

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD DE PROCESOS
CONSTRUCTIVOS – PABELLÓN DE EDUCACIÓN FÍSICA
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN:
MOVIMIENTO DE TIERRAS – CONCRETO ARMADO**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JOSÉ ALFONSO SOLÍS LUDEÑA

Lima- Perú

2008

A LIZ, MIS PADRES Y MIS HERMANOS

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	2
LISTA DE TABLAS.....	3
RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO I: INFORMACIÓN PRELIMINAR.....	6
1.1. Información general de la obra: Pabellón de Educación Física – Universidad Nacional de Educación	6
1.2. Definiciones generales del Sistema de gestión de calidad.....	7
1.3. Antecedentes. El estado del arte en el mundo del Sistema de gestión de calidad	10
1.4. Normas relativas a calidad.....	12
1.5. Política de calidad. Visión y Misión	14
1.6. Planificación y asignación de recursos	15
1.7. Propuesta de organización en obra	17
1.8. Responsabilidades	17
CAPÍTULO II: PLAN DE CALIDAD DE MOVIMIENTO DE TIERRAS	21
2.1. Objetivos.....	21
2.2. Alcances	21
2.3. Incidencias de partidas del presupuesto	22
2.4. Desarrollo	23
CAPÍTULO III: PLAN DE CALIDAD DE CONCRETO ARMADO	33
3.1. Objetivos.....	33
3.2. Alcances	33
3.3. Incidencia de Partidas del Presupuesto	34
3.4. Desarrollo	35
CONCLUSIONES.....	56
RECOMENDACIONES	58
BIBLIOGRAFÍA	59
ANEXOS	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1.	Vista del Pabellón de Educación Física	6
Figura 1.2.	Vista aérea de la ubicación del terreno dentro del campus universitario de la UNE, donde se construyó el Pabellón de Educación Física	8
Figura 1.3.	Alcances de la definición proceso	10
Figura 1.4.	La búsqueda de la calidad bajo normas de mutuo acuerdo permite la simplificación, estandarización y unificación global	10
Figura 1.5.	En la Actualidad ISO agrupa 146 países miembros. Los países en color negro no son miembros de ISO	11
Figura 1.6.	Fases del proyecto y los documentos asociados para la acreditación ISO	12
Figura 1.7.	Pasos para la planificación y asignación de recursos. Lluvia de ideas	16
Figura 1.8.	Pasos para la planificación y asignación de recursos. Mapa de procesos	17
Figura 1.9.	Organigrama propuesto para la conducción de la obra	17
Figura 2.1.	Comparación de los grupos de partidas de movimiento de tierras	23
Figura 2.2.	Mapa de procesos de la excavación de zanjas para zapatas	26
Figura 2.3.	Diagrama causa – efecto, del problema mayor en la excavación de zanjas para zapatas	28
Figura 2.4.	Gráfico de barras de porcentajes de incidencia de causas del problema más frecuente de excavación de zanjas para zapatas	29
Figura 2.5.	Diagrama de flujo –Retraso en trabajos de excavación de zanjas para zapatas	31
Figura 3.1.	Comparación de los grupos de partidas de concreto armado	36
Figura 3.2.	Mapa de procesos de concreto en losas aligeradas	41
Figura 3.3.	Procesos críticos incidentes en la colocación de concreto	42
Figura 3.4.	Diagrama causa – efecto en el proceso de vaciado de concreto	44
Figura 3.5.	Diagrama de flujo – Proceso de vaciado de concreto	48
Figura 3.6.	Mapa de procesos del acero de refuerzo	50

Figura 3.7.	Procesos críticos incidentes en acero de refuerzo	51
Figura 3.8.	Diagrama Causa – Efecto, del problema mayor del acero de refuerzo	52
Figura 3.9.	Diagrama de Flujo – Proceso de selección del personal	53

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1.	Presupuesto de partidas de movimiento de tierras	22
Tabla 2.2.	Comparación de los grupos de partidas de movimiento de tierras	23
Tabla 2.3.	Procesos críticos incidentes en excavación de zanjas	27
Tabla 2.4.	Análisis para detectar los problemas más frecuentes del proceso crítico, excavación de zanjas	28
Tabla 2.5.	Incidencia de las causas del problema mayor en la excavación de zanjas para zapatas	28
Tabla 3.1.	Partidas de concreto armado del presupuesto del pabellón de Educación Física de la Universidad Nacional de Educación	35
Tabla 3.2.	Comparación de los grupos de partidas de concreto armado	36
Tabla 3.3.	Partidas más representativas del presupuesto de concreto armado	37
Tabla 3.4.	Calidad del agua	38
Tabla 3.5.	Análisis para detectar los problemas más frecuentes del proceso crítico, Vaciado de concreto	42
Tabla 3.6.	Significado de los cuatro índices de CDC	47
Tabla 3.7.	Análisis para detectar los problemas más frecuentes del proceso crítico, fijación del acero	51

RESUMEN

La búsqueda de productividad, calidad y rapidez ha generado en el mundo empresarial, interesantes herramientas de gestión como la calidad total, la comparación entre empresas, el manejo del tiempo, la tercerización, asociaciones, gestión del cambio entre otras. Y el sector construcción peruano no escapa a esta necesidad de competitividad. Es por ello que el presente Informe busca plantear un sistema de gestión de calidad de los procesos constructivos de las obras de edificación. Para este análisis, el informe se enfoca en las partidas de movimiento de tierras y de concreto armado, de la construcción ejecutada del Pabellón de Educación Física de la Universidad Nacional de Educación “Enrique Guzmán y Valle”.

Para la elaboración del presente informe se han utilizado datos de campo provenientes de una encuesta, cuya población está involucrada en el sector construcción. Además se han realizado entrevistas, recopilación de fotos de la obra, análisis del expediente técnico, lectura de los planos, análisis del presupuesto, y entre otros documentos.

Se han utilizado las partidas más representativas del presupuesto de acuerdo a su costo. Las entrevistas y sobretodo las encuestas han permitido plasmar mapas de procesos en los que se resaltan los procesos críticos, mostrando también los problemas que se presentan en dichos procesos. Luego se ha detallado el análisis del problema más incidente con un diagrama causa – efecto para después con un diagrama de flujo identificar los puntos de inspección. Finalmente se plantean acciones mitigadoras, correctivas y un análisis de los costos de calidad.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de la construcción en el Perú es brindar una mejor calidad de vida a la población, destinándose importantes inversiones públicas y privadas en edificaciones e infraestructura. Sin embargo el no cumplimiento de este objetivo genera obras de mala calidad. Los sistemas de calidad permiten incorporar metodologías para tener el control de los productos que son entregados a los clientes, reduciendo pérdidas en los procesos por no calidad. La no calidad repercute en los costos del proyecto, en el tiempo de entrega de la obra, en su mantenimiento, en su funcionamiento y crea una imagen negativa de la empresa constructora.

Este informe, enfocándose en las principales partidas de las obras de movimiento de tierras y de concreto armado, busca implementar un sistema de gestión de calidad que permita la continuidad de manera eficaz y con seguridad las actividades de excavación, colocación de acero, encofrado y vaciado del concreto de los diferentes elementos que conforman la estructura de la edificación.

De esta manera el informe se desarrolla en tres capítulos. El primero muestra los conceptos generales, así como la información introductoria. Y en el segundo y tercer capítulo se desarrollan los planes de calidad enfocados en las partidas mencionadas anteriormente, dando como resultado la ubicación de las fallas mas frecuentes y el establecimiento de sus puntos de control.

CAPÍTULO I: INFORMACIÓN PRELIMINAR

1.1. Información general de la obra: Pabellón de Educación Física – Universidad Nacional de Educación

El Local en mención está ubicado en el distrito de Chosica, Provincia de Lima y Departamento de Lima. La edificación está estructurada principalmente sobre la base de pórticos de concreto armado y muros de corte.

La estructura contempla tres bloques de dos pisos.

El bloque A esta destinado a ser usado como aulas, tiene una estructuración que está conformada básicamente por pórticos de concreto armado y muros del mismo material. Las losas de techo son aligerados con viguetas de 25 cm. de espesor, las columnas y vigas están dimensionadas para darle a la estructura las mejores condiciones de ductilidad, por lo que tienen diferentes secciones de acuerdo al diseño arquitectónico y a la necesidad estructural. Las sobrecargas varían desde 300 Kg/m² hasta 400 Kg/m². En el techo de la azotea como es usual se considera 100 Kg/m².



Figura 1.1. Vista del Pabellón de Educación Física

Del otro lado tenemos el módulo B administrativo estructurado básicamente por muros de concreto armado y pórticos del mismo material, éste módulo se ha preparado para soportar un tercer nivel, debiéndose cumplir con la estructuración desde el primer piso.

El Pabellón de Educación Física presenta una gran plaza de ingreso con acceso a su zona administrativa. En su interior presenta otra plaza, la cual es el espacio organizador del conjunto. El pabellón tiene un bloque con estructuras de concreto armado de aulas de dos pisos que cuenta con cuatro aulas en cada nivel. El bloque administrativo es el volumen central y articulador del conjunto que une las aulas y los laboratorios. En el primer piso se ubica un hall de doble altura con una escalera interna que conduce a la biblioteca, inmediato al hall se ubican las oficinas administrativas. Desde el hall de ingreso se accede a la sala de eventos. Los laboratorios se encuentran en un bloque de dos niveles conectado al bloque administrativo. Para mayores detalles consultar el plano de los anexos.

La edificación tiene un área techada de 1,973 m², el plazo de ejecución fue de 150 días calendario y el presupuesto referencial es de S/. 3,288,712.00 de nuevos soles.

1.2. Definiciones generales del Sistema de gestión de calidad

Calidad

La calidad es un concepto que está asociado fundamentalmente a la satisfacción del Cliente, en cumplimiento de las especificaciones del expediente técnico de construcción, y que es inherente al producto final entregado.

La construcción es sobretodo una actividad comercial y la calidad de los productos ofrecidos resultan de la interacción de costos, plazos, alcances, disponibilidad de materiales, competencias y conocimientos del constructor.

Por su complejidad, el sector construcción está inmerso en la variabilidad, lo que redundará finalmente en baja productividad, inadecuada utilización de materiales y equipos, y en productos defectuosos. Reducir la variabilidad es uno de los vértices en nuestra concepción de calidad. Cada actor dentro del sector construcción tiene sus responsabilidades, a continuación algunas definiciones:

La Obra

La definimos como la construcción de aulas, talleres, y demás ambientes que servirán como infraestructura a los alumnos de la especialidad de Educación Física de la Universidad Nacional de Educación, de acuerdo al expediente técnico, memorias descriptivas, planos y otros documentos.



Figura 1.2. Vista aérea de la ubicación del terreno dentro del campus universitario de la UNE, donde se construyó el Pabellón de Educación Física

El propietario

Tiene la responsabilidad global del proyecto: determina quién debe construir, respetando la legislación y el marco normativo, y teniendo en cuenta los consejos del Gerente de Proyecto.

El proyectista

Realiza los diseños y las memorias de cálculo del proyecto, respetando la normativa correspondiente y las exigencias del propietario. Asesora durante la construcción al supervisor para absolver las dudas planteadas por el contratista.

El supervisor de obra

Recibe el encargo del Propietario para velar por el cumplimiento de los planos y especificaciones del proyecto, representando sus intereses.

El contratista general

Tiene la responsabilidad global de todos los trabajos de construcción, en base al monto de obra, el calendario de ejecución, la contratación del personal, y la gestión de contratación de subcontratistas y proveedores.

Los subcontratistas

Encargados de los trabajos de especialidad que le son encargados por el Contratista General (Excavación Masiva, Instalaciones Eléctricas, etc.).

Los proveedores

Encargados de proveer los materiales necesarios para la construcción, los cuales son conformes al expediente técnico así como a las normas pertinentes.

Los organismos de elaboración de normas

Son los encargados de publicar normas confiables y aplicables en el ámbito de la construcción. Las normas pueden ir desde aquellas de carácter legal, como el Código Civil, así como aquellos documentos técnicos publicados por CAPECO, ITINTEC, ACI, ISO, DIN, ASTM.

Procesos

Su definición es aplicable a todas las actividades de la construcción. Como mensaje principal se señalará que el uso de los procedimientos escritos podría mejorar enormemente el resultado de los procesos constructivos. En la figura 1.3. se detalla los alcances de la definición y su relación con la eficacia y eficiencia del proceso.

Procesos de gestión

Son los que proporcionan directrices de gestión a los demás procesos y son realizados principalmente por el cuadro directivo de la obra, generalmente se refieren a las normas, especificaciones y planeamiento de la obra para la implementación de mejoras.

Procesos claves

Referido principalmente a lo concerniente al cliente externo, tienen impacto en éste creando valor; son las actividades esenciales de la construcción, y están definidas como partidas o actividades del proceso constructivo (producción).

Procesos de soporte

Dan apoyo a los procesos claves, y le permiten el desarrollo normal. Están definidas principalmente como actividades de contratación de personal,

formación de personal, mediciones y topografía, logística, sistemas de información, mantenimiento de las obras provisionales y oficinas.



Figura 1.3. Alcances de la definición proceso

1.3. Antecedentes. El estado del arte en el mundo del Sistema de gestión de calidad

El sistema de gestión de calidad bajo normas de mutuo acuerdo proveen un marco para las organizaciones que deseen implementar un efectivo sistema de gestión de la calidad y los requisitos contra los cuales pueden evaluar los sistemas de gestión de proveedores; es decir, provee una serie de principios a aplicar en los diferentes procesos de una empresa o institución para lograr la satisfacción de los clientes.



Figura 1.4. La búsqueda de la calidad bajo normas de mutuo acuerdo permite la simplificación, estandarización y unificación global

El enfoque de la construcción orientado a la satisfacción del cliente es una necesidad creada para las futuras generaciones, cumpliendo las normas que son relevantes para el mercado y que son globalmente importantes y finalmente ayudan a crear un mundo sostenible.

Luego de la Segunda Guerra Mundial el planeta se enfrentaba al reto de la reconstrucción y de la globalización. Diversos ejemplos son notables y en países como Alemania y Japón, los principales vencidos, nacen los primeros conceptos producción orientada al cliente. Ambos países debían reconstruir sus economías y enfrentarse al crecimiento global; durante algunos años los países aliados se encargaron de guiar este proceso doloroso de superar la guerra. En Japón por ejemplo, en 1950, la Unión de Científicos e Ingenieros del Japón (JUSE) invitó al consultor norteamericano Edwards Deming a trabajar en el desarrollo de modelos de Control Estadístico de Procesos. Deming impulsó teorías de calidad, y en Japón se instituyeron premios relativos a la Calidad que llevan su nombre.

De otra parte, en la Europa de la Post Guerra y en Estados Unidos, la nueva potencia mundial, estaban preocupados por el crecimiento de la economía mundial ya que se había comprendido que la producción ordenada y estandarizada serían los signos de las nuevas generaciones. Entre otras preocupaciones también estaba la reducción de la variabilidad de los procesos. En 1946 se crea la Organización Internacional para la Estandarización (ISO por sus siglas en inglés), cuya función principal era la de buscar la estandarización de las normas para producción y seguridad para las empresas y organizaciones a nivel mundial. Actualmente la ISO ha irrumpido a nivel global. En el gráfico 1.2.4 se muestran que sólo los países en negro no son miembros de ISO. Actualmente ISO agrupa a 146 países miembros.

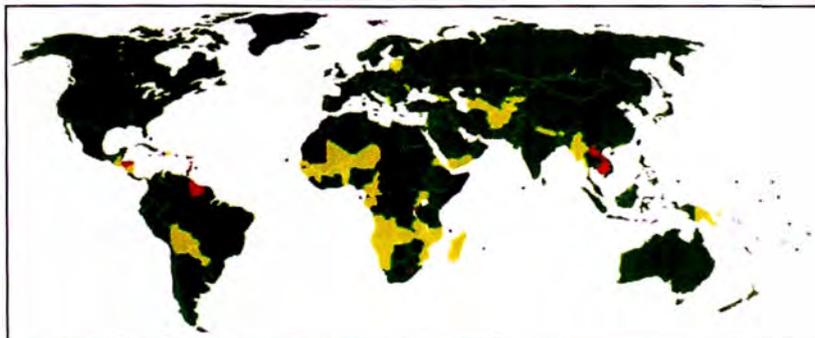


Figura 1.5. En la Actualidad ISO agrupa 146 países miembros. Los países en color negro no son miembros de ISO

La estandarización de los procesos por el ISO se realiza a través de entidades autorizadas para ello que deben evaluar los aspectos en los que se va a acreditar la estandarización.

La etiqueta del ISO se ha convertido actualmente en una herramienta de mercadeo y definitivamente mejora la imagen de la empresa acreditada.

Para la normalización se persiguen básicamente la Simplificación, sólo se operará con los modelos necesarios, la Unificación, para que el estándar pueda ser intercambiado con cualquier país del orbe, y Especificación, para universalizar los términos y lenguaje utilizados para describir un producto.

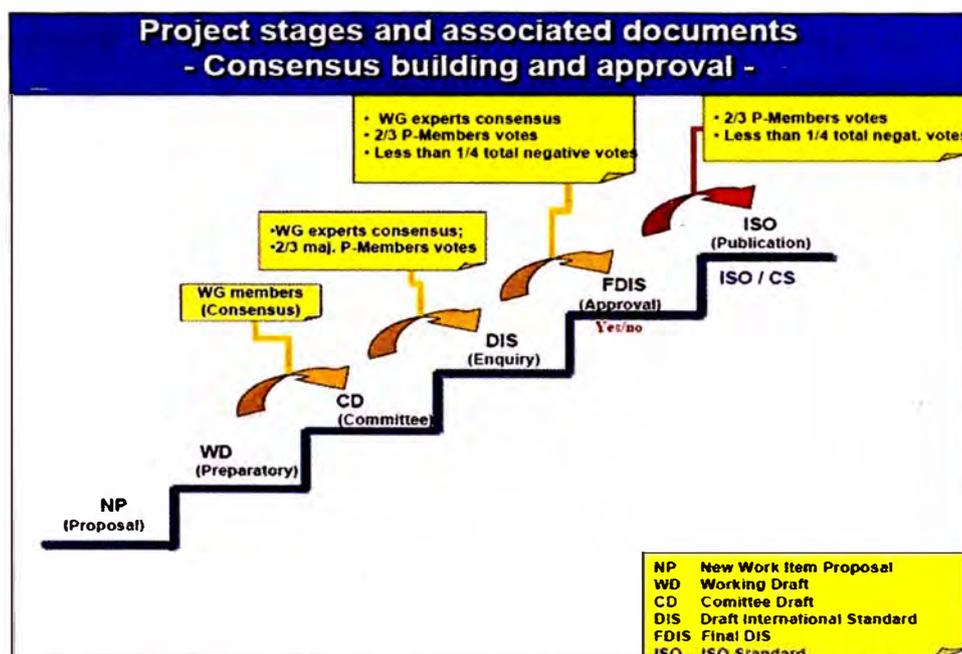


Figura 1.6. Fases del proyecto y los documentos asociados para la acreditación ISO

1.4. Normas relativas a calidad

Entre las Normas aplicables para los procesos constructivos del pabellón de la Especialidad de Educación Física de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional de Educación, se han identificado las siguientes:

- Reglamento Nacional de Construcciones
- Norma Técnica de Edificaciones
- Normas ISO (International Organization for Standardization)
- Normas ASTM (American Standard of Testing Materials):
 - ASTM-C-150: Cemento

- ASTM-C-151: Pruebas de falsa fragua de acuerdo a las especificaciones
- ASTM-C-33, ASTM-C-31, ASTM-C-88, ASTM-C-127, ASTM-C-289: Normas para el Agregado Grueso
- ASTM-260: Aditivos incorporadores de aire
- ASTM-494: Aditivos aceleradores
- Normas DIN
- Norma DIN 4022 para la clasificación de suelos
- Normas ACI: Relativas al Concreto

Normas ISO

La International Organization for Standardization (ISO) es una federación mundial de cuerpos nacionales sobre estándares de calidad en más de 140 países del orbe.

La ISO es una organización no gubernamental establecida en 1947 con sede en Ginebra. La misión de la ISO es promover el desarrollo de la estandarización y actividades relacionadas en el mundo con el objeto de facilitar el intercambio internacional de mercancías y servicios, así como la cooperación en las esferas de la actividad intelectual, científica, tecnológica y económica. El trabajo de la ISO da lugar a los acuerdos internacionales que se publican como estándares internacionales, manteniéndose la misma codificación en todo el mundo.

Existen más de 13,000 normas ISO que abarcan multitud de productos: cemento, cableado eléctrico, tornillos, tuercas, arandelas y un sinnúmero de elementos que permiten que los países intercambien productos en un lenguaje común.

ISO 9000

En general, una norma ISO tiene que ver con algún producto, material o proceso concreto. Pero la familia de las normas ISO 9000 son más genéricas y presentan un Sistema de Gestión de la Calidad.

La familia de las Normas ISO 9000 citadas a continuación se ha elaborado para asistir a las organizaciones, de todo tamaño y tipo, en la implementación y la operación de sistemas de gestión eficaces.

- La Norma ISO 9000 describe los fundamentos de los sistemas de gestión de la calidad y especifica la terminología para los sistemas de gestión de la calidad.
- La Norma ISO 9001 especifica los requisitos para los sistemas de gestión de la calidad aplicables a toda la organización que necesite demostrar su capacidad para proporcionar productos que cumplan con los requisitos de sus clientes y los reglamentarios que le sean de aplicación y su objetivo es aumentar la satisfacción de cliente.
- La Norma ISO 9004 proporciona directrices que consideran tanto la eficacia como la eficiencia del sistema de gestión de la calidad. El objetivo de esta norma es la mejora del desempeño de la organización y la satisfacción de los clientes y de otras partes interesadas.
- La Norma ISO 9011 proporciona orientación relativa a las auditorías de sistemas de gestión de la calidad y de gestión ambiental.

Todas estas normas juntas forman un conjunto coherente de normas de sistemas de gestión de la calidad que facilitan la mutua comprensión en el comercio nacional e internacional.

Un cuerpo de miembros ISO es el cuerpo nacional "más representativo de estandarización en su país". Sólo un cuerpo para cada país es aceptado para los socios de ISO. Los cuerpos de miembro son titulados con derechos para participar y ejercer derechos de votación en cualquier comité técnico y en el comité de política de ISO. Entre estos miembros se encuentra INDECOPI en el Perú.

1.5. Política de calidad. Visión y Misión

El constructor debe tener como meta satisfacer las expectativas del cliente, para ello antes de iniciar la ejecución de sus obras debe tener bien definido sus políticas de calidad, misión y visión, las cuales deben estar enraizadas como política común entre todos los miembros de su organización:

- Gestionar los proyectos de acuerdo a las expectativas del cliente, satisfaciéndolas y superándolas en todas las etapas, desde la evaluación y planificación hasta la gestión de operaciones y entrega final.

- Colaborar con los clientes, socios y la comunidad en la búsqueda de las mejores soluciones a los problemas planteados, usando criterios que no contradigan derechos.
- Realizar un esfuerzo continuado en identificar, prevenir y minimizar los Costos de no calidad que devengan en productos defectuosos.
- Utilización eficiente de los recursos económicos y materiales.
- Favorecer la cultura de la calidad.

Visión

La edificación debe proporcionar confort y un nivel mínimo de salud y seguridad a los usuarios, durabilidad y mantenimiento razonables. Los procesos constructivos deben asegurar el cumplimiento de las especificaciones técnicas del producto entregado.

Misión

Proponer un Sistema de Gestión de Calidad integrado al conocimiento, seguridad y medio Ambiente para generar valor en los procesos constructivos.

Establecer jerarquía de documentos y procedimientos que regulan los procesos constructivos para lograr un producto que esté dentro de las especificaciones a satisfacción del cliente.

Proporcionar al usuario una buena relación calidad / precio.

Identificar factores de variabilidad en los procesos constructivos, y proponer acciones preventivas y correctivas.

1.6. Planificación y asignación de recursos

Con referencia a la asignación de recursos, cada empresa constructora asigna un monto a cada partida de acuerdo a su experiencia o a la de su personal. Los costos que asignan contienen un margen de ineficiencia de acuerdo a la capacidad de cada empresa, los cuales se podrían utilizar como costos de no calidad hasta cierto límite, dependiendo de la gestión que realicen.

En lo referente a la planificación, se establece un procedimiento de identificación de problemas de calidad en las partidas de mayor incidencia del presupuesto, y

luego se plantea puntos de inspección a implementar en los procesos constructivos de la edificación en estudio. Para ello se necesita personal profesional con experiencia. A continuación se detalla los pasos a seguir:

- Determinar el organigrama base para el trabajo.
- Establecer los alcances del proyecto.
- Identificar las partidas de mayor incidencia de acuerdo al monto que figura en el presupuesto.
- Lluvia de ideas para identificar los procesos de gestión, claves y de soporte.
- Mapa de procesos. Se identifican todas las actividades que conforman las principales partidas del presupuesto, identificado en el paso anterior.
- Realizar un análisis de incidencias (diagrama de Pareto) para determinar cuáles son los procesos críticos.
- Realizar un análisis de incidencias para determinar cuáles son los problemas más frecuentes asociados a la calidad.
- Análisis de causa - efecto (diagrama espina de pescado, o de Ichikawa), de los principales problemas asociados a la calidad.
- Elaboración del diagrama de flujo de parte del proceso donde se producen los mayores problemas, de acuerdo al análisis causa – efecto.
- Determinar los puntos de inspección de acuerdo a las normas aplicables. Inmediatamente después realizar el plan de puntos de inspección.
- Realizar el cuadro de acciones correctivas, mitigadoras y preventivas para los procesos críticos.
- Determinar la evaluación de costos de calidad.



Figura 1.7. Pasos para la planificación y asignación de recursos. Lluvia de ideas



Figura 1.8. Pasos para la planificación y asignación de recursos. Mapa de procesos

1.7. Propuesta de organización en obra

En el organigrama a continuación se representan las áreas de una obra, donde el Ingeniero Residente de obra es responsable de la gestión y operación de la obra.

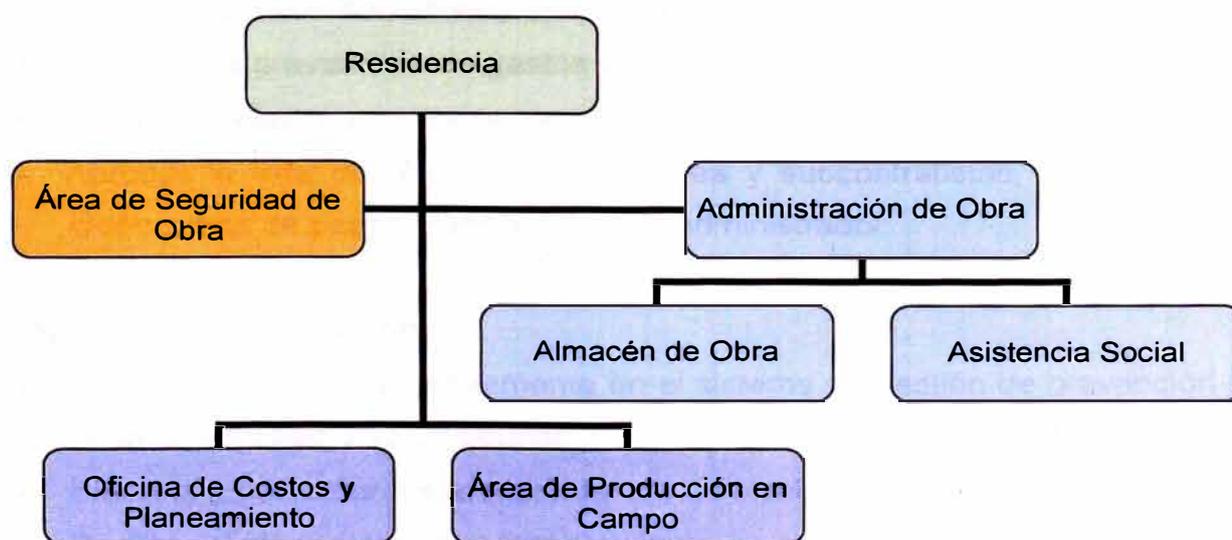


Figura 1.9. Organigrama propuesto para la conducción de la obra

1.8. Responsabilidades

Para una mejor distribución de funciones, y tomando en cuenta el tamaño de la obra se ha planteado el organigrama anterior, y a continuación se indican las funciones de cada puesto.

Residente de obra

- Liderar el equipo de obra.
- Asumir la responsabilidad por la buena ejecución de la obra, y en el cumplimiento de las especificaciones técnica del expediente y del marco normativo.
- Supervisar y coordinar la compatibilización de planos y expediente técnico.
- Proponer, coordinar y ejecutar los cambios sustanciales de la obra, en relación directa con el propietario.
- Es el responsable de los resultados económicos y financieros del proyecto.
- Aperturar y registrar los sucesos en el cuaderno de obra.
- Ordenar y coordinar con el Ingeniero de Producción el replanteo de planos en campo.
- Aprobar los requerimientos de bienes y servicios para asignar a la obra.
- Revisar y organizar los planes de mejora de productividad de mano de obra, y de control de desperdicios.
- Es el responsable de la gestión de cobros ante el cliente.
- Revisar los libros contables y aprobar los estados financieros de la obra.
- Aprobar las provisiones de gastos y ventas.
- Convocar a las reuniones semanales de obra.
- Aprobar la lista de pagos a proveedores y subcontratistas, de acuerdo al cronograma de pagos elaborado por el administrador.

Ingeniero de producción

- Promover y participar activamente en el sistema de gestión de prevención de riesgos laborales y salud ocupacional.
- Elaborar y coordinar los requerimientos de bienes y servicios.
- Realizar el planeamiento semanal y diario, en base al planeamiento general.
- Colaborar con el planeamiento general.
- Realizar el informe de rendimiento de mano de obra, y de desperdicio de materiales.
- Validar los metrados de avance diario.
- Cumplir con los procedimientos del sistema de gestión de calidad.
- Plantear alternativas a los procesos constructivos.
- Asignar labores diarias al personal de la obra.

- Autorizar y dar conformidad a los tareas del personal obrero, para la elaboración de la planilla de salarios.
- Evaluar y certificar especialidad del personal obrero.
- Verificar el cumplimiento del plan de mantenimiento de equipos.

Ingeniero de costos y planeamiento

- Elaborar presupuestos adicionales de la obra.
- Actualizar permanentemente los precios unitarios reales de la obra.
- Negociar precios de subcontratos y equipos para la obra.
- Elaborar el planeamiento general de la obra, y coordinarlo con las demás personas de la obra.
- Realizar el plan de necesidades de recursos: materiales, mano de obra, equipo y subcontrata.
- Realizar el seguimiento del cronograma del proyecto.
- Realizar las mediciones e inspecciones a productividad y consumo de materiales.
- Programar de movilización de la obra.
- Elaborar las provisiones de gastos y ventas mensualmente.
- Elaborar el reporte económico de fin de mes conjuntamente con el administrador de obra.
- Elaborar los metrados finales, para efectos de formular la liquidación física y validar la liquidación financiera con el residente de obra.
- Ser el encargado de elaborar el acta en caso de reuniones de obra.

Administrador

- Llevar la contabilidad de la obra.
- Realizar las cobranzas de valorizaciones.
- Presentar disponibilidad de efectivo cada semana, y organizar la lista de pagos a proveedores (cronograma de pagos) para aprobación del residente de obra.
- Llevar el control de pagos de la obra.
- Llevar el control de seguros y planilla de la obra.
- Auditar la gestión del área de logística.
- Responsable del archivo documentario de la obra.

- Realiza la liquidación financiera de la obra conjuntamente con el ingeniero de costos y planeamiento.

Almacén de obra

- Supervisar, aprobar y dar conformidad a los materiales, rechazando lo que no se ajuste a las especificaciones técnicas del expediente.
- Coordinar y ejecutar con el personal técnico respectivo el Plan de Mantenimiento de Equipos.
- Realizar cotizaciones de materiales.
- Realizar compras menores de materiales.
- Recepcionar y disponer el almacenamiento de materiales en la Obra.
- Mantener al día el Inventario total de la Obra.

Prevencionista de riesgos, seguridad de la obra

- Adecuar a la obra específica las normas, estándares y políticas de Prevención de Riesgos.
- Supervisar el cumplimiento del Sistema de Gestión de Riesgos Laborales y Salud Ocupacional (SGRLSO).
- Dar el soporte técnico y operativo al personal de obra referido al SGRLSO.
- Liderar la capacitación del personal de obra en lo referido a Riesgos Laborales y Salud Ocupacional.
- Efectuar auditorias periódicas de seguridad en la obra.
- Asesorar al personal de obra identificando los peligros en el área de trabajo.

Para el Sistema de Gestión de Calidad, se debe contar con las siguientes áreas, que se podrán incorporar a las funciones del personal de la Obra:

Área de construcción (ACO)

Ejecutar e inspeccionar todas las actividades relacionadas a los procesos constructivos, de acuerdo a las especificaciones técnicas y normas aplicables.

Área de Gestión de calidad de obra (AGC)

Inspeccionar que las actividades relacionadas a los procesos constructivos cumplan con las características técnicas.

CAPÍTULO II: PLAN DE CALIDAD DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

2.1. Objetivos

- Identificar problemas frecuentes en la actividad de movimiento de tierras para definir luego un conjunto de acciones que permita iniciar con calidad la obra.
- Revisar y plantear mejores prácticas para las excavaciones, iniciando el proceso de retroalimentación.
- Evaluar costos del sistema de gestión de calidad y costos de no calidad en el rubro de movimiento de tierras.

2.2. Alcances

Los alcances del rubro movimiento de tierras son los siguientes:

- Realizar la excavación masiva con equipo, para lograr la liberación del terreno que se encuentra entre las cotas 848.50 y 851.00, cortando aproximadamente 1,664.98 m³, de tal forma que se pueda realizar la nivelación de 1,696.32 m² y dar inicio a la excavación de zanjas para zapatas y cimientos corridos.
- Excavación manual de zanjas tanto para cimientos corridos, zapatas aisladas y zapatas corridas, que es la que presenta mayor incidencia, la mayoría con cotas de -1.25 m como fondo de cimentación y con un ancho de zanja de 2.00 m.
- Excavación manual para cisterna, con un volumen de 313.03 m³ de corte, hay que señalar que se está considerando el corte hasta 1.00 m adicional exterior a todo el perímetro, para garantizar el espacio de trabajo, dado que no es factible un corte vertical por ser un terreno granular (arena limosa y/o arena arcillosa)
- Finalmente realizar la eliminación de todo el material excedente producto del movimiento de tierras, empleando para ello un cargador frontal sobre llantas de 125 HP con cuchara de 2.50 yd³ y volquetes de 6.00 m³ de capacidad.

En base a los alcances del proyecto mencionado, los alcances del plan de calidad son los siguientes:

- De acuerdo al presupuesto del rubro de Movimiento de Tierras, se trabajará con dos partidas importantes según su porcentaje de incidencia en el presupuesto: Excavación de zanjas para zapatas y Excavación de cisterna.
- Se analizará los problemas más frecuentes en cada una de ellas para definir un plan de acciones, que permitan a las mismas alcanzar los niveles y las dimensiones de excavación indicados en los planos dentro del tiempo programado.
- Así mismo garantizar la calidad en la habilitación del terreno para cimentación que se entregará a las partidas de encofrados, aceros y concreto.

2.3. Incidencias de partidas del presupuesto

En esta etapa se seleccionan las partidas correspondientes al rubro de movimiento de tierras, de acuerdo a su porcentaje de incidencia en los costos del presupuesto.

Para ello se realiza un gráfico de barras de porcentajes de incidencia de cada partida y una curva de porcentajes de incidencias acumulados, de tal forma que permita discriminar entre el grupo de partidas vitales y partidas útiles, aplicando la ley de Pareto.

La partida de eliminación de material excedente no se considera en este análisis, ya que según información de obra no presentó problemas de relevancia, además no involucra muchos recursos que analizar dentro del plan de calidad.

Tabla 2.1. Presupuesto de partidas de movimiento de tierras

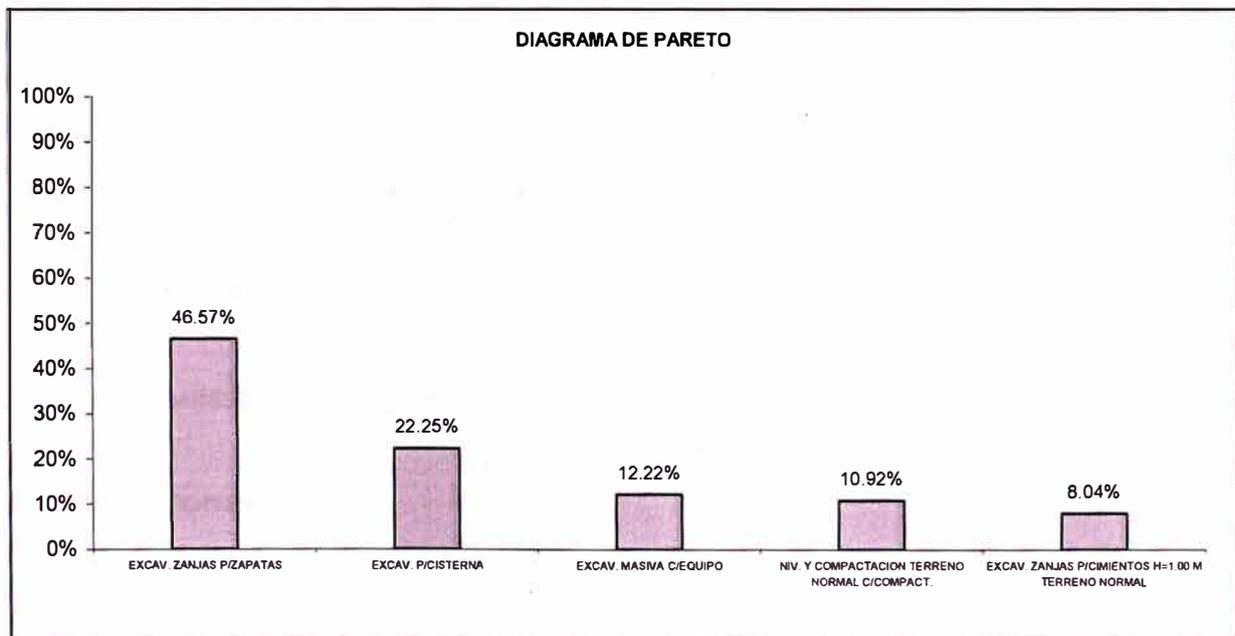
Presupuesto									
Obra	0310001	CONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA ESPECIALIDAD DE EDUCACION FISICA							
Fórmula	02	ESTRUCTURAS							
Ciente	UNE - LA CANTUTA	Tarjeta 0001 Costo al 30/09/2006							
Departamento	LIMA	PROVINCIA	LIMA	DISTRITO	LURIGANO-O				
Código	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Sub total	Total		
01.00.00	Movimiento de Tierras								
01.01.00	EXCAVACIONES								
01.01.01	EXCAV. ZANJAS PIZAPATAS H=1.00 M TERRENO NORMAL	m ³	181.39	22.03	3996.02				
01.01.02	EXCAV. ZANJAS PIZAPATAS	m ³	919.88	25.17	23153.38				
01.01.03	EXCAV. POCISTERNA	m ³	313.03	35.34	11062.48				
01.01.04	EXCAV. MASMA O EQUIPO	m ³	1664.98	3.65	6077.18	44289.06			
01.02.00	NIVELACION Y COMPACTACION DEL TERRENO								
01.02.01	NIV. Y COMPACTACION TERRENO NORMAL O COMPACT.	m ²	1666.32	3.20	5428.22	5428.22			
01.03.00	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE								
01.03.01	ELIMIN. MAT. CARGA 125 HP VOLQ. 6.00 M3 D=5 KM	m ³	3849.11	14.15	54464.91	54464.91	104182.19		

Para la determinación de las partidas a analizar no es relevante considerar el plazo de las partidas ni el punto de vista del cliente.

Tabla 2.2. Comparación de los grupos de partidas de movimiento de tierras

TITULOS GENERALES	MONTO (S/.)	PORCENT (%)	PORCENT. ACUM (%)
EXCAV. ZANJAS P/ZAPATAS	23153.38	46.57%	46.57%
EXCAV. P/CISTERNA	11062.48	22.25%	68.82%
EXCAV. MASIVA C/EQUIPO	6077.18	12.22%	81.04%
NIV. Y COMPACTACION TERRENO NORMAL C/COMPACT.	5428.22	10.92%	91.96%
EXCAV. ZANJAS P/CIMIENTOS H=1.00 M TERRENO NORMAL	3996.02	8.04%	100.00%
TOTAL	49717.28	100.00%	

Figura 2.1. Comparación de los grupos de partidas de movimiento de tierras



2.4. Desarrollo

Primero se define un mapa de procesos (esquema de los procesos) a seguir para las principales partidas de movimiento de tierras, indicando en cada una los procesos de gestión, procesos claves y procesos de apoyo; que guiarán el trabajo con apoyo de profesionales y con una encuesta.

Luego con parte de la encuesta se identifican las actividades críticas, es decir actividades donde se presentan el mayor número de problemas o errores, después se realiza el gráfico de porcentaje de incidencias de problemas y la aplicación de la ley de Pareto. Una vez identificados los problemas (efectos), se

les hace un análisis de causa – efecto a través del diagrama de espina de pescado. Finalmente se desarrolla un diagrama de flujo del problema más frecuente, donde se identificarán los puntos de inspección.

El desarrollo de este plan de calidad de movimiento de tierras se hace en base a la tabla de análisis de incidencias (tabla 2.2.), donde se aprecia que las partidas de mayor incidencia son las de Eliminación de material excedente y Excavación de zanjas para zapatas:

Partida	Metrado
• Excavación de zanjas para zapatas	919.88 m3
• Excavación para cisterna	313.03 m3

Se está considerando analizar únicamente la partida de excavación de zanjas para zapatas teniendo en cuenta la similitud de varios procesos y por ende de varios problemas con la partida de excavación para cisternas. Además las partidas de movimiento de tierras no son muy representativas en costo en el presupuesto del pabellón.

2.4.1 Excavación de zanjas para zapatas

a. Definiciones

El terreno donde se cimentó la infraestructura de la Especialidad de Educación Física se encuentra en la zona sur oeste de la ciudad Universitaria, que está ubicada en la Av. Enrique Guzmán y Valle s/n, Urb. La Cantuta, distrito de Chosica.

El terreno tiene forma de un polígono regular, no presenta ninguna construcción ni cerco perimétrico, sus linderos y medidas perimétricas son los siguientes:

Por el norte.- Colinda con el campo deportivo, con una línea quebrada con cuatro tramos con una longitud de 102.28 m.

Por el sur.- Colinda con una vía Afirmada, al otro lado de la vía se encuentra el Centro de Salud, con una línea quebrada de dos tramos con una longitud de 141.20 m.

Por el este.- Colinda con una vía asfaltada, al otro lado de la vía se encuentra la Piscina, con una línea quebrada de 2 tramos de 45.77 m.

Por el oeste.- Colinda con terrenos propiedad de la Universidad, con una línea quebrada de cuatro tramos de 52.61 m.

Área en estudio: 5 944.78 m²

Perímetro: 341.86 m.

El área del terreno presenta una topografía levemente inclinada, con desniveles que van desde la cota 848.50, hasta la cota 851.00.

- **Tipo de Suelo predominante y profundidad de cimentación**

Según los estudios de suelos realizados para el proyecto (Ver anexos) el tipo de suelo donde se cimienta la infraestructura de la Especialidad de Educación Física de la Universidad Nacional de Educación, está conformado por un estrato superficial de material de relleno del tipo arena arcillosa hacia la parte norte del terreno y arena limosa hacia la parte sur, con un espesor promedio de 0.60 m. Debajo de este estrato se encuentra un material granular que varía entre arenas bien graduadas SW y arenas mal graduadas SP, sobre los cuales se apoyará toda la cimentación de la estructura, con una profundidad promedio de 1.20 m y con una capacidad portante admisible de: $q_{adm} = 1.00 \text{ kg/cm}^2$

Así mismo la presencia de cloruros y sulfatos en el suelo es leve, por lo que será suficiente emplear el cemento Pórtland Tipo I.

- **Tipo de cimentación**

De acuerdo con los planos de estructuras del pabellón de Educación Física de la Universidad nacional de Educación, la cimentación predominante es del tipo Zapatas Corridas, con un ancho promedio de 2.00 m, dado que el suelo es del tipo granular (arenas) con una baja capacidad portante admisible y está cimentada a una profundidad promedio de 1.20 m.

- **Compatibilización de planos**

Se denomina así a la revisión y comparación de planos estructurales de cimentaciones con los de topografía, arquitectura e instalaciones eléctricas y sanitarias, para detectar posibles errores entre ellos y solicitar la corrección antes de ejecutar los trabajos de movimientos de tierra.

- **Revisión de Redes Existentes en la Zona**

Es muy importante verificar con planos y documentación de referencia la

existencia de redes de telefonía, electricidad, agua, desagüe, entre otros. Esto con tres objetivos principalmente, para reducir al máximo los riesgos de accidentes del personal obrero, evitar el posible daño a dichas redes durante el proceso de excavación y finalmente prever posibles atrasos en el tiempo programado.

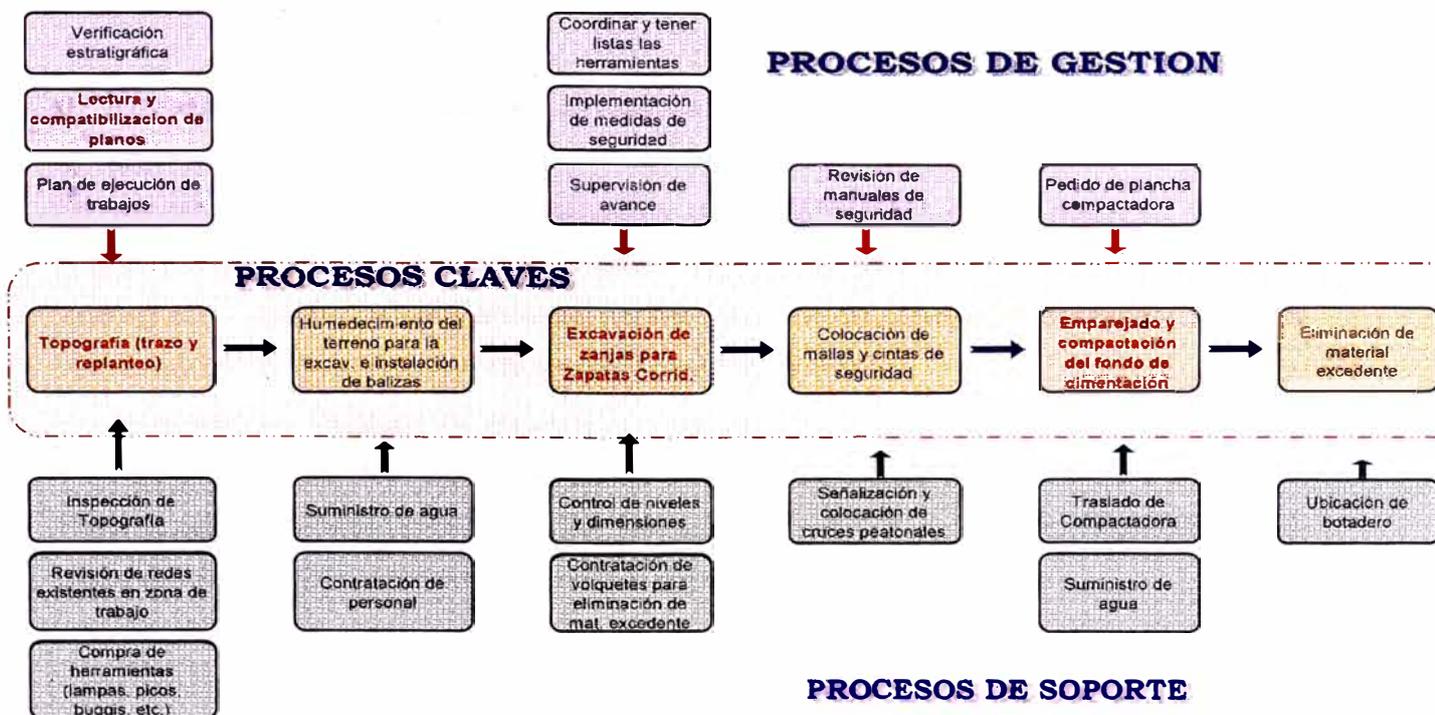
- **Excavación de zanjas**

Esta excavación fue hecha manualmente, dada la poca profundidad de la cimentación (Zapatitas Corridas), previo replanteo, ubicación de balizas y trazo sobre el terreno.

b. Mapa de procesos de excavación de zanjas para zapatas

En este mapa se plasman todas las actividades o procesos, como producto de una lluvia de ideas, que participan en la partida de excavación de zanjas para zapatas, de tal manera que nos permita tener claro la relación y secuencia de producción y sobre todo para identificar los procesos críticos o procesos donde los problemas afectan severamente la entrega del producto final.

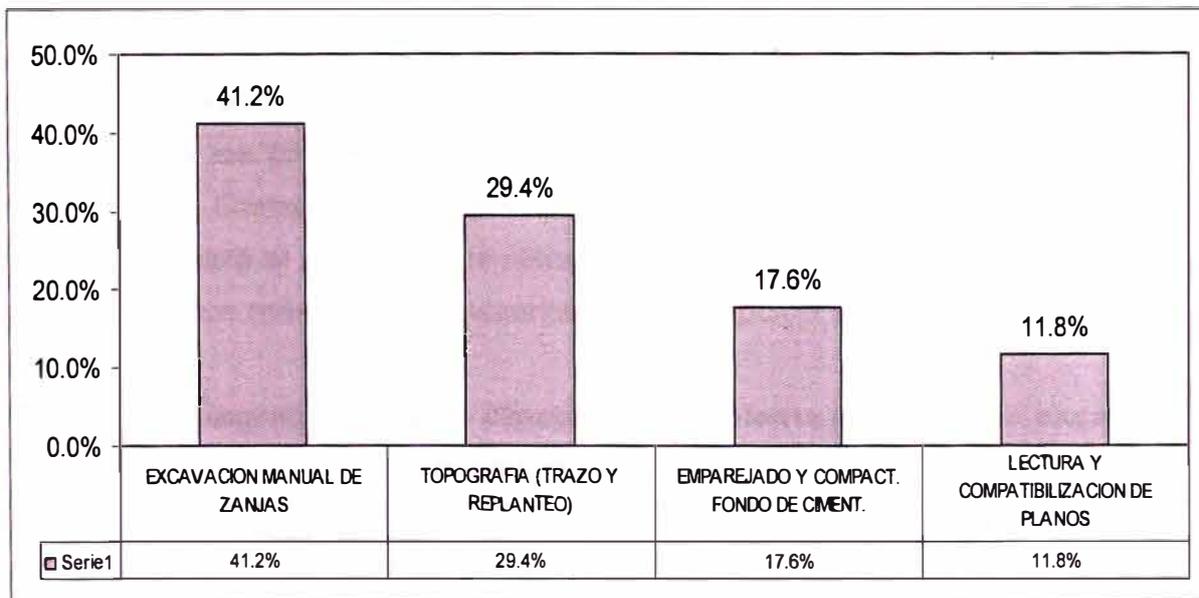
Figura 2.2. Mapa de procesos de la excavación de zanjas para zapatas



c. Análisis de incidencias de procesos críticos en excavación de zanjas

De acuerdo al mapa de procesos anterior y a información obtenida a través de una encuesta de campo (Ver anexos) en una obra de edificación de similares características se determinó la incidencia de los procesos críticos para la partida de Excavación de zanjas para zapatas y aplicando la ley de Pareto seleccionamos los procesos a analizar.

Tabla 2.3. Procesos críticos incidentes en excavación de zanjas



d. Problemas más frecuentes presentados en la excavación de zanjas para zapatas

De acuerdo a las encuestas realizadas del gráfico anterior se observa que los procesos críticos que se debe analizar son: Excavación manual de zanjas y Topografía (trazo y replanteo). Entre los principales problemas que se presentaron en la ejecución de estas actividades están:

- Retraso en trabajos de excavación de zanjas.
- Errores en trazo y replanteo sobre el terreno por interpretación de planos.

Para analizar detalladamente estas fallas se empleará el método FACERAP, en base a información de campo y del personal de obra:

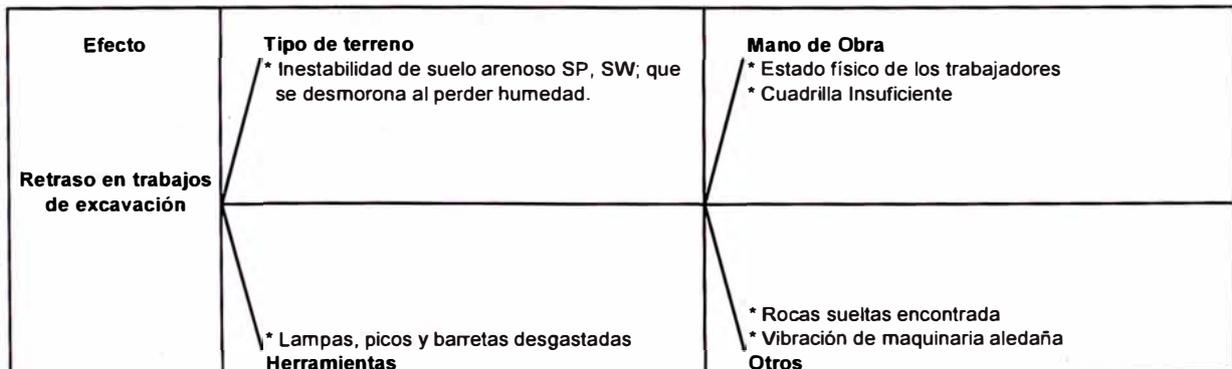
Tabla 2.4. Análisis para detectar los problemas más frecuentes del proceso crítico, excavación de zanjas

ITEM	(F)ALLA	(A)PARIENCIA	(C)AUSA	(R)ESPONSABLE	(E)FECTO	(A)CCION	(P)REVISION
1	RETRASO EN TRABAJOS DE EXCAVACION DE ZANJAS	DERRUMBE DE PAREDES DE ZANJA	INESTABILIDAD DE SUELO ARENOSO	CAPATAZ DE EXCAVACIONES, ING. DE CAMPO	INCUMPLIMIENTO DEL PLAZO	LIMPIEZA DE ZANJAS, PAÑETEO CON AGUAJE	PAÑETEO CON AGUAJE
2	ERRORES EN TRAZO Y REPLANTEO	TRAZO A PROFUNDIDAD NO ACORDE CON LOS PLANO	LECTURA DE PLANOS ERRADA	TOPOGRAFO, ING. DE CAMPO	TRABAJOS REHECHOS, ATRASOS	VERIFICACION DE TRAZOS DE ACUERDO A PLANOS INMEDIATAMENTE DESPUES DE HECHOS	REVISION DE PLANOS CON ING. RESIDENTE O DE CAMPO

e. Análisis causa – efecto de problemas de mayor incidencia

De acuerdo a los problemas analizados y sus causas se procede a realizar los Diagramas de Causa – Efecto y el análisis de incidencias respectivo. Para este caso se analizará el problema de retraso en excavación de zanjas manualmente, ya que es el que más causas presenta y dan la opción a poder ser subsanadas.

Figura 2.3. Diagrama causa – efecto, del problema mayor en la excavación de zanjas para zapatas

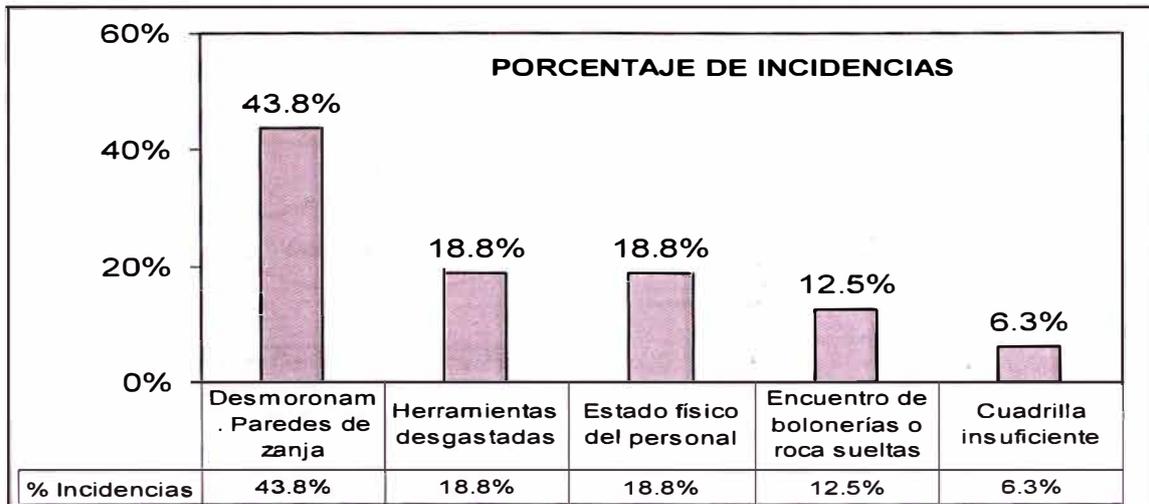


Con este diagrama y la información proporcionada de la obra (ver encuestas) se elabora el siguiente cuadro y gráfico de incidencias:

Tabla 2.5. Incidencia de las causas del problema mayor en la excavación de zanjas para zapatas

CAUSAS DE PROBLEMAS DE MAYOR FRECUENCIA	% INCID	% INCID ACUM
TOTAL	100.0%	0.0%
Desmoronam. Paredes de zanja	43.8%	43.8%
Herramientas desgastadas	18.8%	62.5%
Estado físico del personal	18.8%	81.3%
Encuentro de bolonerías o roca sueltas	12.5%	93.8%
Cuadrilla insuficiente	6.3%	100.0%

Figura 2.4. Gráfico de barras de porcentajes de incidencia de causas del problema más frecuente de excavación de zanjas para zapatas



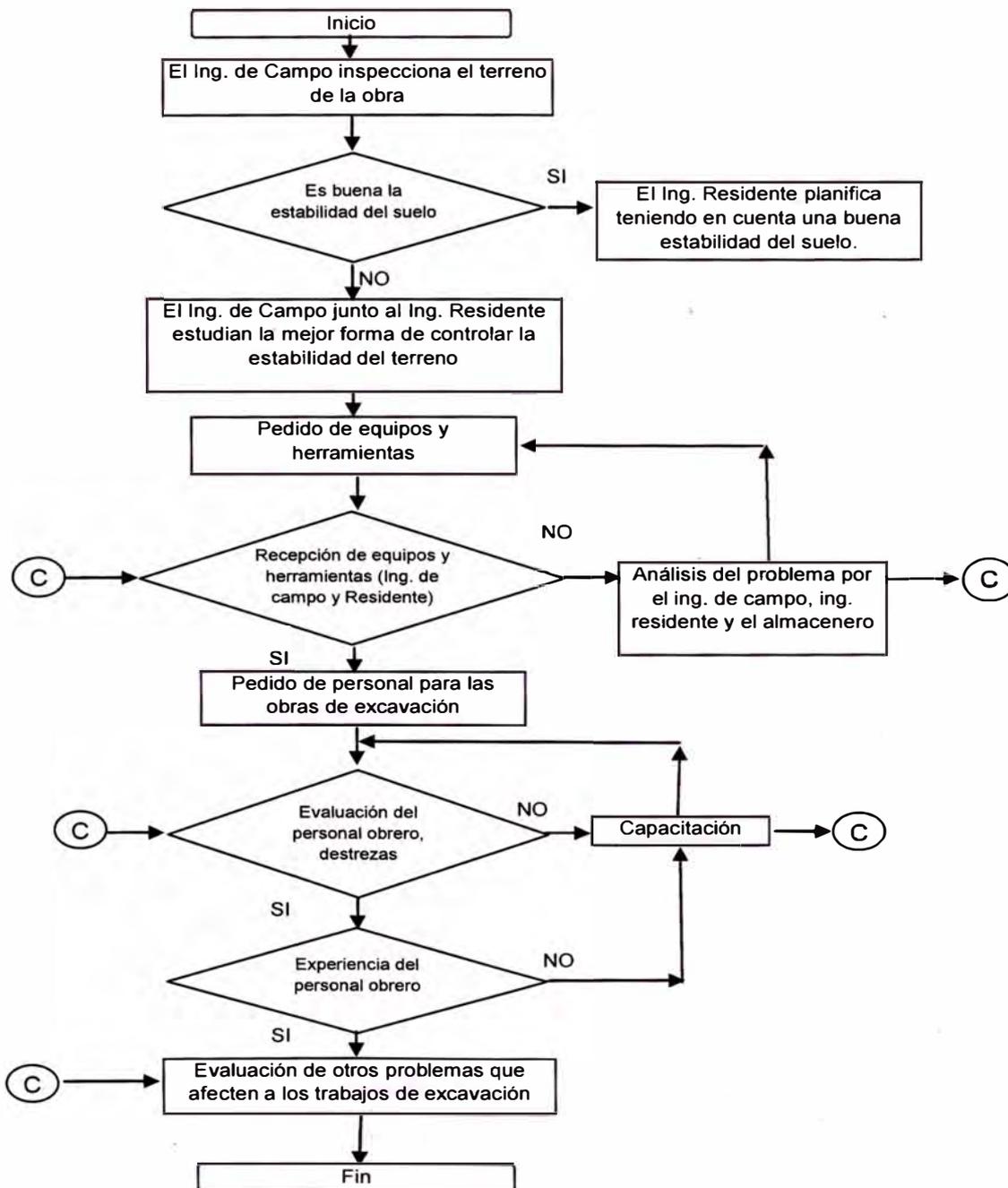
Del gráfico de barras se concluye que para las dos causas de mayor incidencia se deben plantear acciones correctivas y mitigadoras y tenerlas en cuenta al momento de calcular los costos de calidad.

Luego del análisis causa – efecto, se procede a identificar los puntos de inspección para el problema más frecuente.

f. Diagrama de flujo del problema más frecuente (Para identificar los puntos de Inspección)

El diagrama de flujo es una representación gráfica de la secuencia de etapas, operaciones, movimientos y decisiones que ocurren en un determinado proceso; en este caso se empleará para inspeccionar el problema: Retraso en trabajos de excavación. Aquí se identificarán los puntos de inspección que se ubican en los bucles o condicionales del diagrama.

Figura 2.5. Diagrama de flujo –Retraso en trabajos de excavación de zanjas para zapatas



Los puntos © son puntos de control.

g. Plan de puntos de inspección para excavación de zanjas manualmente

Este plan se deberá aplicar antes de iniciar y durante los trabajos de excavación de zanjas, de tal manera que se garantice el normal avance dentro del plazo previsto y sin sobrecostos.

Nº	ETAPA A SER INSPECCIONADA	CARACTERÍSTICA A INSPECCIONAR	MÉTODO	DOCUMENTACION DE REFERENCIA
1	Inspección del terreno a excavar	* Tipo de suelo. * Humedad natural * Encuentro de rocas y bolonerías	* Visual	* Estudio de suelos
2	Revisión de estado físico y mantenimiento de herramientas y equipos	* Estado de conservación * Cantidad suficiente * Herramientas adecuadas	* Visual	
3	Evaluar mano de obra calificada	* Fortaleza física y estado de salud * Experiencia en el rubro * Lugares anteriores de trabajo	* Documental * Visual	* Certificados de trabajos de otras empresas donde laboró. * Certificado de antecedentes policiales

h. Acciones Correctivas y Mitigadoras

De los análisis anteriores sobre la partida de Excavación de zanjas para zapatas, se concluye que el problema que más se presentó en esta actividad y que afectó el rendimiento diario del trabajo fue: Retraso en trabajos de excavación de zanjas, debido principalmente a los desmoronamientos de las paredes de las zanjas, herramientas de excavación desgastadas, estado físico de los trabajadores, entre otros.

Por ello se plantea dos acciones correctivas y una acción mitigadora para conseguir que esta partida se desarrolle normalmente en el plazo previsto:

- Aplicar el pañeteo de la superficie de las paredes de la zanja. (A. mitigadora)
- Realizar el mantenimiento y renovación de herramientas desgastadas. (A. correctiva)
- Evaluar la salud y estado físico de los trabajadores que ejecutan la excavación de zanjas. (A. mitigadora)

i. Procedimiento de Evaluación de Costos de No Calidad

Para este análisis, se muestra una forma de hacer la evaluación de los costos de la no calidad.

Considerando las acciones correctivas y mitigadoras anteriores para evitar el retraso en los trabajos de excavación de zanjas, se procede a evaluar los costos de calidad.

Para ello se calcula primero los costos de calidad (CDC), luego los costos de no calidad (CNC) y se considera un porcentaje de efectividad de las acciones correctivas de 95%, ya que es imposible corregir al 100% los problemas en obra, por ello el 5% de los costos de no calidad siempre existirán a pesar de que se apliquen las acciones correctivas (CNC').

Luego se hace el análisis de las diferencias y los índices de estos costos relacionados a la calidad, comparando los CDC, CNC, los costos relativos a la calidad (CRC = CDC+CNC) respecto al costo directo del presupuesto (CDI), los que permitirán concluir cuánto se perdería si no se aplican las acciones correctivas en busca de la mejora de la calidad.

ítem	(A) Partida	Und	Cantidad	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)
1.00	Excavación de Zanjas p/Zapatatas	m3	919.88	25.17	23153.38
ítem	(B) Costos del Sistema de Gestión de Calidad	Und	Cantidad	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)
2.00	Pañeteo de paredes de zanjas	m3	919.88	1.5	1379.82
ítem	(C) Costos de No Calidad	Und	Cantidad	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)
3.00	Excavación adicional de terreno derrumbado (15%)	m3	137.982	25.17	3473.01
Total Costo Partida (A) + (B) + (C)					S/. 28,006.21
Variación de Costos por Calidad ((B) + (C)) / (A)					20.96%
Costos de No Calidad (C) / (A)					15.00%

CAPÍTULO III: PLAN DE CALIDAD DE CONCRETO ARMADO

3.1. Objetivos

- Identificar las actividades en las partidas de concreto armado, en las cuales la falta de calidad implique posibilidad de altos costos por reconstrucción.
- Lograr la competitividad y la rentabilidad, disminuyendo los costos de no calidad en las obras de concreto armado.

3.2. Alcances

Los alcances del plan de calidad para el rubro de concreto armado son los siguientes:

- Escoger las partidas más representativas para analizar el rubro de concreto armado de acuerdo a su costo, con ayuda de los documentos existentes del proyecto.
- Analizar los criterios utilizados en el aspecto constructivo, enfocándose en los materiales, metodologías, procedimientos constructivos y otros.
- Determinar los costos de calidad y de no calidad.

La edificación contempla tres bloques:

- Aulas, desarrolladas en dos niveles de cuatro aulas por piso.
- Zona administrativa, que incluye las oficinas administrativas, biblioteca y sala de eventos (ambiente de doble altura).
- Área de servicios, consta de almacenes y depósitos desarrollados en un bloque de un piso. Además se tienen servicios higiénicos aledaños al bloque de aulas.
- La edificación esta diseñada para recibir un tercer piso en el futuro.
- Laboratorios, bloque de dos niveles con cuatro laboratorios por piso.

La primera etapa del proyecto se desarrolla en 1,973.77 m², y la segunda etapa, que está en anteproyecto, corresponde a unos laboratorios en 983.34 m².

3.3. Incidencia de Partidas del Presupuesto

La Tabla 3.1. a continuación muestra los grupos de partidas del presupuesto del pabellón de Educación Física de la Universidad Nacional de Educación con sus respectivos montos. Para determinar las partidas que se deben analizar, primero se deben determinar los grupos de partidas más representativos de acuerdo a su monto, en este caso se considera agrupar todos los grupos de partidas de losas aligeradas en uno solo, independiente de si son losas de un sentido, de dos o de diferente espesor, debido a la similitud de sus procesos constructivos. La Tabla 3.2. luego muestra los grupos de partidas definitivos ordenados de mayor a menor de acuerdo a su monto. Se utiliza la gráfica de Pareto, donde el 20% de las partidas representan el 80% del monto total del costo directo de las obras de concreto armado del presupuesto. De este modo en la Figura 3.1. se identifican los tres grupos más representativos, considerando que representan el 20% en cantidad del total de grupos de partidas de concreto armado del presupuesto, son los grupos de partidas que requieren mayor atención y/o que tienen mayor impacto en la planificación y control de ejecución de la obra.

Tabla 3.1. Partidas de concreto armado del presupuesto del pabellón de Educación Física de la Universidad Nacional de Educación

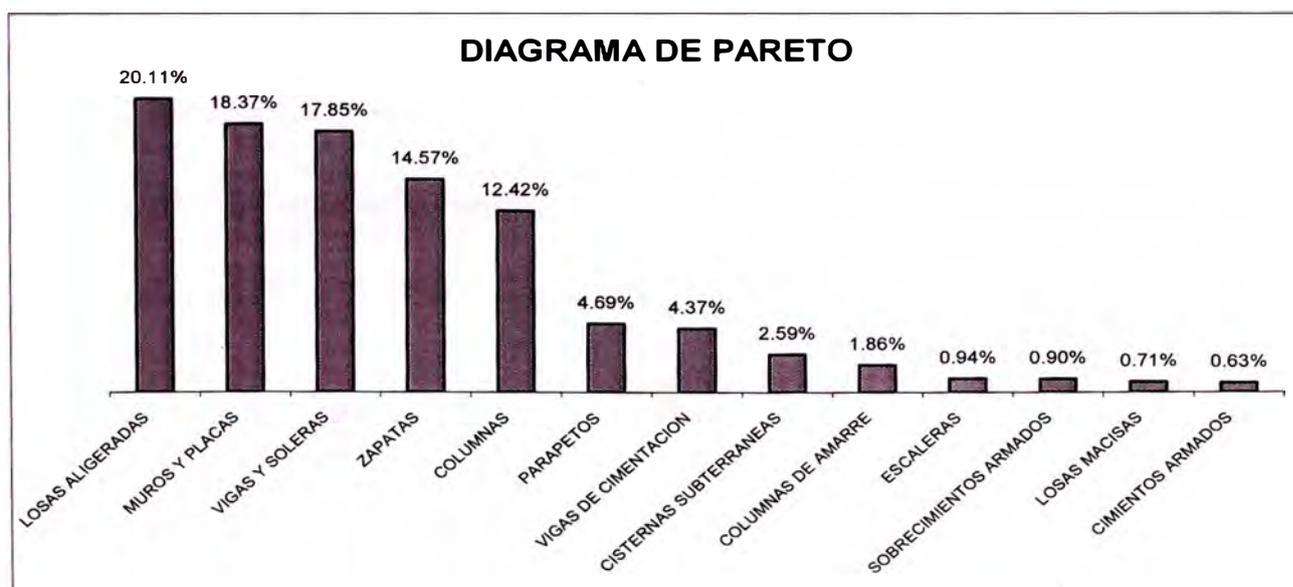
ITEM	DESCRIPCION	MONTO (S/.)
03.00.00	CONCRETO ARMADO	
03.01.00	CIMIENTOS ARMADOS	4,429.95
03.02.00	SOBRECIMIENTOS ARMADOS	6,278.59
03.03.00	ZAPATAS	101,682.51
03.04.00	VIGAS DE CIEMENTACION	30,502.49
03.05.00	COLUMNAS	86,659.66
03.06.00	COLUMNAS DE AMARRE	12,964.16
03.07.00	MUROS Y PLACAS	128,234.16
03.08.00	VIGAS Y SOLERAS	124,602.56
03.09.00	LOSAS ALIGERADAS H=0.20M (1 SENTIDO)	49,155.73
03.10.00	LOSAS ALIGERADAS H=0.25M (1 SENTIDO)	23,921.43
03.11.00	LOSAS ALIGERADAS H=0.20M (2 SENTIDOS)	10,162.14
03.12.00	LOSAS ALIGERADAS H=0.25M (2 SENTIDOS)	57,109.41
03.13.00	LOSAS MACISAS	4,938.80
03.14.00	ESCALERAS	6,535.21
03.15.00	CISTERNAS SUBTERRANEAS	18,105.95
03.16.00	PARAPETOS	32,736.86
		698,019.61

Fuente: Expediente Oferta de la Obra: "Infraestructura Física de la Especialidad de Educación Física"

Tabla 3.2. Comparación de los grupos de partidas de concreto armado

TITULOS GENERALES	MONTO (S.)	PORC (%)	PORC. ACUM. (%)
LOSAS ALIGERADAS	140,348.71	20.11%	20.11%
MUROS Y PLACAS	128,234.16	18.37%	38.48%
VIGAS Y SOLERAS	124,602.56	17.85%	56.33%
ZAPATAS	101,682.51	14.57%	70.90%
COLUMNAS	86,659.66	12.42%	83.31%
PARAPETOS	32,736.86	4.69%	88.00%
VIGAS DE CIMENTACION	30,502.49	4.37%	92.37%
CISTERNAS SUBTERRANEAS	18,105.95	2.59%	94.96%
COLUMNAS DE AMARRE	12,964.16	1.86%	96.82%
ESCALERAS	6,535.21	0.94%	97.76%
SOBRECIMENTOS ARMADOS	6,278.59	0.90%	98.66%
LOSAS MACISAS	4,938.80	0.71%	99.37%
CIMENTOS ARMADOS	4,429.95	0.63%	100.00%
	698,019.61	100.00%	

Figura 3.1. Comparación de los grupos de partidas de concreto armado



3.4. Desarrollo

Para el desarrollo del plan de calidad de las obras de concreto armado, se debe analizar la Tabla 3.2., la cual muestra los grupos de partidas de concreto armado ordenados de mayor a menor de acuerdo a su costo. Por lo que los grupos de partidas más relevantes son:

- Losas aligeradas
- Muros y Placas
- Vigas y Soleras

- Zapatas

Luego las partidas achuradas que se muestran en la Tabla 3.3. son las más representativas de los grupos mencionados, teniendo en cuenta sus montos comparados con las partidas similares de los otros grupos. De esta manera se analizan las tres partidas básicas en las obras de concreto armado: colocación de concreto, colocación de acero y encofrado y desencofrado.

Tabla 3.3. Partidas más representativas del presupuesto de concreto armado

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Monto Parcial (S/.)
03.00.00	CONCRETO ARMADO				
	LOSAS ALIGERADAS				
	Concreto f'c=210 kg/cm ² losas aligeradas	m ³	163.26	269.35	43,974.08
	Encofrado y desencofrado normal losas aligeradas	m ²	1428.71	25.94	37,059.34
	Acero corrugado fy=4200 kg/cm ²	kg	10853.09	3.23	35,055.48
	MUROS Y PLACAS				
	Concreto f'c=210 kg/cm ² muros, tabiques y placas	m ³	155.45	267.34	41,558.00
	Encofrado y desencofrado normal muros, tabiques y placas	m ²	1406.11	24.3	34,168.47
	Acero corrugado fy=4200 kg/cm ²	Kg	16,256.25	3.23	52,507.69
	VIGAS Y SOLERAS				
	Concreto f'c=210 kg/cm ² vigas	m ³	126.03	269.35	33,946.18
	Encofrado y desencofrado normal vigas	m ²	1012.9	41.43	41,964.45
	Acero corrugado fy=4200 kg/cm ²	Kg	15,074.90	3.23	48,691.93

Fuente: Expediente Oferta de la Obra: "Infraestructura Física de la Especialidad de Educación Física"

Para el presente informe se analizarán las partidas correspondientes al concreto en losas y a la de acero en muros y placas, las cuales basan su información a una encuesta.

3.4.1 Concreto f'c = 210 kg/cm² losas aligeradas

Para esta partida, se agrupan los concretos en losas aligeradas del pabellón de Educación Física, se utilizo mayormente concreto premezclado para el vaciado.

a. Definiciones

- **Cemento Pórtland**

Polvo de color gris, más o menos verdoso que tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. Está formado principalmente por piedra caliza y arcilla. Se clasifica en cinco tipos de acuerdo a sus propiedades y a la norma ASTM – C – 150 tipo I.

- **Agua**

Esta deberá ser limpia y libre de sustancias nocivas al concreto o al acero. En caso de tener duda de la calidad del agua, se deberá hacer un análisis químico de esta, teniendo en cuenta los valores máximos admisibles.

Tabla 3.4. Calidad del agua

Sustancias disueltas	Valor maximo admisible
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
P.H.	Mayor de 7
Solidos en suspension	1500 ppm
Materia organica	10 ppm

Deberán hacerse ensayos de resistencia a la compresión a los 7 y 28 días, comparando el agua potable con el agua a evaluar. Considerando aceptable el alcance de 90% de la resistencia con agua potable.

- **Agregados**

Materiales que se combinan con el cemento y el agua para formar los concretos. Son el 75% de una mezcla común de concreto. Es importante su calidad, resistencia, durabilidad, y que sean libres de impurezas que puedan debilitar su unión con el cemento. Se clasifican en agregados finos (arena fina y gruesa) y gruesos (grava, piedra).

- **El gel**

Producto resultante de la reacción química cemento-agua durante el proceso de hidratación del cemento. Se produce una muy rápida solución sobresaturada de hidróxido de calcio, con concentración de silicato cálcico hidratado. De acuerdo a Le chatelier este hidrato se precipita rápidamente correspondiendo el endurecimiento posterior a la pérdida de agua del material hidratado, presentándose el silicato de calcio hidratado en forma de cristales interconectados extremadamente pequeños, los cuales por sus dimensiones son denominados gel. El gel es una aglomeración porosa de partículas solidamente entrelazadas, en su mayoría escamosas o fibrosas, el conjunto de las cuales forma una red eslabonada que contiene material más o menos amorfo.

Desempeña el papel más importante en el comportamiento del concreto, especialmente en sus resistencias mecánicas y su módulo de elasticidad. Las razones de su resistencia aun no están claramente comprendidas. La atracción física es del tipo Van der Waal entre superficies de sólidos separados únicamente por microscópicos “poros gel”.

- **Los poros**

Son los espacios vacíos que no contienen materia sólida, aunque pueden estar llenos de agua. Los cristales de hidróxido de calcio, o cal libre que puedan haberse formado durante la hidratación del cemento. Estos poros se clasifican en: Poros por aire atrapado (Durante el proceso de mezclado una pequeña cantidad de aire (1%) es aportado por los materiales y es la que queda atrapada en la masa de concreto), Poros por aire incorporado (Se incorpora intencionalmente para incrementar la durabilidad del concreto), Poros capilares (Son los espacios originalmente ocupados por el agua en el concreto fresco, los cuales en el proceso de hidratación del cemento no han sido ocupados por el gel), Poros gel (Se forman durante el proceso de formación del gel, son las partículas de aire que quedan atrapadas dentro de el, aisladas unas de otras. Se presentan independientemente de la relación agua cemento).

- **Concreto Fresco**

Es aquel recién preparado cuyo estado es plástico y moldeable en el cual no se produce el fraguado ni el endurecimiento y adopta la forma del encofrado.

El control de calidad del concreto depende en primera instancia de los procedimientos de muestreo que permitan contar con porciones representativas para el análisis correspondiente.

El proceso de la toma de la muestra esta normado por ASTM C-172.

Trabajabilidad

Trabajo que hay que aportar al concreto en estado fresco en los procesos de fabricación, transporte, colocación, compactación y acabado. Esta influenciada principalmente por la pasta, el contenido de agua y el equilibrio adecuado entre gruesos y finos, produciendo en el caso óptimo una suerte de continuidad en el desplazamiento natural y/o inducido de la masa.

En nuestro país lo rige la NTP 339.035 y el ensayo se denomina de asentamiento. Se mide tradicionalmente por el “slump” o consistencia (cono de ABRAMS) ya que se permite una aproximación numérica a esta propiedad del concreto, pero es una manera limitada de evaluarla, siendo más una prueba de uniformidad que de trabajabilidad.

Es común que esta prueba sea un condicionante de aprobación o desaprobación del concreto fresco.

Tipos de asentamientos característicos:

- **Normal o verdadero.-** Es el propio de una mezcla rica y con una correcta cantidad de agua. En este caso el concreto no sufre grandes deformaciones, sus componentes permanecen unidos debido al cemento que los liga.
- **Corte.-** Se produce por un exceso de agua, la pasta pierde su poder aglutinante produciendo asentamientos mayores y reduciendo el coeficiente de rozamiento.
- **Desplomado.-** Se produce cuando el concreto tiene mucha agua y es pobre en arena, el lugar de asiento se produce rotura por derrumbamiento y algunas veces por corte.

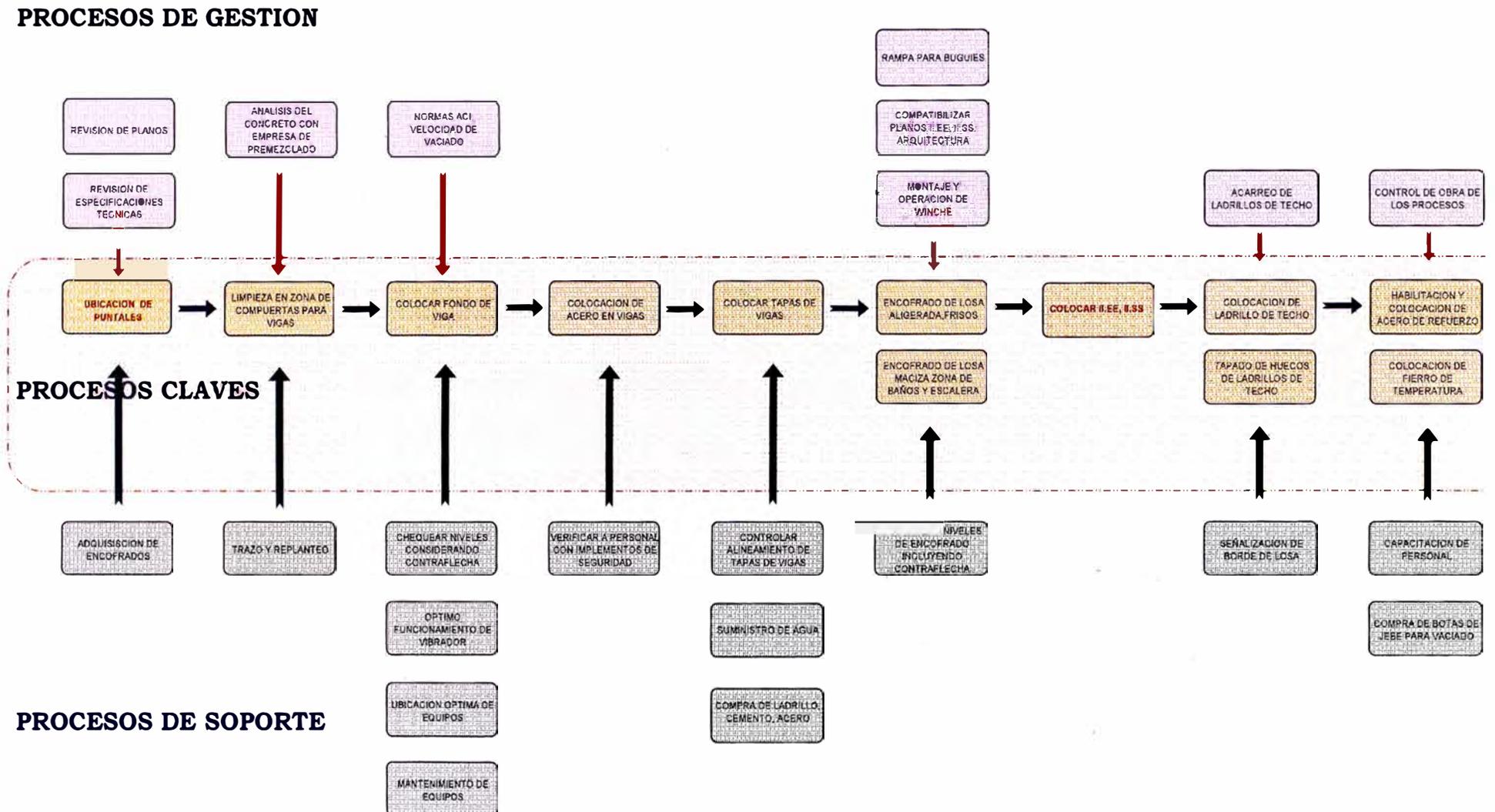
- **Concreto Armado**

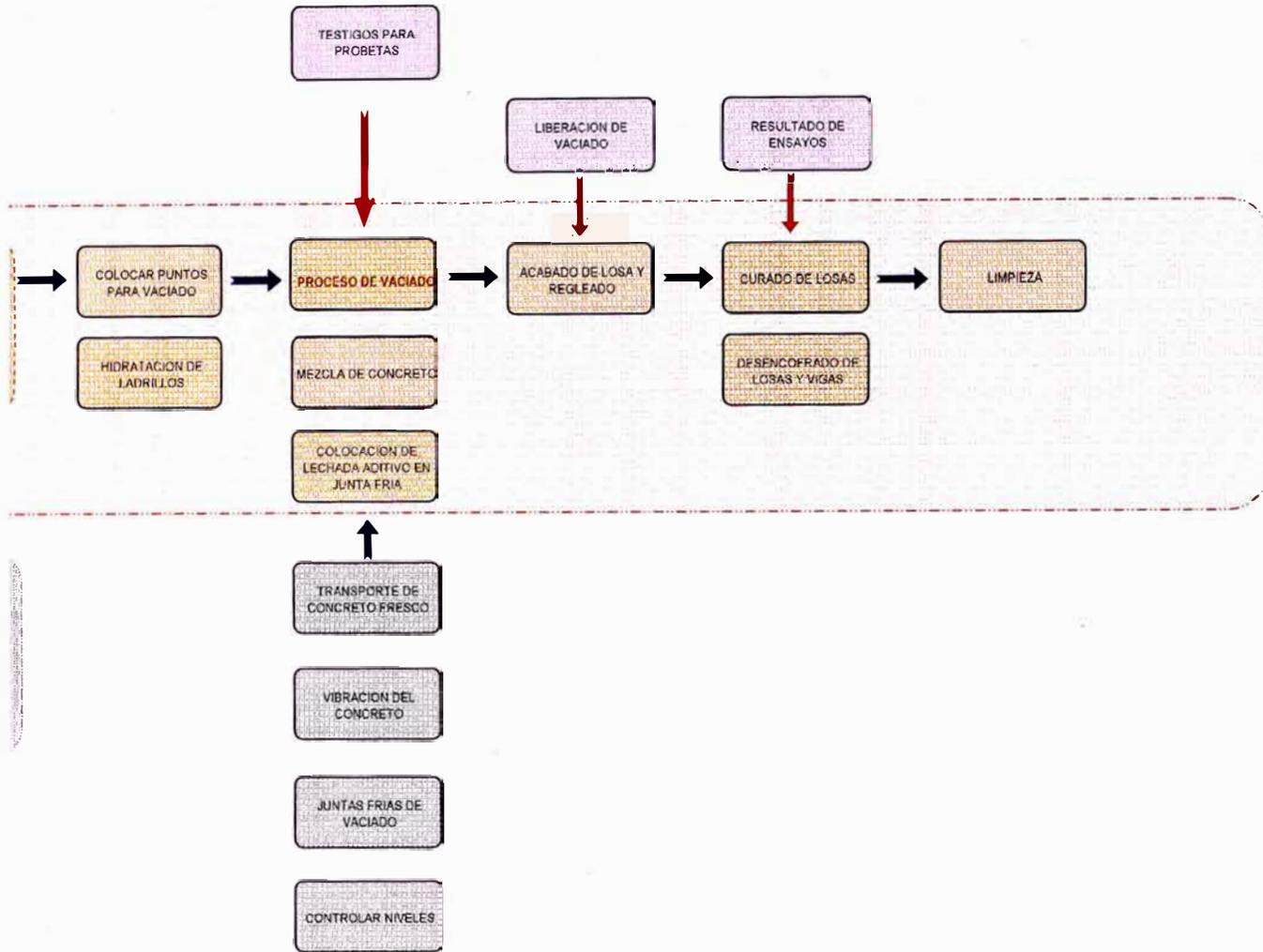
Material compuesto que resiste tanto compresiones como tensiones; las primeras absorbidas por el concreto y las segundas por el refuerzo de acero dispuesto dentro de la masa rocosa.

b. Mapa de procesos

Se define un mapa de procesos para la partida de concreto en losas aligeradas de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el que se identifican los procesos de gestión, procesos claves y procesos de apoyo. Este mapa de procesos está basado en la información recabada con entrevistas a profesionales, encuestas a personal obrero con experiencia en este tipo de obras y además con el análisis de los documentos de la obra, determinándose de esta manera las actividades que pueden incurrir en mayor cantidad de defectos en el mapa de procesos. Esto se plasmó en la siguiente gráfica en la que se resaltan las actividades con mayores defectos.

Figura 3.2. Mapa de procesos de concreto en losas aligeradas

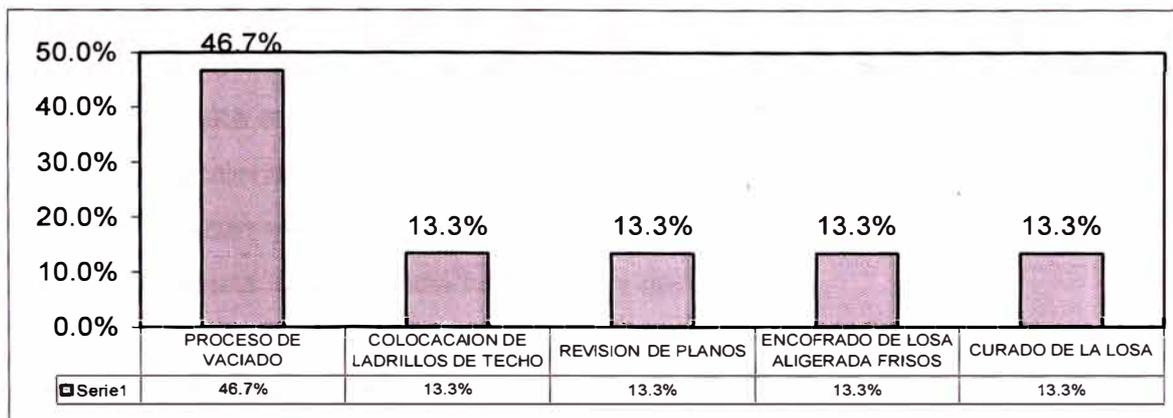




c. Análisis de incidencia de procesos críticos

De acuerdo a los datos obtenidos por la encuesta, se definen las actividades críticas en el mapa de procesos, y se identifica el proceso más crítico.

Figura 3.3. Procesos críticos incidentes en la colocación de concreto



Fuente: Encuesta efectuada a profesionales y obreros con experiencia en obras de edificaciones. (Ver Anexos)

d. Análisis de incidencia de problemas frecuentes

Producto de la encuesta, se determinan las fallas que se derivan del proceso escogido anteriormente. Además en el cuadro siguiente se analizan las fallas más a fondo debido al proceso de vaciado de concreto.

Tabla 3.5. Análisis para detectar los problemas más frecuentes del proceso crítico, Vaciado de concreto

ITEM	(F)ALLA	(A)PARIENCIA	(C)AUSA	(R)ESPONSABLE	(E)FECTO	(A)CCION	(P)REVISION
1	GRIETAS	CONCRETO CON GRIETAS	EVAPORACION ELEVADA	RESIDENTE DE OBRA	ANTIESTETICA	DEMOLER	RECONOCER A TIEMPO LAS CONDICIONES DEL TIEMPO
2	CONCRETO INADECUADO	EXTERIORMENTE PARECEN ESTAR EN OPTIMAS CONDICIONES	MALOS PROVEEDORES	RESIDENTE DE OBRA	ESTRUCTURAS DE BAJA CALIDAD	INGENIERO DE CAMPO CAPACITADO	CONTROL ADECUADO

Problemas frecuentes que generalmente suceden asociados al vaciado de concreto:

- Mala ubicación del equipo.
- La mezcla no se emplea rápidamente.
- Se mezclan concretos con fraguados iniciados.

- No se controla la temperatura del concreto.
- Se realizan juntas frías en el concreto por causa de entrega tardía del concreto premezclado.
- Mala determinación de la cota y las dimensiones de los elementos.
- Mala ubicación de las armaduras y de los elementos embebidos.
- Albañilería de contacto no debidamente humedecida.
- Segregación de la mezcla.
- No se respeta el proceso de endurecimiento del concreto.
- Mala vibración del concreto.
- No se realizan vaciados continuos.
- No se asegura la adecuada hidratación del cemento.

e. Análisis de causa - efecto de problemas de mayor incidencia

El problema más frecuente que se identificó en el proceso de vaciado de concreto es la aparición de grietas. En la Figura 3.4. se determina el diagrama causa - efecto de la falla más significativa.

Figura 3.4. Diagrama causa – efecto en el proceso de vaciado de concreto



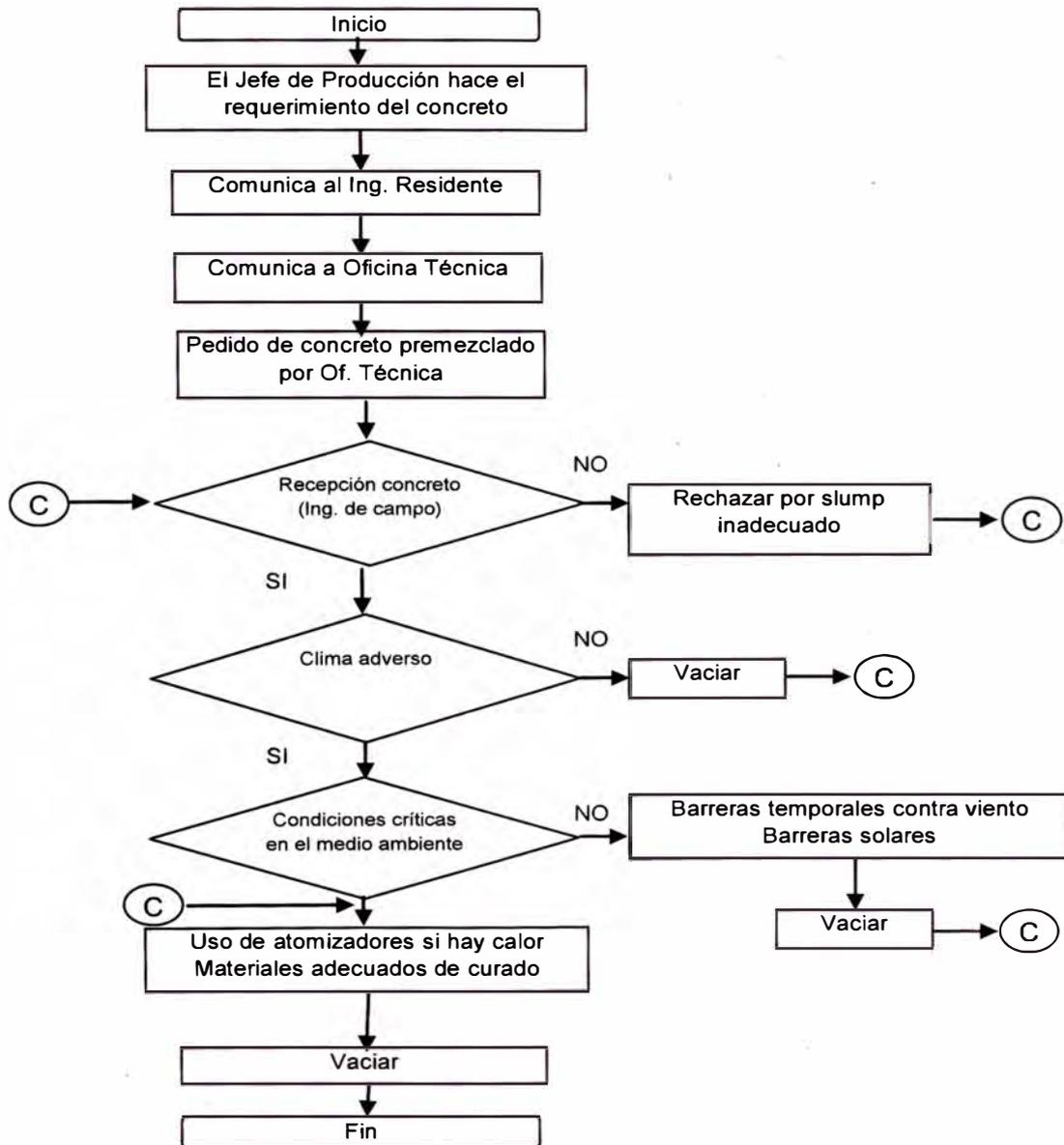
Luego del diagrama de causa y efecto en el que se analizaron las causas por las cuales se generan grietas en la losa de concreto, se determinó por la encuesta que la causa principal está en las condiciones del medio ambiente de la zona de trabajo, por lo tanto es importante tomar las medidas necesarias para evitar que las condiciones climáticas se conviertan en causas de fallas en este proceso.

f. Diagrama de flujo de los problemas más frecuentes

A continuación se presenta el gráfico con un diagrama de flujo que permite

establecer la secuencia de un vaciado de concreto con sus respectivos puntos de inspección.

**Figura 3.5. Diagrama de flujo – Proceso de vaciado de concreto
(Responsables: Jefe de Producción e Ing. Residente)**



Los puntos © son puntos de control.

g. Plan de Puntos de inspección

Luego del análisis anterior, los puntos de inspección serán los siguientes.

Nº	ETAPA A SER INSPECCIONADA	CARACTERISTICA A INSPECCIONAR	METODO	DOCUMENTACION DE REFERENCIA
1	Recepción del concreto	* Pedir certificados de calidad * Propiedades del concreto	* Visual * Documental	* Documentos de control * Cuaderno de obra
2	Proceso de vaciado	* Condiciones climáticas * Vientos * Temperatura * Asentamiento del concreto	* Documental * Visual	* Verificación de entrada y salida * Certificados

h. Acciones correctivas y mitigadoras

Medidas correctivas

- El Ing. Residente de Obra deberá preparar un diagrama de flujo y un procedimiento preliminar de las actividades a desarrollarse para garantizar un adecuado proceso de vaciado.
- El Ing. Residente deberá presentar este documento a su superior, Gerente del Proyecto, para que este genere un Formato y la documentación adecuada. El Gerente de Proyecto designará o delegará funciones para la debida gestión de la publicación de los documentos aprobados.
- Conocer con anticipación datos de la zona de la obra como la temperatura, la velocidad del viento, y llevar un seguimiento de la data. Esto para prevenir posibles problemas con respecto al clima.
- Contar con adecuado proceso de selección de personal obrero y profesional.

Medidas mitigadoras

- En climas adversos de alta temperatura se deben colocar temporizadores hasta encontrar los materiales para el curado.
- Capacitar al personal obrero constantemente sobre aspectos técnicos referente a la incidencia de la temperatura o la velocidad del viento en el fraguado del concreto.
- Verificar la situación del medio ambiente de la obra, tiempo y clima.

i. Procedimiento de evaluación de costos de no calidad

Los costos de no calidad son la suma de los recursos desperdiciados, producto de una mala planificación, de procesos inadecuados y del uso de recursos inadecuados.

Los costos de no calidad en las obras de concreto armado generalmente se atribuyen a:

- Desperdicios de materiales como el concreto, acero o partes del encofrado, debido a que no se lleva un adecuado control.
- Materiales mal utilizados. No se usan los materiales adecuados.
- Productos defectuosos que deben ser reparados como las herramientas, equipos.
- Horas Hombres utilizadas en las reparaciones.
- Atrasos en las entregas. Mala coordinación con los proveedores.
- Multas por incumplimientos de fechas o entrega del producto.
- Tiempo y recursos asignados a atender reclamos producto de una mala planificación, invirtiendo recursos innecesariamente.
- Tramitaciones.
- Control de inventarios de los productos defectuosos.
- Deficiencias de organización interna de la empresa.
- Problemas externos. Demora por parte del cliente.

Para el análisis se tiene:

CDC = Costos de Calidad. Son una inversión con el objetivo de alcanzar mejorar la calidad de vida de los beneficiados.

CNC = Costos de No Calidad

CRC = Costos relativos a la calidad (CDC + CNC). Son aquellos costos en los cuales toda organización debe invertir para cumplir con las hipótesis asumidas por el responsable del diseño (Ingeniero de Proyecto), con el objetivo de asegurar la calidad satisfactoria del producto del proyecto y dar confianza de ello (CDC); así como, las pérdidas generadas como resultado de no invertir en los CDC, y no alcanzar la calidad satisfactoria (CNC).

CDI = Costo directo de la inversión

Para poder realizar una crítica sobre los diferentes parámetros que se mantengan entorno a los costos referidos a la calidad, se consideran los siguientes índices:

$$I_{(CDC\ 1)} = CDC \times 100 / CDI$$

$$I_{(CDC\ 2)} = CNC \times 100 / CDI$$

$$I_{(CDC\ 3)} = CRC \times 100 / CDI$$

$$I_{(CDC\ 4)} = (CNC - CNC') \times 100 / CNC$$

Tabla 3.6. Significado de los cuatro índices de CDC

Nº	Índice de CDC	Significado de los índices de CDC
01	I_{CDC1}	Expresa cuantitativamente el porcentaje de costos que representan los CDC respecto del costo directo de la obra o partida en análisis
02	I_{CDC2}	Expresa cuantitativamente el porcentaje de costos que representan los CNC respecto del costo directo de la obra o partida en análisis
03	I_{CDC3}	Expresa cuantitativamente el porcentaje de costos que representan los CRC respecto del costo directo de la obra o partida en análisis
04	I_{CDC4}	Expresa cuantitativamente el porcentaje del mejoramiento continuo debido a la implementación de los CDC, es decir, compara los resultados de los escenarios: antes y después de las mejoras

Particularmente para la obra del pabellón de Educación Física de la UNE se ha considerado en sus gastos generales un monto de S/. 2,275.00 nuevos soles para todos los ensayos y pruebas.

Cuantificación de los costos de calidad y no calidad

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL	SUB TOTAL
03.12.00	LOSAS ALIGERADAS H=0.25M (2 SENTIDOS)					57,109.41
03.12.01	Concreto f'c = 210 kg/cm ² losas aligeradas	m ³	68.64	269.35	18488.18	
03.12.02	Encofrado y desencofrado normal losas aligeradas H=0.25 (2 sontidos)	m ²	483.36	27.35	13219.90	
03.12.03	Acero corrugado fy=4200 kg/cm ²	kg	5675.60	3.23	18332.19	
03.12.04	Ladrillo arcilla para techo 20x30x30 cm	und	3021.00	2.34	7069.14	
Costo Directo						57,109.41
Gastos Generales (13.5%)						7,709.77

TOTAL **CDI = 64, 89.18**

COSTOS DE CALIDAD (CDC) enfocado en el concreto

a)	Ensayos a los materiales	80.00
	Sanidad del agua que se utiliza para el curado	80.00
b)	Herramientas inadecuadas	685.31
c)	Mano de Obra	35
TOTAL CDC		800.31

COSTOS DE NO CALIDAD (CNC)

a)	Demolición	2402.40
b)	Eliminación de Desmante	535.39
c)	Nueva losa aligerad	57109.41
SUB-TOTAL		60047.20
G. GENERALES (13.5%)		3002.36
TOTAL CNC		63049.56

Al aplicar los conocimientos de la Calidad de Construcción, se podrá minimizar estos riesgos pero jamás eliminarlos completamente, por lo que consideraremos según el Ing. Rubén Gómez Sánchez:

$$CNC' = 63049.56 \times 0.02 =$$

TOTAL CNC'	1260.99
-------------------	----------------

ANALISIS DE LAS DIFERENCIAS Y LOS INDICES DE "CDC"

I (CDC1) = CDC x 100 / CDI		I (CDC2) = CNC x 100 / CDI	
I (CDC1) =	1.23 %	I (CDC2) =	97.27 %
I (CDC3) = CRC x 100 / CDI		I (CDC4) = (CNC - CNC') x 100 / CNC	
I (CDC3) =	98.50 %	I (CDC4) =	98.00 %

Por cada S/. 100.00 Nuevos Soles de inversión se necesita solamente S/. 1.23 Nuevos Soles para el control de calidad. Caso contrario se tendría el riesgo de gastar S/. 97.27 Nuevos Soles por la ocurrencia de fallas.

Los costos de calidad enfocados al concreto significan costos que no ha considerado la obra para la partida de concreto en losas aligeradas. Los costos de no calidad implican que por causa de una mala colocación de concreto, se debe demoler prácticamente todo lo realizado, eliminar y rehacer.

A pesar de que en una obra se invierta en calidad, se tengan claros los conocimientos, nunca se podrán eliminar por completo los errores, por lo que el Ing. Rubén Gómez Sánchez considera que aplicando conocimientos de calidad, igualmente se incidiría como gasto en un 2% de los costos de no calidad.

3.4.2 Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ en muros y placas

a. Definiciones

- **Acero de refuerzo**

Para el concreto armado se requiere que el acero cumpla con los requisitos de resistencia (límite de fluencia), adherencia, capacidad de doblado en frío, soldabilidad y otros.

No se recomienda el empalme por soldadura debido al alto contenido de carbono. En el Perú solo se fabrica con $f_y = 4,200 \text{ kg / cm}^2$ (grado 60).

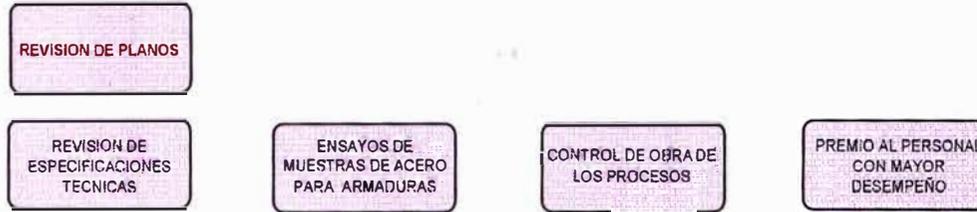
El acero de construcción es siempre corrugado, es decir tiene nervaduras a su alrededor con el fin de lograr una buena adherencia con el concreto. Una excepción es la varilla de $\frac{1}{4}$ " lisa, que se usa solo para hacer estribos. Además existe el llamado alambión o alambre No. 8, que se usa para atar o atortolar las uniones entre varillas.

b. Mapa de Procesos

A continuación se define un mapa de procesos para la partida de Acero en muros y placas de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el que se identifican los procesos de gestión, procesos claves y procesos de apoyo. Luego se recabó información, con entrevistas y encuestas a personal profesional y obrero con experiencia en este tipo de obras, determinándose las actividades con mayores defectos en el mapa de procesos.

Figura 3.6. Mapa de procesos del acero de refuerzo

PROCESOS DE GESTION



PROCESOS CLAVE

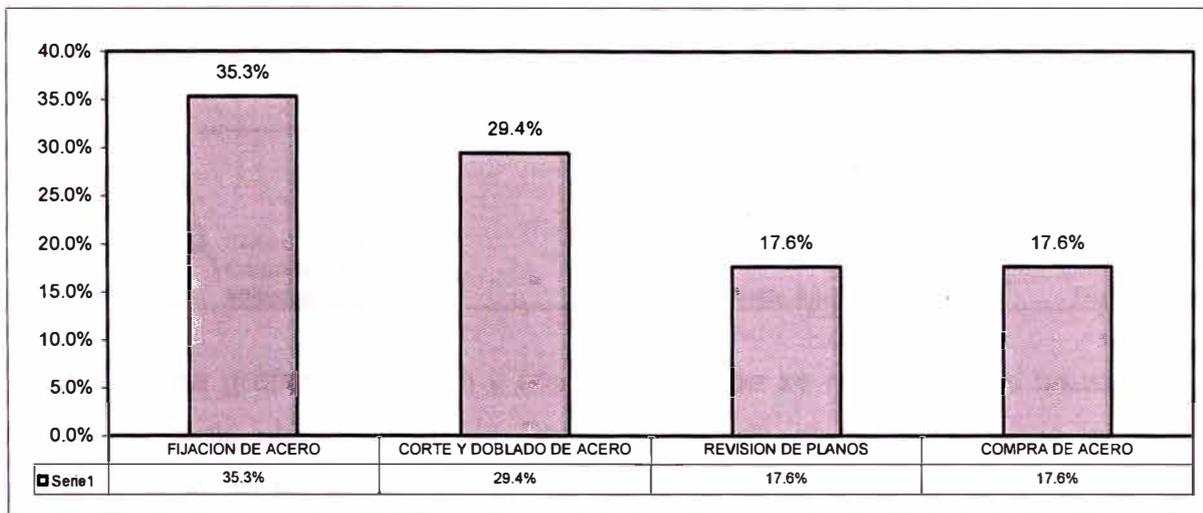


PROCESOS DE SOPORTE



c. Análisis de incidencia de procesos críticos

Figura 3.7. Procesos críticos incidentes en el acero de refuerzo



d. Análisis de incidencia de problemas más frecuentes

Mediante el cuadro siguiente se identifican los problemas más frecuentes asociados al proceso crítico, que en este caso es la fijación del acero.

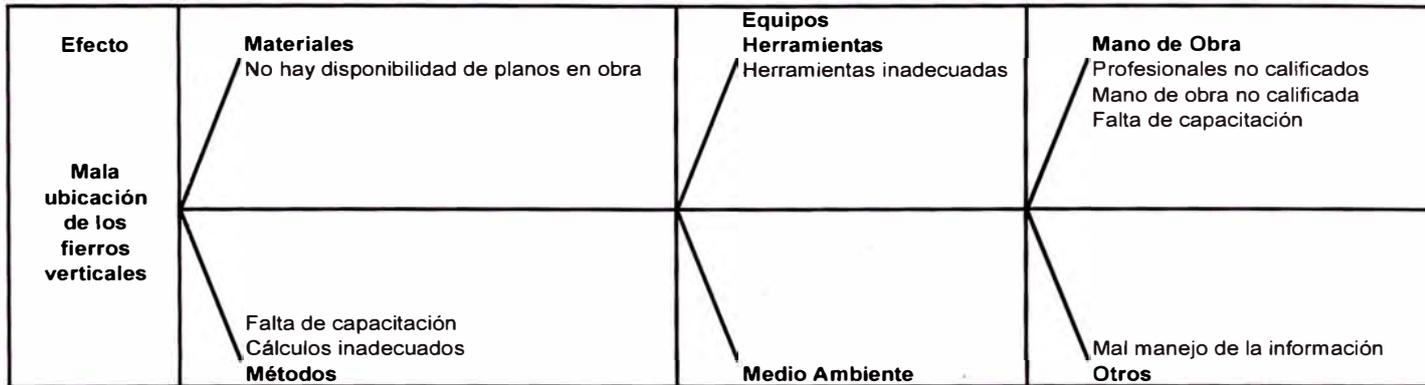
Tabla 3.7. Análisis para detectar los problemas más frecuentes del proceso crítico, fijación del acero

ITEM	(F)ALLA	(A)PARIENCIA	(C)AUSA	(R)ESPONSABLE	(E)FECTO	(A)CCION	(P)REVISION
1	MALA UBICACIÓN DE LOS FIERROS VERTICALES	OBSERVACIONES DE LA SUPERVISIÓN	NO SE RESPETA LO INDICADO EN LOS PLANOS	ING. DE CAMPO	REHACER EL TRABAJO	CONTROLAR Y VERIFICAR	IMPARTIR LOS PLANOS, CAPACITAR CONSTANTEMENTE Y ESTABLECER PARAMETROS DE MEDICIÓN.
2	DISTANCIAMIENTO DE ESTRIBOS	OBSERVACIONES DE LA SUPERVISIÓN	NO SE RESPETA LO INDICADO EN LOS PLANOS	ING. DE CAMPO	REHACER EL TRABAJO	CONTROLAR Y VERIFICAR	CAPACITACION DEL OBRERO Y ESTABLECER PARAMETROS DE MEDICIÓN

e. Análisis de causa - efecto de problemas de mayor incidencia

Se determinaron las causas y efectos de la partida más significativas, determinándose el siguiente Diagrama de Causa – Efecto.

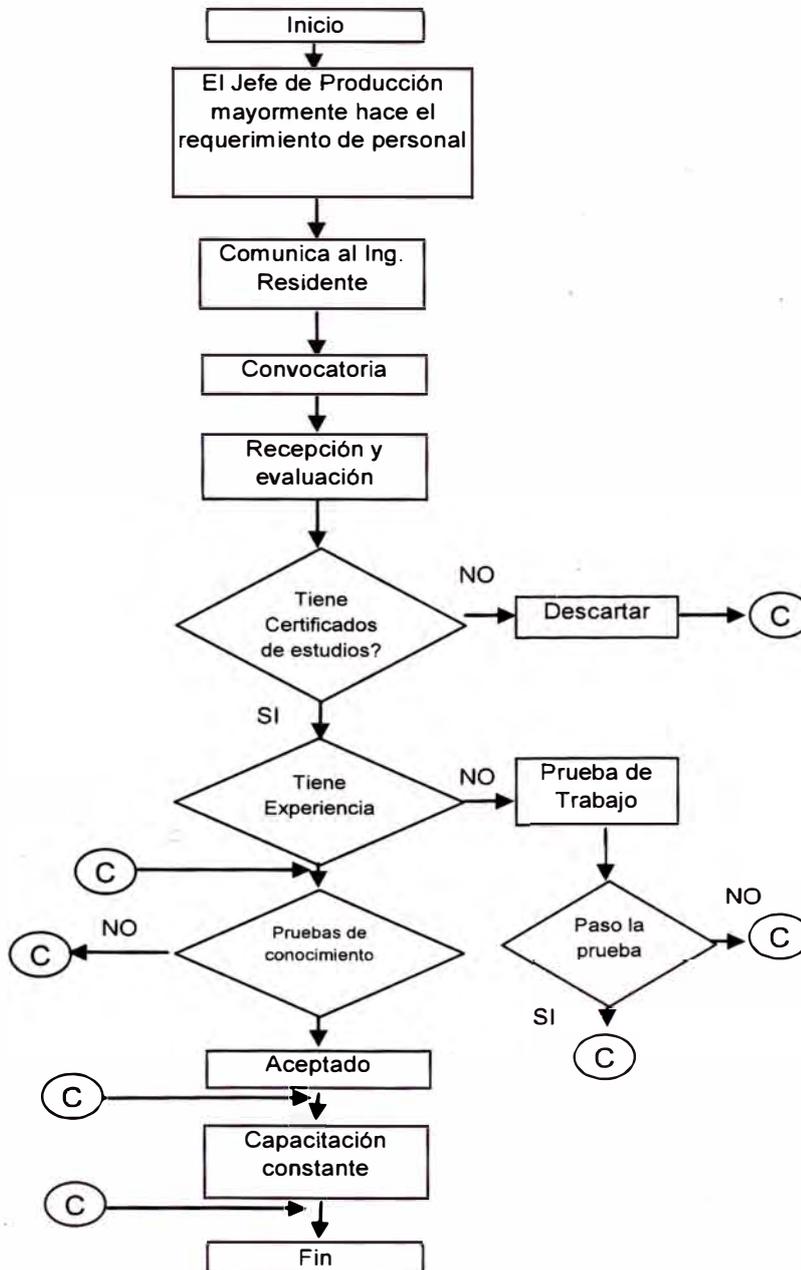
Figura 3.8. Diagrama Causa – Efecto, del problema mayor del acero de refuerzo



Luego de este gráfico de causa y efecto en el que se muestran las causas que generan la mala ubicación de los fierros verticales, se determina que la causa principal es la mano de obra no calificada. Si bien no es específicamente un proceso que forme parte de los procesos claves de la partida, es muy importante. El filtro de captación de personal obrero debe ser el adecuado de manera que las capacitaciones posteriores sean bien utilizadas.

f. Diagrama de flujo del problema más frecuente

**Figura 3.9. Diagrama de Flujo – Proceso de selección del personal
 (Responsables: Jefe de Producción e Ing. Residente)**



Los puntos © son puntos de control.

El diagrama de flujo anterior está enfocado al proceso de selección de personal. La capacitación complementa los conocimientos del obrero que ingresa a la obra.

g. Plan de Puntos de inspección

Los puntos de inspección serán de acuerdo a la siguiente tabla.

Nº	ETAPA A SER INSPECCIONADA	CARACTERISTICA A INSPECCIONAR	METODO	DOCUMENTACION DE REFERENCIA
1	Selección de personal	* Estudios * Experiencia * Evaluación	* Entrevista	* Certificados de estudio. * Constancias
2	Verificación de almacén, proveedores	* Cumplimiento de EETT. * Conservación	* Documental * Visual	* Verificación de entrada y salida * Certificados

h. Acciones correctivas y mitigadoras

Acciones correctivas

- Se debe seleccionar el personal obrero calificado, que tenga la capacidad de alcanzar y superar los rendimientos establecidos para las partidas.
- El Ing. Residente de Obra deberá preparar un Diagrama de Flujo y un procedimiento preliminar de las actividades a desarrollarse para seleccionar el personal obrero calificado adecuado.
- Determinación de proveedores de acero confiables.

Acciones mitigadoras

- Capacitación constante del personal obrero.
- Revisión del material.

g. Procedimiento de evaluación de costos de no calidad

Cuantificación de los costos de calidad y no calidad

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL	SUB TOTAL
03.07.00	MUROS Y PLACAS					128,234.16
03.07.01	Concreto f'c = 210 kg/cm2 muros, tabiques y plac	m3	155.45	267.34	41558.00	
03.07.02	Encofrado y desencofrado normal muros, tabiques y placas	m2	1406.11	24.30	34168.47	
03.07.03	Acero corrugado fy=4200 kg/cm2	kg	16256.25	3.23	52507.69	
Costo Directo						128,234.16
Gastos Generales (13.5%)						17,311.61

TOTAL **CDI = 145,545.78**

COSTOS DE CALIDAD (CDC) enfocado en el acero

a)	Ensayos a los materiales	100.00
b)	Herramientas inadecuadas	1538.81
c)	Mano de Obra	35
	Proporcional al CDC, selección del personal	

TOTAL CDC 1673.81

COSTOS DE NO CALIDAD (CNC)

a)	Demolición	5440.75
b)	Eliminación de Desmonte	1212.51
c)	Nuevos muros y placas	128234.16

SUB-TOTAL 134887.42

G. GENERALES (13.5%) 6744.37

TOTAL CNC 141631.79

Al aplicar los conocimientos de la Calidad de Construcción, se podrá minimizar estos riesgos pero jamás eliminarlos completamente, por lo que consideraremos según el Ing. Rubén Gómez Sánchez:

$$\text{CNC}' = 141631.794675 \times 0.02 =$$

TOTAL CNC' 2832.64

ANALISIS DE LAS DIFERENCIAS Y LOS INDICES DE "CDC"

$$I(\text{CDC1}) = \text{CDC} \times 100 / \text{CDI}$$

$$I(\text{CDC1}) = 1.15 \%$$

$$I(\text{CDC3}) = \text{CRC} \times 100 / \text{CDI}$$

$$I(\text{CDC3}) = 98.46 \%$$

$$I(\text{CDC2}) = \text{CNC} \times 100 / \text{CDI}$$

$$I(\text{CDC2}) = 97.31 \%$$

$$I(\text{CDC4}) = (\text{CNC} - \text{CNC}') \times 100 / \text{CNC}$$

$$I(\text{CDC4}) = 98.00 \%$$

Por cada S/. 100.00 Nuevos Soles de inversión se necesita solamente S/. 1.15 Nuevos Soles para el control de calidad. Caso contrario se tendría el riesgo de gastar S/. 97.31 Nuevos Soles por la ocurrencia de fallas.

Los costos de calidad enfocados al acero en este caso significan costos que no ha considerado la obra para la partida de acero para muros y placas. Los costos de no calidad implican que por causa de una mala colocación del acero, se debe demoler prácticamente todo lo realizado, eliminar y rehacer.

A pesar de que en una obra se invierta en calidad, se tengan claros los conocimientos, nunca se podrán eliminar por completo los errores, por lo que el Ing. Rubén Gómez Sánchez considera que aplicando conocimientos de calidad, igualmente se incidiría como gasto en un 2% de los costos de no calidad.

CONCLUSIONES

- Para el vaciado de concreto en losas, la previsión adecuada del clima para el proceso operativo, puede evitar reprocesos en el futuro.
- Se debe revisar la ubicación y el desarrollo de la tuberías para agua y para las instalaciones eléctricas, para evitar problemas de fugas o fallas por sobre presión producto del vaciado.
- Del análisis de los problemas más frecuentes, podemos concluir que la capacitación del personal tiene un gran impacto en la prevención de problemas.
- La línea de mando y la supervisión deben revisar permanentemente los planos, las especificaciones y las normas de construcción.
- Lograr un buen concreto, acorde a las normas y a las especificaciones de la obra, requiere de procesos metódicos y sistemáticos en pruebas de control.
- La calidad uniforme del concreto premezclado supera al concreto elaborado en el lugar de la obra, siendo los costos menores al no requerir mano de obra para la elaboración y almacenamiento.
- El concreto premezclado ofrece numerosas posibilidades, como la facilidad de plasticidad del material, para una gran calidad estética.
- En cualquier caso, es más económico cumplir con los ensayos previstos, y aplicar costos de calidad que esperar se manifiesten los costos de no calidad, porque son costos más elevados y denigran la imagen de la empresa constructora.
- El presupuesto base o valor referencial debe considerar un rubro adicional; costos de calidad (CDC). De manera que detallen mejor los alcances de lo previsto para el manejo de la calidad en la obra.
- Cada empresa constructora en el Perú de acuerdo a su experiencia arma su presupuesto referencial. Algunas consideran una partida de costos de calidad y otras no.
- Un sistema de gestión de calidad implementado correctamente permitirá minimizar los trabajos rehechos que perjudican a la productividad y a la rentabilidad de las empresas constructoras.

- El sistema de gestión de calidad permite una mejora continua, mejorando paso a paso todos los procesos involucrados en la construcción. Para ello se deben tener claros los puntos de inspección iniciales, para permitir así una mejora constante.

RECOMENDACIONES

- Se debe estudiar e implementar un Sistema de gestión de calidad en las empresas constructoras, de manera que a largo plazo se puedan ahorrar recursos, elevando la rentabilidad y la competitividad.
- Es importante que los ejecutivos de las empresas constructoras tengan en cuenta los puntos tocados en el presente informe,
- La teoría para el presente informe no ha profundizado algunos temas como los nexos entre el proceso de desarrollo. Es por ello que el presente informe sirve de apoyo o como punto de partida a estudios que homogenicen y relacionen con mayor eficiencia los procesos.
- Para que el concreto cumpla con su tarea, debe contar con la supervisión de expertos que consideren la importancia y utilidad de los componentes de la mezcla, así como las características técnicas que requerirá al momento de ser colocado en la obra.
- Para la identificación de los puntos de control, teniendo en cuenta efectuar actividades de carácter operativo, es necesario la elaboración de instrucciones escritas de fácil entendimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Canales Ayala, Walter. "Estudio Comparativo para mitigar los costos de No Calidad en el Proyecto Carretera Yura – Patahuasi". Tesis UNI-FIC. Lima - Perú, 2005.
2. Castro Peña, Marlene. "El Control y Aseguramiento de la Calidad del Concreto". Tesis UNI-FIC. Lima – Perú, 2002.
3. Charalla, Mauro. "Plan de Aseguramiento de Calidad en Obras de Edificaciones, Calidad, Relación Calidad, Diseño, Costo y Productividad. ISO 9000, ISO 9002, Costos Calidad". Tesis UNI-FIC. Lima - Perú, 2002.
4. Grant, Eugene. "Control de Calidad Estadístico". Primera Edición, Continental. México DF, 1966.
5. Ibáñez Machicao, Mario. "Calidad Total, Reto Empresarial". Primera Edición, CONCYTEC. Lima - Perú, 1996.
6. James, Paúl. "Gestión de Calidad Total, un Texto Introductorio". Primera Edición, Prentice Hall. Madrid, 1997.
7. López Soria, José Ignacio. "Calidad Total y Competitividad". CIENES, UNI - JUNAC. Lima - Perú, 1997.
8. Mera Medina, Luis. "Manual de Gestión de Calidad de una Empresa Constructora, y Presupuesto, Planeamiento y Programación de Obra, Cámara de Carga y Tubería de Fuerza de Central Hidroeléctrica". Tesis UNI-FIC. Lima - Perú, 2002.
9. "Norma Técnica de Edificaciones". Editorial Capeco. Lima – Perú, 2007.
10. Pérez Minués, Juan / Sabador Moreno, Antonio. "Calidad del Diseño de la Construcción". Primera Edición, Díaz Santos. Madrid, 2004.
11. Ployaert, Claude, "Recommandations pour la construction en béton des ouvrages d'épuration des eaux. Fédération de l'Industrie Cimentière Belge". Bruxelles - Belge, 2006.
12. Sanchez Soto, Rubén. Apuntes del tema.

ANEXOS

FORMULARIO DE DATOS

Percepción sobre problemas en los procesos constructivos de una edificación.

Especialidad: **Movimiento de Tierras**

Realizado por: _____

Ocupación: _____

1. Procesos críticos incidentes en la partida de **movimiento de tierras**.

¿Qué actividad influye más en la partida de **movimiento de tierras**? Marcar con una "X" en el puntaje más conveniente.

Descripción	1	2	3	4	5
Lectura y compatibilización de planos					
Topografía (trazo y replanteo)					
Excavación de zanjas					
Emparejado y compactación de fondo de cimentación.					
Otros (Especificar):					

2. Análisis de incidencia de los problemas más frecuentes de **movimiento de tierras**.

¿Cuál es el problema más frecuente en la partida de **movimiento de tierras**? Marcar con una "X" en el puntaje más conveniente.

Descripción	1	2	3	4	5
Desmoronamiento de paredes de zanja					
Herramientas desgastadas					
Estado físico del personal					
Encuentro de bolonerías o roca sueltas					
Otros (especificar)					

FORMULARIO DE DATOS

Percepción sobre problemas en los procesos constructivos de una edificación.

Especialidad: Concreto Armado

Concreto en losas aligeradas

Realizado por: _____

Ocupación: _____

1. Procesos críticos incidentes en la partida de **Concreto en losas aligeradas**.

¿Qué actividad influye más en la partida de **concreto en losas aligeradas**? Marcar con una "X" en el puntaje más conveniente.

Descripción	1	2	3	4	5
Revisión de planos					
Encofrado de la losa					
Ladrillo de techo					
Proceso de vaciado					
Curado de la losa					
Otros: (Especificar)					

2. Análisis de incidencia de los problemas más frecuentes en **concreto en losas aligeradas**.

¿Cuál es el problema más frecuente en la partida de **concreto en losas aligeradas**? Marcar con una "X" en el puntaje más conveniente.

Descripción	1	2	3	4	5
Insuficiencia de agua en la mezcla					
Programaron mal la llegada del concreto premezclado					
Vibrador defectuoso					
Evaporación acelerada por temperatura					
Evaporación acelerada por viento					
Personal no calificado					
Otros (especificar)					

FORMULARIO DE DATOS

Percepción sobre problemas en los procesos constructivos de una edificación.

Especialidad: Concreto Armado

Colocación del acero de refuerzo

Realizado por: _____

Ocupación: _____

1. Procesos críticos incidentes en la partida de **Colocación del acero de refuerzo**.

¿Qué actividad influye más en la partida de **colocación del acero de refuerzo**? Marcar con una "X" en el puntaje más conveniente.

Descripción	1	2	3	4	5
Revisión de planos					
Compra de acero					
Corte y doblado del acero					
Fijación del acero					
Otros: (Especificar)					

2. Análisis de incidencia de los problemas más frecuentes en **colocación del acero de refuerzo**.

¿Cuál es el problema más frecuente en la partida de **colocación del acero de refuerzo**? Marcar con una "X" en el puntaje más conveniente.

Descripción	1	2	3	4	5
Disponibilidad de los planos en obra					
Falta de capacitación del personal					
Herramientas en mal estado					
Mano de obra no calificada					
Otros (especificar)					

Tabulación de datos de la encuesta: Procesos críticos incidentes de excavación de zanjas para zapatas

PROCESOS CRITICOS	% INCID	% INCID ACUM	PARCIAL
TOTAL	100.0%	0.0%	17
EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS	41.2%	41.2%	7
TOPOGRAFIA (TRAZO Y REPLANTEO)	29.4%	70.6%	5
EMPAREJADO Y COMPACT. FONDO DE CIMENT.	17.6%	88.2%	3
LECTURA Y COMPATIBILIZACION DE PLANOS	11.8%	100.0%	2

Tabulación de datos de la encuesta: Incidencia de causas en excavación de zanjas para zapatas

CAUSAS DE PROBLEMAS DE MAYOR FRECUENCIA	% INCID	% INCID ACUM	PARCIAL
TOTAL	100.0%	0.0%	17
Desmoronam. Paredes de zanja	41.2%	41.2%	7
Herramientas desgastadas	23.5%	64.7%	4
Estado físico del personal	17.6%	82.4%	3
Encuentro de bolonerías o roca sueltas	11.8%	94.1%	2
Cuadrilla insuficiente	5.9%	100.0%	1

**Tabulación de datos de la encuesta: Procesos críticos incidentes de concreto
para losas aligeradas**

PROCESOS CRITICOS	% INCID	% INCID ACUM	PARCIAL
TOTAL	100.0%	0.0%	15
PROCESO DE VACIADO	46.7%	46.7%	7
COLOCACION DE LADRILLOS DE TECHO	13.3%	60.0%	2
REVISION DE PLANOS	13.3%	73.3%	2
ENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA FRISOS	13.3%	86.7%	2
CURADO DE LA LOSA	13.3%	100.0%	2

**Tabulación de datos de la encuesta: Incidencia de causas en concreto para
losas aligeradas**

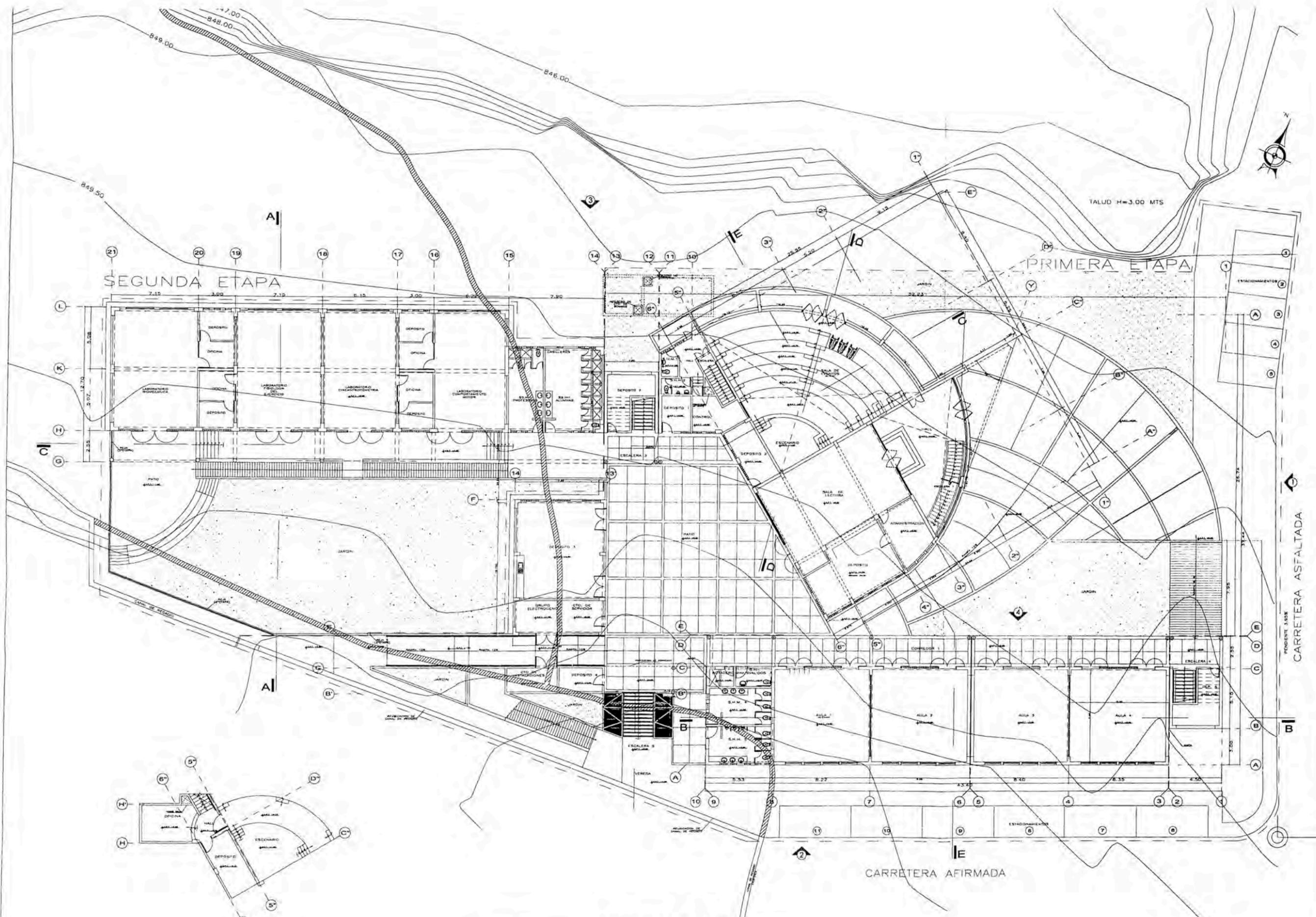
CAUSAS DE PROBLEMAS DE MAYOR FRECUENCIA	% INCID	% INCID ACUM	PARCIAL
TOTAL	100.0%	0.0%	15
Evaporación acelerada por temperatura	40.0%	40.0%	6
Evaporación acelerada por viento	20.0%	60.0%	3
Vibrador defectuoso	13.3%	73.3%	2
Programaron mal la llegada del concreto premezclado	13.3%	86.7%	2
Personal no calificado	6.7%	93.3%	1
Insuficiencia de agua en la mezcla	6.7%	100.0%	1

**Tabulación de datos de la encuesta: Procesos críticos incidentes en la
Colocación del acero de refuerzo**

CAUSAS DE PROBLEMAS DE MAYOR FRECUENCIA	% INCID	% INCID ACUM	PARCIAL
TOTAL	100.0%	0.0%	17
FIJACION DE ACERO	35.3%	35.3%	6
CORTE Y DOBLADO DE ACERO	29.4%	64.7%	5
REVISION DE PLANOS	17.6%	82.4%	3
COMPRA DE ACERO	17.6%	100.0%	3

**Tabulación de datos de la encuesta: Incidencia de causas en la colocación
del acero de refuerzo**

CAUSAS DE PROBLEMAS DE MAYOR FRECUENCIA	% INCID	% INCID ACUM	PARCIAL
TOTAL	100.0%	0.0%	17
Mano de obra no calificada	41.2%	41.2%	7
Falta de capacitacion al personal	23.5%	64.7%	4
Herramientas en mal estado	17.6%	82.4%	3
Disponibilidad de los planos en obra	17.6%	100.0%	3



SEGUNDA ETAPA

PRIMERA ETAPA

PRIMERA PLANTA

PLANTA SOTANO (1ERA ETAPA)

LEYENDA

	MUR
	PUERTA
	VENTANA
	ESCALERA
	RAMPAS DE ACCESO
	ACABADO DE PISO
	ACABADO DE TECTO
	ACABADO DE PARED
	COLUMNA

NOTA
 1. LAS REJAS 1, 2, 3, 4 Y 5 INDICADAS EN EL PLANO SERÁN EJECUTADAS EN LA SEGUNDA ETAPA.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACION "ENRIQUE GUZMAN Y VALLE"

"INFRAESTRUCTURA DE LA ESPECIALIDAD DE EDUCACION FISICA"

PLANTA GENERAL 1ER PISO

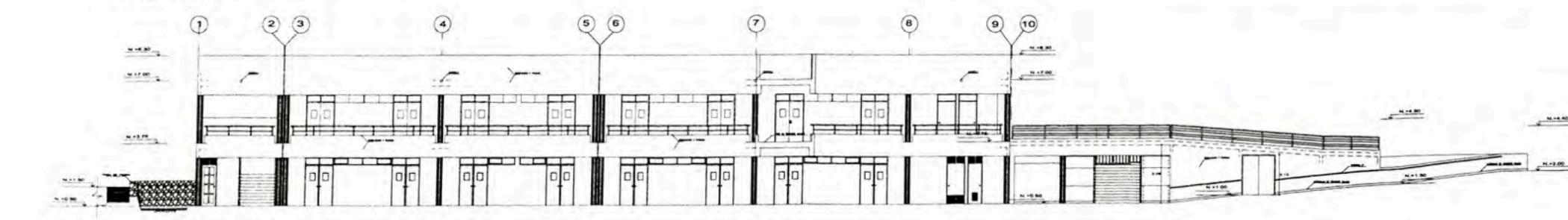
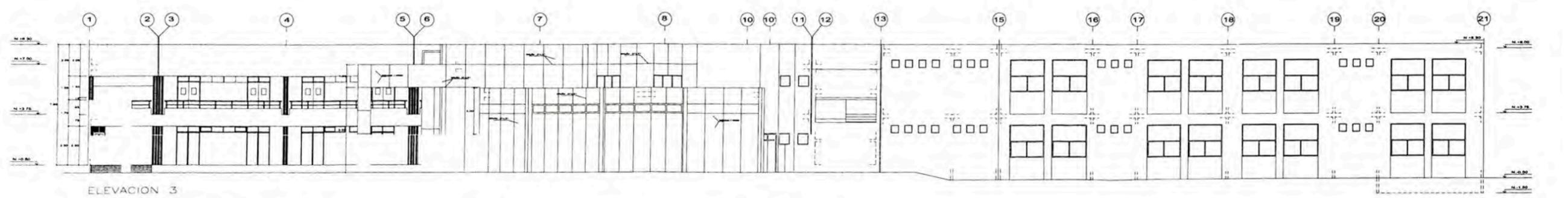
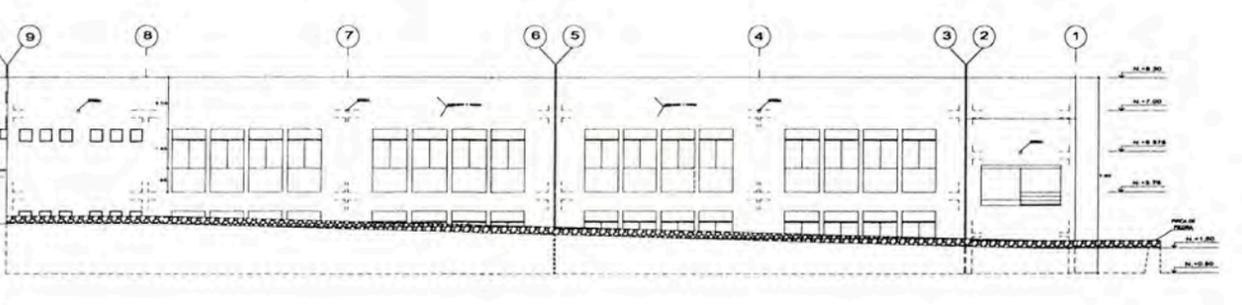
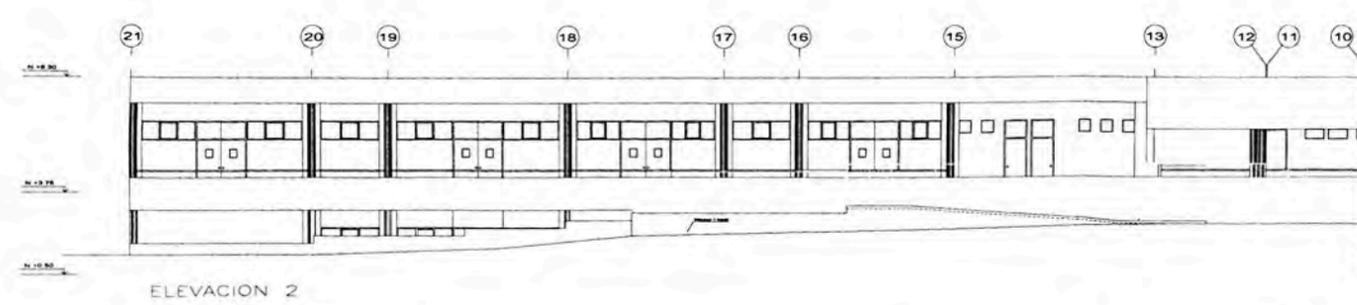
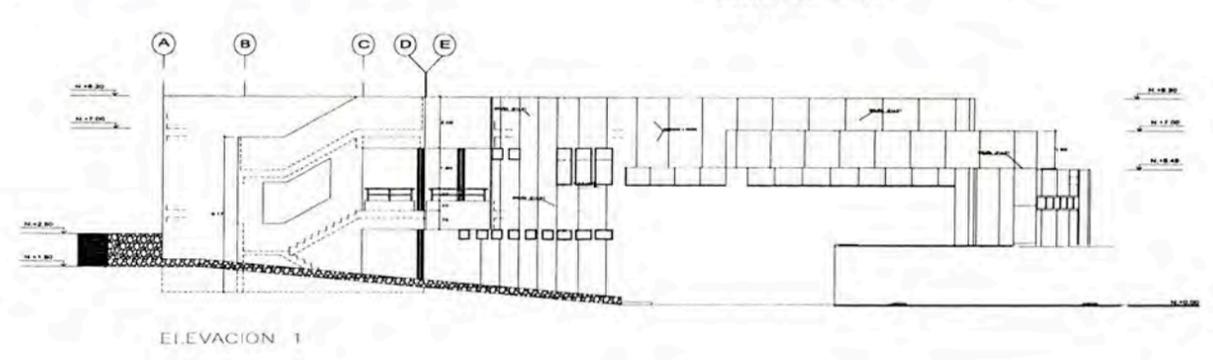
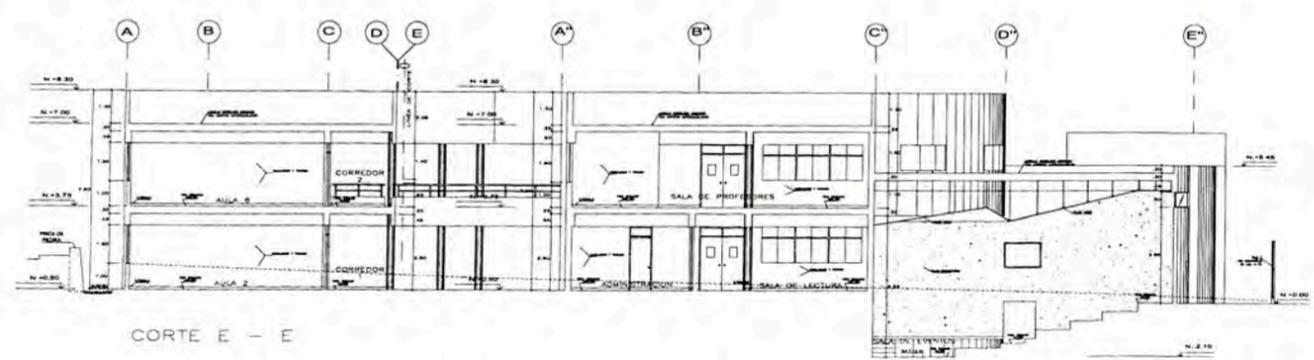
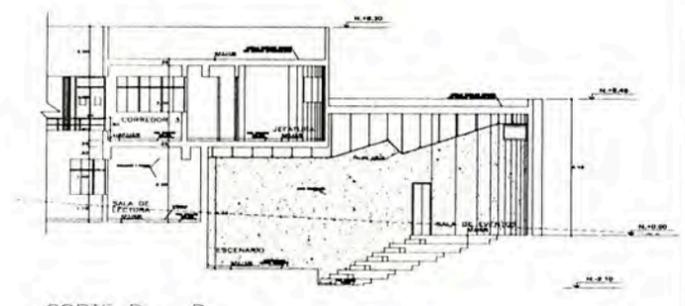
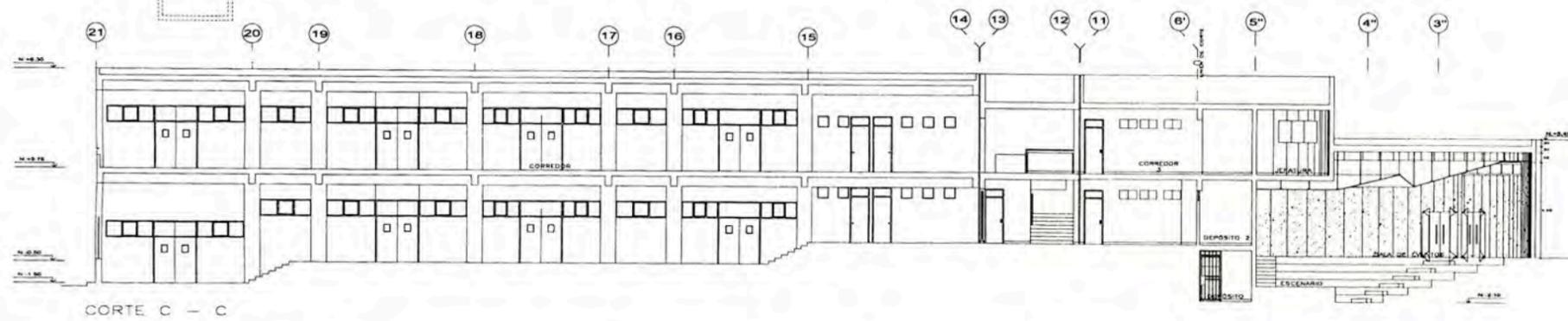
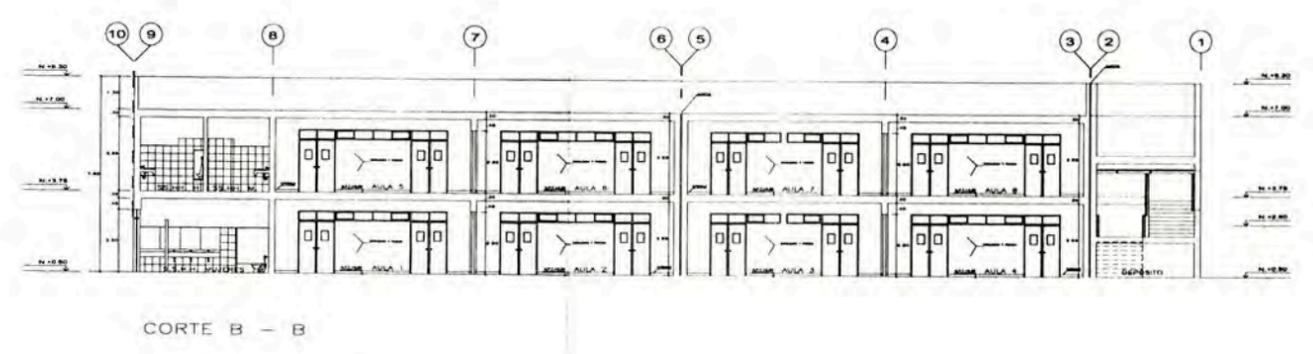
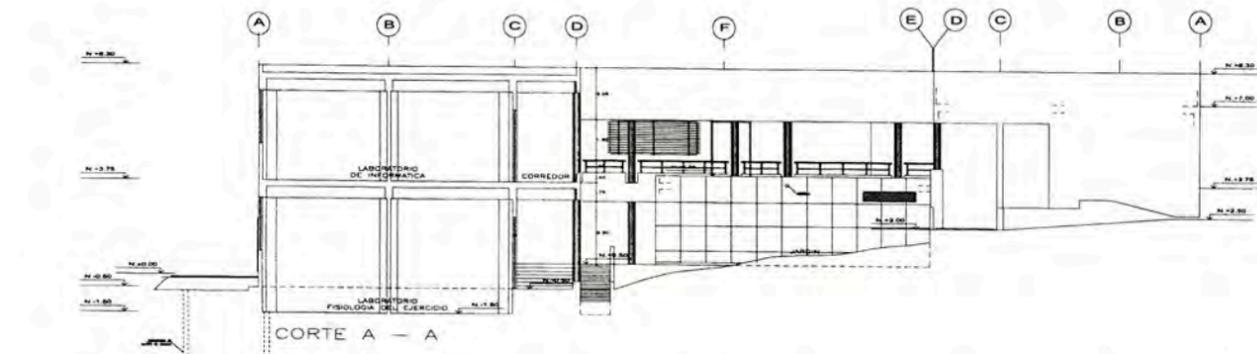
ARQ. EDUARDO DENTRE MORIMOTO CAP N° 2839

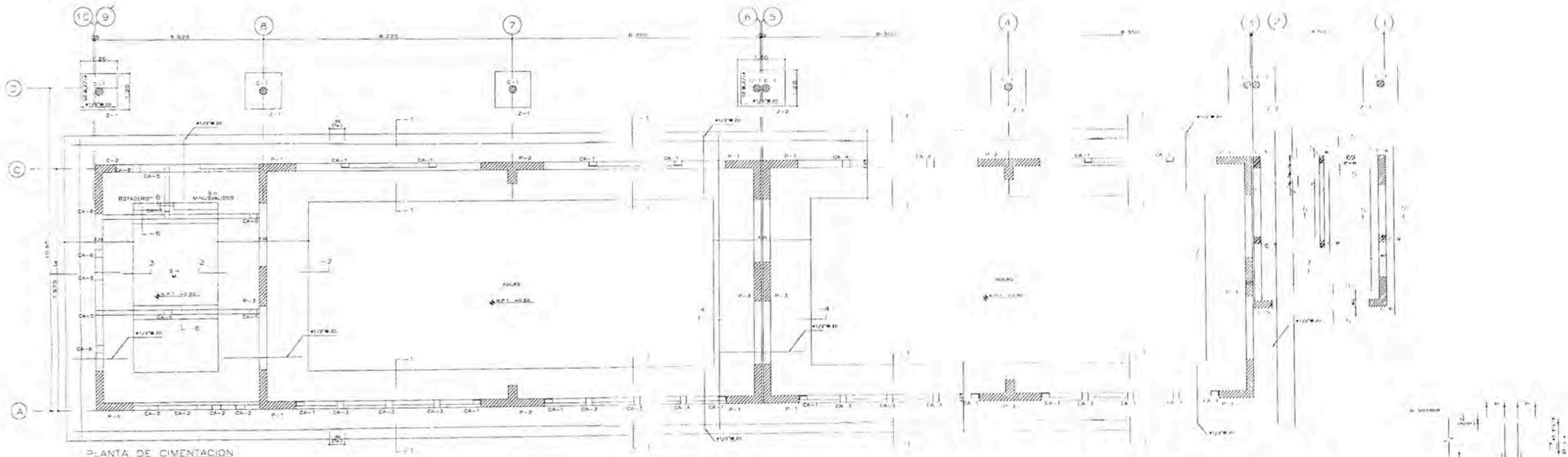
A-01

1/100

OCTUBRE 2008

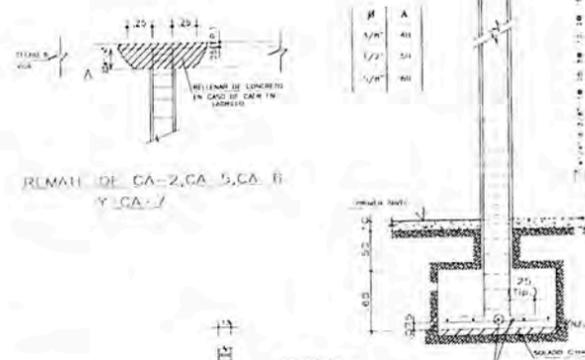
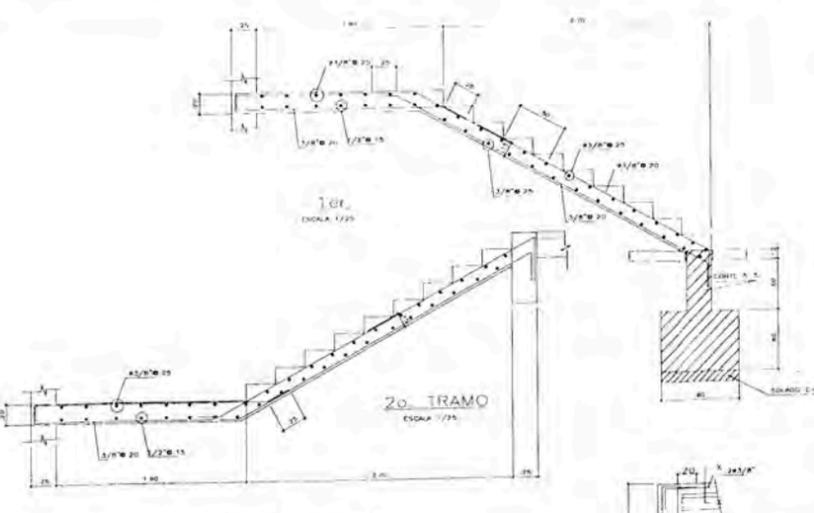
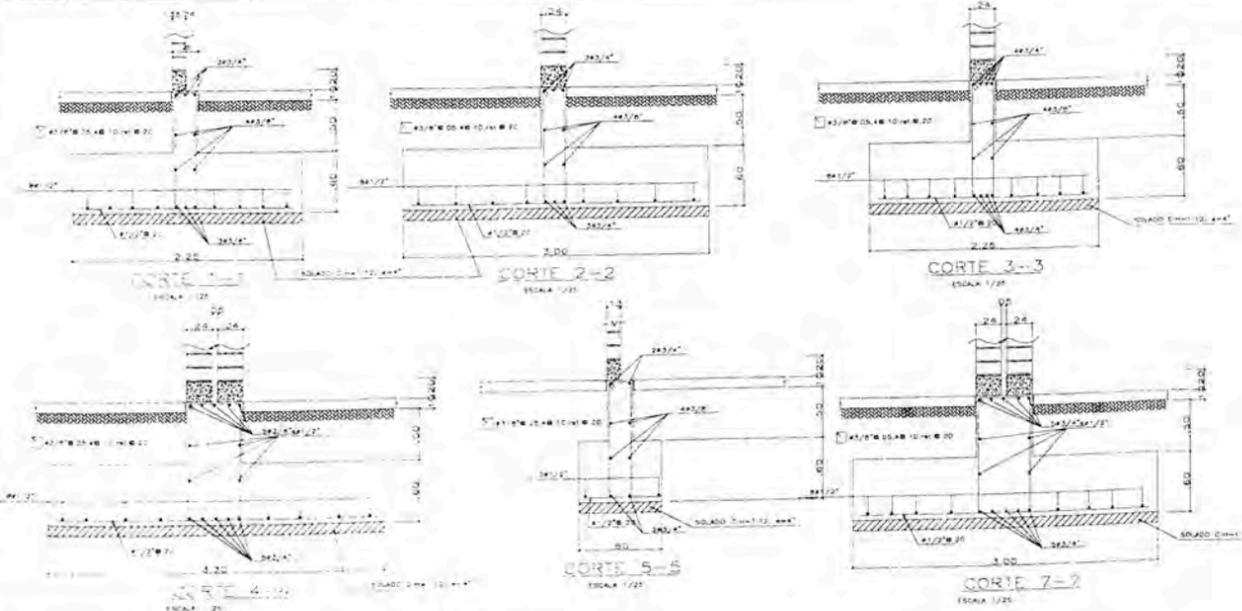
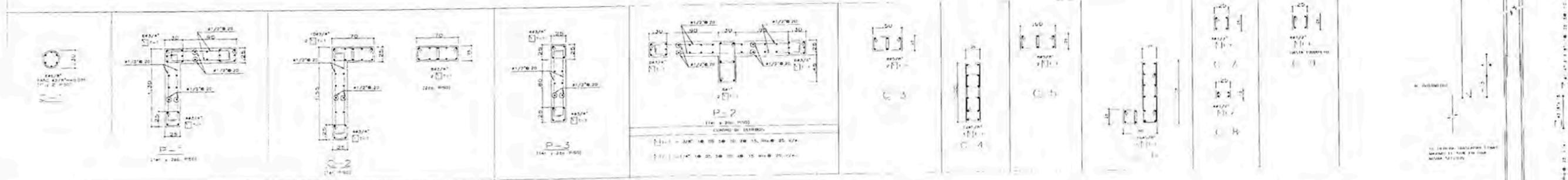
EL NIVEL ± 0.00 CORRESPONDE AL NIVEL 849.00 DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO





PLANTA DE CIMENTACION
ESCALA 1/25

CUADRO DE COLUMNAS



ELEVACION TYPICA DE COLUMNA Y ZAPATA
ESCALA 1/25

NORMA BASICA DE CARGA SIMBOLIZANTE

SE USA ESTEREO TIPO 1000 X 1000 X 1000 mm. LA CARGA SE DISTRIBUYE EN UN AREA DE 1000 X 1000 mm. LA CARGA SE DISTRIBUYE EN UN AREA DE 1000 X 1000 mm.

RESUMEN DE CONDICIONES DE CIMENTACION

TIPO DE CIMENTACION: ZAPATA CORRIENTE

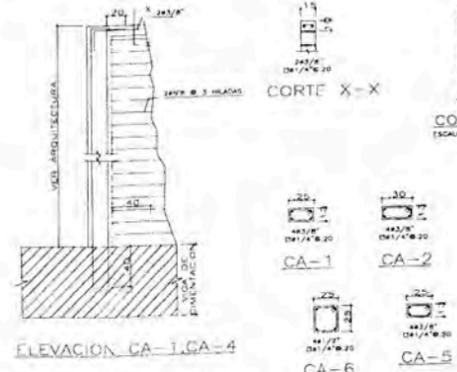
ESPESOR DE LA CIMENTACION: 1000 mm

TIPO DE CIMENTACION: ZAPATA CORRIENTE

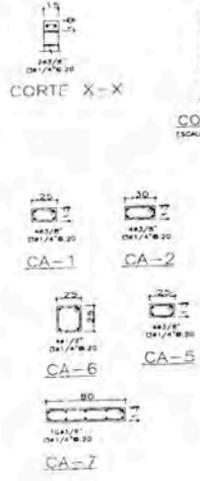
TIPO DE CIMENTACION: ZAPATA CORRIENTE

ESPECIFICACIONES TECNICAS

ACEROS	1/2" - 210 Kg/cm ² (10000 LBS CEMENTOS)
CONCRETO	1/4" - 200 Kg/cm ²
TERRENO	1/4" - 100 Kg/cm ² (VH EE95)
REUBRIMIENTOS	ALIGORADOS, VIDAS CHATAS, OSA ESCALERA: 2.50 cm
	VIDAS PERALTADAS BARRILLADAS: 4.00 cm
	COLUMNAS BARRILLADAS: 4.00 cm
ALUMBRADO	CLASE II, MORTERO 1:1:4 (EXCEPTO EN 3000)



ELEVACION CA-1, CA-4



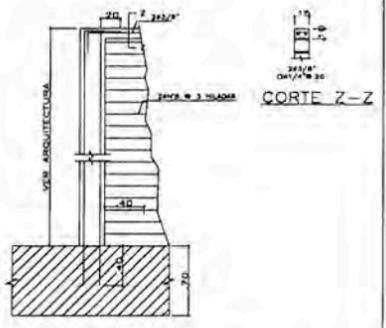
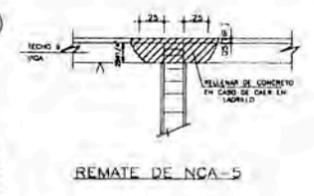
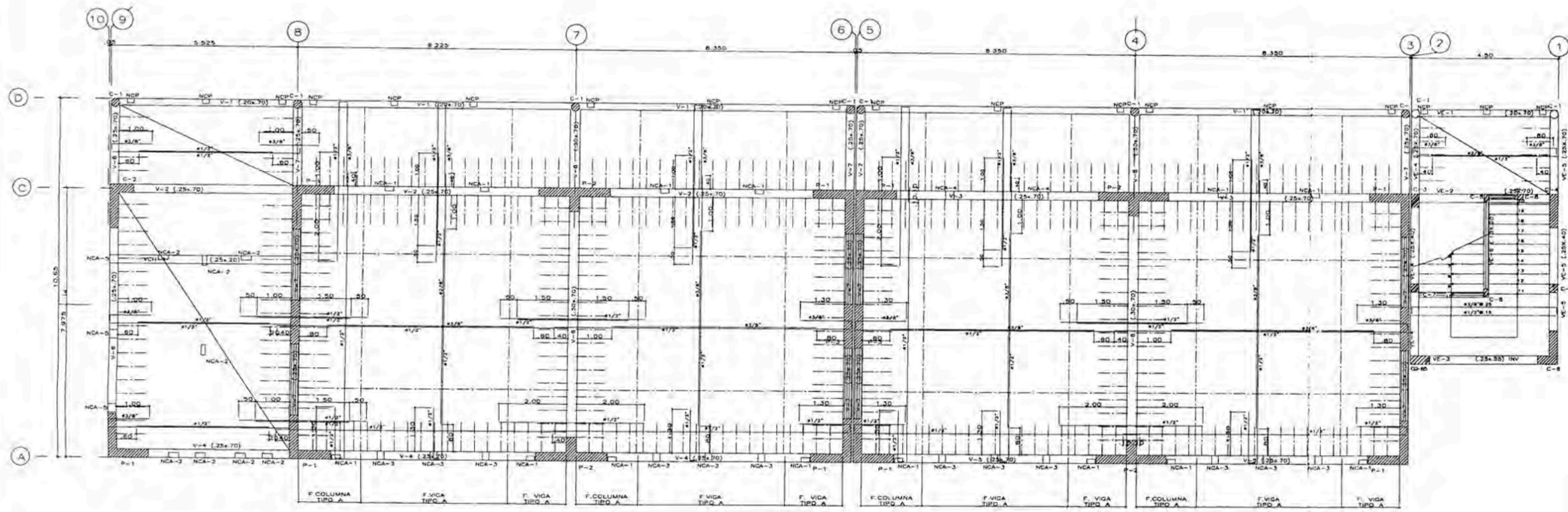
CORTE X-X



CORTE 6-6
ESCALA 1/25

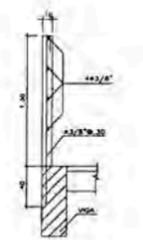
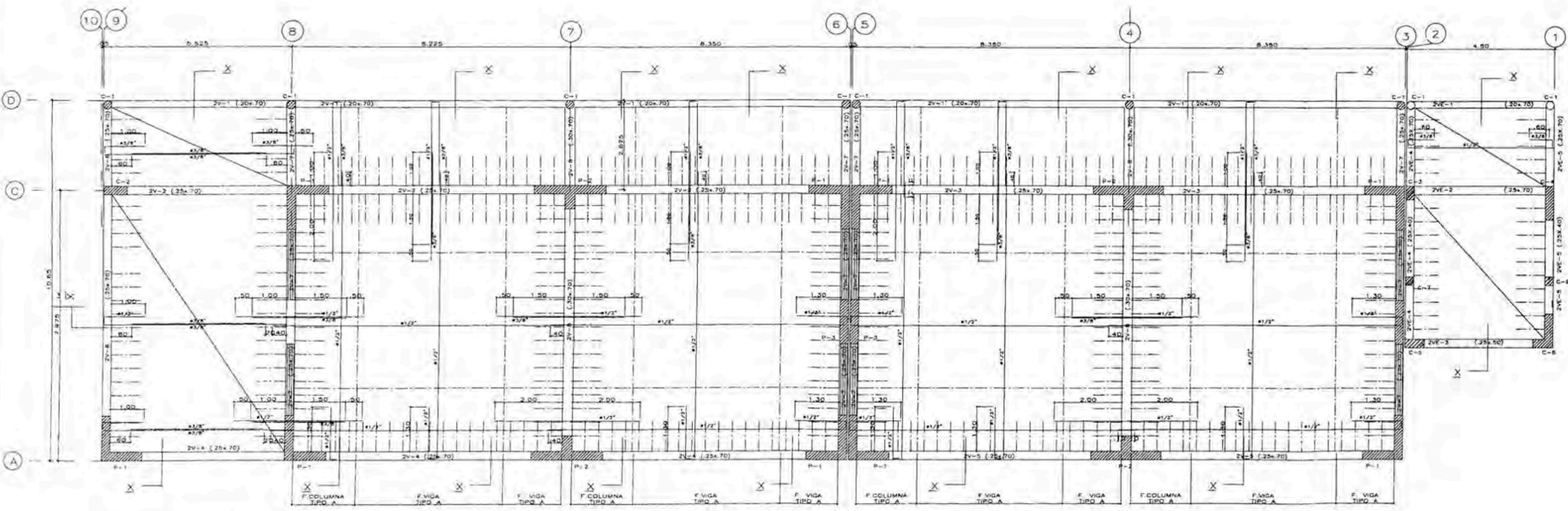
DETALLE TYPICO DE GANCHO

Ø	L	Ømin
1/4"	10cm	2.0cm
5/8"	12cm	2.5cm
3/8"	15cm	3.0cm

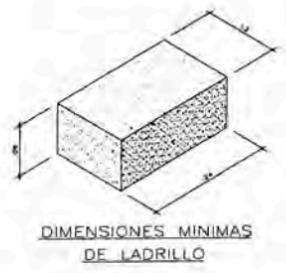


ELEVACION NCA-1, NCA-Y, NCP

ENCOFRADOS DE PRIMER PISO ALIGERADO H=0.25, S/C=300 Kg/m² (AULAS), S/C=400 Kg/m² (CORREDOR)
 ESCALA 1/30



CORTE X-X



ENCOFRADOS DE SEGUNDO PISO ALIGERADO H=0.25, S/C=100 Kg/m²
 ESCALA 1/30