructura de concreto puede fallar porque el diseño de ingeniería es inadecuado para soportar las condiciones de carga en su vida útil. Esto puede significar que la sección de concreto no tiene espesor, refuerzo o resistencia de concreto adecuados. Una vez que el elemento está en servicio, eventualmente exhibirá problemas. En los proyectos subterráneos, una de las causas de diseño insuficiente es que a menudo es difícil determinar con precisión la carga del suelo que actúa sobre la estructura de concreto. Esto puede resultar por presión hidrostática procedente de agua subterránea, diferentes tipos de suelo o roca, esfuerzos sobrepuestos, procesos de excavación y daños causados por voladura.

En la construcción subterránea, el soporte de concreto lanzado está diseñado para actuar como un arco aprovechando la resistencia relativamente alta a la compresión proporcionada por el concreto. El diseño y la colocación adecuados del arco permite una buena transferencia de las cargas en el techo y los muros al piso. Pero si el arco de concreto no tiene el espesor y el refuerzo adecuados, puede fallar. El diseño de la colocación de concreto lanzado dependerá del tipo de aplicación (temporal o permanente), la expectativa de vida y las condiciones de servicio.

Las figuras 2 a 5 muestran ejemplos de fallas de concreto debido a su diseño.



Fig. 2: Very-thin shotcrete



Fig. 4: Very-thin shotcrete caused a mine collapse

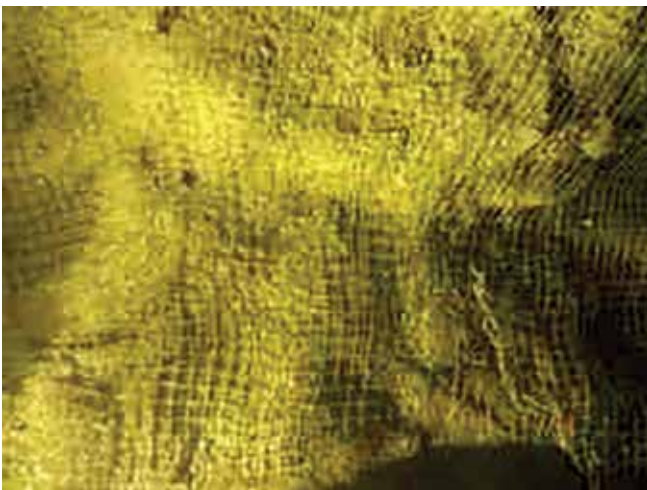


Fig. 3: Very-thin shotcrete with all the mesh exposed



Fig. 5: Pillar collapse due to the lack of reinforcing steel

PROBLEMS CAUSED BY THE PLANNING PROCESS

Planning is a primary part of any project. It helps to identify the steps that will be carried out in the construction, including the methods, the strategies, and the resources. In the planning process, all necessary information must be gathered to plan the project effectively and make the appropriate decisions.

Shotcrete Placement Planning

The planning process is a way to use strategies and identify resources to meet objectives during the construction. Here are some factors that must be considered planning for shotcrete placement:

- Concrete delivery rate, yd³/h (m³/h);
- Placing equipment rate, yd³/h (m³/h);
- Placing crew production, yd²/h (m²/h);
- Finishing crew production, ft²/h (m²/h);

- Crew qualifications;
- Mixture design;
- Forms (type and design);
- Compressors (air pressure, flow rate, quantity);
- Length of shotcrete pumping (vertical, horizontal);
- Availability of equipment or staffing in case of a breakdown or shortage;
- Steps to install an emergency construction joint;
- Cold or hot weather concreting;
- Jobsite conditions and access;
- Surface preparation;
- Additional equipment (cranes, scaffolds, heaters);
- Construction schedule;
- Concrete setting time;
- Construction sequence and process;
- Power, light, water, resources;
- Waste management (rebound, waste concrete);



Fig. 2: Concreto lanzado muy delgado



Fig. 4: Concreto lanzado muy delgado causó un colapso de la mina

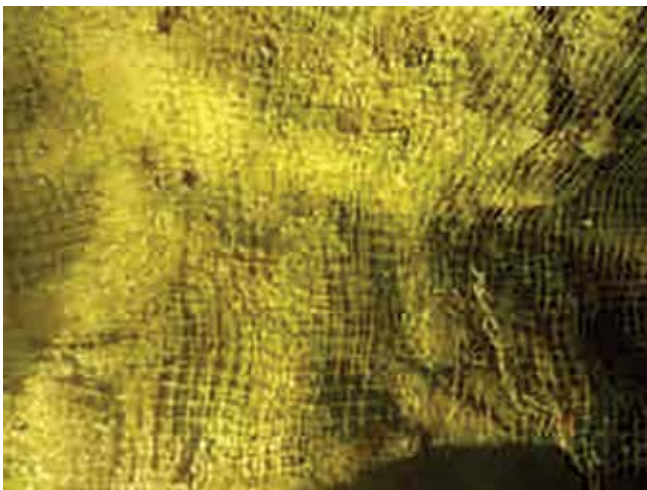


Fig. 3: Concreto lanzado muy delgado con toda la malla expuesta



Fig. 5: Derrumbe del pilar debido a la falta de acero de refuerzo

PROBLEMAS CAUSADOS POR EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN

La planificación es una parte principal de cualquier proyecto. Ayuda a identificar los pasos que se llevarán a cabo en la construcción, incluyendo los métodos, las estrategias y los recursos. En el proceso de planificación, se debe reunir toda la información necesaria para planificar el proyecto de manera efectiva y tomar las decisiones apropiadas.

Planificación de la colocación del concreto lanzado

El proceso de planificación es una forma de utilizar estrategias e identificar recursos para cumplir los objetivos durante la construcción. Aquí hay algunos factores que deben ser considerados al planificar para la colocación de concreto lanzado:

- Tasa de entrega del concreto, yd^3/h (m^3/h);
- Tasa del equipo de colocación, yd^3/h (m^3/h);
- Producción de la cuadrilla de colocación, yd^2/h (m^2/h);
- Producción de la cuadrilla de acabado, pie^2/h (m^2/h);

- Calificación de la cuadrilla;
- Diseño de la mezcla;
- Encofrados (tipo y diseño);
- Compresores (presión de aire, caudal, cantidad);
- Longitud del bombeo de concreto lanzado (vertical, horizontal);
- Disponibilidad de equipamiento o personal en caso de avería o escasez;
- Pasos para instalar una junta de construcción de emergencia;
- Colocación de concreto en clima fría o calido;
- Condiciones de trabajo y acceso del lugar;
- Preparación de la superficie;
- Equipamiento adicional (grúas, andamios, calentadores);
- Horario de la construcción;
- Tiempo de fraguado del concreto;
- Secuencia y proceso de construcción;
- Energía eléctrica, luz, agua, recursos;
- Gestión de desechos (rebote, concreto residual);

CONTRACTOR'S CORNER

- Acceptance of the concrete;
- Corrective actions if the concrete is not accepted;
- Tolerances;
- Acceptance of concrete finish;
- Jobsite safety; and
- Type of curing.

ESTABLISHING AN ACTION PLAN

Based on the goal, “proper shotcrete placement,” the action plan answers five questions: What, When, How, Where, and Who. An action plan consists of action steps or changes to be implemented in your job—the logistics of how the job is going to be done. It also lists resources and potential barriers to achieve good-quality shotcrete. Most defects and problems that occur in shotcrete are due to poor placement (lack of air, distance, nozzle position, velocity) or material deficiencies. The in-place concrete properties are highly dependent on the skill and actions of the nozzleman. Satisfactory shotcrete placement requires full compaction—free of overspray and rebound—and proper encasement of reinforcement.

The Pennsylvania State University suggests there are Seven Steps of Successful Action Planning. We can apply this process to shotcrete placement.

Step 1: Define the Problem(s)

How you can get proper placement of shotcrete? Evaluate the situation—the formwork, substrate, environmental conditions, and concrete supply. Have all possibilities been considered? During this stage, try to explore all possible difficulties in placement. Ask all involved or interested individuals for their input in identifying the potential problems. Is there just one problem or are there more?

Step 2: Collect and Analyze the Data

Now that we have identified the potential problem(s), collect and analyze the system to develop appropriate processes and solutions. We analyze the situations by asking questions: What, When, How, Where, and Who?

Step 3: Clarify and Prioritize the Problem(s):

If there is more than one problem, you should prioritize the problems to focus on the most important problems first. Ask the following questions to help you sort the problems with the higher-priority issues to the top of the list.

- Which problem could result in negative consequences on the project?
- Are any of the problems putting the operation in danger of being in noncompliance with regulations?

- Which problems have the greatest impact on the long-term economic stability of the operation?
- Which problems have short-term impact on the stability of the operation?

Step 4: Write a Goal Statement for Each Solution

The next step in the process is setting S.M.A.R.T. goals. These are goals that are Specific, Measurable, Achievable, Relevant, and Timely. The team needs to go through the problem areas and evaluate them for each from their S.M.A.R.T. characteristics. When all the goals are S.M.A.R.T. goals, you are ready to move on to monitoring progress. Otherwise, work with the team to make the necessary adjustments to make the goals:

- S – Specific: Specific goals are clear and focused, not broad, ambiguous, or general. Specific goals provide specific information on the behaviors that are associated with the goal. These goals indicate who will do what, when, and how;
- M – Measurable: Measurable goals provide a measurable indicator of success so that it becomes easy to monitor progress and determine when success has been attained. Measurements of success may be quantified with numbers or a simple yes or no determination;
- A – Achievable: Achievable goals are realistic and well within the abilities, responsibilities, and resources of the management and staff. This does not mean that goals must be easy to achieve. Every effort should be made to reach a higher level of performance. Sometimes “stretch” goals can encourage someone to step out of their comfort zone and tackle tasks in a new, challenging, yet achievable way that results in overall improvement for the operation;
- R – Relevant: A relevant goal is appropriate to a person who will be attempting to achieve it and to the overall goals and objectives of the project; and
- T – Timely: The attainment of a goal should not be open-ended but set for a specific time. When possible, set a specific date for accomplishing the goal. When a goal has a deadline, it provides a measurable point and speeds progress toward critical goals. Employees will generally put more emphasis on goals that have specific deadlines than for those which have no time measurement.

Step 5: Implement Solutions—Write the Action Plan

Step five is to write an action plan that addresses the problems. An action plan is written so that any employee can

| RINCÓN DEL CONTRATISTA

- Aceptación del concreto;
- Acciones correctivas si no se acepta el concreto;
- Tolerancias;
- Aceptación del acabado del concreto;
- Seguridad en el lugar de trabajo; y
- Tipo de curado.

ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE ACCIÓN

Basado en el objetivo, “colocación adecuada del concreto lanzado,” el plan de acción responde a cinco preguntas: Qué, cuándo, cómo, dónde y quién. Un plan de acción consiste de pasos de acción o cambios a implementarse en su trabajo: la logística de cómo se va a realizar el trabajo. También enumera los recursos y las barreras posibles para lograr concreto lanzado de buena calidad. La mayoría de los defectos y problemas que ocurren con el concreto lanzado se deben a una mala colocación (falta de aire, distancia, posición de la boquilla, velocidad) o deficiencias materiales. Las propiedades del concreto en el lugar dependen en gran medida de la habilidad y las acciones del lanzador. La colocación satisfactoria de concreto lanzado requiere una compactación completa, libre de exceso de rocío y rebote, y una envoltura adecuada del refuerzo.

La Pennsylvania State University sugiere que hay siete pasos de una planificación de acción exitosa. Podemos aplicar este proceso a la colocación del concreto lanzado.

Primer paso: Definir el (los) problema(s)

¿Cómo se puede obtener la colocación adecuada del concreto lanzado? Evaluar la situación: el encofrado, el sustrato, las condiciones ambientales y el suministro de concreto. ¿Se han considerado todas las posibilidades? Durante esta etapa, trate de explorar todas las dificultades posibles en la colocación. Pida a todas las personas involucradas o interesadas por su contribución para identificar los problemas potenciales. ¿Hay solo un problema o hay más?

Segundo paso: Recopilar y analizar los datos

Ahora que hemos identificado el (los) problema (s) potencial (es), recorreremos y analizamos el sistema para desarrollar procesos y soluciones adecuados. Analizamos las situaciones haciendo preguntas: ¿Qué, cuándo, cómo, dónde y quién?

Tercer paso: Aclarar y priorizar el (los) problema(s):

Si hay más de un problema, debe priorizar los problemas para centrarse primero en los problemas más importantes. Haga las siguientes preguntas para ayudarle a clasificar los problemas con los problemas de mayor prioridad en el tope de la lista.

- ¿Cual problema podría tener una consecuencia negativa para el proyecto?
- ¿Hay algún problema que pone a la operación en peligro de incumplimiento de las normas?

- ¿Qué problemas tienen mayor impacto en la estabilidad económica a largo plazo de la operación?
- ¿Qué problemas tienen impacto a corto plazo en la estabilidad de la operación?

Cuarto paso: Escriba una declaración de objetivos para cada solución

El siguiente paso en el proceso es establecer objetivos S.M.A.R.T. (por sus siglas ingles). Estos son objetivos específicos, medibles, alcanzables, relevantes y oportunos. El equipo necesita recorrer las áreas problemáticas y evaluarlas para cada una de ellas a partir de sus características S.M.A.R.T. Cuando todos los objetivos son objetivos de S.M.A.R.T., usted está listo para seguir a monitorear el progreso. De lo contrario, trabaje con el equipo para hacer los ajustes necesarios para hacer los objetivos:

- S — Específicos: Los objetivos específicos son claros y centrados, no amplios, ambiguos o generales. Los objetivos específicos proporcionan información específica sobre los comportamientos que están asociados con el objetivo. Estos objetivos indican quién hará qué, cuándo y cómo;
- M — Medibles: Los objetivos medibles proporcionan un indicador de éxito mensurable, de modo que resulte fácil supervisar el progreso y determinar cuándo se ha logrado el éxito. Las mediciones de éxito pueden cuantificarse con números o con una simple determinación de sí o no;
- A — Alcanzables: Los objetivos alcanzables son realistas y están dentro de las capacidades, responsabilidades y recursos de la administración y el personal. Esto no significa que los objetivos deban ser fáciles de alcanzar. Se debe hacer todo lo posible para alcanzar un nivel más alto de desempeño. A veces, los objetivos “extendidos” pueden animar a alguien a salirse de su zona de confort y hacerle frente a tareas de una manera nueva, desafiante y alcanzable que resulta en una mejora general de la operación;
- R — Relevantes: Un objetivo relevante es apropiado para una persona quien intentara alcanzarlo y para las metas y objetivos generales del proyecto; y
- T — Oportunos: El logro de un objetivo no debe ser de carácter indefinido, sino que debe fijarse a un tiempo específico. Cuando sea posible, establezca una fecha específica para alcanzar el objetivo. Cuando un objetivo tiene una fecha límite, proporciona un punto mensurable y acelera el progreso hacia objetivos críticos. Por lo general, los empleados pondrán más énfasis en los objetivos que tienen plazos específicos que a aquellos que no tienen fechas de plazo.

Quinto paso: Implementar soluciones: escriba el plan de acción

El quinto paso es escribir un plan de acción que aborde los problemas. Se escribe un plan de acción para que cualquier

do the task alone successfully and is followed much like a recipe. It converts the goal or plan into a process.

Step 6: Monitor and Evaluate

Our next step in the problem-solving process is to design a method for monitoring the outcome. The method we select should assess whether the goal and action plan correct the problem. In addition, a well-designed monitoring method will help the team to determine when the action plan needs to be improved.

Step 7: Restart with a New Problem or Refine the Old Problem

The problem-solving steps are cyclical. If the first cycle is successful, the process starts over with a new problem. If the same problem persists, there must be refinement, so the process starts over with refinement of the original problem as more current data is analyzed.

CONCLUSIONS

The lack of good planning can create problems that affect the final quality of the shotcrete placement. Planning is critical before placing the shotcrete to ensure you have enough resources, personnel, and material to accomplish the work productively and safely.



Raúl Armando Bracamontes Jiménez, Ing., graduated from ITESO University (Instituto de Estudios Superiores de Occidente) in 1994 with a degree in civil engineering and has been working in the concrete industry ever since. Currently the owner of ADRA Ingeniería S.A. de C.V. since 2005, he is fluent in Spanish and English with

multiple publications and courses given on shotcrete on his résumé. He is an ACI Certified Wet-Mix Nozzleman and Approved Examiner. Bracamontes is a member of Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), Colegio de Ingenieros Civiles de León (CICL), and the American Shotcrete Association.

empleado pueda hacer la tarea por sí solo con éxito y se siga como una receta. Convierte el objetivo o plan en un proceso.

Sexto paso: Supervisar y evaluar

Nuestro siguiente paso en el proceso de resolución de problemas es diseñar un método para monitorear el resultado. El método que seleccionamos debe evaluar si el objetivo y el plan de acción corrigen el problema. Además, un método de supervisión bien diseñado ayudará al equipo a determinar cuándo es necesario mejorar el plan de acción.

Séptimo paso: Reinicie con un problema nuevo o refine el problema antiguo

Los pasos para resolver problemas son cíclicos. Si el primer ciclo tiene éxito, el proceso comienza de nuevo con un nuevo problema. Si el mismo problema persiste, debe haber refinamiento, por lo que el proceso comienza de nuevo con el refinamiento del problema original a medida que se analizan los datos más actuales.

CONCLUSIONES

La falta de una buena planificación puede crear problemas que afectan la calidad final de la colocación del concreto lanzado. La planificación es fundamental antes de colocar el concreto lanzado para asegurarse que se dispone de suficientes recursos, personal y material para realizar el trabajo de manera productiva y segura.



Raúl Armando Bracamontes Jiménez, Ing., egresado por la Universidad ITESO (Instituto de Estudios Superiores de Occidente) en 1994, licenciado en ingeniería civil y desde entonces trabaja en la industria del concreto. Actualmente es propietario de ADRA Ingeniería S.A. de C.V. desde 2005, domina español e inglés con

múltiples publicaciones y cursos impartidos en concreto lanzado en su currículum. Es un Lanzador de concreto de mezclado en húmedo certificado por ACI y Aprobado Examinador del ACI. Bracamontes es miembro del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), del Colegio de Ingenieros Civiles de León (CICL) y de la American Shotcrete Association.