



**14^{vo} Congreso Iberoamericano
de Pavimentos de Concreto**

**2^{do} Congreso Iberoamericano de
Pisos Industriales de Concreto**





DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PISOS INDUSTRIALES PARA CÁMARAS DE CONGELACIÓN Y PLANTAS DE PROCESO

Ing. Eduardo Lavarreda
4pisos
Guatemala

4pisos



**EN UNA CÁMARA DE CONGELACIÓN O UNA PLANTA
DE PROCESO, EL PISO NO ES UN SIMPLE ACABADO**

ES UN SISTEMA ESTRUCTURAL Y SANITARIO

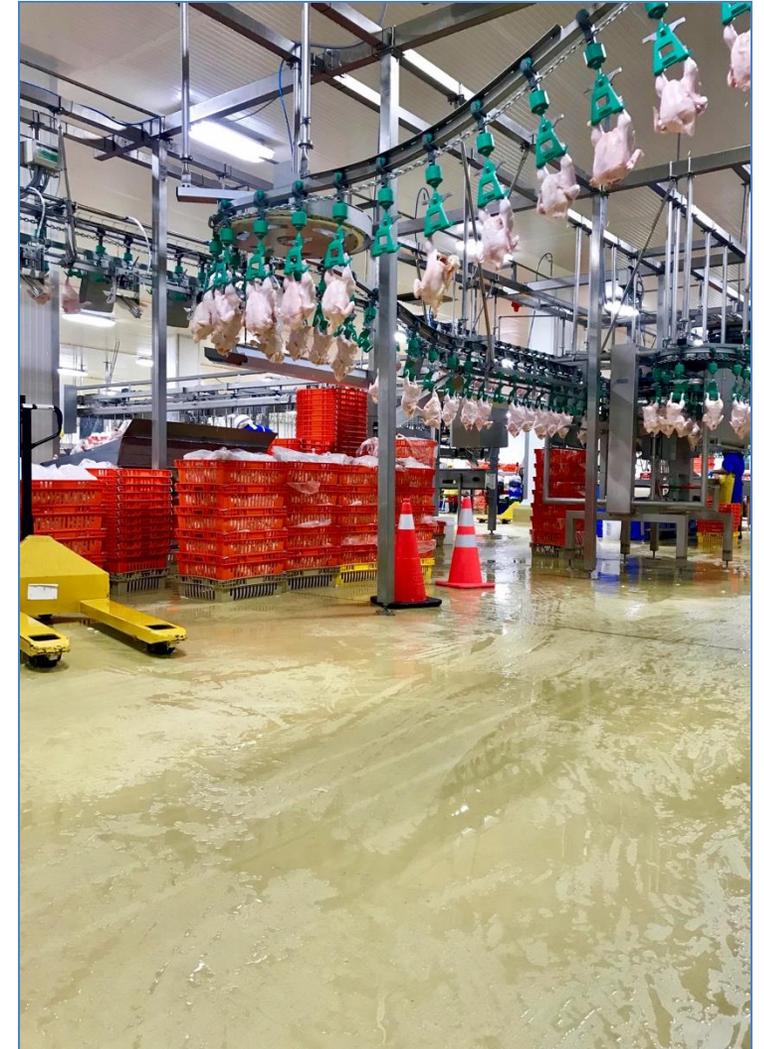
¿PARA QUE UNA CÁMARA CON TEMPERATURA CONTROLADA?

PLANTAS DE PROCESO

Son instalaciones industriales donde se reciben, transforman, envasan o empacan productos alimenticios u otros perecederos, bajo condiciones controladas de higiene, temperatura y humedad.

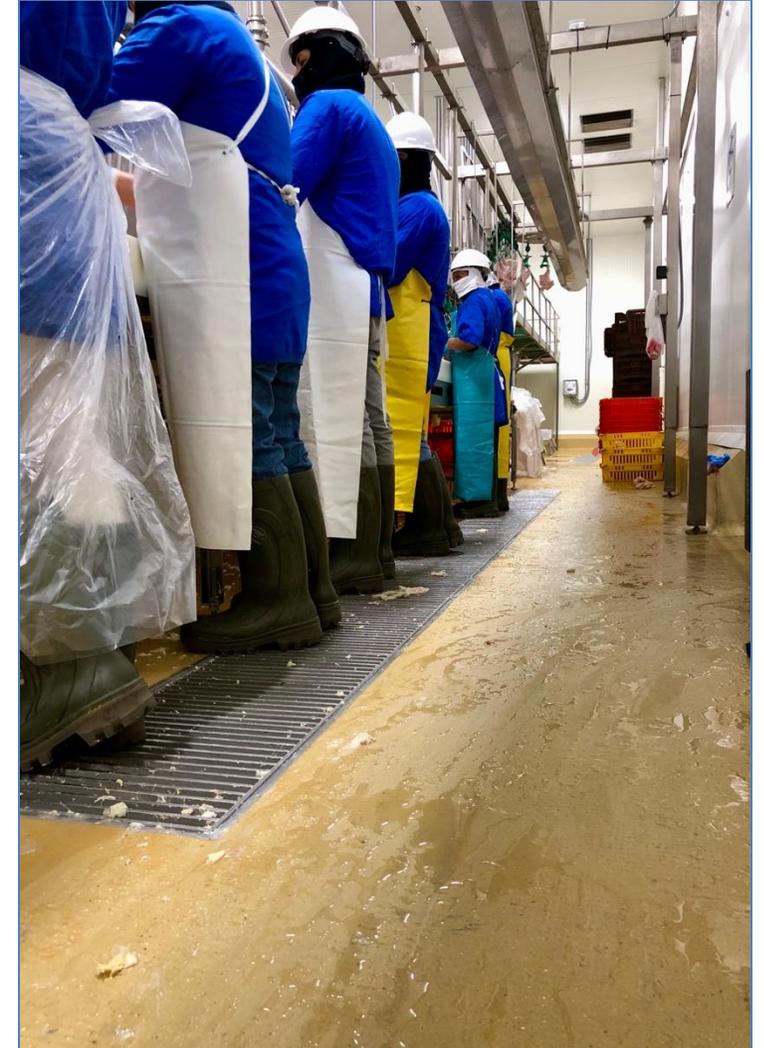
CÁMARAS REFRIGERADAS Y CONGELADAS

Son espacios cerrados diseñados para mantener una temperatura permanentemente para conservar productos perecederos.



FUNCIONES CRÍTICAS EN LA CADENA DE FRÍO

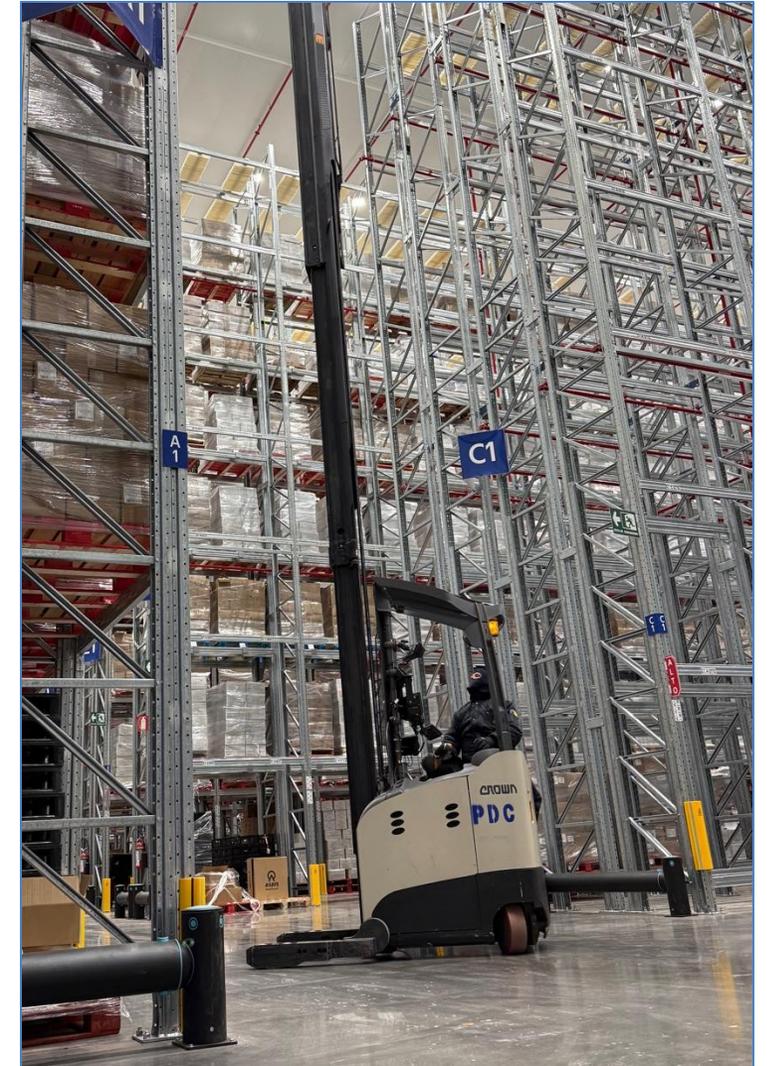
- Interrupción controlada del metabolismo microbiano y enzimático de los alimentos, extendiendo su vida útil
- Conservación de calidad sensorial y nutricional de productos cárnicos, pesqueros, lácteos, vegetales y preparados
- Reducción de pérdidas económicas en las etapas de almacenamiento, transporte y distribución
- Cumplimiento normativo en estándares sanitarios nacionales e internacionales (HACCP, FDA, etc.)



¿POR QUÉ LA IMPORTANCIA DEL PISO INDUSTRIAL?

- Es la primera barrera física contra contaminaciones cruzadas y acumulación de humedad.
- Debe soportar el tránsito constante de apiladores, montacargas, las cargas por estanterías y personal.
- Debe cumplir con funciones estructurales, térmicas y sanitarias simultáneamente.

Un diseño deficiente **compromete la operación continua**, provoca fallos estructurales y **genera riesgos de inocuidad**

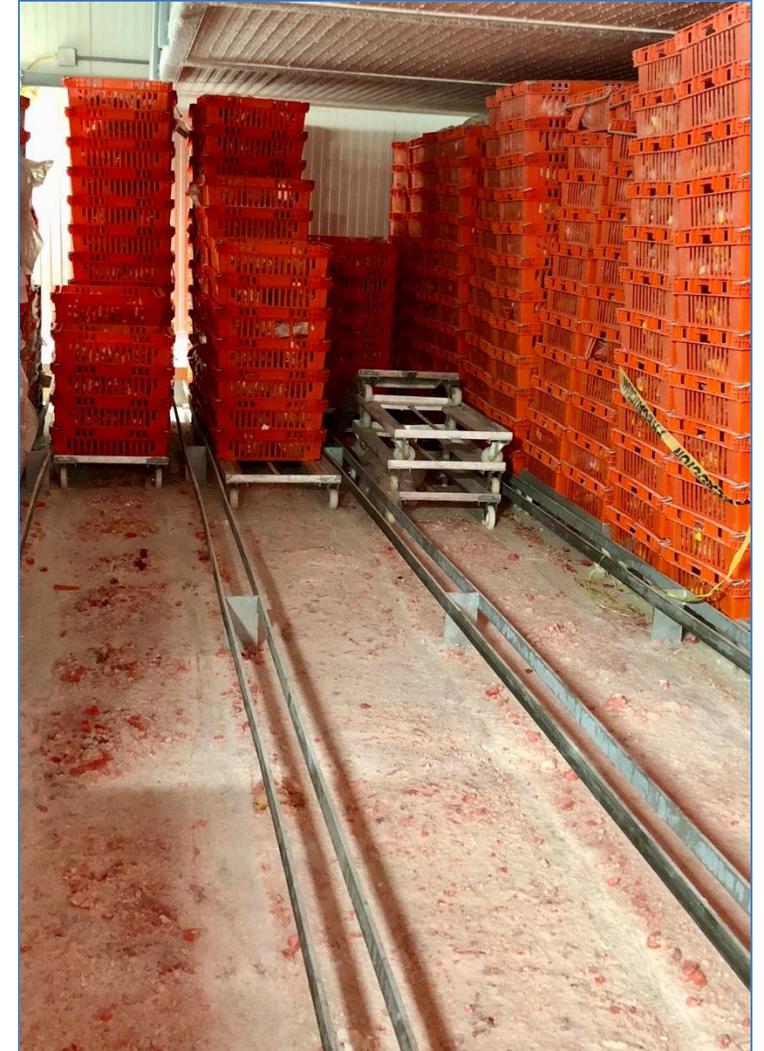


**EL ÉXITO OPERATIVO DE UNA CÁMARA DE
CONGELACIÓN O PLANTA DE PROCESO DEPENDE
DEL DESEMPEÑO DEL PISO.**

SI FALLA EL PISO -> FALLA LA OPERACIÓN

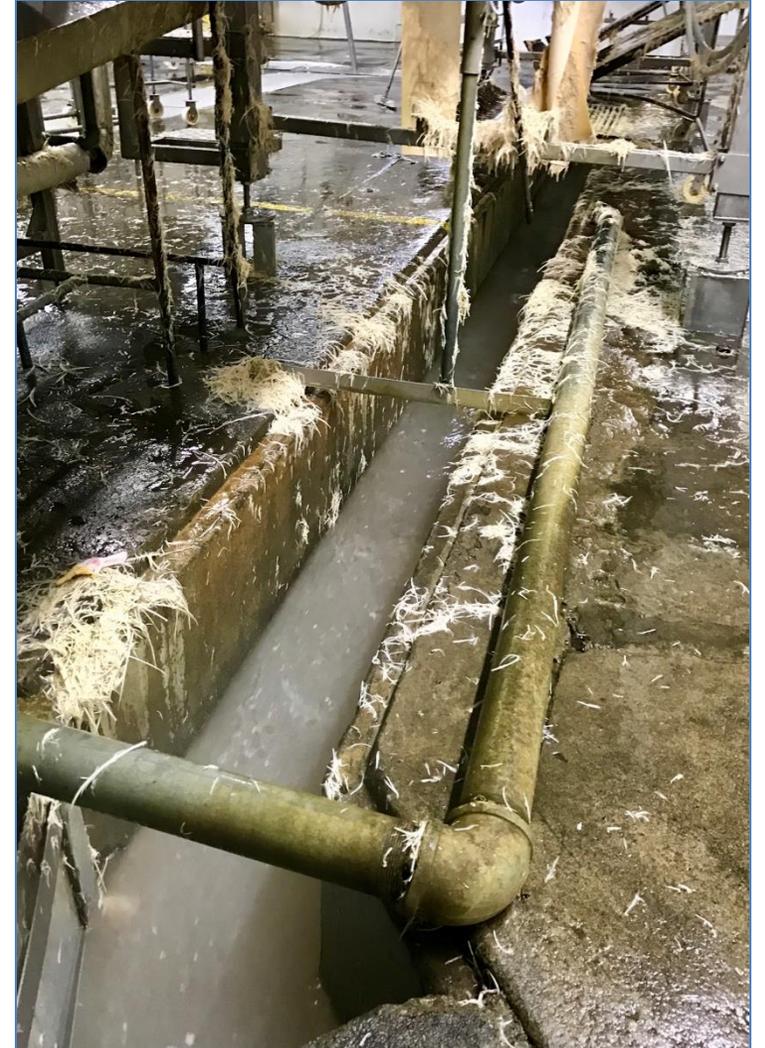
DESAFÍOS TÉCNICOS PRINCIPALES

- Mantener el servicio a bajas temperaturas de operación
 - Áreas climatizadas de +8°C a +18°C
 - Áreas refrigeradas de +2°C a +8°C
 - Cámaras congeladas de 0°C a -24°C (“holding”)
 - Cámaras de congelamiento profundo con ciclos de temperatura ambiente o climatizada hasta -40°C (“blast freezer”)
- Cambios de temperatura durante la operación
 - Carga de productos a temperatura ambiente
 - Descongelamiento programado



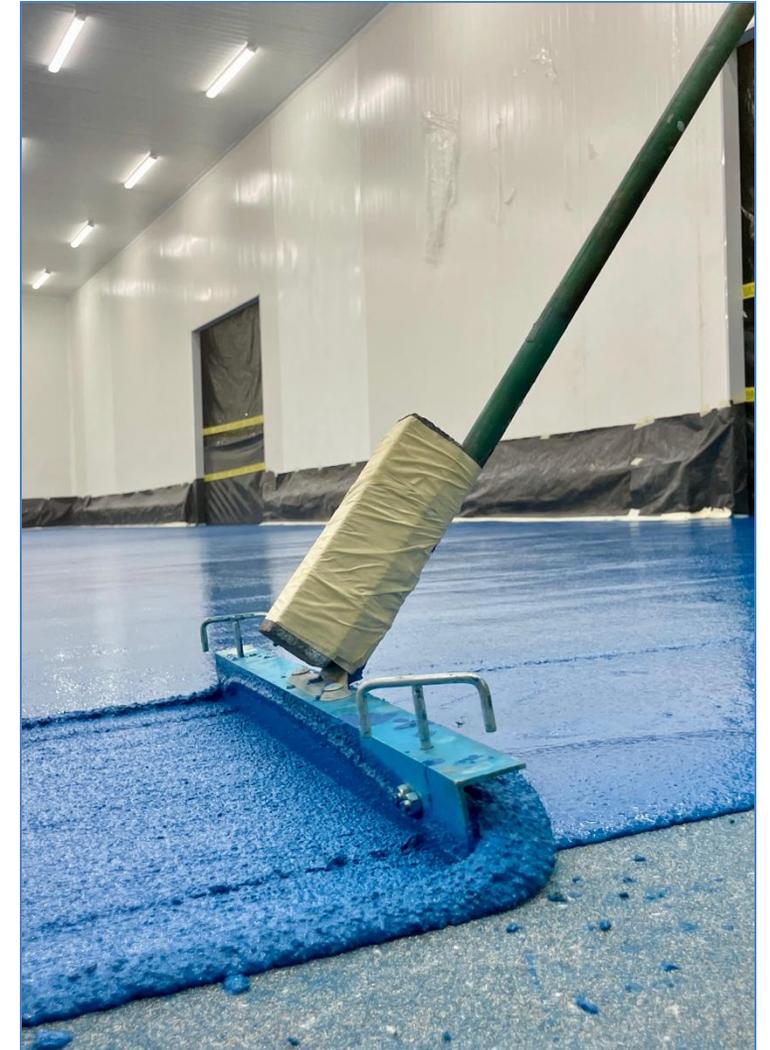
DESAFÍOS TÉCNICOS PRINCIPALES

- Desgaste de la superficie al estar en contacto con derrames y productos químicos
 - Derrames propios de los productos en proceso (sangre, leche, azúcares, etc.)
 - Contacto de la superficie con productos químicos propios del proceso a diferentes temperaturas y concentraciones
 - Superficies con presencia de agua y humedad
- Proceso de limpieza y sanitización
 - Limpieza con agua caliente o con vapor de agua (choque térmico)
 - Productos para la limpieza y la sanitización de los pisos pueden degradar la superficie



DESAFÍOS TÉCNICOS PRINCIPALES

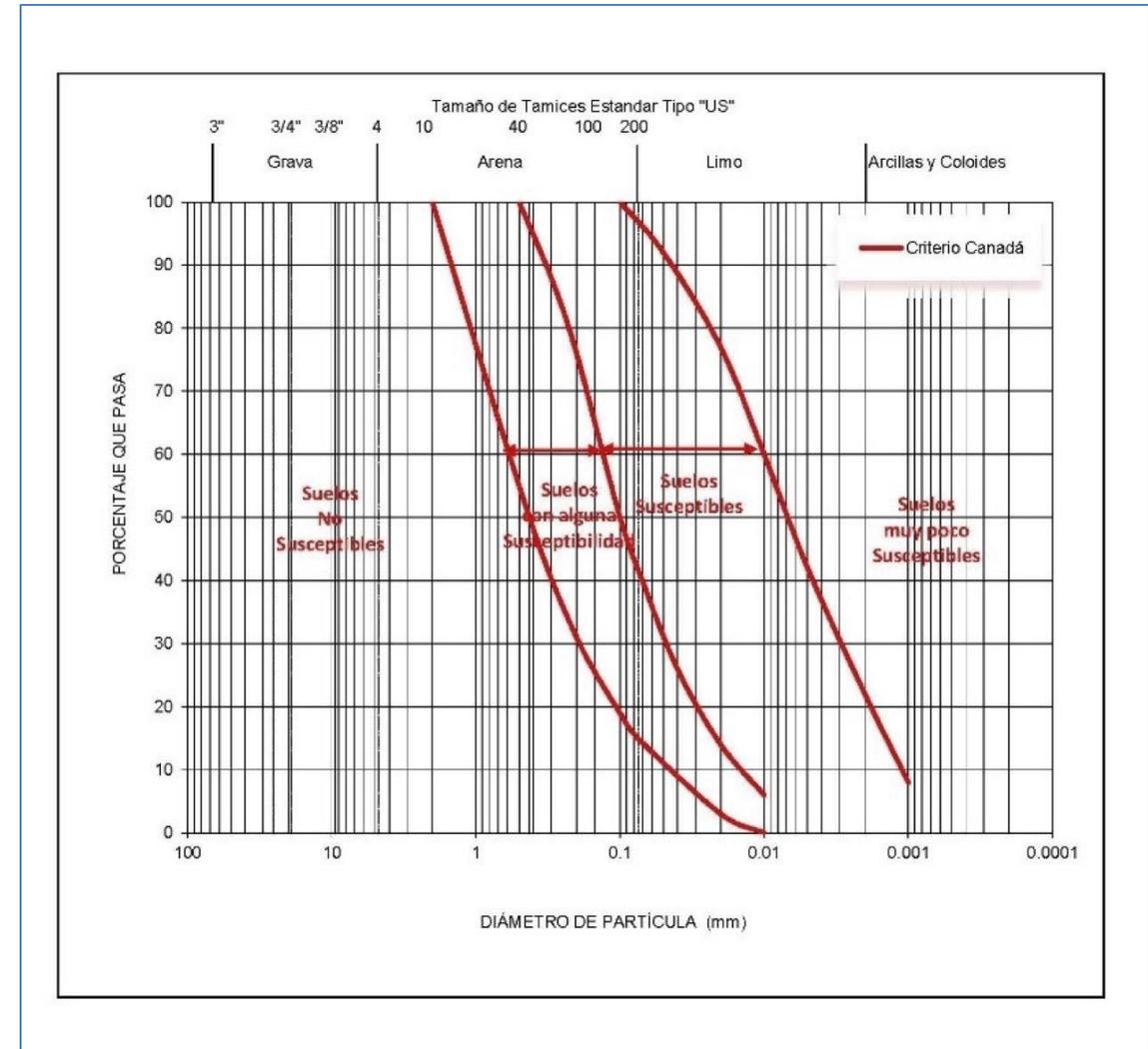
- Elegir el sistema de recubrimiento adecuado para cada solicitud de servicio
 - Epoxicos
 - Poliuretanos
 - Poliuretano-cemento
- Obtener del usuario
 - Temperatura de operación
 - Solicitaciones mecánicas (uso de apiladores, carretillas, etc.)
 - Todo lo que puede estar en contacto con el recubrimiento (protector del concreto)
 - Capacidad de “puentear” las posibles fisuras del sustrato de concreto



DISEÑO DEL SUSTRATO POR ABERTURA DE FISURA (CONTROL DE FISURAS POR SERVICIO)

DESAFÍOS TÉCNICOS PRINCIPALES

- Evitar que el subsuelo se congele.
Hinchamiento por congelación (“frost heave”)
 - Siempre hacer un estudio de suelos exhaustivo
 - Evaluar las propiedades mecánicas del suelo
 - Determinar la capacidad portante (coeficiente de balasto)
 - Clasificación del material de las distintas capas de suelo
 - Nivel freático y potencial de licuefacción ante un evento sísmico
 - Estudio geológico en caso de ser necesario por la zona



POTENCIAL DE CONGELACIÓN DEL SUBSUELO

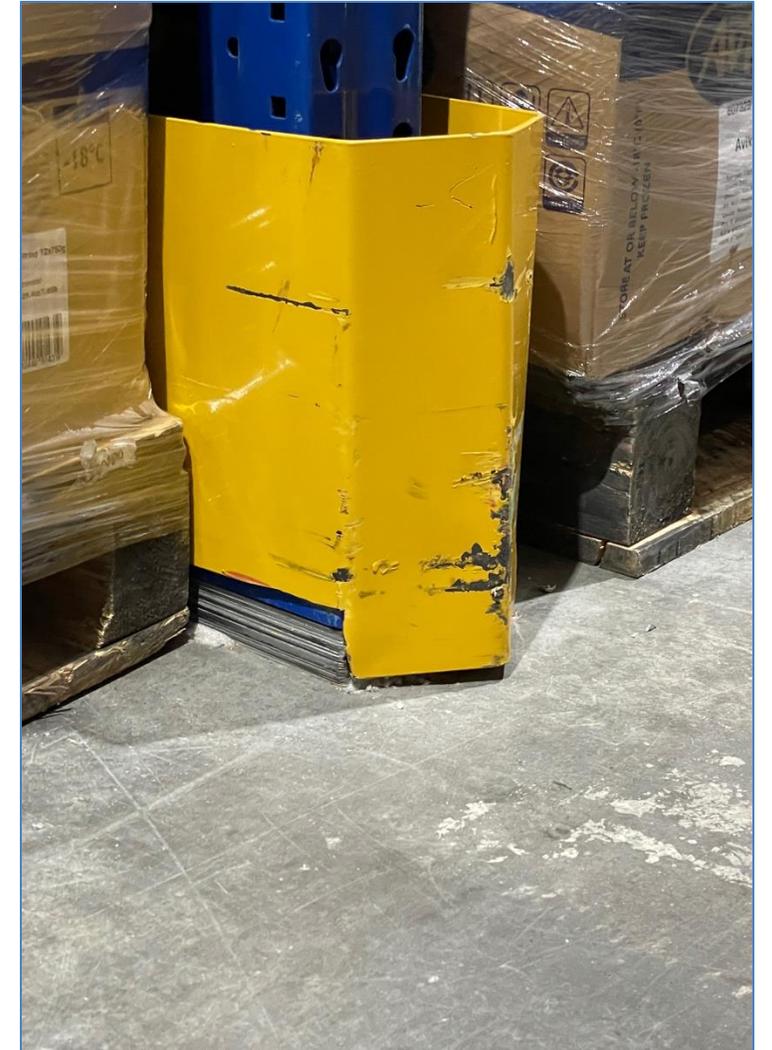
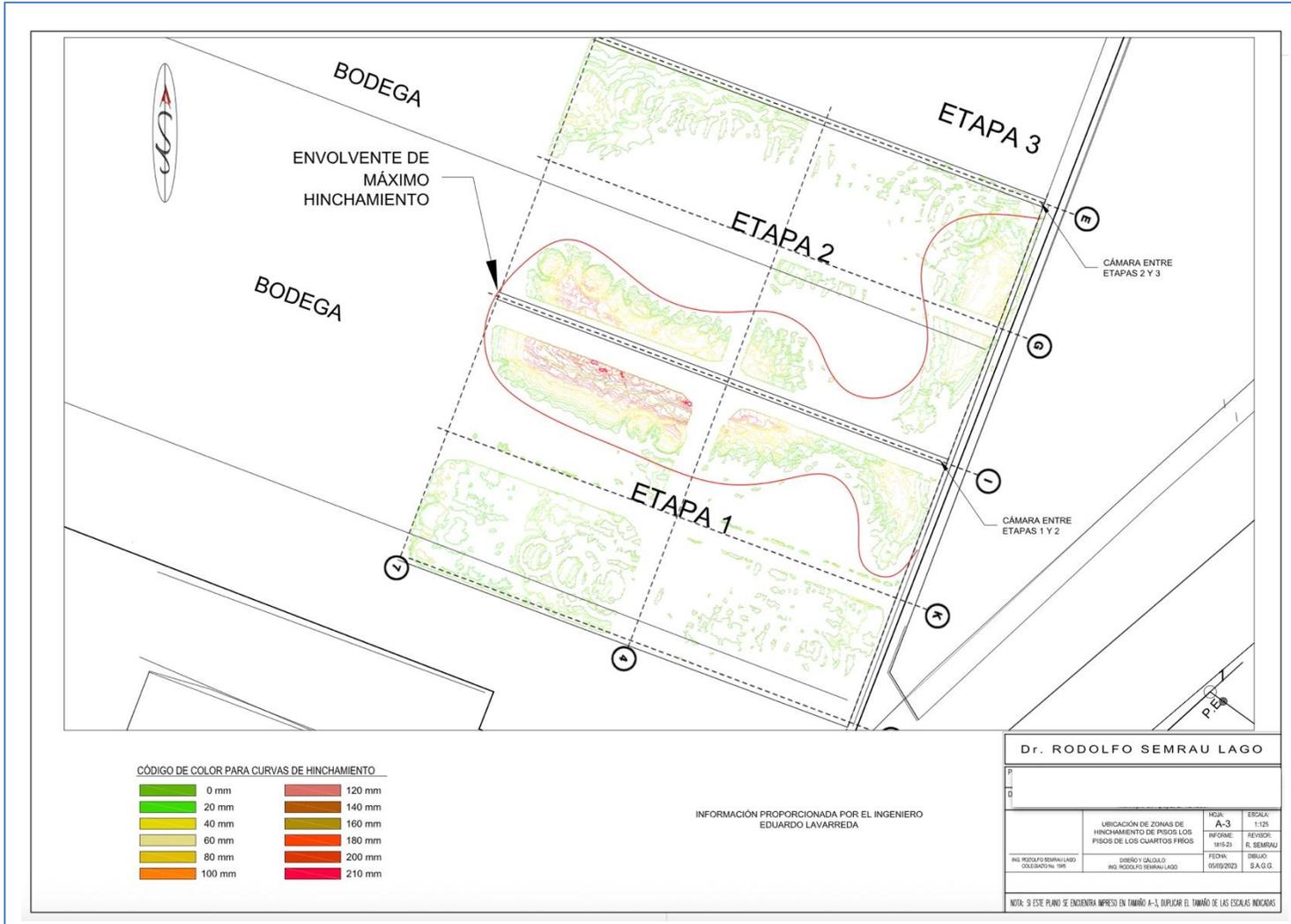
ESTOS PISOS NO PERDONAN ERRORES

¡SI EL PISO FALLA LA OPERACIÓN SE DETIENE!

**EL DISEÑO DEBE CONTEMPLAR TODOS ESTOS DESAFÍOS
DESDE LA CONCEPCIÓN DEL PROYECTO, NO COMO UN
ACCESORIO DE ÚLTIMA HORA**

REPARARLOS ES MUY DIFÍCIL Y EN ALGUNOS CASOS IMPOSIBLE

INTRODUCCIÓN AL CONTEXTO Y DESAFÍOS TÉCNICOS



INTRODUCCIÓN AL CONTEXTO Y DESAFÍOS TÉCNICOS

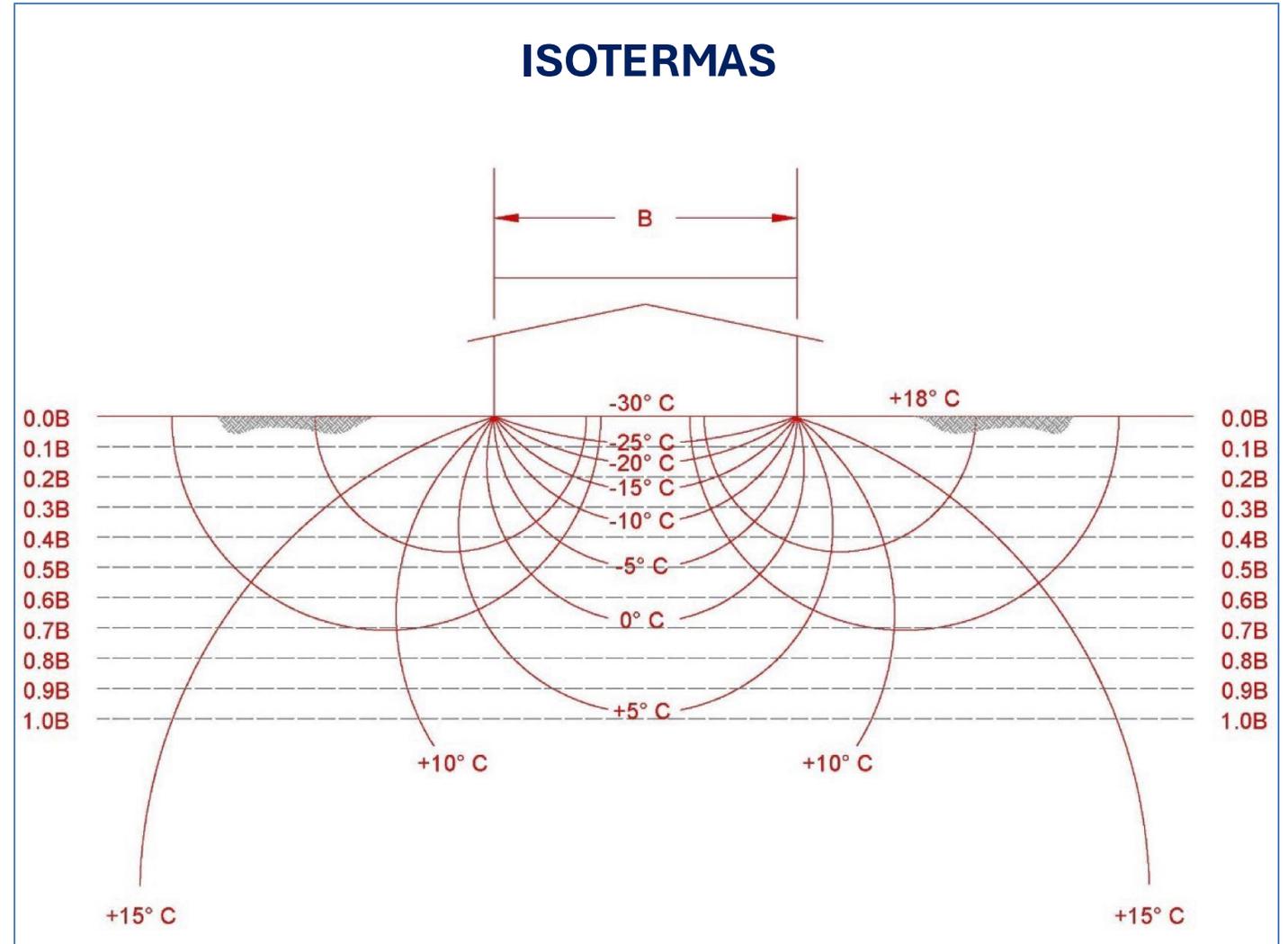


¿QUÉ TAN PROFUNDO PUEDE CONGELARSE?

Depende de la dimensión de la cámara congelada y la temperatura.

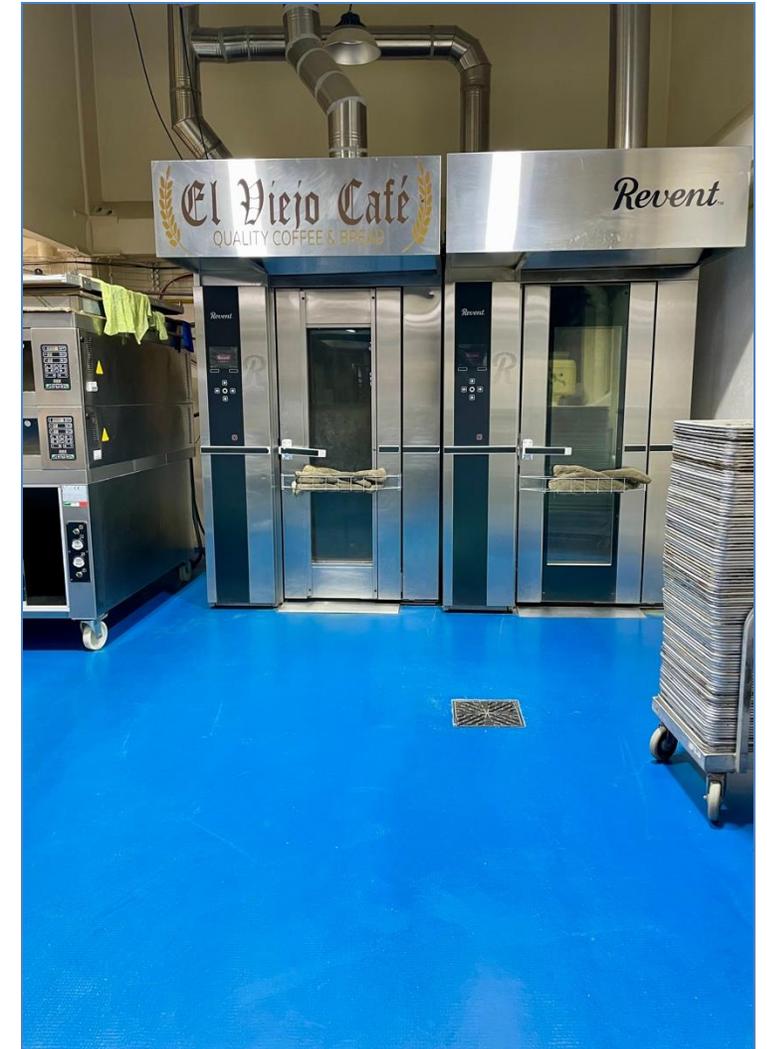
- Por ejemplo una cámara a una temperatura de -30°C
 - Ancho de la cámara = 60m
 - Temperatura interior = -30°C
 - Temperatura exterior = $+18^{\circ}\text{C}$

Las temperaturas estarán por debajo de los 0°C hasta alcanzar una profundidad aproximada de 42m



PISOS DIRECTAMENTE SOBRE EL SUELO

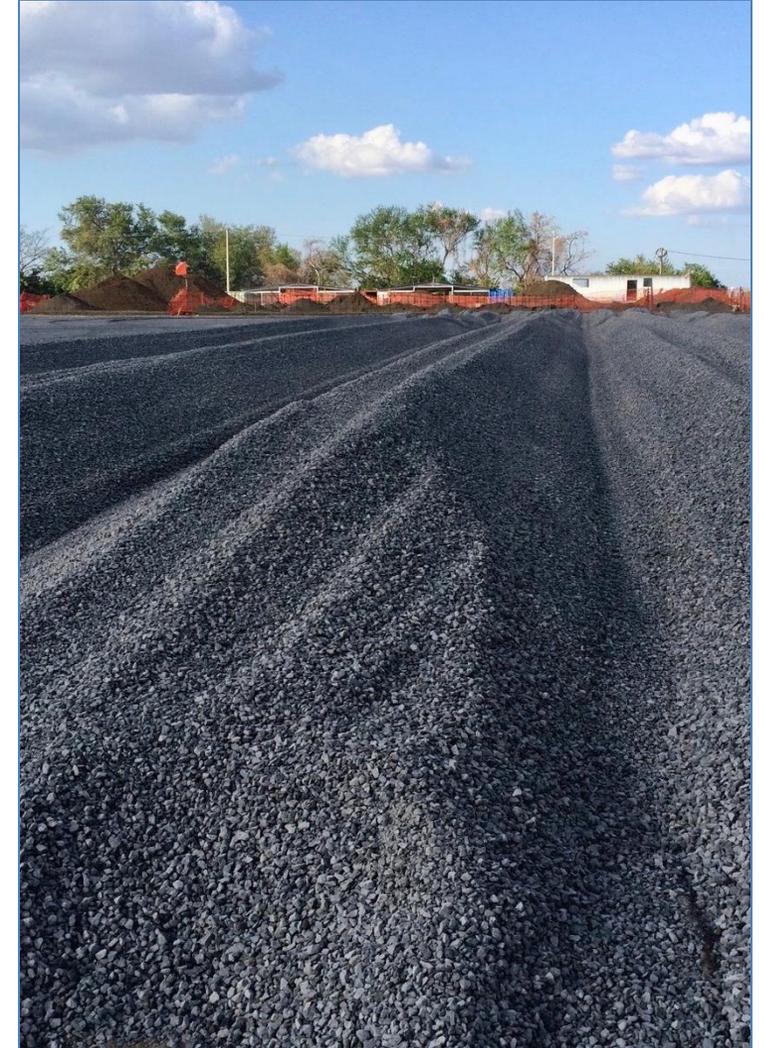
- Adecuados únicamente si no hay riesgo de congelación
- Temperaturas de servicio arriba de +2°C
- Usualmente son áreas de proceso y requieren condiciones de impermeabilidad
- Las condiciones de servicio ante derrames de los productos en proceso y los propios químicos durante la operación y limpieza son determinantes
- En el caso de de requerir un recubrimiento y que la superficie sea continua, preferible diseñarlas con control de abertura de fisura sin juntas



PISOS “FLOTANTES”

- Se desacoplan térmica y mecánicamente del suelo que los soporta
- Temperaturas de servicio de -40°C a 0°C
- Alto riesgo de congelación del subsuelo
- Las losas de piso transmiten la carga al aislamiento y este a su vez al sistema de control de paso del frío al subsuelo

La selección del tipo de sistema depende del tipo de instalación, temperatura de operación, tráfico esperado y criterio térmico



ESTRUCTURAL

- Cargas **estáticas** por las estanterías de almacenaje, como por ejemplo las de tipo selectivo, doble fondo, móviles, autoportantes
- Cargas **dinámicas** por los apiladores, transpaletas, montacargas
- Sistemas **automatizados**
- Estabilidad volumétrica del concreto y límites en abertura de juntas
- Limitar las deformaciones del sistema de soporte y de la propia losa de piso

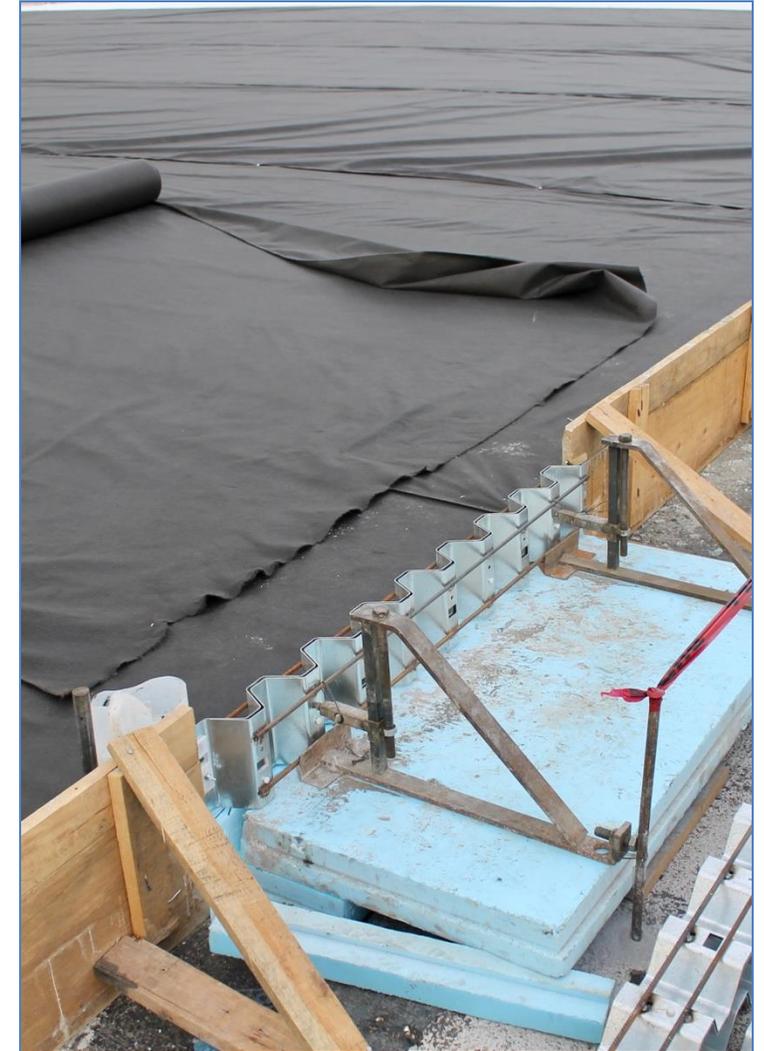


REQUERIMIENTOS TÉRMICOS

EL CORAZÓN DEL DISEÑO ESTÁ AQUÍ

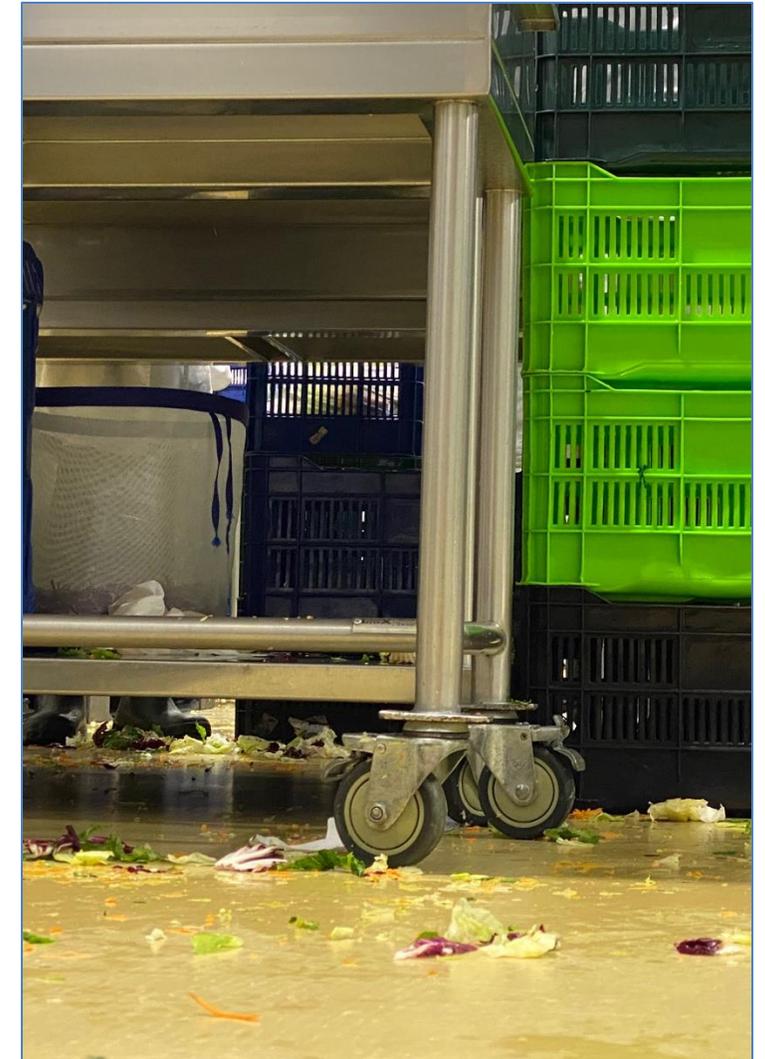
¿QUÉ OPCIONES TENGO PARA CONTROLAR EL HINCHAMIENTO POR CONGELACIÓN?

- Capas gruesas de aislamiento (XPS o PIR)
- Resistencias eléctricas
- Ventilación natural
- Ventilación forzada
- Fluido secundario bombeado (losa radiante)



IMPERMEABILIDAD Y RESISTENCIA QUÍMICA

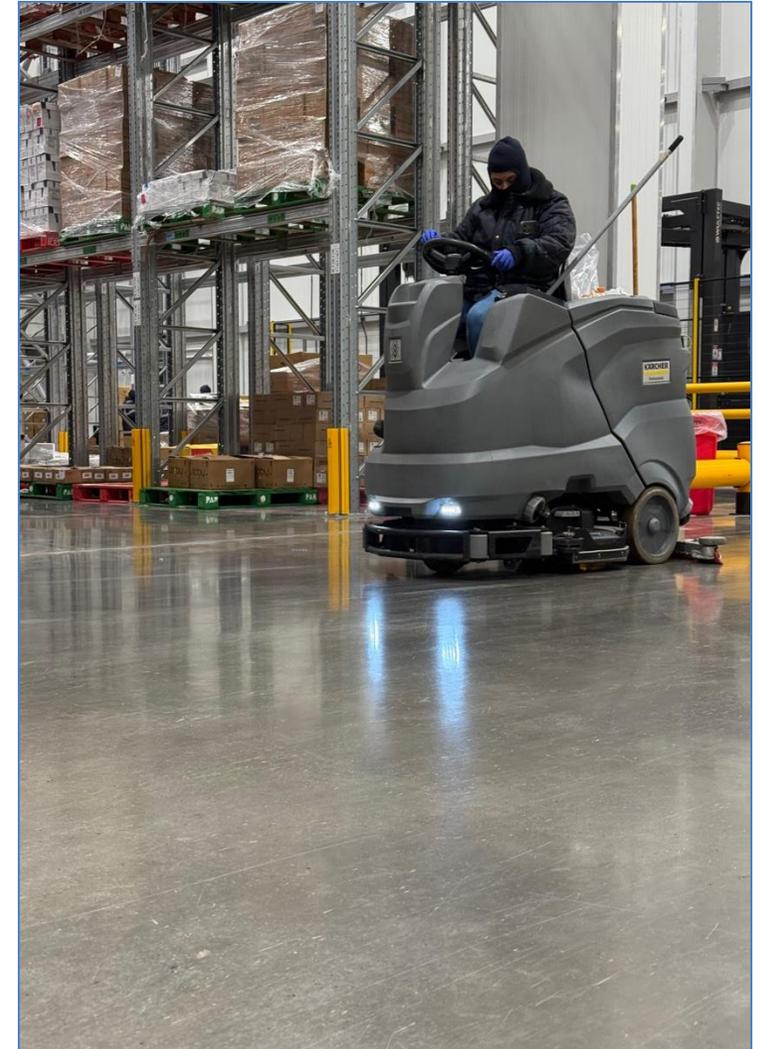
- Las superficies deben contener la humedad arriba de la superficie de concreto, el concreto no es impermeable.
- Deben ser resistentes a
 - Ácidos
 - Grasas
 - Salmueras
 - Sangre
 - Detergentes industriales



FACILIDAD DE LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO

- Superficies que sean densas y lisas para que el proceso de limpieza sea lo más simple posible
- Si se desea que el agua escurra con mayor facilidad y la operación permite las pendientes
 - Mínimo 2%
 - Comprender que no son autodrenantes

**Estas áreas estarán en constante contacto con agua,
derrames y químicos**



**EL DISEÑO ESTRUCTURAL Y TÉRMICO NO PUEDEN
SEPARARSE**

**LA CLAVE ES LOGRAR UNA SOLUCIÓN EQUILIBRADA ENTRE
RESISTENCIA, CONTROL TÉRMICO Y DURABILIDAD
OPERACIONAL**

PREPARACIÓN DEL TERRENO

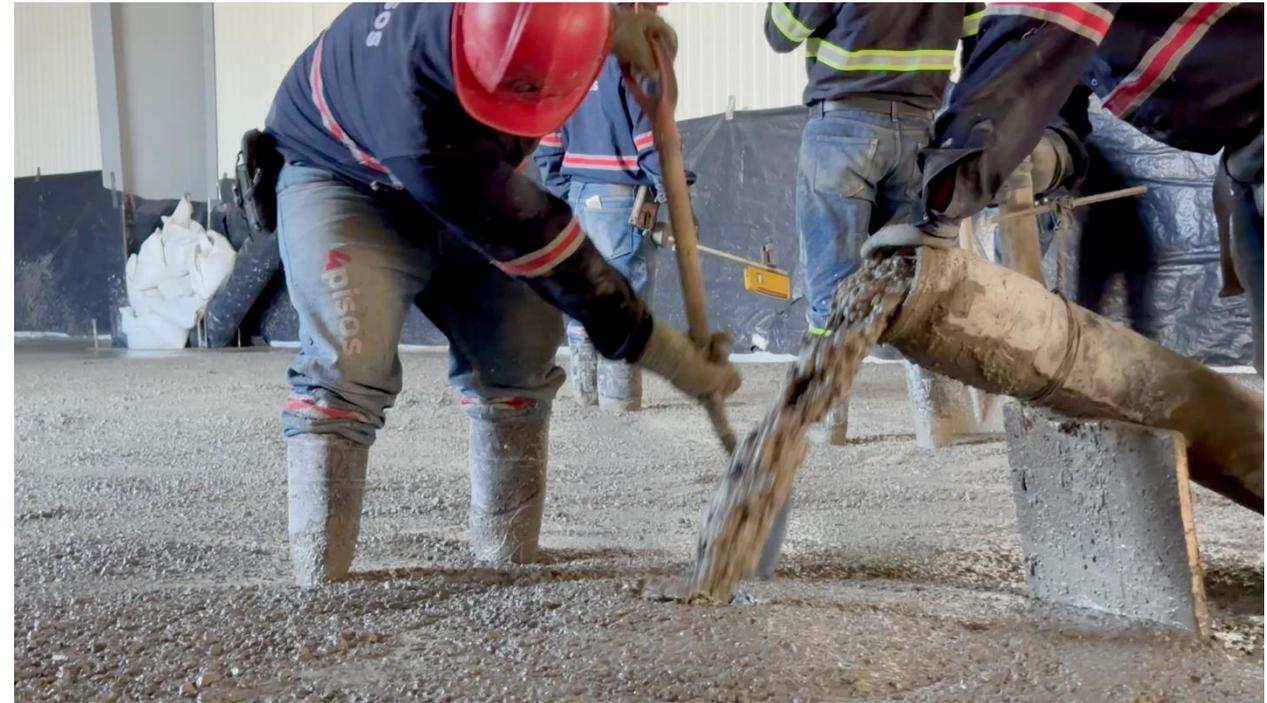
- Ejecutar los trabajos de geotecnia cumpliendo lo prescrito en el diseño geotécnico.
- En suelos inestables o de baja capacidad portante, puede requerirse
 - Sustituciones de material
 - Uso de geotextiles separadores o de refuerzo
 - Mejoramiento de suelos con inclusiones rígidas, columnas de grava controlada, precargar el suelo o compactación dinámica
- En el caso de requerir desacoplar el piso por requerimiento de servicio, se debe construir cuidadosamente el sistema elegido de control de temperatura para el subsuelo



**UN PISO BIEN CALCULADO SOBRE UN SOPORTE
MAL PREPARADO, ESTÁ DESTINADO AL FRACASO**

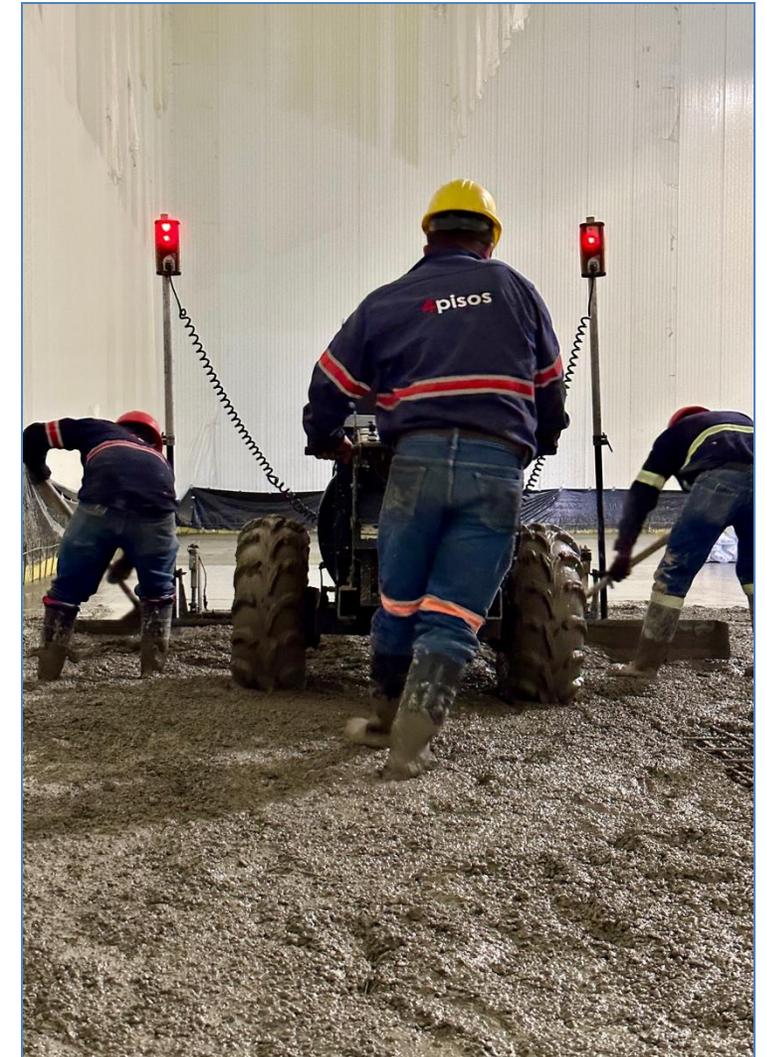
CONCRETO

- El concreto para cámaras congeladas no es un concreto para condiciones de hielo y deshielo
- **No debe tener aire incluido**
- Concreto de buena calidad que cumpla con la resistencia de diseño y las propiedades para el proceso de acabado de superficie
- Se puede bombear concretos con fibras de acero



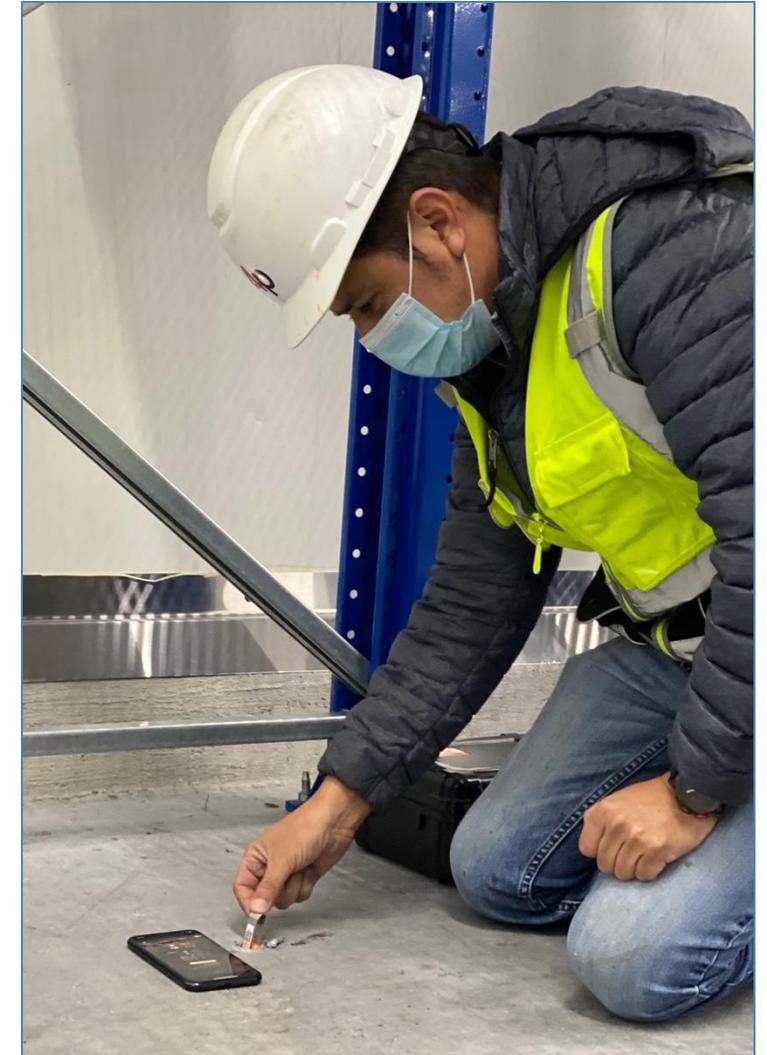
NIVELACIÓN Y ACABADO

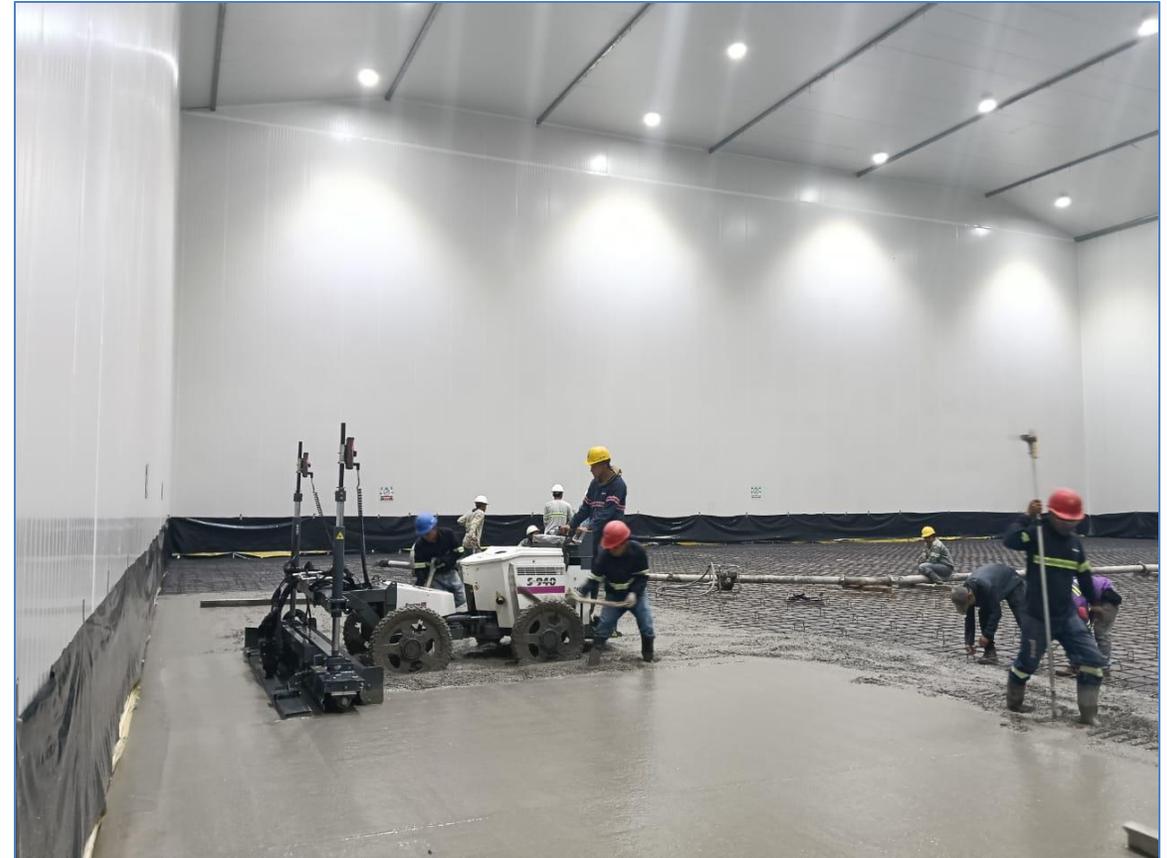
- Niveladoras guiadas por láser
- Instalación de capas de rodadura mineral con métodos mecánicos o manuales
- Proceso de acabado de superficie igual que un piso convencional
- Cumplimiento de especificaciones de planimetría según los requerimientos de uso



DESCENSO DE TEMPERATURA

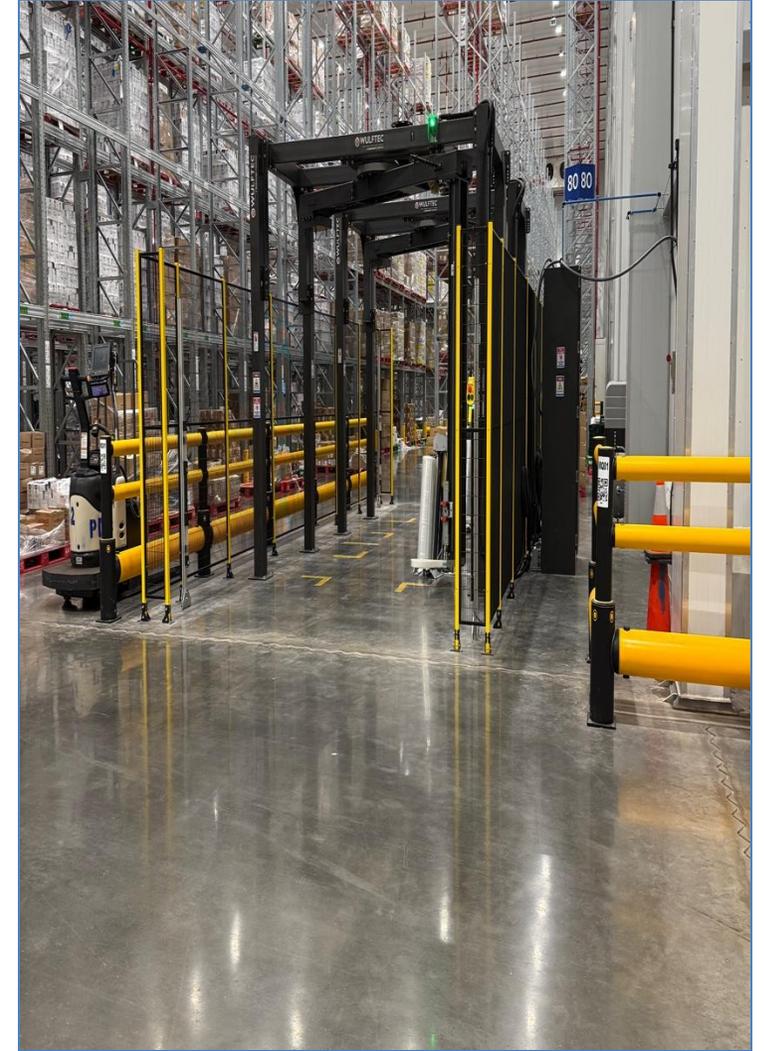
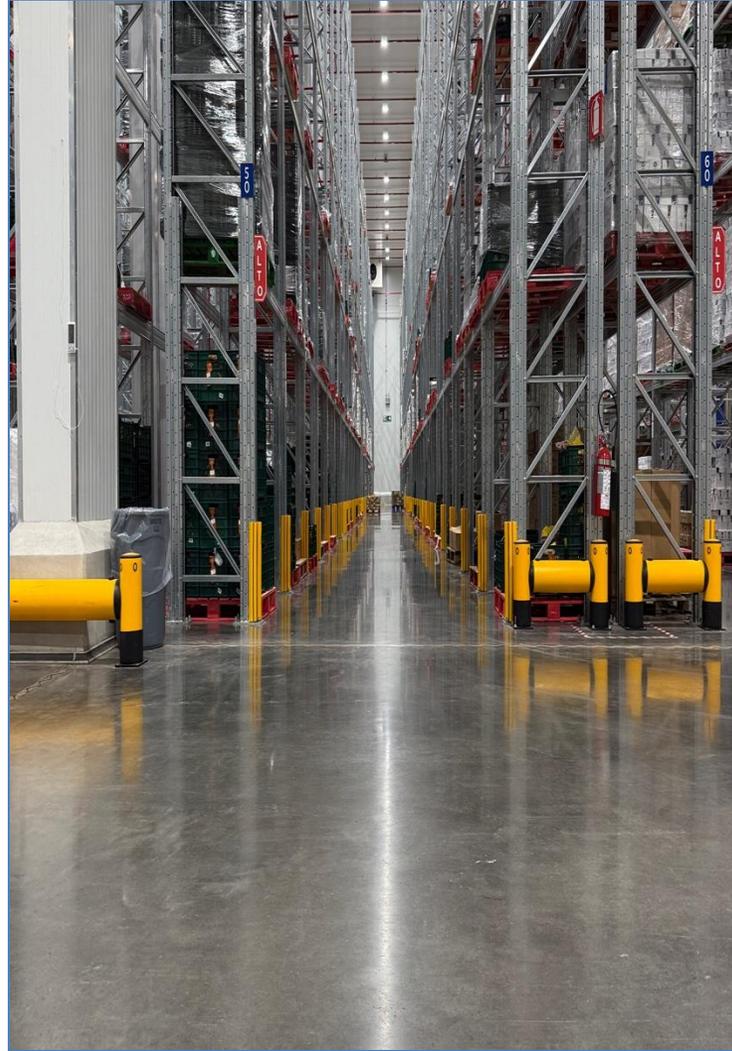
- Primera etapa, desde la temperatura ambiente hasta alcanzar una temperatura de $+2^{\circ}\text{C}$
 - Descender a razón de 5°C cada 24hr
 - Detenerse en $+2^{\circ}\text{C}$
- Segunda etapa, permanecer a $+2^{\circ}\text{C}$
 - De 5 a 7 días (mínimo)
 - Hasta extraer toda o casi toda la humedad del la losa de piso
 - Hasta alcanzar estabilidad en la humedad relativa de la cámara
- Tercer etapa, desde $+2^{\circ}\text{C}$ hasta alcanzar la temperatura de servicio (por ejemplo -22°C)
 - Descender a razón de 5°C cada 24hr













**14^{vo} Congreso Iberoamericano
de Pavimentos de Concreto**
**2^{do} Congreso Iberoamericano de
Pisos Industriales de Concreto**



GRACIAS

Eduardo Lavarreda
4pisos - Guatemala
el@4pisos.com