



FATEC-SP

FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SÃO PAULO

Departamento de Transportes e Obras de Terra

MARINA DE PÁDUA MOLINARI

**ESTUDO DE CASO PARA DIMENSIONAMENTO
ESTRUTURAL DO PISO INDUSTRIAL DE CONCRETO DA
FABRICA DE PINTURA DE CAMINHÕES**

**SÃO PAULO
2013**

MARINA DE PÁDUA MOLINARI

**ESTUDO DE CASO PARA DIMENSIONAMENTO
ESTRUTURAL DO PISO INDUSTRIAL DE CONCRETO DA
FABRICA DE PINTURA DE CAMINHÕES**

Monografia apresentada à Faculdade de Tecnologia de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Tecnólogo em Movimento de Terra e Pavimentação.

Orientador: Prof. Dr. Edson de Moura

**SÃO PAULO
2013**



FATEC-SP

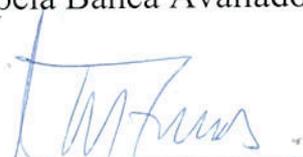
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SÃO PAULO

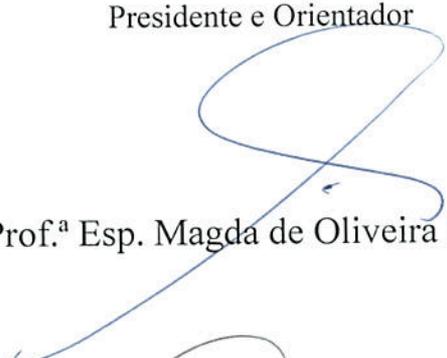
Departamento de Transporte e Obras de Terra

**Estudo de Caso para Dimensionamento Estrutural do Piso Industrial de
Concreto da Fábrica de Pintura de Caminhões**


Marina de Pádua Molinari

Monografia aprovada pela Banca Avaliadora constituída por


Prof. Dr. Edson de Moura
Presidente e Orientador


Prof.ª Esp. Magda de Oliveira Cubas


Prof.ª Andrea Chernichenco

São Paulo, 15 de junho de 2013.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à minha família e aos
amigos que sempre me incentivaram na
jornada acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. Edson Moura, pelo conhecimento, pela sua orientação e ajuda na conclusão desse trabalho.

Agradeço a Faculdade de Tecnologia de São Paulo, onde cresci profissionalmente e vivi momentos que me fizeram crescer como pessoa.

Aos mestres que participaram e me auxiliaram nesta caminhada, repassando conhecimentos e muitas vezes sendo grandes amigos.

Aos meus amigos do curso de pavimentação: Paulo, Moisés, Jean e Erico que me fizeram rir em cada situação de desespero e ao Cassiano, que mais do que me arrancar risadas, secou minhas lágrimas e nunca me deixou desistir.

Ao José Carlos (Zeca), um grande amigo sempre acreditou em mim e que hoje não está aqui para ver eu me formando, mas estará sempre em meu coração.

A minha família, Florindo, Cristina, Laura e Juliana, que aguentaram todas as mudanças de humor que esse trabalho me causou e tiveram paciência comigo.

A todos aqueles que, embora não citados nominalmente, contribuíram direta ou indiretamente para a execução deste trabalho.

RESUMO

Dentre as finalidades básicas que um piso industrial deve possuir, podemos citar: resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais, propiciar um rolamento perfeito e apresentar resistência aos esforços mecânicos de flexão, compressão, impacto e abrasão. O dimensionamento de pisos industriais devem atender características de tráfego específicas. Neste trabalho serão apresentados os tipos de piso de concreto, sua aplicação na pavimentação industrial e os diferentes métodos de dimensionamento para cada tipo de piso. Ao final do trabalho apresento a obra do Prédio de Pintura da Fábrica de Caminhões da Scania que foi projetado, inicialmente, com piso de concreto estruturalmente armado e o cliente solicitou da construtora que apresentasse uma nova solução estrutural a fim de resistir a todos as solicitações de projeto, por sua vez, a construtora apresentou (em parceria com a projetista contratada) uma alternativa de piso de concreto reforçado com fibras. Essa obra começará no mês de junho/2013 e o cliente decidiu que a opção de piso reforçado com fibras proposto foi a que melhor atende sua necessidade.

Palavras-chave: Pisos industriais. Dimensionamento de piso industrial. Pisos de concreto. Piso reforçado com fibras. Piso estruturalmente armado

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Exemplo de piso industrial em concreto
Figura 2.1	Principais componentes do sistema construtivo de pisos industriais
Figura 2.2	Piso de concreto simples
Figura 2.3	Piso de concreto com armadura distribuída
Figura 2.4	Piso de concreto com armadura descontínua
Figura 2.5	Piso de concreto estruturalmente armado
Figura 2.6	Piso de concreto protendido
Figura 2.7	Piso de concreto reforçado com fibras
Figura 3.1	Limites de Atterberg dos solos
Figura 3.2	As fases do solo
Figura 3.3	Classificação dos solos MCT
Figura 6.1	Reação à tendência de retração da placa de concreto
Figura 6.2	Tendência de empenamento durante o dia
Figura 6.3	Tendência de empenamento durante a noite
Figura 7.1	Implantação do novo prédio projetado no terreno
Figura 7.2	Detalhamento do piso de concreto - área interna
Figura 7.3	Solução da construtora de piso reforçado com fibras
Figura 7.4	Dosagem mínima de fibras de metálica em função das dimensões das placas de concreto

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1	Relação entre IP, porcentagem de inchamento e grau de expansibilidade.
Tabela 5.2	Faixas granulométricas admissíveis
Tabela 5.3	Medidas de recalques em pavimentos de concreto (e sub-base = 150 mm)
Tabela 4.1	Relação entre IP, porcentagem de inchamento e grau de expansibilidade
Tabela 4.2	Granulometria da brita graduada

LISTA DE QUADROS

- Quadro 2.1 Classificação dos pisos quanto à utilização segundo a ANAPRE
- Quadro 2.2 Classificação dos pisos quanto à utilização segundo a ACII-302
- Quadro 2.3 Classificação do sistema de piso industrial segundo escolas: americana e europeia.
- Quadro 2.4 Funções básicas das camadas do sistema de pavimentos industriais

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANAPRE	Associação nacional de pisos e revestimentos de alto desempenho
RAD	Revestimento de alto desempenho
IBRACON	Instituto brasileiro de concreto
PCA	Portland Cement Association
PEMP	Projeto de Expansão do Mercado de Pisos
RAD	Revestimento de alta resistência
CD	Centro de distribuição
ABCI	Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto
GT-RAD	Grupo de Trabalho de Revestimentos de Alto Desempenho
CBR	Índice de Suporte Califórnia
MCT	Miniatura, compactado, tropical.

LISTA DE SÍMBOLOS E FÓRMULAS

Fórmula 4.1	Módulo de reação
Formula 4.2	Peso específico aparente seco
Formula 4.3	Índice de vazios
Formula 4.4	Grau de saturação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	DEFINIÇÃO DE PISO INDUSTRIAL	1
1.2	OBJETIVO.....	1
1.3	JUSTIFICATIVA E METODOLOGIA	1
1.4	A NECESSIDADE DO ESTUDO	2
2	CLASSIFICAÇÕES DOS PISOS INDUSTRAIS DE CONCRETO.....	4
2.1	QUANTO À UTILIZAÇÃO.....	4
2.2	QUANTO À ESCOLA.....	6
2.3	QUANTO À FUNDAÇÃO	7
2.4	QUANTO AO REFORÇO ESTRUTURAL	8
2.4.1	<i>Piso industrial de concreto simples.....</i>	<i>9</i>
2.4.2	<i>Piso industrial de concreto com armadura distribuída.....</i>	<i>10</i>
2.4.3	<i>Piso industrial de concreto estruturalmente armado</i>	<i>11</i>
2.4.4	<i>Piso industrial de concreto protendido</i>	<i>12</i>
2.4.5	<i>Piso industrial de concreto reforçado com fibras.....</i>	<i>13</i>
3	SOLOS.....	15
3.1	ÍNDICES FÍSICOS E CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS	15
3.2	SOLOS PROBLEMÁTICOS	18
3.2.1	<i>Solos moles</i>	<i>19</i>
3.2.1.1	Características	19
3.2.1.2	Soluções	20
3.2.2	<i>Solos expansivos.....</i>	<i>20</i>
3.2.2.1	Características	20
3.2.2.2	Soluções	21
3.2.3	<i>Solos colapsáveis.....</i>	<i>21</i>
3.2.3.1	Características	21
3.2.3.2	Soluções	21
4	SUB-BASE.....	22
4.1	FUNÇÕES DA SUB-BASE	22
4.2	TIPOS DE SUB-BASE	23
4.2.1	<i>Sub-bases granulares</i>	<i>23</i>
4.2.2	<i>Sub-base tratada com cimento</i>	<i>25</i>
4.2.2.1	Solo melhorado com cimento ou solo cimento (SMC ou SC).....	25
4.2.2.2	Solo-cal (SCA).....	26

4.2.2.3	Brita graduada tratada com cimento (BGTC).....	26
4.2.2.4	Concreto compactado com rolo (CCR)	27
5	JUNTAS.....	28
5.1	TIPOS DE JUNTAS	29
5.1.1	<i>Junta de construção (JC)</i>	29
5.1.2	<i>Junta serrada (JS)</i>	30
5.1.3	<i>Junta de encontro ou expansão (JE)</i>	30
5.2	TRATAMENTO DE JUNTAS.....	31
5.3	CONTROLE DE QUALIDADE.....	32
6	AÇÕES ATUANTES EM PISOS INDUSTRIAIS	34
6.1	AÇÕES INDIRETAS	34
6.1.1	<i>Retração e dilatação térmica</i>	34
6.1.2	<i>Empenamento</i>	35
6.2	AÇÕES DIRETAS	36
6.2.1	<i>Cargas distribuídas</i>	36
6.2.2	<i>Cargas lineares</i>	37
6.2.3	<i>Cargas concentradas</i>	37
7	ESTUDO DE CASO – PRÉDIO DE PINTURA DE CAMINHÕES	39
7.1	APRESENTAÇÃO DA OBRA	39
7.1.1	<i>Prédio de Pintura</i>	39
7.1.2	<i>Escopo de execução dos pisos industriais</i>	40
7.2	ESPECIFICAÇÕES PARA CONSTRUÇÃO	40
7.2.1	<i>Geral</i>	40
7.2.2	<i>Sub-base</i>	41
7.2.3	<i>Fôrmas</i>	42
7.2.4	<i>Cimento</i>	43
7.2.5	<i>Agregados</i>	44
7.2.6	<i>Concreto</i>	44
7.2.7	<i>Juntas</i>	45
7.2.8	<i>Armadura/barras de Transferência e Ligação</i>	46
7.2.9	<i>Aditivos</i>	48
7.2.10	<i>Selantes</i>	49
7.2.11	<i>Mão-de-Obra</i>	49
7.2.12	<i>Água</i>	50
7.3	PROJETO DO CLIENTE: PISO DE CONCRETO ESTRUTURALMENTE ARMADO	50

7.4 PROJETO DA CONSTRUTORA – PISO DE CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS.	51
8 CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS	55
ANEXO A – LAYOUT DO PISO INDUSTRIAL	57
ANEXO B – DETALHAMENTO DO PISO DE CONCRETO ÁREA INTERNA	58
ANEXO C – DETALHAMENTO DO PISO DE CONCRETO ÁREA EXTERNA	59
ANEXO D – SONDAGEM DO TERRENO	60

1 INTRODUÇÃO

1.1 DEFINIÇÃO DE PISO INDUSTRIAL

Chamamos de piso industrial o elemento estrutural de uma construção sobre o qual a atividade produtiva da empresa se realiza (ANAPRE, 2009).



Figura 1.1 – Exemplo de piso industrial em concreto
Fonte: ANAPRE (2009)

O piso tem como finalidade estrutural resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo carregamento. Com relação ao trabalho final, ele proporciona a movimentação de carga e deslocamento de equipamentos com conforto e segurança, além de resistir aos esforços mecânicos e ataques químicos.

1.2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo apresentar os 5 (cinco) tipos de reforço para pisos de concreto utilizados em indústrias e comparar a utilização, execução, métodos de dimensionamento, custos e características gerais de 2 (dois) deles: o piso de concreto estruturalmente armado e o piso de concreto com fibras. Como apoio ao trabalho será utilizado o estudo do piso projetado para o prédio de pintura da fábrica de caminhões da Scania localizada em São Bernardo do Campo.

1.3 JUSTIFICATIVA E METODOLOGIA

O tema foi escolhido a fim de agregar conhecimento pessoal para área em que atuo, melhorando o nível de conhecimento e criar um bom material de apoio às pesquisas de outros estudantes e profissionais da área.

A pesquisa será realizada através de estudos técnicos, normas, livros e publicações de profissionais e estudantes da área; ainda contará com auxílio de profissionais que atuam com projetos para pisos industriais.

1.4 A NECESSIDADE DO ESTUDO

Mesmo com a instabilidade econômica das décadas de 80 e 90, houve uma forte expansão da base industrial, principalmente nos setores automotivo, alimentos e bebidas, papel e celulose e farmacêutico, isso fez com que o setor de pisos começasse a ofertar uma grande quantidade de soluções específicas para cada segmento. (ANAPRE, 2009)

Com o aumento da produção de nossas indústrias e com a necessidade de implementação de normas de qualidade e de segurança do trabalho, o setor de pavimentação industrial passou a receber maior atenção e investimento, tornando-se fundamental para o sucesso de nossas fábricas. (SÁ *et al.*, 2009)

Para cada obra específica, devem ser adotados parâmetros teóricos e práticos que possibilitem adotar a melhor solução executiva, levando-se em consideração a localização e a finalidade do empreendimento, possibilitando especificar os materiais adequados, necessários e disponíveis na região para aplicação no piso de concreto, uma vez que obras executadas com produtos inadequados e aplicação incorreta tiveram a ocorrência de patologias.

Com o apoio da Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto (ABCI) e do Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON), foi criado um grupo de trabalho denominado Grupo de Trabalho de Revestimentos de Alto Desempenho (GT-RAD), que ajuda e desenvolve normas para os trabalhos com piso e revestimento de alto desempenho. (ANAPRE, 2009)

Com o crescimento e a reorganização do setor industrial, o mercado de pavimentação industrial foi bastante solicitado, precisando de implantação de novas tecnologias para atender esta demanda (OLIVEIRA, 2003). Isso favoreceu o desenvolvimento tecnológico e aspectos de gestão da produtividade com critérios de qualidade.

Assim, o setor de pavimento industrial começou a buscar mais tecnologia e especialização dos serviços, com isso foram criados núcleos de pesquisa na área de pisos industriais de alto desempenho. Logo essas ações causaram o surgimento do Projeto de

expansão do mercado de pisos (PEMP), que foi um importante contribuidor para o setor. (ANAPRE, 2009).

2 CLASSIFICAÇÕES DOS PISOS INDUSTRIAIS DE CONCRETO

2.1 QUANTO À UTILIZAÇÃO

Entre as diversas formas de classificar um piso industrial, primeiro pode-se classificar de acordo com a sua utilização.

Os pisos industriais são encontrados em setores diferentes como: áreas industriais (fábricas), áreas de armazenagem (galpões logísticos), pisos comerciais (salas de escritórios) e ainda podemos encontrar o piso de concreto em sistemas viários (pistas de pouso e decolagem, aeroportos), estacionamentos e pavimentos rígidos urbanos e rodoviários.

A seguir, veem-se dois quadros de classificação quanto à utilização.

Quadro 2.1 – Classificação dos pisos quanto à utilização segundo a ANAPRE

ÁREAS INDUSTRIAIS	O piso deve ser considerado com equipamento para produção.
	Recebem a ação de equipamentos diretamente apoiados ou contornam as bases com fundação profunda.
	Cuidados especiais de projeto devem ser tomados, considerando linhas dinâmicas de produção, que eventualmente possam ter mudanças de layout em função da instalação de novos equipamentos.
	Larga utilização de RAD (revestimentos de alto desempenho). Proteção do piso contra agentes agressivos, facilidade de manutenção (limpeza e higienização), aspectos estéticos e sinalização para controle de fluxos.
ÁREAS DE ARMAZENAGEM	O piso deve ser considerado com equipamento para produção, uma vez que influência diretamente a produtividade do CD (centro de distribuição).
	É indicada a adoção de sistemas com quantidade reduzida de juntas, com placas de grandes dimensões, como por exemplo, os pisos de concreto estruturalmente armado, os de concreto reforçados com fibras e o de concreto protendido, evitando patologias nas juntas em função do trânsito intenso das máquinas e empilhadeiras.
	Líquidos endurecedores de superfície, aplicação de aspersões minerais ou metálicas são indicadas para garantir elevada resistência superficial mediante a grande solicitação de esforços abrasivos.
ÁREAS DE ESTACIONAMENTO	Quando comparados com a pavimentação asfáltica, apresentam inúmeras vantagens, como por exemplo, melhor durabilidade e resistência ao desgaste, aos ataques químicos de combustíveis, óleos e lubrificantes e menos custo de manutenção.
	Por apresentar coloração mais clara, têm maior índice de reflexão, reduzindo as ilhas de calor e facilitando a iluminação noturna.
	Melhor logística de execução em áreas fechadas e subsolos, uma vez que emprega equipamentos reduzidos.

Conclusão

PISOS COMERCIAIS	Permite flexibilidade como elemento de fundação de paredes e mezaninos.
	Empregado como acabamentos decorativos, podem ser trabalhados com pigmentações diversas e sistemas de lapidação que garantem aspecto vítreo à superfície.

Fonte: Adaptado de CRISTELLI (2010)

Quadro 2.2 – Classificação dos pisos quanto à utilização segundo a ACII-302

CLASSE	TIPO DE TRAFEGO PREVISTO	USO
1	Pedestre leve	Pisos residenciais, sobretudo com revestimentos.
2	Pedestre	Escritórios e Igrejas; Normalmente com revestimento decorativos.
3	Pedestres e Rodas Pneumáticas	Passeios externos, pistas, pisos de garagem, calçadas.
4	Pedestre e tráfego de veículos leves	Comercial.
5	Tráfego de veículos industriais com rodas pneumáticas	Pisos industriais sujeitos a cargas leves em áreas de fabricação, processamento e depósito.
6	Tráfego de veículos industriais com rodas rígidas	Pisos industriais sujeitos tráfego intenso; podendo estar sujeito ao impacto de cargas.
7	Tráfego de veículos industriais com rodas rígidas	Pisos com camadas superficiais aderidas sujeitos a tráfego intenso e impacto.
8	Como nas classes 4, 5 ou 6	Camadas superficiais não aderidas – Pisos isolados para câmaras frigoríficas, pisos velhos, ou onde o cronograma da construção ditar.
9	Superflat ou com tolerâncias superficiais rígidas. Veículos especiais de movimentação de materiais ou automatizados que requeiram tolerância precisas.	Corredores estreitos, almoxarifados com alturas elevadas de estocagem, estúdios de televisão.

Fonte: Adaptado de CRISTELLI (2010)

2.2 QUANTO À ESCOLA

A história do dimensionamento dos pisos industriais se confunde com a dos pavimentos de concreto, que começou na década de 1920 com os trabalhos teóricos desenvolvidos por Westergard (1927) *apud* Rodrigues (2010, p. 11).

De acordo com Rodrigues (2010), a evolução dos pisos industriais tem sido marcante nas últimas duas décadas no Brasil. No início, costumava-se dimensionar os pisos industriais (geralmente de concreto simples) com base nos critérios da PCA (Portland Cement Association) baseados nos estudos americanos. Durante os anos que a pavimentação industrial se baseava nos estudos americanos foram constatados grandes problemas com relação a patologias que ocasionavam perda de produtividade e acarretavam em grandes custos de manutenção.

A partir de 1995, começam a surgir novas tendências de dimensionamento - agora vindas da Europa - com o ressurgimento dos trabalhos de Lösberg e Mayrhof, em contraponto aos dos americanos Westergard, Pickett, Ray e Packard (RODRIGUES, 2012).

A principal diferença das duas escolas é que a europeia estuda os pavimentos reforçados, empregando telas soldadas, fibras e protensão, assim chegam a resultados de pavimentos esbeltos e placas de grande dimensão, enquanto a escola americana estuda essencialmente o concreto simples com estruturas de grande rigidez e placas de menores dimensões.

Segundo Balbo (2005), os métodos de dimensionamento de pavimentos de concreto simples nos apresentam limitações graves com relação às espessuras. Abaixo, no Quadro 2.3, pode-se analisar as principais diferenças das duas escolas:

Quadro 2.3 – Classificação do sistema de piso industrial segundo escolas: americana e europeia.

	Escola Americana	Escola Européia
Referências para dimensionamento:	PCA, ASSTHO, Westergaard, Pickett e Ray, Packard	Lösberg e Meyerhof
Sistema construtivo:	Concreto simples	Concreto reforçado com telas soldadas, fibras de alto módulo e protensão.
Tamanho das placas:	Pequenas dimensões	Grandes dimensões
Conclusão		

	Escola Americana	Escola Européia
Quantidade de juntas:	Elevado	Baixo
Consumo de concreto:	Elevado	Baixo
Custo inicial e manutenção:	Elevado	Baixo
Custo e complexidade de execução:	Baixo	Elevado

Fonte: Adaptado de CRISTELLI (2010)

O método utilizado pela escola europeia apresenta melhores resultados tanto no lado financeiro quanto no sustentável, pois faz menos uso de matéria prima para se chegar a resultados satisfatórios.

2.3 QUANTO À FUNDAÇÃO

Partindo dos estudos geotécnicos, onde se analisa o subleito do piso que será construído, tomam-se decisões para dimensionar o piso de forma que sua capacidade de absorção de cargas atenda as condições do terreno.

Os pisos podem ser classificados de acordo com a fundação, sendo de fundação direta ou profunda.

- Fundação direta

Basicamente são os pisos apoiados diretamente no subleito, por isso a taxa admissível do terreno deve atender as exigências de acordo com a carga prevista no piso. O sistema é mais indicado para áreas onde há grande incidência de cargas móveis e pontuais, pois para essas cargas a transmissão para o solo é baixa (RODRIGUES, 2006).

- Fundação profunda

É a solução indicada para solos pouco adensados, que possam sofrer recalques e que não admitem as cargas do piso. Assim as placas de concreto passam à ser dimensionadas com estrutura como um sistema de lajes apoiadas sobre vigas, para que descarreguem os esforços sobre a fundação. (RODRIGUES, 2006).

2.4 QUANTO AO REFORÇO ESTRUTURAL

Os cuidados de projeto e execução de cada uma das camadas do piso industrial são de extrema importância para a eficiência e qualidade. Existem diversos métodos de dimensionamento, eles variam de acordo com o tipo de piso e as diferentes classificações destes pisos serão estudadas nesse capítulo.

Genericamente, a disposição das camadas se encontra do modo apresentado na Figura 2.1 e suas funções estão, resumidamente, descritas no Quadro 2.4.

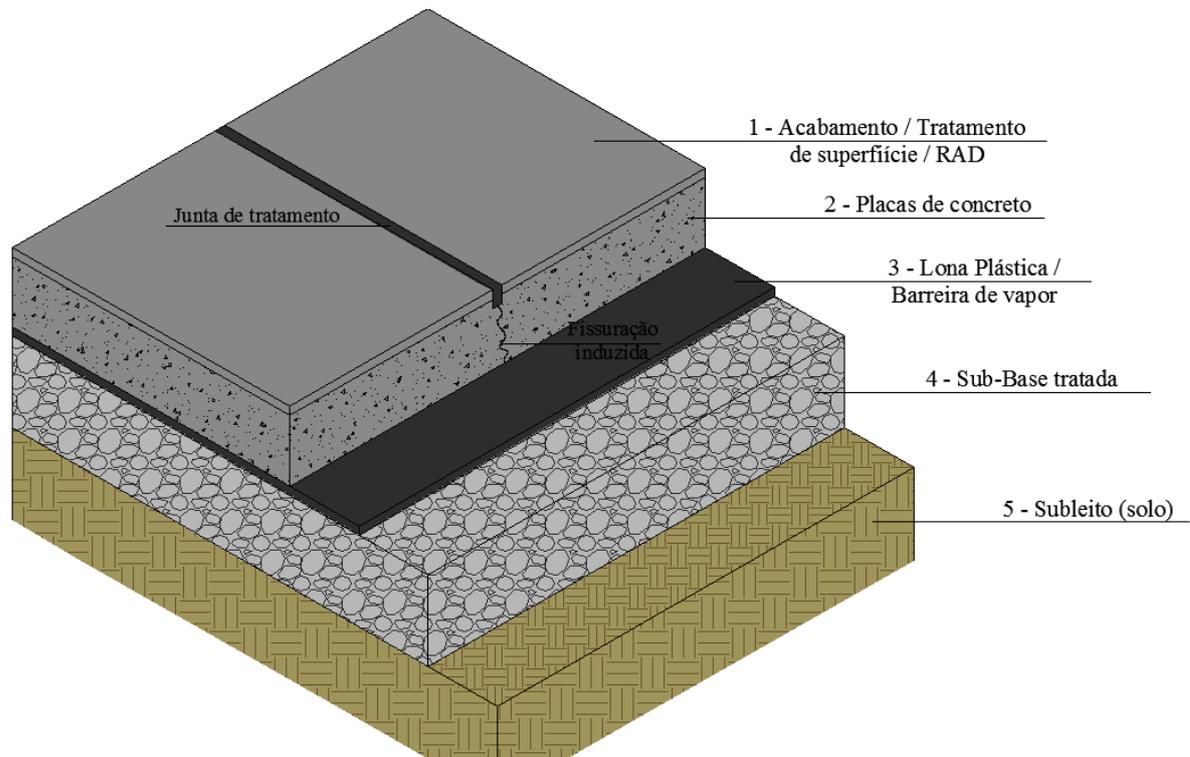


Figura 2.1 – Principais componentes do sistema construtivo de pisos industriais
Fonte: Adaptado CRISTELLI (2010)

Quadro 2.4 – Funções básicas das camadas do sistema de pavimentos industriais

	CAMADA	FUNÇÃO
1	Acabamento / Tratamento de superfície / RAD	Acrescentam características superficiais específicas ao sistema de piso. Garantem a resistência ao desgaste por abrasão e influenciam quanto ao conforto de rolamento de empilhadeiras ou outro equipamento da atividade da empresa.
2	Placas de concreto	Absorver os carregamentos do piso e transferir os esforços para a fundação, trabalhando no regime elástico. Servir de base de aplicação dos revestimentos.

Conclusão

CAMADA		FUNÇÃO
3	Lona Plástica / Barreira de vapor	Impermeabilizar superfície para evitar umidade ascendente nas placas de concreto. Garantir livre movimento da placa de concreto em relação à sub-base. Garantir hidratação do cimento, evitando perda de água de amassamento para a sub base.
4	Sub-base tratada	Isolar e estabilizar as condições do subleito através de tratamentos granulométricos e de capacidade de distribuição de carga. Dar suporte uniforme e constante. Evitar bombeamento. Controlar as variações volumétricas do subleito. Aumentar o suporte da fundação.
5	Subleito (solo)	Absorver as solicitações de cargas impostas ao pavimento. Controlar do coeficiente de recalque “K”, de acordo com suas propriedades físico-mecânicas e capacidade de suporte

Fonte: Adaptado de RODRIGUES (2006); OLIVEIRA (2000); CRISTELLI (2010).

2.4.1 PISO INDUSTRIAL DE CONCRETO SIMPLES

Segundo Pitta e Rodrigues (1989) trata-se de pavimento no qual os esforços atuantes são resistidos apenas pelo concreto, sem a presença de armadura. Apresenta espessuras elevadas para correção da deficiência do concreto em relação à sua baixa resistência à tração.

No piso de concreto simples as placas são de pequenas dimensões e apoiam-se sobre a fundação ou subleito.

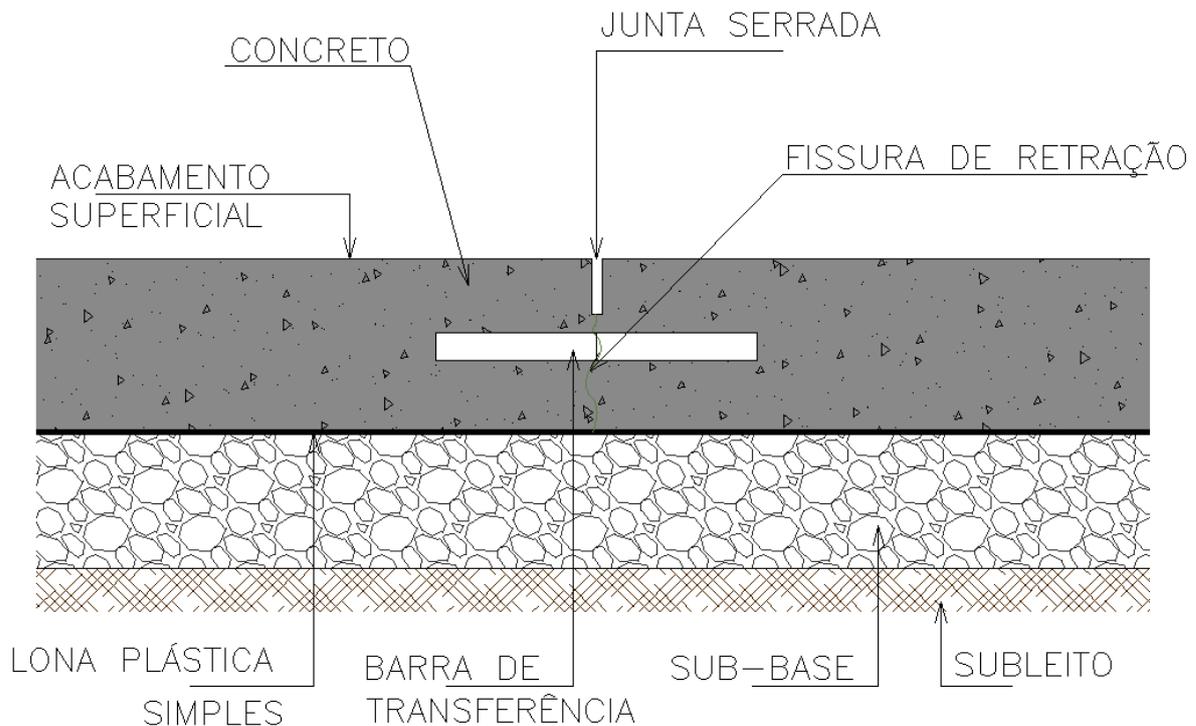


Figura 2.2 – Piso de concreto simples

Fonte: Adaptado de WTORRE (2011)

Nesse tipo de piso, todos os esforços de tração, variação térmica e carregamento serão resistidos pelo concreto. Não há armadura estrutural ou de combate à retração, mas podemos empregar dispositivos de transferência de carga como barras de transferência ou barras de ligação. (CHODOUNSKY; VIECILI, 2007)

De acordo com Oliveira (2000), a utilização de barras de transferência entre as placas de concreto visa melhorar o desempenho e evitar patologias nas áreas das juntas. Elas não descaracterizam o pavimento como um sistema de pavimentação de concreto simples, isso porque as barras de aço não atuam como armadura, elas são apenas elementos que transferem os esforços entre as placas.

A execução desse tipo de piso é simples, porém a resistência e a durabilidade são menores, comparando aos demais tipos. Sua utilização é indicada para áreas onde a grande quantidade de juntas não prejudica a vida útil do pavimento, como em pátios de manobras de centros de distribuição, ele não deve ser utilizado em locais que exigem suporte a grandes cargas. (NAKAMURA, 2009)

2.4.2 PISO INDUSTRIAL DE CONCRETO COM ARMADURA DISTRIBUÍDA

Esse piso é composto por placas de concreto e uma tela, tendo como objetivo controlar as fissuras e trincas causadas pela retração, podendo ser alcançado melhores resultados com a utilização de barras com maiores bitolas e com o espaçamento adequado. (RODRIGUES, 2010)

São semelhantes aos pisos de concreto, porém apresenta uma quantidade baixa de taxa de armadura com o objetivo de controlar a fissuração. (CHODOUNSKY; VIECILI, 2007)

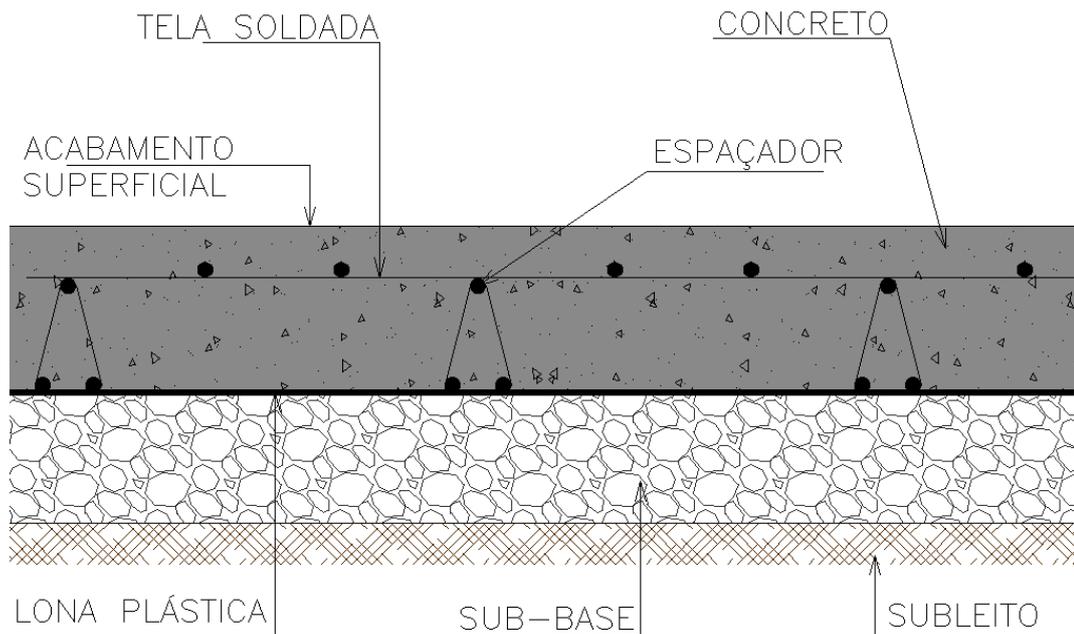


Figura 2.3 – Piso de concreto com armadura distribuída
 Fonte: Adaptado de WTORRE (2011)

2.4.3 PISO INDUSTRIAL DE CONCRETO ESTRUTURALMENTE ARMADO

Normalmente é empregado em áreas de carregamentos elevados e em locais onde encontramos solos com baixa resistência. (NAKAMURA, 2009)

Diferencia-se do piso com armadura distribuída, pois nesse sistema são usadas dois tipos de armadura, uma para combater a retração e a outra com finalidade estrutural. Aproveita-se a resistência à compressão do concreto e a de tração do aço, o que resulta em placas com menores espessuras, se comparado com o concreto simples. (RODRIGUES, 2006; CHODOUNSKY; VIECILI, 2007).

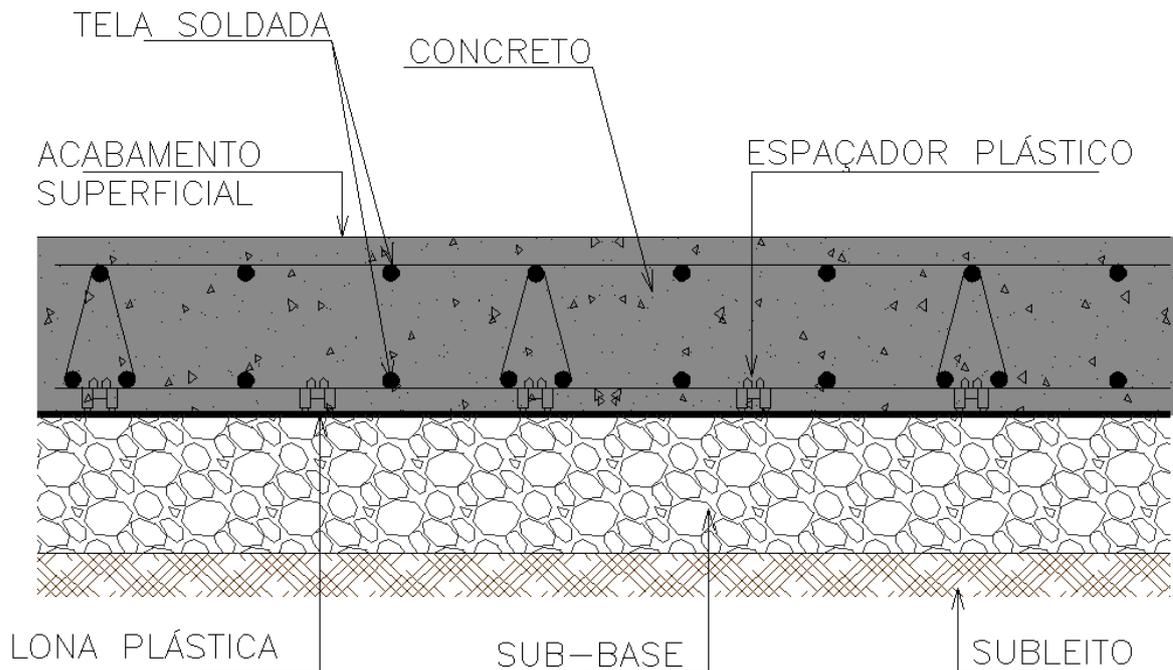


Figura 2.4 – Piso de concreto estruturalmente armado
 Fonte: Adaptado de WTORRE (2011)

Conforme Oliveira (2000), o uso de piso de concreto estruturalmente armado possibilita a construção de placas com até 30 metros de comprimento e com mais de 6 metros de largura, porém sendo mais usuais placas com 15 metros.

2.4.4 PISO INDUSTRIAL DE CONCRETO PROTENDIDO

A tecnologia de usar a protensão em piso nasceu há muito tempo, entre meados da década de 40, na Europa e Estados Unidos. Em solo brasileiro, as primeiras experiências foram realizadas na década de 70, com a construção das pistas e hangares do Aeroporto Internacional do Galeão. (CHODOUNSKY; VIECILI, 2007)

Por tratar-se da concretagem de placas de grandes dimensões, diminui a execução de juntas. Sua principal vantagem é a baixa manutenção.

Outra vantagem importante é que neste sistema o concreto trabalha à compressão, evitando fissuras. Todas estas vantagens melhoram a operação dos equipamentos (empilhadeiras, paleteiras), além do custo do piso ser competitivo, conforme Sá *et al.* (2009)

Essa técnica construtiva exige um controle tecnológico dos processos bastante cuidadoso e rigoroso, com foco no planejamento de execução e definição de estratégias para cada etapa da obra. (SENEFONTE, 2012)

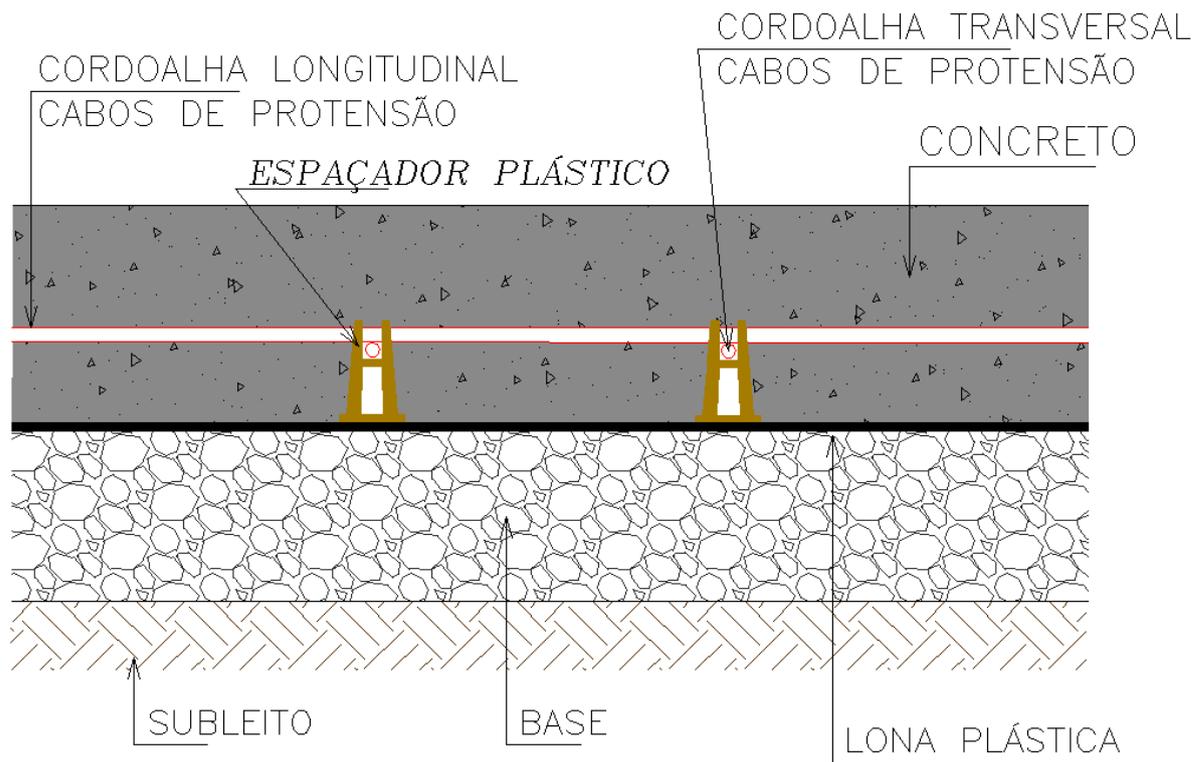


Figura 2.5 – Piso de concreto protendido
 Fonte: Adaptado de WTORRE (2011)

2.4.5 PISO INDUSTRIAL DE CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS

De acordo Oliveira (2000), este tipo de piso é composto de placas de concreto com adição de fibras. As vantagens apresentadas no uso das fibras são maior resistência à fissuração, impacto e desgaste, além de possuir maior ductilidade.

Por essas razões o concreto com fibras está sendo cada vez mais utilizado em estruturas como: pavimentos de aeroportos, pavimentos de autoestradas, leito de pontes, pisos industriais, estruturas de suporte de máquinas, dormentes e tanques de estocagem.

Conforme Rodrigues *et al.* (2006), a chegada de fibras de aço promoveu uma revolução na engenharia de pisos industriais, pois é um material recente no mercado brasileiro, possibilitando a concepção da metodologia europeia para o dimensionamento, o que proporcionou um aperfeiçoamento das técnicas de projeto de outros tipos de pavimento.

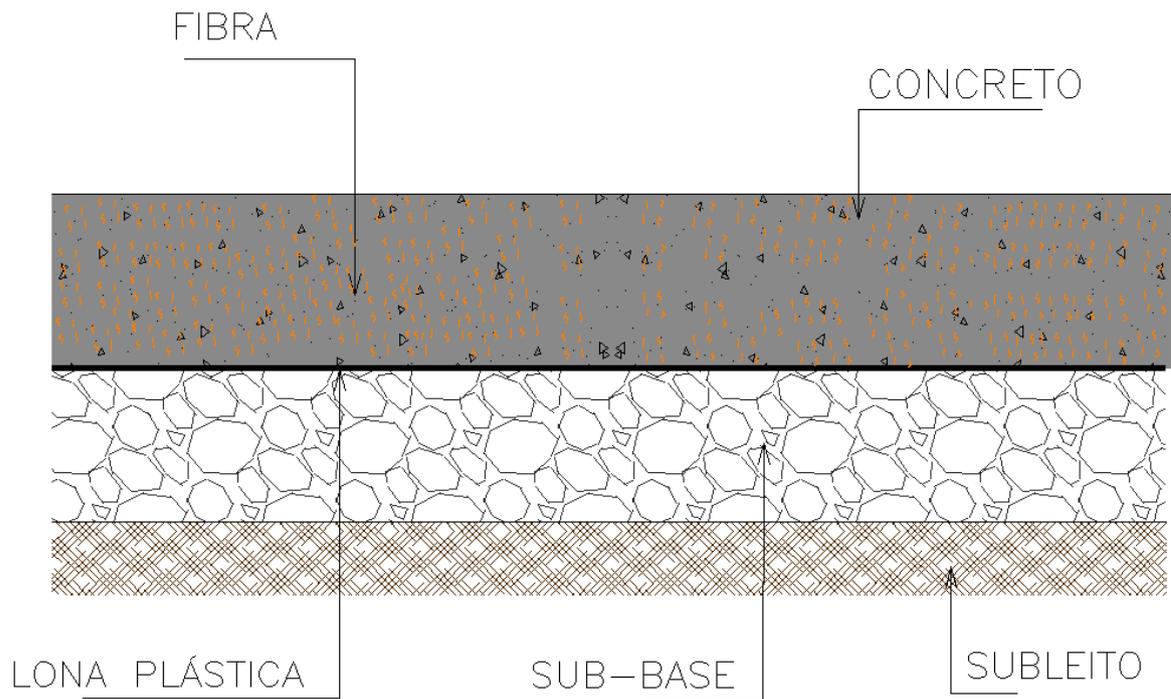


Figura 2.6 – Piso de concreto reforçado com fibras

Fonte: Adaptado de WTORRE (2011)

3 SOLOS

Segundo Balbo (2007), na engenharia civil, o solo pode ser considerado como qualquer depósito escavável por processos manuais, resultante da ação direta do intemperismo ou da degradação de rochas.

É essencial conhecermos a origem do solo que servirá de fundação para o piso, pois podemos prever os comportamentos e evitar problemas devidos características de cada solo. (RODRIGUES, 2010)

Deve-se ter conhecimento da granulometria, textura, forma dos grãos, índices de consistência, umidade, compactação, etc. Com os ensaios necessários dos solos consegue-se que o projetista apresente estimativas mais precisas do comportamento do mesmo, assim o projeto será feito de acordo com as necessidades do local, terem-se soluções otimizadas e um piso de grande durabilidade.

3.1 ÍNDICES FÍSICOS E CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS

Segundo publicação de Chodounsky e Viecili (2007):

No dimensionamento dos pavimentos e pisos de concreto, a capacidade de suporte do terreno é caracterizada pelo módulo de reação. O módulo de reação (k), obtido diretamente através de ensaios de placa ou através de correlações com o índice de suporte Califórnia (CBR), indicando a qualidade da camada superficial do terreno. Onde:

$$k = \frac{P}{R} \text{ Mpa/m} \quad (3.1)$$

Onde:

P = é a pressão unitária aplicada sobre uma placa rígida em Mpa.

R = é o recalque ou a deflexão correspondente, em metros.

A análise granulométrica pode ser realizada por peneiramento, que limita-se às malhas das peneiras e para a porção mais fina do solo, emprega-se a técnica da sedimentação (lei de Stokes).

Os formatos dos grãos dos solos granulares tem importância no seu comportamento mecânico, pois determina como eles se encaixam e se entrosam quando solicitados por forças externas.

Existem ainda os limites de consistência, criados por Atterberg e padronizados por Casagrande, se baseiam na constatação de que um solo argiloso ocorre com aspectos bem distintos conforme seu teor de umidade. Quando mais úmido, ele se comporta como um líquido, conforme vai perdendo a água ele assume o estado plástico e quando mais seco, torna-se quebradiço.

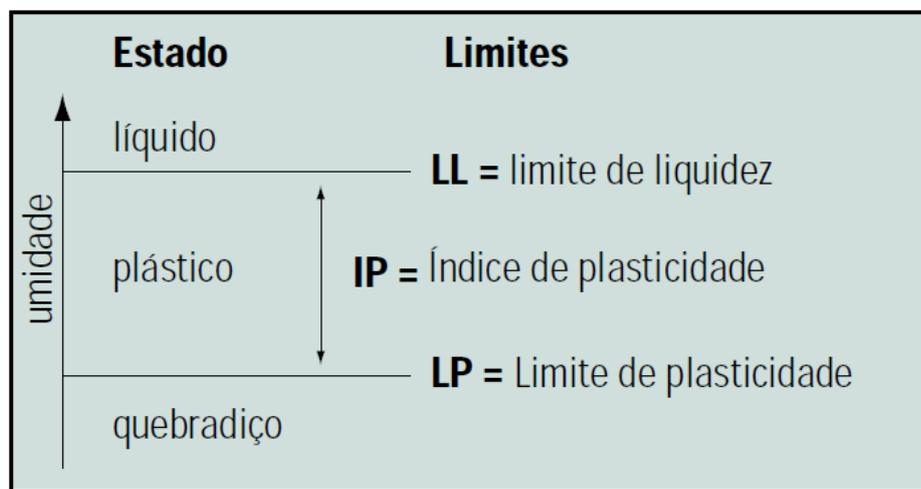


Figura 3.1 – Limites de Atterberg dos solos
Fonte: RODRIGUES (2006)

Segundo Rodrigues (2006), devemos tomar conhecimentos dos seguintes índices:

- w (umidade): é a relação entre o peso da água e o peso do solo seco, expresso em porcentagem.
- γ_s (peso específico dos sólidos): é a relação entre o peso dos sólidos e o seu volume.
- γ_n (peso específico natural): é a relação entre o peso total do solo (sólidos + água) pelo volume.
- γ_d (peso específico aparente seco): é a relação entre o peso dos sólidos e o volume total, sendo calculado pela expressão:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_n}{1 + w} \quad (3.2)$$

- e (índice de vazios): é a relação entre os volumes de vazios e o de sólidos, sendo calculado pela expressão:

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma_d} + 1 \quad (3.3)$$

- S (grau de saturação): é a relação entre o volume de vazios e o índice de vazios, sendo calculado pela expressão:

$$S = \frac{\gamma_n \times w}{e} \quad (3.4)$$

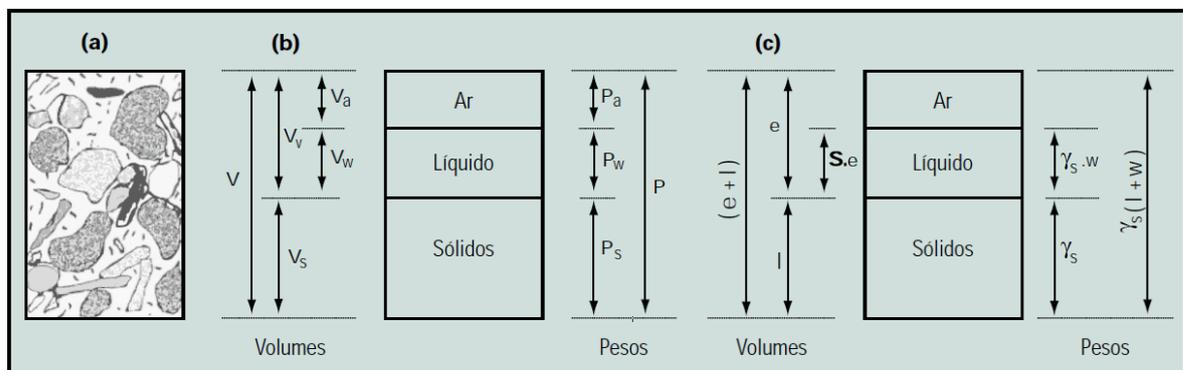


Figura 3.2 – As fases do solo; (a) no estado natural; (b) separadas em volume; (c) em função do volume de sólidos

Fonte: RODRIGUES (2006)

De acordo com Rodrigues (2010):

Os solos formados pelo intemperismo tropical, em que prevalecem altas temperaturas e índices pluviométricos elevados, apresentam características distintas dos não tropicais sujeitos a processos semelhantes de formação.

Essas características possibilitam que os solos tropicais apresentem comportamentos estruturais que, muitas vezes, não são diferenciados pelos ensaios tradicionais da mecânica dos solos.

Após estudos, o Prof. Job S. Nogami o pioneirismo no estudo dos solos tropicais brasileiros, que culminou na apresentação de uma nova sistemática de classificação, denominada MCT (miniatura, compactado, tropical), adotando conceitos não usuais na mecânica tradicional dos solos, como cor, macroestrutura e composição mineralógica, segundo Balbo (2007, *apud* Rodrigues, 2010).

Os solos tropicais podem ser divididos em dois grandes grupos: solos lateríticos (L) e os não lateríticos (NL).

Os de comportamento laterítico são aqueles que possuem características definidas pela metodologia MCT como geologicamente laterítico. Os não lateríticos são solos tipicamente residuais e preservam a estrutura da rocha que lhes deu origem; na terminologia MCT, são designados por N. Ambos podem ser constituídos por solos arenosos, siltosos ou argilosos. Vejamos Figura 4.3 e 4.4 para entendermos um pouco mais sobre essa classificação:

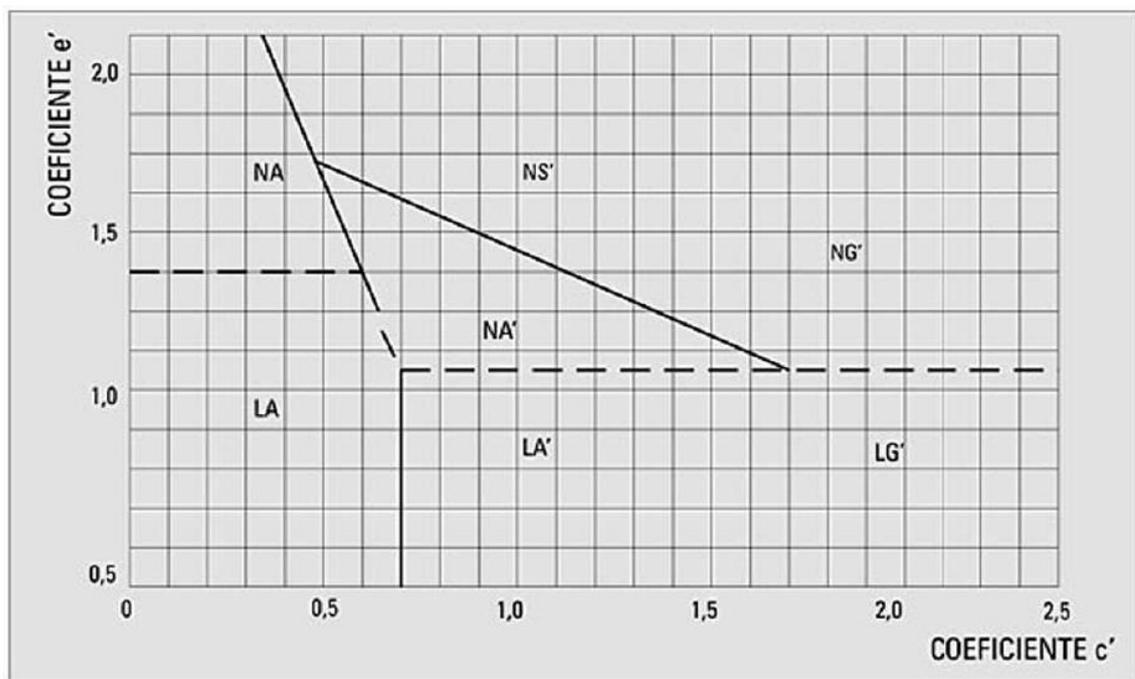


Figura 3.3 – Classificação dos solos MCT
Fonte: DNIT (2006, *apud* Rodrigues, 2010)

Onde:

L – Laterítico;

NL – Não laterítico;

A' – Argiloso;

S' – Siltoso;

G' – Argiloso.

3.2 SOLOS PROBLEMÁTICOS

Alguns tipos de solos não oferecem uma resistência satisfatória para servir de apoio para pisos, nem sequer os pisos com incidência de cargas mínimas como circulação de

peças. Esses solos podem sofrer recalque e conseqüentemente fissura da placa de concreto pela simples ação do peso próprio do piso.

Isto se deve a constituição geomorfológica de solos onde há predominância de material orgânico ou solos de características demasiadamente compressíveis ou saturados de água, solos com característica de expansibilidade e outros.

De acordo com Chodounsky e Viecili (2007), os solos problemáticos podem ser divididos basicamente em três grupos distintos: solos moles, solos expansivos e solos colapsáveis.

Nos próximos tópicos será brevemente caracterizado cada grupo de solos.

3.2.1 SOLOS MOLES

3.2.1.1 CARACTERÍSTICAS

Os solos orgânicos são de natureza muito mole devido a grande presença de material decorrente da decomposição de origem animal e vegetal, possuem uma característica muito compressível e por isso tornam-se muito ineficientes para se apoiarem os pisos.

Solos muito porosos e saturados de água também representam baixa capacidade de suporte, pois quando a água é expulsa dos vazios ele sofre elevadas deformações pela incidência de pequenos carregamentos e das próprias camadas de solo acima (RODRIGUES ; CASSARO, 2002, p.8).

Os solos arenosos são os menos deformáveis neste grupo devido sua alta porosidade e rápido escoamento da água, daí a ocorrência de deformações instantâneas.

Solos de características argilosas são extremamente compressíveis e de baixa permeabilidade tornando difícil a expulsão da água entre as partículas de formato laminar das argilas.

A diferença de carga hidráulica na camada de solo mole, confinada entre as faces superiores e inferiores, dá origem a um fluxo de água provocando a dissipação progressiva do excesso de pressão neutra e a transferência gradual do incremento de tensão total da fase líquida para a fase sólida do solo. Com a expulsão da água do solo mole, há redução do índice de vazios e a ocorrência dos recalques. (CHODOUNSKY; VIECILI, 2007, p.81).

3.2.1.2 SOLUÇÕES

A técnica da substituição da camada de solo mole por um solo de boa resistência e compactação é tida como a solução mais rápida e eficaz quando a camada a ser removida encontra-se na superfície e não possua grandes profundidades devido ao elevado custo de movimentação para grandes volumes de solos. Esta solução é adotada para carregamentos significativos e pisos com rigorosas exigências de planicidade.

Quando a camada de solo mole estiver muito profunda e for receber cargas elevadas adota-se a solução de apoiar o piso em estrutura de concreto armado apoiado em estacas com grandes proximidades entre elas, que irão transmitir os esforços ao terreno através da resistência de ponta e atrito lateral com o solo. É uma solução muito cara chegando a custar quatro vezes mais do que os pisos convencionais.

Uma solução econômica consiste em tratar o recalque através do preadensamento do mesmo utilizando-se grandes camadas de aterro de maneira que seja transmitido ao solo mole uma carga superior àquela que se pretende transmitir na fase de uso definitivo.

O grande inconveniente é o elevado tempo necessário para a estabilização dos deslocamentos horizontais e deve haver um grande controle nesta execução para que haja a garantia que não há recalques futuros.

O período de tempo necessário para estabilização dos recalques varia em função da permeabilidade do solo, da espessura da camada de solo mole e da magnitude do pré-carregamento, podendo ser de poucos meses a mais de um ano. (CHODOUNSKY; VIECILI, 2007, p.82).

3.2.2 SOLOS EXPANSIVOS

3.2.2.1 CARACTERÍSTICAS

Solos expansivos são aqueles que apresentam um aumento de volume na ausência de água. Este fenômeno se dá devido à presença de siltes ou argilas de plasticidade ou argilas orgânicas. A compactação de solos cuja fração fina define alto potencial de expansibilidade deve ser rigorosamente controlada considerando umidades abaixo da ótima para que não exista o risco de deformações excessivas (RODRIGUES; CASSARO, 2002,p.5).

3.2.2.2 SOLUÇÕES

A compactação controlada dos solos expansivos segmentando em camadas de 30 e 60 cm com a umidade de 1 a 3 pontos percentuais acima da ótima e com grau de compactação elevado reduzem a ocorrência de expansão.

Outro artifício é a adoção de estabilização química que consiste na mistura in loco de aglomerantes ao solo expansivo em proporções controladas. Estes aglomerantes são basicamente constituídas por cal ou cimento. Essas incorporações têm por finalidade reduzir o volume de vazios existentes neste tipo de solo (CHODOUNSKY; VIECILI, 2007, p.85).

3.2.3 SOLOS COLAPSÁVEIS

3.2.3.1 CARACTERÍSTICAS

São classificados como solos muito instáveis em situação de saturação de água que possuem elevada porosidade e são constituídos por argila (argila porosa vermelha da cidade de São Paulo). A estabilização das partículas destes solos se dá apenas por forças capilares, eletromagnéticas ou pela presença de algum material cimentante. (RODRIGUES; CASSARO, 2002, p.8)

Em solos colapsáveis para que haja a ruptura imediata é necessária à cominação da saturação de água a níveis críticos combinados com uma parcela de uma carga atuante.

3.2.3.2 SOLUÇÕES

Há registro de emprego de método de estabilização de solos colapsáveis por injeção de uma solução de silicato de sódio, para redução do recalque de colapso e acréscimo na capacidade de carga. (CHODOUNSKY; VIECILI, 2007, p.88)

É possível obter a redução do recalque nestes solos através de elevado controle de compactação de modo a atingir um grau de compactação mínimo de 98% a 100%.

E por fim proceder à adição de aglomerantes nas sub-bases de modo a isolar este solo conservando-o na condição de não saturado. As sub-bases de brita graduadas tratadas com cimento e concreto rolado conferem a propriedade de camada impermeável para uma melhor estabilização e conservação dos solos colapsáveis.

4 SUB-BASE

As sub-bases são elementos estruturais entre as placas de concreto e o subleito, podendo ser compostas pelo terreno natural ou por trocadas por outro material e compactadas (RODRIGUES, 2006). Essa camada é de extrema importância para o bom desempenho estrutural do piso.

Antigamente, muitas rodovias de concreto apresentaram sérios problemas pela ausência de sub-base, o principal era formado pelo bombeamento, que é a perda de material fino da camada de suporte, expulsado junto com água pela junta. O mesmo fenômeno ocorre em pisos industriais. (RODRIGUES, 2006).

Ainda conforme Rodrigues (2006) diz que o Brasil tem muitos exemplos negativos de como a ausência da sub-base pode reduzir a vida útil de um pavimento rígido, mesmo que na maioria dos casos os pisos industriais estão em áreas cobertas, ainda assim recomenda-se o uso, pois na fase executiva, existe presença de água, por exemplo, da cura do concreto ou mesmo das próprias operações de concretagem.

4.1 FUNÇÕES DA SUB-BASE

Sua função básica é eliminar a possibilidade de ocorrer o bombeamento de finos e reduzir as tensões e deformações da placa de concreto (CHODOUNSKY; VIECILI, 2007). Não são necessárias grandes espessuras de sub-base para evita-lo. Existem registros de pavimentos com sub-bases de 50 mm de espessura, sobre subleito favorável à ocorrência de bombeamento, que mesmo após 10 anos sob um tráfego intenso, o fenômeno não se manifestou.

Outra vantagem é de evitar variações do material do subleito, uma vez que formados por solos expansivos, podem (na presença de água ou na ausência) sofrer o fenômeno de retração e expansão. Vejamos a Tabela 5.1:

Tabela 4.1 – Relação entre IP, porcentagem de inchamento e grau de expansibilidade.

Índice de Plasticidade (%)	Porcentagem de inchamento	Grau de expansibilidade
Inferior a 10	Inferior a 2	Não expansivo
$10 < IP < 20$	$2 < i < 4$	Moderadamente expansivo
Superior a 20	Superior a 4	Altamente expansivo

Fonte: PCA (1960, *apud* Rodrigues, 2006)

Ela também atua com elemento para uniformizar toda área que ficará o piso, evita as mudanças de volume excessivas dos solos (DNIT, 2004). Com isso aumentamos a resistência, fazendo da uniformidade um dos aspectos mais importantes, pois o conjunto pavimento e fundação tem que absorver tensões de cisalhamento provenientes do tráfego de veículos ou de carregamentos estáticos (RODRIGUES, 2006).

De acordo com Rodrigues *et al.* (2006), os solos apresentam módulo elástico entre 50Mpa e 80Mpa e o concreto na ordem de 30.000Mpa, devido a esses parâmetros a sub-bases devem atuar como um elemento de rigidez entre o solo e a placa, sub-bases granulares têm módulo entre 300Mpa e 500Mpa.

4.2 TIPOS DE SUB-BASE

As sub-bases podem ser divididas em: granulares, tratadas ou cimentadas. Ainda existem as bases betuminosas, mas essas não são muito empregadas no Brasil, pois são pouco competitivas no ponto de vista econômico.

4.2.1 SUB-BASES GRANULARES

São constituídas basicamente por pedras atendendo as especificações para se obter a estabilização necessária para atender às necessidades dos projetos. Muitas especificações seguem ensaios realizados por diversos pesquisadores e países. Em muitos casos de obras no Brasil o material britado é o mais comum (RODRIGUES; CASSARO, 2002, p.17).

Os agregados de maior diâmetro são indicados quando há a necessidade de promover uma rápida permeabilidade das águas, já os agregados de menor diâmetro são indicados quando houver a necessidade de se obter uma camada mais impermeável (RODRIGUES; CASSARO, 2002, p.17).

Segundo Rodrigues *et al.* (2006), a caracterização granulométrica das sub-bases interfere diretamente em relação aos aspectos de drenagem. De acordo com especificações do Departamento Nacional de Estradas e Rodagens - DNER, apresentadas pela tabela 4.2, o autor afirma que as composições granulométricas da faixa A são classificadas como sub-bases de granulometria aberta, e permitem rápido escoamento das águas que atravessam o revestimento. Já as composições granulométricas da faixa B de graduação densa são mais indicadas para áreas cobertas.

Tabela 4.2 - Granulometria da brita graduada

Peneira (mm)	% Passando					
	A	B	C	D	E	F
50	100	100				
25		75 a 90	100	100	100	100
9,5	30 a 65	40 a 75	50 a 85	60 a 100		
4,8	25 a 55	30 a 60	35 a 65	50 a 85	55 a 100	70 a 100
2	15 a 40	20 a 45	25 a 50	40 a 70	40 a 100	55 a 100
0,425	0,425	15 a 30	15 a 30	25 a 45	20 a 50	30 a 70
0,075	0,075	5 a 15	5 a 15	10 a 25	6 a 20	8 a 25

Fonte: (DNER, in Rodrigues et al. 2006)

Os materiais que obedecem às especificações da AASHTO atendem satisfatoriamente às condições de impedimento do bombeamento. Tal especificação recomenda (RODRIGUES, 2006):

- Tamanho máximo do agregado inferior a 1/3 da espessura da sub-base;
- Quantidade de material passando na peneira nº 200 inferior a 35%;
- Índice de plasticidade inferior a 6%;
- Limite de liquidez inferior a 25%.

É possível estabelecer a faixa mais recomendável para o pavimento em análise, podendo-se seguir, por exemplo, uma das seguintes faixas granulométricas do DNER, que considera como admissíveis as apresentadas na Figura 5.1.

- A fração que passa na peneira 0,425 mm deverá apresentar limites de liquidez inferior ou igual a 25% e índice de plasticidade inferior ou igual a 6%; quando esses limites forem ultrapassados, o equivalente de areia deverá ser maior que 30%.

- A porcentagem do material que passa na peneira 0,75 mm não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira 0,425 mm.

Rodrigues (2010) cita que a compactação da sub-base deverá ser executada em camadas de 15 a 20 cm de espessura, empregando a energia intermediária ou modificada, devendo-se evitar espessuras totais muito espessas, como as superiores a 30 cm; a dimensão característica máxima não deverá ser superior a um terço da espessura da camada.

4.2.2 SUB-BASE TRATADA COM CIMENTO

As sub-bases tratadas com cimento apresentam desempenho superior quando comparadas com as sub-bases granulares. Suas propriedades garantem significativa diminuição das deformações do terreno, pois as tensões transmitidas ao subleito são reduzidas, o que assegura ganho de qualidade estrutural ao pavimento.

O módulo de elasticidade (resiliência) é o critério adotado para avaliar o desempenho dos diversos tipos de sub-base. A deformação, adensamento e movimentação dos materiais das sub-bases indicam coeficiente de perda de suporte para as placas de concreto. A tabela 5.3 classifica os tipos sub-bases quanto ao seu módulo de elasticidade e consequente perda de suporte. Nota-se grande resistência dos sistemas que utilizam tratamento com cimento.

Os tipos mais utilizados de sub-base tratadas com cimento são: o solo melhorado com cimento - SMC, brita graduada tratada com cimento - BGTC e o concreto compactado com rolo - CCR. A seguir, são apresentadas as principais características destes sistemas.

4.2.2.1 SOLO MELHORADO COM CIMENTO OU SOLO CIMENTO (SMC OU SC)

Segundo Chodounsky e Viecili (2007), o solo com adição de cimento, empregado nos pavimentos compreende camada proveniente de uma mistura compactada do solo, cimento e água em proporções previamente determinadas por processo próprio de dosagem em laboratório.

O emprego desse material é bem atrativo em regiões onde não são disponíveis materiais britados ou agregados naturais.

Dal-Maso (2008) diz que a dosagem em laboratório define o teor percentual de cimento a ser utilizado na mistura para alcançar desempenho desejado através de ensaios das propriedades mecânicas, como por exemplo, o CBR.

Segundo Chodounsky (2007), as diferentes terminologias são empregadas em razão da função da adição do ligante. Quando a incorporação do cimento objetiva o incremento de resistência, denominamos solo cimento (SC). Já no caso de utilização do ligante para controle apenas da plasticidade e expansibilidade do solo, denomina-se solo melhorado com cimento (SMC).

Rodrigues *et al.* (2006) afirma que o SMC tem baixa porcentagem de cimento na mistura, variando de 3% a 6% do volume total. Já no SC, os teores de cimento variam de 7% a 12% de acordo com a granulometria ensaiada do solo.

4.2.2.2 SOLO-CAL (SCA)

Segundo Chodounsky (2007), os principais benefícios da mistura de sol-cal são: redução da plasticidade, da umidade e expansibilidade, aumento do índice de suporte (CBR) e do módulo resiliente. Normalmente emprega-se a cal hidratada na mistura de solo, visto que o uso da cal virgem exige cuidados especiais com a saúde dos operários.

Nas obras industriais, a mistura do solo-cal é realizada diretamente na pista, distribuindo-se os sacos transversal e longitudinal, de modo a assegurar o teor definido nos ensaios.

A compactação das camadas de solo-cal deve ser realizada com rolo tipo pé-de-carneiro, podendo-se empregar rolo pneumático para uma melhor regularização da superfície.

4.2.2.3 BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO (BGTC)

As sub-bases compostas com brita graduada tratada com cimento (BGTC) são compostas pela mistura de brita graduada (de acordo com classificação granulométrica), teores controlados de água e cimento (mínimo 3%) com dosagem específica definida em laboratório.

A distribuição granulométrica deve ser homogênea e isenta de materiais orgânicos. As espessuras das sub-bases BGTC podem variar entre 10 e 20 cm.

Segundo Rodrigues *et al.* (2006), o sistema BGTC é indicado para sistemas de piso reforçados que apresentam espessuras das placas reduzidas, pois apresentam elevado módulo de elasticidade.

O sistema de placas não-aderidas (sub-base / placas de concreto), separadas pela camada da barreira de vapor (lona plástica), garante grande capacidade de absorção de carga e assim redistribuir as tensões do carregamento em áreas maiores.

Segundo Dal-Maso (2008), alguns cuidados devem ser tomados com a adoção do sistema BGTC devido ao processo de retração hidráulica, podendo ser necessários o controle do processo de cura e execução juntas.

4.2.2.4 CONCRETO COMPACTADO COM ROLO (CCR)

É a tecnologia mais recente para execução de sub-bases, sendo definido como uma camada de concreto de consistência seca que apresenta trabalhabilidade suficiente para compor mistura homogênea e ser transportado, lançado e adensado por máquinas de rolos compactadores.

Quanto ao comportamento estrutural, apresenta elevada resistência à compressão e à tração na flexão, majorando os coeficientes de recalque (K) do subleito em até três vezes segundo Dal-Maso (2008). O CCR para sub-bases usualmente são dimensionadas entre 10 e 15cm e também deve receber cuidados para evitar fissuração por retração hidráulica através de cura adequada e execução de juntas.

O sistema apresenta elevado consumo de cimento, devendo ser observadas questões de controle de trincas e fissuras causadas por retração hidráulica. Portanto, devem ser observadas as condições de cura do concreto e dimensionamento de juntas na sub-base do pavimento.

Segundo Chodounsky (2007), apesar do desempenho do sistema estar mais diretamente associado ao consumo do material ligante, e que o controle granulométrico não necessita ser tão rigoroso, a limitação do diâmetro dos agregados graúdos entre 19mm e 25mm resultam em bons valores de resistência mecânica e de economia.

5 JUNTAS

Juntas são mecanismos de descontinuidade estrutural que apresentam a função básica de permitir a movimentação dos segmentos estruturais de forma independente.

Segundo Rodrigues & Gasparetto (2003), elas controlam as variações higro-térmicas do concreto, permitindo movimentações de retração e dilatação das placas. Além disso, servem como elementos auxiliares ao processo de execução.

Nos pisos industriais, os detalhes construtivos das juntas ainda apresentam elementos capazes de redistribuir os esforços entre as placas quando o carregamento é aplicado na área das bordas da placa. São mecanismos de transferência de carga entre as placas adjacentes, que segundo Rodrigues *et al.* (2006), garantem manutenção da planicidade e asseguram a qualidade do piso e conforto do rolamento.

Atualmente a tecnologia de pavimentação industrial apresenta alternativas diversas para redução do número de juntas, como por exemplo, a utilização do concreto protendido e do concreto com fibras. Estes sistemas têm sido cada vez mais empregados, uma vez observada a grande vulnerabilidade das juntas às patologias.

Porém, nem sempre é possível adotar estes sistemas em função do custo elevado e do planejamento da obra. Na execução de um plano de concretagem, por exemplo, podem ser observadas questões relativas à capacidade das empresas locais para fornecimento de grandes volumes do concreto em determinadas regiões e a disponibilidade de mão-de-obra e equipamentos para os serviços, sendo necessárias a concretagem em placas. Em decorrência disso, as juntas de construção serão necessárias.

Quando houver necessidade de instalação de juntas, estas devem ser devidamente dimensionadas e tratadas com processos e materiais específicos de acordo com uso e layout pré-definido para a área de operação, garantindo sistema com elevada durabilidade. Estes procedimentos serão descritos ao longo do capítulo.

Chodounsky (2007) afirma que a simples execução de um piso com placas grandes não garante que os problemas de juntas sejam minimizados. Para alcançar bons índices de durabilidade e eficiência das juntas, o projetista deve calcular e definir as dimensões das placas com base no conhecimento do comportamento de cada junta, e baseado

no layout de operação da área, desenvolver projeto geométrico que posicione estes elementos em áreas de tráfego reduzido.

5.1 TIPOS DE JUNTAS

Rodrigues *et al.* (2006), classifica as juntas dos pisos industriais em três tipologias, devendo cada uma delas ser empregada em casos específicos e conseqüentemente gerar desempenho satisfatório do sistema construtivo: juntas de construção (JC), juntas serradas (JS) e juntas de encontro (JE).

5.1.1 JUNTA DE CONSTRUÇÃO (JC)

Segundo Rodrigues *et al.* (2006) as juntas de construção são formadas pela limitação das fôrmas instaladas no perímetro das placas concretadas. O espaçamento deste tipo de junta é condicionado por fatores logísticos da execução da obra, sendo limitado em função dos equipamentos disponíveis, índices de planicidade especificados em projeto e geometria da área (plano de concretagem).

Estas juntas utilizam mecanismos de transferência de cargas compostos por barras de transferência ou encaixe macho-fêmea, com função de distribuir os carregamentos impostos para as placas adjacentes. Por apresentarem melhor desempenho na transferência das cargas, e processo executivo mais simples, atualmente as barras de transferência são mais empregadas. Sua utilização não é indicada apenas para os casos onde a placa de concreto apresentar espessura menor do que 15 cm.

Segundo Dal-Maso (2008), o projeto deve evitar a locação deste tipo de junta em áreas de trânsito intenso de maquinário, uma vez observadas as condições variáveis de seu desempenho em função do processo de desfôrma das placas concretadas. Em alguns casos, torna-se inviável definir panos de concretagem em discordância com as áreas de tráfego intenso, restando aplicar a solução de lábios poliméricos para evitar o esborcinamento das juntas.

Como estratégia de reforço nas juntas de construção, é recomendada a utilização do sistema de lábios poliméricos.

5.1.2 JUNTA SERRADA (JS)

São juntas transversais de retração serradas com disco diamantado e maquinário específico, que induzem a fissuração localizada das placas de concreto.

Suas dimensões e espaçamentos são previamente calculados e variam de acordo com o projeto e sistema de piso adotado. Segundo Rodrigues (2003), os cortes devem ter pelo menos 40mm de profundidade e devem ser maior do que 1/3 da espessura da placa.

Sua execução é geralmente iniciada após o processo de acabamento do concreto.

Segundo Rodrigues (2003), o tempo para início do processo varia bastante devido a alguns fatores de interferência, como por exemplo, o tipo de cimento e aditivos utilizados, e condições ambientais devendo ser observado o comportamento da cura do concreto para definir o melhor momento para início de execução. Geralmente, esse tempo varia entre 10 e 15 horas após o lançamento do concreto.

A redução deste tipo de juntas é obtida através da adoção de sistemas que controlam a retração hidráulica do concreto, podendo estar mais ou menos espaçadas devido às condições climáticas da região e sistema do piso.

5.1.3 JUNTA DE ENCONTRO OU EXPANSÃO (JE)

As juntas de expansão são elementos que separam as placas do piso das estruturas adjacentes, impedindo a transferência de carregamentos e esforços horizontais para estes elementos, sobretudo os fenômenos de retração e dilatação térmica.

Segundo Dal-Maso (2008), apresentam espessura média entre 5mm e 20mm, é preenchida com material compressível com bom índice de resiliência, garantindo a absorção dos esforços e não os transferindo para outras estruturas.

Em casos de encontros com blocos de fundação, bases de maquinários e demais elementos estruturais, as placas de concreto devem estar afastadas destes elementos a fim de garantir deslocamento horizontal livre.

Segundo Rodrigues *et al.* (2006), embora não seja solução muito usual em pisos industriais, em alguns casos específicos, como por exemplo, em áreas onde ocorre mudança de direção de tráfego, as juntas de expansão são utilizadas entre as placas sendo denominadas

como junta de dilatação (JD), devendo ser instalado um capuz na extremidade da barra de transferência, que limita a movimentação da placa.

5.2 TRATAMENTO DE JUNTAS

O tratamento de juntas é de fundamental importância para conferir durabilidade ao piso. Quando não tratadas adequadamente, as juntas tornam-se frágeis, sendo grandes causadoras de patologias no sistema de pavimentação e acelerando o processo de deterioração do pavimento.

Para definição dos critérios de tratamento de cada junta, procedimento que deve se feito ainda nas etapas de projeto, é necessário avaliar o seu comportamento (função definida a partir do tipo de junta), analisar as atividades previstas para a área (uso, maquinário e cargas) e as condições ambientais do local (níveis de agressividade, insolação).

O preenchimento das juntas com materiais adequados impede a penetração de impurezas e partículas contaminantes, além de aumentar a resistência das bordas laterais bastante solicitadas, pelo carregamento gerado por rodas de maquinários de transporte de cargas, reduzindo assim a manutenção e aumentando durabilidade do pavimento. Além disso, a presença de materiais como pedras, metais e outros detritos de elevada dureza, pode impedir a movimentação prevista para as placas nas regiões das juntas, criando pontos de tensão concentrada e provocando trincas e desprendimento de pedaços do piso, reduzindo de modo significativo sua vida útil.

Rodrigues (2003) classifica os sistemas de tratamento de juntas em dois grupos: os pré-moldados, que são compostos por materiais compressíveis utilizados principalmente onde não há tráfego de maquinário, e os moldados *in loco*, que são compostos à base de poliuretano, epóxi, silicone ou asfalto modificado, e que em função de sua composição e execução cuidadosa suportam maior carregamento e elevados níveis de agressividade.

Para bom desempenho do sistema, são necessários cuidados na especificação dos materiais a serem empregados como selante das juntas, pois os diversos materiais encontrados no mercado apresentam propriedades bastante particulares.

Para aplicação dos selantes, as superfícies devem estar limpas, sem presença de substâncias oleosas, desmoldantes ou partículas finas soltas. Feita a limpeza, é instalado um dispositivo limitador da profundidade do selante, que tem função de manter o fator forma (proporção altura-largura) da seção do selante e garantir a aderência do selante apenas nas bordas laterais das placas, controlando sua expansão-retração. Nas laterais das placas é aplicada camada de primer para criar uma ponte de aderência do substrato com o selante. Por fim, as bordas são isoladas com fitas e o selante é aplicado e curado conforme especificação dos fabricantes.

Em alguns casos a solução mais indicada é a adoção de lábios poliméricos. Este sistema é aplicado principalmente em regiões onde é previsto o trânsito de veículos transportadores de roda rígida e de pequeno diâmetro, o que gera tensões não suportadas pelas bordas das placas. A instalação dos lábios poliméricos é feita em berços laterais ao longo das juntas, reforçando suas quinas e evitando patologias de esborcinamento. Geralmente os materiais empregados para confecção destes dispositivos são à base de resinas epoxídicas e polímeros minerais de alta resistência.

De acordo com Rodrigues *et al.* (2006), é fundamental retardar ao máximo a aplicação dos selantes de forma a garantir que os processos de retração na cura do concreto não influenciem na eficiência do selante, que poderão sofrer deslocamento e até ruptura em alguns casos quando não respeitados estes critérios.

5.3 CONTROLE DE QUALIDADE

Segundo Rodrigues (2003), o controle de qualidade das juntas deverá ser feito respeitando os critérios mínimos citados abaixo:

- A irregularidade do espaçamento entre as barras de transferência devem ser no máximo de 25mm;
- Tolerância máxima de 7mm no posicionamento das barras em relação ao ponto médio das placas de concreto, sendo que as barras deverão estar distantes no mínimo 10mm em relação às juntas;
- A variação máxima permitida para o alinhamento das juntas construtivas é de 10mm ao longo de 3 metros;

- A variação máxima da profundidade das juntas serradas é de no máximo 5mm em relação à especificada em projeto.

6 AÇÕES ATUANTES EM PISOS INDUSTRIAIS

De acordo com Oliveira (2000), os pavimentos de concreto são submetidos a ações diretas e indiretas. As ações indiretas são: retração, dilatação térmica e empenamento; as diretas são as relacionadas com as forças impostas pelo tráfego ou por carregamentos distribuídos e concentrados em pisos.

6.1 AÇÕES INDIRETAS

6.1.1 RETRAÇÃO E DILATAÇÃO TÉRMICA

A retração é um fenômeno de dimensões que ocorre em peças de concreto devido à perda de água (por secagem), devido à redução de volume dos produtos de hidratação (autógena) ou a retração que ocorre antes da pega (plástica). (OLIVEIRA, 2000)

É uma ação atribuída à peça, pois depende das características físicas do material e da geometria da estrutura (volume e área).

O clima também influencia, pois a retração aumenta com a redução da umidade do ar, com o aumento de temperatura e com maior incidência dos ventos.

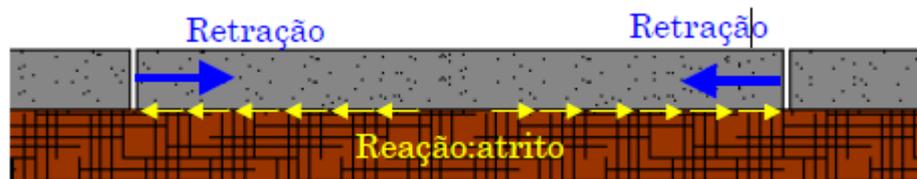


Figura 6.1 – Reação à tendência de retração da placa de concreto.

Fonte: OLIVEIRA (2000)

Já Rodrigues (2006) afirma que a retração é provocada pela diminuição do volume e evaporação da água excedente do concreto. O fenômeno é inevitável e é a primeira causa das fissuras nas placas. Estas podem ser reduzidas com cuidados na dosagem do concreto.

A dilatação térmica é bem parecida com a retração, mas nesse caso só ocorre devido à temperatura. Quando aumenta a temperatura, a placa tende a aumentar de volume, sofrendo uma ação contrária de compressão devida ao atrito e quando cai à temperatura ela retrai, sendo tracionada. (OLIVEIRA, 2000)

6.1.2 EMPENAMENTO

O empenamento é uma alteração na forma geométrica da placa devido à variação da temperatura na sua espessura. Durante o dia a placa sofre uma deformação na parte central, desprendendo-se do subleito e tendendo a se apoiar nos cantos ou bordos. Durante a noite ocorre o contrário visto que a temperatura na face superior é menor que a temperatura na face inferior, apresentando-se com os bordos levantados.

Rodrigues (2006) afirma que todas as placas estão sujeitas ao empenamento sejam elas finas, grossas, armadas, protendidas, ligadas a uma estrutura ou apoiadas em base elástica e isso ocorre sempre que há uma diferença de temperatura entre as faces superior e inferior.

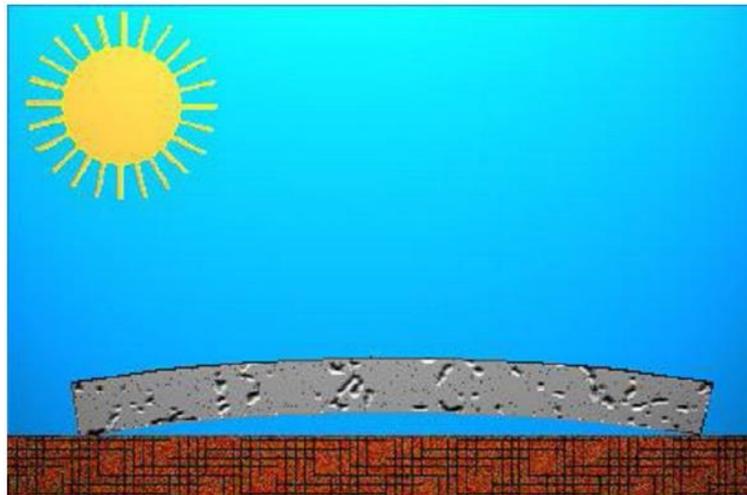


Figura 6.2 - Tendência de empenamento durante o dia.
Fonte: OLIVEIRA (2000)

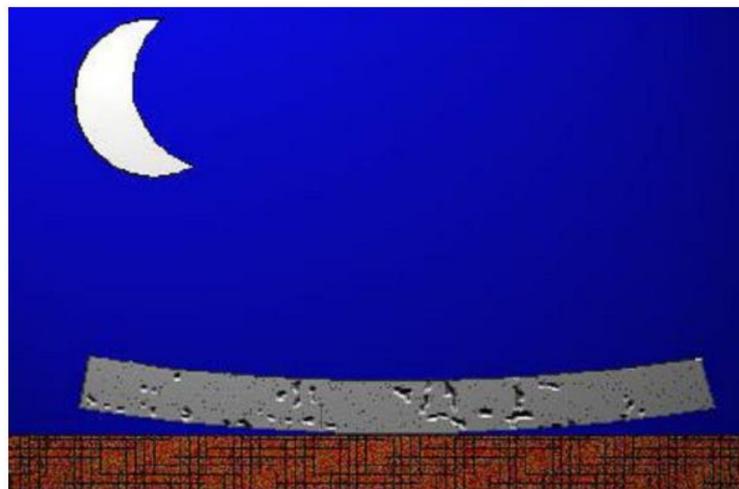


Figura 6.3: Tendência de empenamento durante a noite.
Fonte: PINHEIRO e OLIVEIRA (2000)

A aplicação de juntas serradas diminui a ocorrência de fissuras causadas pelo empenamento uma vez que elas ajudam a movimentação das placas sem que haja contato umas com as outras.

6.2 AÇÕES DIRETAS

De acordo com Rodrigues (2006, 2010), as cargas móveis que os pisos industriais normalmente solicitam são as de empilhadeiras e as solicitações superam as de um trânsito eventual de caminhões, isso devido à frequência e peso por eixo.

Segue resumo dos aspectos estudados por Chodounsky e Viecili (2007):

6.2.1 CARGAS DISTRIBUÍDAS

O carregamento do piso com disposição de mercadorias diretamente sobre o piso é o modo mais simples de estocagem de materiais.

A carga sobre o piso é determinada pela altura da pilha de estocagem, que pode atingir os 9 metros, mas normalmente fica bem abaixo disso. O mesmo vale para as cargas, que podem atingir a ordem de 10 à 20 tf/m², porém é normal cargas de 3 ou 4 tf/m².

Por isso é importante saber qual será a finalidade do piso, para não cometermos o erro de dimensiona-lo para uma carga muito menor que será solicitado ou super-dimensionar o piso para uma situação que não exigirá tanto.

O dimensionamento do piso para a carga distribuída é regido por dois critérios:

- Aparecimento de fissuras na face superior da placa, nos corredores descarregados.
- Ocorrência de recalques do piso por adensamento do solo.

Normalmente dimensiona-se o piso para cargas na condição mais desfavorável, uma vez que podemos mudar o layout das empilhadeiras e os corredores, assim a solicitação muda o ponto de atuação.

6.2.2 CARGAS LINEARES

As cargas lineares estão relacionadas à: bobinas, alvenarias construídas diretamente sobre o piso, trilhos, estoque de barras de aço, etc.

O dimensionamento para essas cargas envolve os mesmo parâmetros das distribuídas, além de intensidade da carga, largura da linha e características do material.

Para a carga posicionada no centro da placa, a tensão máxima de tração ocorre diretamente sob a linha de aplicação e quando posicionada perto de uma das bordas, a carga linear gera uma tensão máxima na face superior da placa, a uma distancia próxima ao raio de rigidez relativa.

6.2.3 CARGAS CONCENTRADAS

São encontradas nos centros logísticos mais modernos com armazenamento das mercadorias, pois são utilizados sistemas de prateleiras ou racks, com altura de estocagem acima de 10metros.

Para alturas entre 8 e 10 metros, podemos chegar a 5000 kg por apoio de estrutura de porta pallets, considerando pallets com peso médio de aproximadamente 1000kg. O cálculo da espessura e armação (se necessária) do piso depende da determinação dos seguintes parâmetros:

- Carga por montante (apoio), kgf;
- Dimensões dos apoios, cm x cm;
- Distancia entre os apoios (cm);

E os parâmetros importantes com relação às empilhadeiras são:

- Cargas nos eixos mais carregados;
- Espaçamento e numero de rodas (eixo simples ou duplo) no eixo crítico;
- Área de contato das rodas com a superfície do piso.
- Peso da empilhadeira, kgf;

- Capacidade de carga, kgf;
- Distância entre as rodas e
- Numero previsto de solicitações (por dia)

7 ESTUDO DE CASO – PRÉDIO DE PINTURA DE CAMINHÕES

7.1 APRESENTAÇÃO DA OBRA

A obra consiste na construção civil e instalações para a execução da obra do Prédio de Pintura – NBTC e adequação da área de entorno de propriedade da Scania Latin América Ltda. Este prédio é destinado para atividades industriais de pintura das cabines de caminhões.

7.1.1 PRÉDIO DE PINTURA

Esta é uma ampliação do Prédio 040 *Primer* / Solda – O prédio terá pavimento operacional em 3 níveis: Térreo (0,00) e mezanino metálico de equipamentos (Escopo DURR) (7,00 e 13,25).

Os anexos de apoio serão compostos por 3 (três) pavimentos (térreo, 3,50 e 7,00), exceto a área de sala de tintas (térreo e + 5,40m). Já o anexo do Primer será totalmente térreo.

Todo o conforto térmico, controle de ar, ventilação e exaustão serão obtidas por sistemas de ventilação natural e mecânica e de climatização para parte das salas dos anexos de apoio, ventilação e exaustão mecânica (pressão positiva) para todo o prédio de produção NBCT e prédio anexo ao primer, além de climatização para pontos determinados da produção do NBTC.

Nas coberturas serão instalados alçapões de extração de fumaça em caso de eventual sinistro.

Na figura 7.1 vemos a localização da obra no terreno:



Figura 7.1 – Implantação do novo prédio projetado no terreno.

Fonte: Caderno de escopo de serviços (2013)

7.1.2 ESCOPO DE EXECUÇÃO DOS PISOS INDUSTRIAIS

- Piso estrutural de concreto armado em todo o prédio, do tipo pavimento rígido, com acabamento lapidado, executado sobre filme de polietileno, concreto magro e lastro de brita;
- Bases para equipamentos e cavidades para instalação de trilhos;
- Canaletas e pit's em concreto armado (contenções), executadas sobre manta impermeável de PEAD, concreto magro e lastro de brita.

7.2 ESPECIFICAÇÕES PARA CONSTRUÇÃO.

As informações a seguir são baseadas no memorial descritivo elaborado pela projetista contratada pela Scania, Minerbo Fuchs.

7.2.1 GERAL

Execução de piso de concreto armado nas dimensões, características e locais especificados conforme o projeto, seguindo as boas normas para fornecimento de materiais,

mão-de-obra, equipamentos, ensaios e tudo o mais que for necessário para a execução dos serviços aqui descritos, mas não se limitando apenas ao presente documento.

A construtora deverá tomar todas as precauções necessárias para garantir a qualidade final dos pavimentos, pisos e contra pisos.

A construtora será responsável por eventuais fissuras, trincas, bolhas, manchas, coloração e qualquer outro problema que prejudique o desempenho e a estética do acabamento dos pisos, que porventura venham a ocorrer devido à má execução ou critérios de execução adotados em discordância aos recomendados pelos fornecedores dos materiais de acabamentos dos pisos, pelas normas da associação brasileira de normas técnicas (ABNT) ou pela boa prática da construção. Em especial, a execução do piso pela empreiteira, ou sub-empreiteira, deverá seguir normas e procedimentos apropriados para garantir acabamento sem fissuras superficiais por razões como: procedência do cimento, água, areia e pedra: tipo de cimento; variação da temperatura, sistema/etapas de concretagem; cura; e outros elementos que possam criar retração indevida do concreto. Caso ocorram problemas deste tipo a empreiteira deverá resolvê-los, perfeitamente, por sua conta, pelo período de obra até o prazo final de garantia, sem ônus à proprietária, à fiscalização ou à projetista.

7.2.2 SUB-BASE

Todo o solo residual e material solto devem ser removidos e a área preparada adequadamente com o material e procedimentos necessários, compactada conforme necessário e especificado, além de garantir o exato nível no topo da camada após a conclusão dos trabalhos de compactação.

O material deve ser forçado e espalhado com equipamentos adequados, a fim de assegurar a sua homogeneidade. A compactação deverá ser feita com rolos compactadores vibratórios lisos nas regiões confinadas, próximas aos pilares e bases deve-se proceder a placas vibratórias.

Aplicar antes de lançar o concreto, material impermeabilizante para selagem da sub-base como papel Kraft Betumado, pintura asfáltica ou filme plástico sem dobras e pregas, nas regiões de emendas, deve-se promover uma superposição de pelo menos 15cm.

Observação: caso haja indicação de um valor mínimo para suporte do sub-leito (CBR), este valor deverá ser confirmado em ensaio de laboratório idôneo atentando sempre

para a sua homogeneidade. Caso os resultados de laboratório indiquem um valor de CBR abaixo da referencia de projeto, o subleito deverá ser retrabalhado com uma escarificação com profundidade de pelo menos 0,50 m, recompactando-a na umidade ótima, em camadas compatíveis com os equipamentos empregados até ser obtido o grau de compactação relativo à 98% do proctor normal (PN). Durante essa operação, sempre que for observado material de baixa capacidade de suporte (borrachudo), esse deverá ser removido e substituído por material de boa qualidade. Na existência de excesso de umidade, é permitida a utilização de rachão, compactado com o emprego de equipamento pesado a fim de estabilizar o solo. É fundamental a adoção de um rígido sistema de controle da umidade, que deve ser igual ou ligeiramente superior à ótima.

Nos casos de solos moles, deve-se verificar a possibilidade de recalques ao longo do tempo e caso o valor de suporte do terreno (CBR) encontrado estar abaixo do especificado como valor mínimo deve-se proceder a estabilização do sub-leito com rachão ou a troca do solo.

7.2.3 FÔRMAS

A aparência e exatidão de um piso de concreto dependem substancialmente dos cuidados com as fôrmas laterais que devem ser/ter:

- Linearidade superior a 3 mm em 5 m.
- Preferencialmente de aço com rigidez para suportar as pressões laterais produzidas pelo concreto.
- Estruturadas para suportar os equipamentos de adensamento do tipo régua vibratórias.
- Leves para permitir o manuseio sem equipamentos pesados.
- Niveladas a laser ou nível ótico (para planicidade \pm superior a 50); ou conforme indicado em projeto.
- Cuidados no manuseio para não empenar os perfis causando dificuldades de alinhamento.

- São aceitos outros tipos de fôrmas tais como perfis pré-fabricados de concreto ou formas de madeiras nobres, desde que aprovados pela fiscalização da proprietária.
- Por ocasião da concretagem, as formas devem estar limpas e untadas com óleo inerte ou desmoldante específico para facilitar a desmoldagem.
- Sobre a superfície pronta para receber o concreto não será permitido o tráfego de veículos ou equipamentos, caso necessário utilizar equipamento para bombeamento do concreto.
- As fôrmas só poderão ser retiradas quando decorrerem pelo menos 12 horas após a concretagem. Entretanto, a fiscalização poderá fixar prazos maiores até um máximo de 26 horas.
- Após sua retirada, pintar a face exposta do concreto com cal ou betume, para fácil destacamento, melhor acabamento e durabilidade.
- Na falta de indicação específica no projeto, considerar com espessura mínima do contra-piso 10cm (dez centímetros).

7.2.4 CIMENTO

São indicados para execução de pavimentos e pisos industriais de concreto os tipos:

- Comum CPI e CPI-S.
- Composto CII E, CII Z e CII F.
- De alto Forno CP III (Poderão ser utilizados, mediante consulta prévia e aprovação).
- Pozolânico CP IV.

Podendo também ser usado para pisos, o cimento CP V, mas sendo necessária uma atenção redobrada quanto à retração hidráulica que é maior neste tipo de cimento.

Também há necessidade de procedimentos de cura mais esmerados e prolongados. Quando empregados concretos executados com cimento com adições que apresentam elevados tempos de pega além de possíveis fissuras plásticas.

Em pavimentos não armados, durante a execução, deve-se monitorar intensamente a ocorrência ou não de fissuras pela retração do concreto; caso ocorram deve-se imediatamente proceder a um reestudo do traço do concreto e reavaliar os trabalhos de cura com os tempos necessários para eliminar as fissuras de retração.

- Quando não houver aplicação de outro material, para acabamento da superfície do piso, a construtora deverá providenciar o volume necessário de cimento de um mesmo lote a fim de garantir a homogeneidade da coloração do piso.

7.2.5 AGREGADOS

- Para os agregados miúdos, pode-se usar areia natural de origem quartzosa, de granulometria média grossa a grossa ou areia artificial, oriunda de britagem de rochas.

- Os agregados graúdos deverão apresentar dimensão máxima característica entre 1/4 e 1/5 da espessura da placa e fator de forma inferior a 3, com forma mais próxima possível do cubo, devendo ser preferencialmente britado e sem a presença de materiais pulverulentos.

- Os agregados naturais como os seixos rolados não devem ser empregados em concreto para pisos e pavimentos.

7.2.6 CONCRETO

A dosagem da mistura de concreto será de responsabilidade da construtora, que fornecerá os traços de concreto para à fiscalização para conhecimento. O traço adequado será determinado a partir de ensaio de Laboratório a fim de garantir o menor fator água/cimento possível, e misturas plásticas e trabalháveis adequadas a cada lançamento, que deverão apresentar após a cura uniformidade de cor, concreto durável e impermeável, inclusive nas áreas que foram reparadas.

A temperatura do concreto no instante de seu lançamento, não deverá ser superior a 32°C, todo concreto no instante de lançamento que tenha temperatura acima de 32°C será

rejeitado. A construtora deverá manter um termômetro de precisão na obra para essa finalidade.

A dosagem racional deve obedecer ao cálculo em função das resistências mínimas e consumos mínimos de cimento conforme as seguintes condições:

- Fator água/cimento (A/C) \leq 0,40
- Não serão aceitos concretos para aplicação em pisos e contra pisos que tiverem em sua composição agregados disciformes (Forma de Disco) ou agregados aciculares (Forma de Agulha) por apresentarem baixa resistência à flexão e facilitarem a formação de bolsões, dificultando a saída de água e diminuindo a aderência matriz – agregado.
- Abatimento slump situados entre 7 e 10cm devendo-se evitar os superplastificantes.
- O adensamento do concreto será feito com régua vibradora que cubra toda a largura das faixas e vibradores de imersão com diâmetro compatível ao serviço em execução.
- Serão usados também régua e rodos de aço, desempenadeiras metálicas e de madeira, e pontes de serviço móveis que cubram a largura total das faixas.
- Deve-se evitar os pigmentos orgânicos, não havendo restrição aos pigmentos constituídos por óxido metálicos que deverão ser adicionados na fase da mistura dos agregados.

7.2.7 JUNTAS

Denomina-se projeto geométrico o adequado posicionamento das juntas.

As juntas deverão seguir as indicações de projeto e serem sempre contínuas, sendo interrompidas apenas pelas juntas de encontro, no encontro de duas juntas o ângulo formado não deve ser inferior a 90° graus. - Em juntas serradas a profundidade de corte deverá ser de pelo menos de 40 mm.

- Proceder os cortes transversais e longitudinais em época própria de modo a evitar a fissuração por retração e o esmagamento, nunca ultrapassando a 8 horas depois de iniciada a concretagem e o tempo de conclusão dos cortes.

- Executar o preenchimento das juntas com os materiais recomendados imediatamente após a execução destas.

- O material vedante só poderá ser aplicado quando os sulcos estiverem secos e limpos, para execução das juntas ver detalhes específicos constantes nos desenhos de acabamentos, consultar fabricante sobre tempo mínimo de cura para preenchimento das juntas.

7.2.8 ARMADURA/BARRAS DE TRANSFERÊNCIA E LIGAÇÃO

A construtora deverá fornecer, cortar, dobrar todas as armaduras que incluam barras ou telas soldadas, arames, espaçadores e acessórios como mostrado em Projeto ou como determinado pela proprietária.

O piso pode ter armação constituída por telas soldadas, executada *in loco* ou fibras, quando forem usadas telas soldadas ou *in loco*. Estas deverão ser colocadas no local, nas respectivas posições, observando-se os recobrimentos, transpasses e espaçamentos indicados no projeto, que serão garantidos por meio de grampos ou espaçadores de torres.

Quando indicado uso de fibras de aço, estas deverão ser na quantidade especificada no projeto, podem ser adicionadas tanto na usina central quanto no caminhão-betoneira, na obra. Caso as fibras sejam adicionadas na obra, diretamente na betoneira, recomenda-se despejar o conteúdo da caixa de 20 kg em 40 a 60 segundos, ou seja, através de um fluxo uniforme de fibras, de 1 kg por cada 2 e 3 segundos. A adição das fibras não requer o emprego de qualquer equipamento ou dispositivo especial.

Preferivelmente as fibras devem ser adicionadas na betoneira como último ingrediente do traço seco, porém nunca antes de uma pré-mistura dos agregados graúdos e da areia.

O concreto deve ser de uma consistência suficientemente plástica, de tal modo que o seu nivelamento e adensamento, mediante o emprego de uma régua vibratória, seja facilmente conseguido. Ao adicionar as fibras na obra, ao concreto pré-misturado em caminhão-betoneira, deve-se contar com o tempo de mistura, após a adição das fibras, de no mínimo oito minutos, em rotação máxima betoneira, para conseguir a distribuição completa e uniforme das fibras dentro da matriz de concreto.

Durante a operação de concretagem do piso, a distribuição uniforme das fibras, no concreto, deve ser verificada periodicamente. Caso se constatar uma distribuição insatisfatória, terá que ser feito o ajuste necessário do tempo de mistura ou do traço.

A distribuição pode ser verificada pela contagem ou pesagem do teor de fibras de uma amostra de volume medido (10 litros ou 20 litros), do compósito. Para separar as fibras do concreto, lavam-se as mesmas através da adição de bastante água, removendo-as em seguida da nata mediante o emprego de um imã. O teor de fibras contado ou pesado deve corresponder à quantidade proporcional da amostra, definida pela dosagem em projeto.

As barras de transferência devem ter uma superfície lisa e precisam ser milimetricamente posicionadas, para garantir o mecanismo da transferência de cargas. As barras de transferência trabalham com pelo menos uma extremidade não aderida, para permitir que nos movimentos contrativos da placa ela deslize no concreto, sem gerar tensões prejudiciais a este. Para que isso ocorra é necessário que pelo menos metade da barra esteja com graxa para impedir a aderência com concreto.

A prática de enrolar papel de embalagens de cimento, lona plástica ou mesmo a colocação de mangueira na barra pode ser prejudicial aos mecanismos de transferência de carga, pois acabam formando vazios entre o aço e o concreto,

O piso pode ter armação constituída por telas soldadas, executada “in loco” ou fibras, quando forem usadas telas soldadas ou *in loco*. Estas deverão ser colocadas no local, nas respectivas posições, observando-se os recobrimentos, transpasses e espaçamentos indicados no projeto, que serão garantidos por meio de grampos ou espaçadores de torres.

Quando indicado uso de fibras de aço, estas deverão ser na quantidade especificada no projeto, podem ser adicionadas tanto na usina central quanto devendo ser evitada. O conjunto de barras deve estar paralela entre si, tanto no plano vertical como no horizontal, e concomitantemente ao eixo da placa.

Nas juntas serradas, as barras de transferência deverão ser posicionadas exclusivamente com o auxílio de espaçadores, que deverão possuir dispositivos de fixação que garantam o paralelismo citado.

Nesses casos, recomenda-se que toda a barra esteja lubrificada, permitindo que, mesmo que ocorra um desvio no posicionamento do corte, a junta trabalhe adequadamente.

Nas juntas de construção ou expansão, as barras devem ser fixadas também às fôrmas, mas não se pode preterir os espaçadores.

As fontes de fornecimento deverão ser qualificadas e aprovadas previamente pelo Laboratório de Ensaios, mediante ensaios em amostras apresentadas pela empreiteira com antecedência de pelo menos 30 dias à emissão da primeira ordem de compra a cada fornecedor.

Os ensaios a serem realizados, serão estabelecidos de comum acordo entre a construtora e a fiscalização.

Os lotes recebidos na obra deverão ser marcados, indicando o nome do fornecedor, tipo de aço e número de lote, de tal modo que possam ser facilmente correlacionadas com os correspondentes certificados de ensaios anexos a cada fornecimento.

Todas as armaduras deverão estar isentas de ferrugem, óleo, graxa ou outras películas que possam destruir ou reduzir sua aderência no concreto.

As dimensões (largura, comprimento e diâmetro das barras) das telas, serão especificamente indicadas nos desenhos.

7.2.9 ADITIVOS

No caso de emprego de aditivos, devem-se evitar principalmente os que interferem no tempo de pega do cimento e naqueles que facilitam a exsudação ou que incorporem ar em excesso ao concreto.

Os plastificantes, mesmo que não possuam a propriedade de alterar a pega do concreto, acabam por fazê-la, tornando comum obter tempos ligeiramente superiores com o uso da maioria desses produtos.

A dificuldade que isso acarretara, é que o lançamento desses produtos no concreto nem sempre é bem conduzida, havendo condições que não são favoráveis á sua homogeneidade. Como consequências podem ter porções de concreto de uma mesma mistura com tempos de pega diferentes que são facilmente observados quando das operações de acabamento.

Essa condição é prejudicial quando há necessidade de índice de planicidade (FF), superiores a 25, devendo-se tomar cuidados adicionais para garantir a homogeneidade do concreto.

Caso haja necessidade do emprego de aditivos retardadores, esses deverão ser adequadamente lançados, juntamente com a água e o volume de cimento no caminhão betoneira, que deverá ser reduzido cerca de 20% para garantir a homogeneidade da mistura.

7.2.10 SELANTES

Os selantes são materiais de natureza plástica, empregados na vedação das juntas do pavimento. Sua importância é fundamental, visto que impedirá a entrada de partículas incompressíveis na junta, que são extremamente danosas ao desempenho do pavimento.

Os selantes pré-moldados são aqueles que têm sua forma previamente definida no processo industrial e são posteriormente fixados às juntas por meio de adesivos.

Selantes moldados no local são aqueles executados no local, onde as paredes da junta serão a própria forma do selante.

Os selantes vazados a quente são produzidos normalmente à base de asfalto alcatrão ou misturas de borracha moída e asfalto.

Os selantes moldados a frio são produzidos à base de epóxi, poliuretano, silicone ou outro polímero apropriado, que, após a cura, formam um elastômero estável e de resistência mecânica e química adequada ao piso. Os de epóxi, denominados semiflexíveis, são os mais indicados quando há tráfego de empilhadeiras.

O selantes da juntas, deverão necessariamente ser do tipo moldado *in loco a frio*. Todas as juntas deverão ser preenchidas com epóxi semirrígido ou poliuretano como especificado em projeto.

7.2.11 MÃO-DE-OBRA

Deverá ser garantida mão-de-obra adequada em termos de quantidade e qualidade com amplos conhecimentos, treinamento e experiência comprovada, familiarizados com as especificações, limites estabelecidos e métodos necessários à correta execução dos serviços previstos.

7.2.12 ÁGUA

A água para lavagem de agregados, amassamento e cura do concreto, deverá estar de acordo com as recomendações da ABNT, devendo ser limpa, isenta de silte, matéria orgânica, óleo, álcalis, sais, despejos e esgotos e outras substâncias nocivas (ABNT).

7.3 PROJETO DO CLIENTE: PISO DE CONCRETO ESTRUTURALMENTE ARMADO

A projetista Minerbo Fuchs, contratada pela Scania fez o estudo para o projeto de acordo com as solicitações apresentadas na legenda do projeto do Anexo A e chegaram ao perfil de piso de concreto estruturalmente armado com tela superior e inferior, conforme anexo B e C.

Essa solução foi adota a fim de tirar proveito da boa resistência à compressão do concreto e associar à grande resistência à tração do aço.

De acordo com Chodounsky e Viecili, 2007, o emprego de armadura estrutural de combate à retração permite que sejam executados pisos com menores espessuras e com placas de grandes dimensões. No projeto considera-se o carregamento atuando no centro da placa e em bordas protegidas por dispositivos de transferência de carga.

A projetista aconselha que sejam usadas para o cálculo das espessuras da placa e da armadura de distribuição as equações de Meyerhof visto que, o método da PCA-1984 não considera as armaduras de retração com função estrutural, resultando em espessuras maiores que as necessárias e que o método dos Elementos Finitos tem utilização justificada para caso de pisos mais complexos.

As expressões de Meyerhof consideram as cargas atuantes em um ponto determinado. As cargas são admitidas atuando no interior da placa de concreto, obrigando a presença de mecanismos de transmissão das juntas de construção e serradas. O dimensionamento é feito em relação às cargas móveis, distribuídas e concentradas.

Na figura 7.2, vemos o perfil em que a projetista sugeriu.

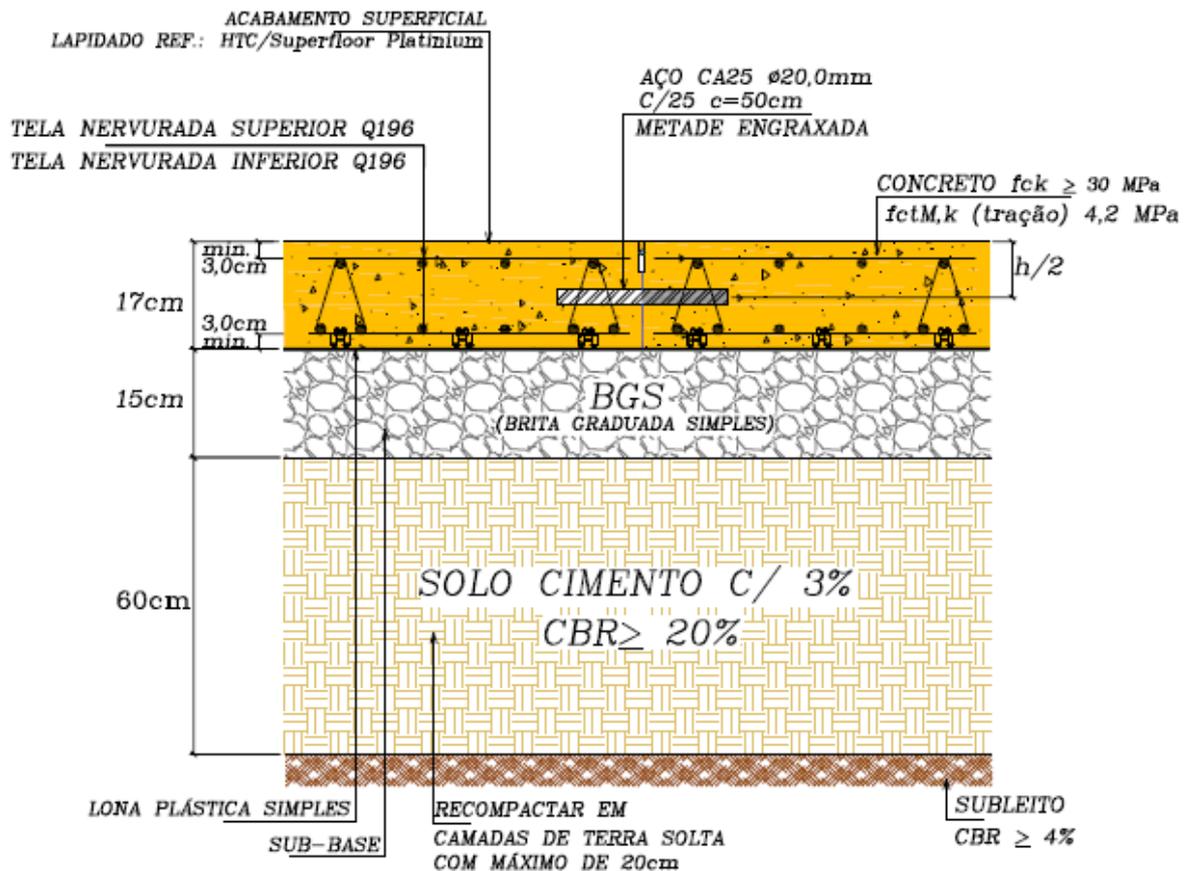


Figura 7.2 – Detalhamento do piso de concreto - área interna.

Fonte: Adaptado de WTORRE (2013)

7.4 PROJETO DA CONSTRUTORA – PISO DE CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS.

Ao receber o edital de concorrência o cliente solicitou que cada construtora apresentasse um estudo para uma nova seção de piso industrial, de forma que o cliente pudesse analisar e definir qual piso solução utilizará em seu projeto.

A construtora, junto com a empresa de consultoria e projetos de piso fizeram estudos para a nova seção de piso.

A primeira análise do perfil mostrou que a projetista contratada pela Scania se comportou de maneira **absurdamente** conservadora, superdimensionado a camada de reforço do subleito. A figura 7.3 mostra o perfil que foi sugerido pela construtora.

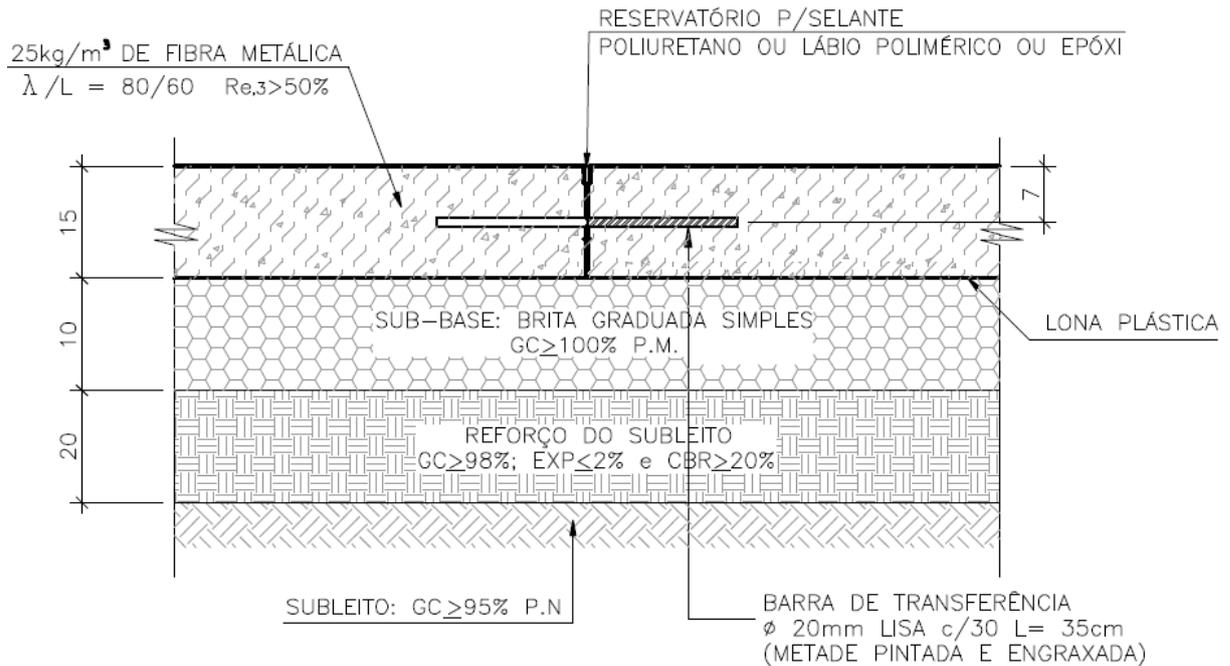


Figura 7.3 – Solução da construtora de piso reforçado com fibras.
 Fonte: Adaptado de WTORRE (2013)

Além de possibilitar a execução de pisos e pavimentos mais esbeltos, o emprego de fibras possibilita aumentar o espaçamento entre as juntas.

O teor mínimo de fibras para adequado controle de fissuração, é calculado em função do espaçamento entre juntas e do tipo de fibra.

Os dados representados nesse gráfico são orientativos e retratam a opinião e experiência prática dos autores.

Devemos nos atentar que, com base na experiência profissional, o projetista pode adotar uma postura mais conservadora ou mais ousada na definição da dosagem. Obedecendo sempre os fatores de rugosidade, nivelamento da base, características do concreto, temperatura e umidade do ar para definição das dimensões da placa e teor de fibra.

8 CONCLUSÃO

Ao fim das pesquisas teóricas e discussões com profissionais que atuam com projetos de pisos fica como conhecimento que as diretrizes necessárias para o projeto de piso industrial, principalmente de concreto estruturalmente armado e reforçado com fibras, apresentados neste trabalho são:

- Conhecer os conceitos teóricos sobre solos, sub-base, cargas atuantes, especificações e características do concreto e tratamento/classificação de juntas,
- Atender as normas de execução de pisos desde o preparo do solo até o acabamento superficial do concreto,
- Elaboração do projeto desde os estudos dos dados até o projeto executivo final.

O projeto escolhido como estudo de caso para compor este trabalho demonstra a importância de administrar bem as diretrizes para a elaboração de um projeto devido às cargas, tensões solicitantes e a solicitação que incidem sobre este piso.

Um projeto bem elaborado é capaz de mostrar diversas sugestões que garantem aos pisos as solicitações como:

- Carregamentos diretos de veículos e cargas estáticas,
- Ações físicas e químicas na superfície dos pisos,
- Ações devido a variações de temperatura ambiente acarretando deformações do concreto,
- Tensões de retração do concreto.

No estudo de caso, a Scania ainda não definiu qual construtora ganhou a concorrência para esta obra, porém os estudos de projetos estão em fase final e já foi informado que será adotado o piso reforçado com fibras proposto pela construtora citada no trabalho, havendo possibilidade de alterações mediante alteração do layout do processo de pintura que será definido em breve.

Em razão da finalidade do prédio, que está diretamente ligada ao produto final da Scania, a solução deve apresentar um coeficiente de manutenção mínimo, uma vez que a fábrica parada implica em uma queda considerável na produção da empresa que fabrica em média 1 caminhão a cada 8min. Devido a isso, quanto maior a distancia entre as juntas melhor para o objetivo da fábrica, pois proporciona maior durabilidade e diminuição nos custos com tratamento das juntas.

Os aspectos técnicos executivos aliados aos estudos comparativos de custos apresentados proporcionaram um piso industrial com excelente padrão de acabamento superficial, resistência à abrasão e com pouca necessidade de juntas.

O objetivo do trabalho foi atingido, pois agregou conhecimento de projetos de pisos industriais e apresentou um estudo de caso, como exemplo de que o estudo é necessário, pois o mesmo piso é possível adotar vários tipos estruturais e a definição dessa estrutura varia de acordo com a necessidade do cliente.

REFERÊNCIAS

ANAPRE – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PISOS E REVESTIMENTOS DE ALTO DESEMPENHO. **O que é piso industrial**. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.anapre.org.br/cd2009/anapre_final.html>. Acesso em: 26 set. 2012. Mídia Institucional.

OLIVEIRA, Paulo S. F. O mercado de RAD para pisos. **Revista Pisos Industriais**. São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.pisosindustriais.com.br/materias/noticia.asp?ID=33>>. Acesso em: 29 set. 2012.

SÁ, Rodrigo Resende de; ROCHA, Dinésio Pereira; BRAGA, Flávio Henrique. **Pisos Industriais de Concreto**. 3. ed. Goiás: Realmix, 2009. 8 p.

CRISTELLI, R. **Pavimentos Industriais de Concreto – Análise do Sistema Construtivo**. 2010. 30p. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2010.

CHODOUNSKY, Marcel Aranha; VIECILI, Fábio André. **Pisos Industriais de Concreto: Aspectos teóricos e executivos**. São Paulo: Reggenza, 2007. 373 p.

OLIVEIRA, Patrícia. Lizi. Projeto estrutural de pavimentos rodoviários e de pisos industriais de concreto. 2000. 216 p. Dissertação (mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

NAKAMURA, Juliana. Diferentes concretos para pisos industriais. **Revista Técnica**, São Paulo, Pini, 144 ed., 2009. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/145/pisos-plataforma-de-trabalho-131689-1.asp>>. Acesso em: 15 set. 2012.

RODRIGUES, Públio Penna Firme; BOTACINI, Silvia Maria; GASPARETTO, Wagner Edson. **Manual Gerdau de pisos industriais**. São Paulo: Pini, 2006. 109 p.

RODRIGUES, Públio Penna Firme; PITTA, Márcio Rocha.. **Revista do IBRACON**, São Paulo, n. 19, 1997.

RODRIGUES, Públio Penna Firme. **Manual de pisos industriais: Fibras de Aço e Protendido**. São Paulo: Pini, 2010. 143 p.

RODRIGUES, Públio Penna Firme. Tipos de Pisos Industriais: Iniciando uma série de reportagens, LPE **Engenharia. Os diversos tipos de pavimentos**. Disponível em: <<http://www.pisosindustriais.com.br/materias/noticia.asp?ID=46>>. Acesso em: 16 set. 2012.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentos Viários e Pisos Industriais**. São Paulo: IBRACON, 2005. Concreto Ensino, Pesquisa e Realizações.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica – materiais, projetos e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

SENEFONTE, Kleber Basílio. **Coca-cola opta por piso protendido e placas de grandes dimensões**. Disponível em: <<http://www.pisosindustriais.com.br/materias/noticia.asp?ID=136>>. Acesso em: 16 set. 2012.

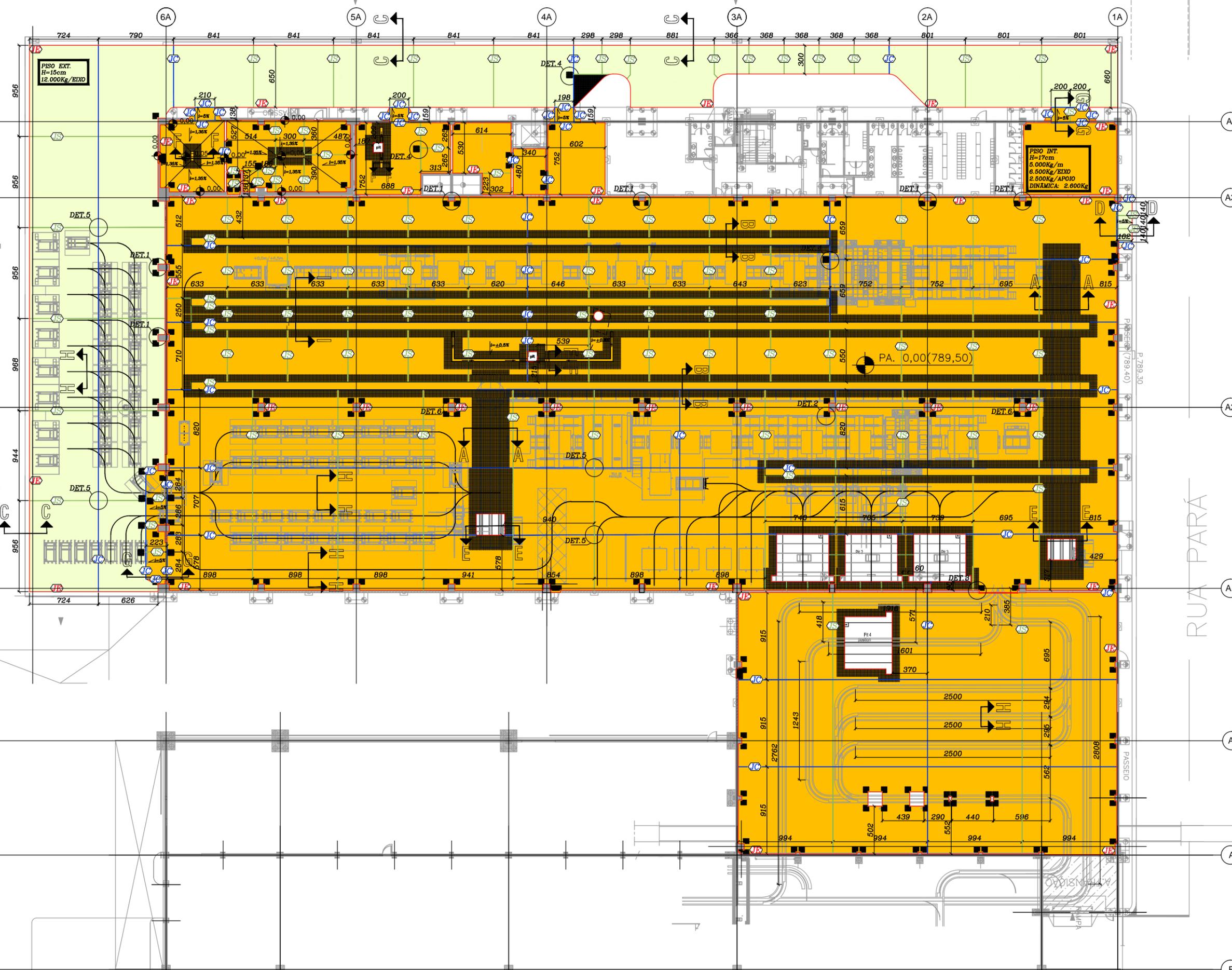
DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTE. **Manual de pavimentos rígidos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2004.

DAL-MASO, Josiano. **Pisos industriais de concreto com armadura distribuída – projeto e execução**. Santa Maria. 77 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

MINERBO FUCHS ENGENHARIA. Jsa. Escopo de serviços geral: 0968-ES-G-EC01-0B. Edital ECMF-01/0968/13 São Paulo, 2013. 14 p. (Rev.0B).

ANEXO A – LAYOUT DO PISO INDUSTRIAL

RUA ARGENTINA



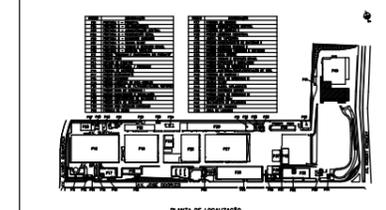
NOTAS:
 1- TODAS AS RAMPAS POSSUEM CAIMENTO DE 5%, COMO INDICADO NOS CORTES D-D E G-G.

LEGENDA DE CARGAS:
 5.000kg/m²; CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA;
 6.500kg/m²; SOBRE RODAS (EMPILHADERA);
 2.500kg/APOIO; CARGA PONTUAL;
 2.800kg; CARGA DINAMICA;
 12.000kg/EIXO; SOBRE RODAS (CARRETA).

LEGENDA:
 - Junta de encontro "JE"
 - Junta de construção "JC"
 - Junta serrada "JS"

INDICE DE PLANCIDADE **NOTA**

VALORES MÉDIOS **TODAS AS DEFINIÇÕES DE PROJETO**
VALORES MÍNIMOS **FORAM FORNECIDAS PELA MIXDESIGN FLUCIS.**
 PP-48 PL-05



DOCUMENTOS DE REFERENCIA

DATA	NOME DO ARQUIVO	ASSUNTO	REV
20.11.12	10244972_estrutura_externa_001_121212	TRABALHO SOBRE O PISO	02
20.11.12	10244972_estrutura_externa_001_121212	TRABALHO SOBRE O PISO	02
20.11.12	10244972_estrutura_externa_001_121212	TRABALHO SOBRE O PISO	02
20.11.12	10244972_estrutura_externa_001_121212	TRABALHO SOBRE O PISO	02
20.11.12	10244972_estrutura_externa_001_121212	TRABALHO SOBRE O PISO	02
20.11.12	10244972_estrutura_externa_001_121212	TRABALHO SOBRE O PISO	02

OC	DATA	EMISSÃO PARA ORÇAMENTO	LF	EST
OC	08/02/13	EMISSÃO PARA ORÇAMENTO	LF	EST
OC	22/01/13	EMISSÃO PARA ORÇAMENTO	LF	EST
OC	07/01/13	EMISSÃO FINAL	LF	EST
REV.	DATA	REVISÃO	OPER.	ORÇ.

MixDesign
 Barbaço Engenharia Associados

IDENTIFICAÇÃO DO FORNECEDOR

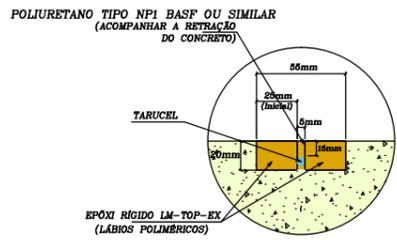
EMPRESA	CPF/CNPJ	LF
ENDEREÇO	INSCRIÇÃO ESTADUAL	RT
CNPJ	INSCRIÇÃO MUNICIPAL	EST
INSCRIÇÃO ESTADUAL	INSCRIÇÃO FEDERAL	EST
INSCRIÇÃO MUNICIPAL	INSCRIÇÃO FEDERAL	EST

PROJETO E PAGINAÇÃO DE PISO EM CONCRETO
ÁREA INTERNA E EXTERNA FL.1

PROJETO: CIVIL CLASSIFICAÇÃO OF. LAYOUT: FORNAT
 DATA: JAN/2013 PROJETO: CIVIL CLASSIFICAÇÃO OF. LAYOUT: FORNAT
 DATA: JAN/2013 PROJETO: CIVIL CLASSIFICAÇÃO OF. LAYOUT: FORNAT

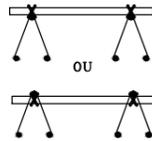
ANEXO B – DETALHAMENTO DO PISO DE CONCRETO ÁREA INTERNA

ANEXO C – DETALHAMENTO DO PISO DE CONCRETO ÁREA EXTERNA

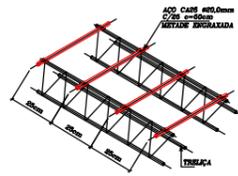


DET. 1
DET. DE LABIO POLIMÉRICO
(SEM ESCALA)

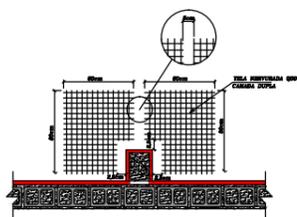
PARA POSICIONAMENTO DAS BARRAS DE TRANSFERENCIA, ADOTAR:



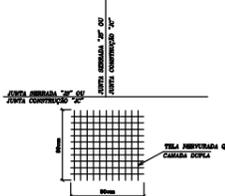
DET. 2
DET. DO POSICIONAMENTO DAS BARRAS DE TRANSFERENCIA
(SEM ESCALA)



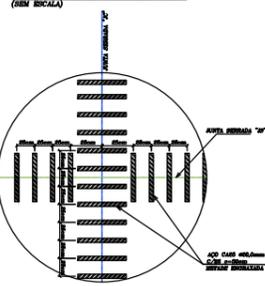
DET. 5
DET. DE SUSTENTAÇÃO DAS BARRAS NA JUNTA "JS"
(SEM ESCALA)



DET. 1
DET. DE REFORÇO JUNTO AOS PILARES PERIMETRAIS
(SEM ESCALA)

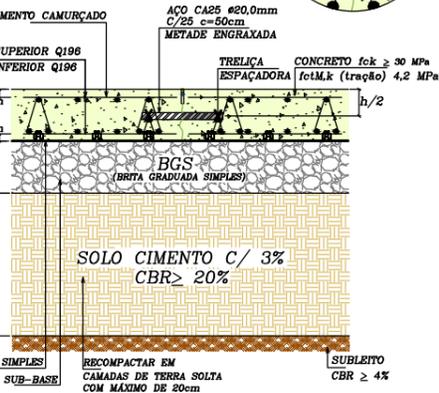
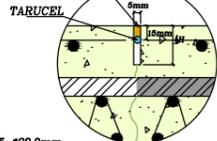


DET. 4
DET. DE REFORÇOS AO ENCONTRO DAS JUNTAS
(SEM ESCALA)



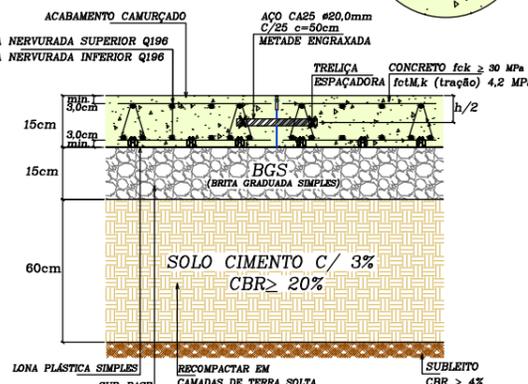
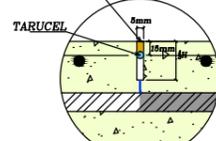
DET. 5
DET. DO POSICIONAMENTO DAS BARRAS DE TRANSFERENCIA
(SEM ESCALA)

POLIURETANO TIPO NPI BASF OU SIMILAR (ACOMPANHAR A RETRAÇÃO DO CONCRETO)



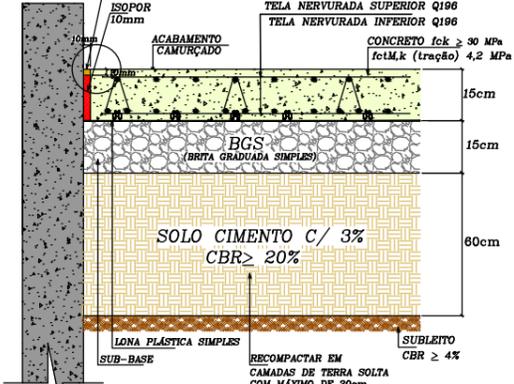
DET. JS
DET. DE JUNTA DE SERRADA
(SEM ESCALA)

POLIURETANO TIPO NPI BASF OU SIMILAR (ACOMPANHAR A RETRAÇÃO DO CONCRETO)

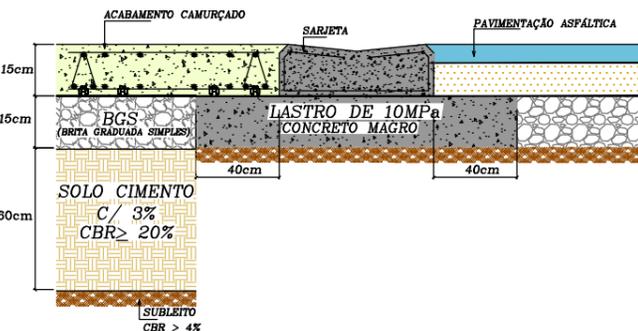


DET. JC
DET. DE JUNTA DE CONSTRUÇÃO
(SEM ESCALA)

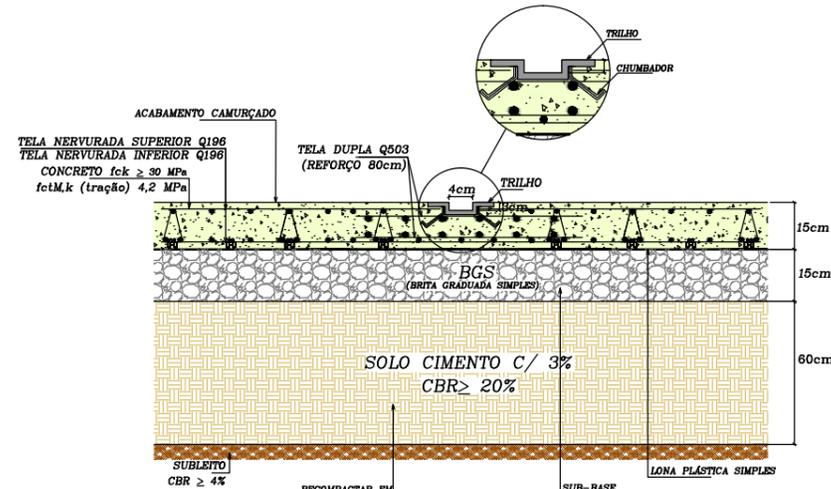
POLIURETANO TIPO NPI BASF OU SIMILAR (ACOMPANHAR A RETRAÇÃO DO CONCRETO)



DET. JE
DET. DE JUNTA DE ENCONTRO
(SEM ESCALA)



CORTE C-C
DETALHE DE PISO EXTERNO COM SARJETA
(SEM ESCALA)



CORTE H-H
DETALHE DE EMBUTIMENTO DO TRILHO
(SEM ESCALA)

NOTAS DO PISO

- VERIFICAR MEDIDAS E NÍVEIS NA OBRA.
- ENSAIOS DE MATERIAIS DE ACORDO COM AS NORMAS BRASILEIRAS.
- CONCRETAGEM: PARA O ADENSAMENTO DO CONCRETO UTILIZAR BÊLGAS VIBRATÓRIAS OU LASER SORVEDO, E COM REFORÇO DO ADENSAMENTO COM VIBRADORIAS DE IMERSÃO NAS LATERAIS. A CONCRETAGEM DEVERÁ SER FEITA EM FAIXAS PARALELAS AS JUNTAS LONGITUDINAIS (JC). EVENTUAL INTERRUÇÃO DEVERÁ SEMPRE OCORRER EM UMA JUNTA DE CONSTRUÇÃO (JC). NÃO EXECUTAR PANOS DE CONCRETAGEM EM "L".
- CONCRETO COM FCTM.K (min) = 4,2MPa (MÓDULO DE RUPTURA A TRACÇÃO NA FLEXÃO, EXECUTADA PELO MÉTODO DOS DOIS CUTELOS).
- UTILIZAR COMO MATERIAL PARA PREENCHIMENTO DA JUNTAS TIPO "JC" E "JS", POLIURETANO TIPO NPI BASF OU SIMILAR.
- AS JUNTAS DE RETRAÇÃO/SERRADAS "JS", DEVERÃO SER SERRADAS NO INTERVALO ENTRE 8 A 12 HS APÓS A CONCRETAGEM.
- O DIMENSIONAMENTO DO PISO TEVE COM PRESSUPOSTAS BÁSICAS:
 - PISO APOIADO SOBRE SOLO EXISTENTE TENDO SUAS ESPECIFICAÇÕES CONSIDERADAS PARA UM SOLO COM CBR<= 8%.
 - CARGUEAMENTO UNIFORMEMENTE DISTRIBUÍDO COM CAPACIDADE MÁXIMA DE 12.000 kg/EXLO.
- O CONCRETO DEVERÁ TER A SUA CURVA GRANULOMÉTRICA ANALISADA PREVIAMENTE VISANDO ADEQUAR O MESMO AOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A EXECUÇÃO DO PISO EM QUESTÃO.
- ESTE PISO FOI DIMENSIONADO PARA A UTILIZAÇÃO DE VEÍCULOS COM RODAS RÍGIDAS E TAMBÉM RODAS DE BORRACHA.
- NÃO SE ADMITE ESPORÇOS HORIZONTAIS NO PAVIMENTO RÍGIDO.
- IMEDIATAMENTE APÓS A CONCLUSÃO DO ACABAMENTO, INICIAR O PROCEDIMENTO DE CURA COM A UTILIZAÇÃO DE MANTAS APROPRIADAS (MANTA GEOTÊXTIL HIDRO OU SIMILAR) E MANTIDAS SATURADAS POR UM PERÍODO DE NO MÍNIMO 7 (SETE) DIAS.
- PARA O USO DA CURA QUÍMICA (ACRILCURA 305 - CONSTRUQUÍMICA OU SIMILAR) VERIFICAR A ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DO PRODUTO.
- ADOTAR COMO COMPATÍVEL AQUELE MATERIAL QUE POSSUI CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS EQUIVALENTES AO ESPECIFICADO E APROVADO POR SEU CONSULTOR.
- CONSULTAR MEMORIAL TÉCNICO "SCANIA_MINERBOFUCHS_MTC_R00_070113".
- PARA A LIMPEZA DO PISO, UTILIZAR SOMENTE PRODUTOS NEUTROS.
- FORNECIMENTO E EXECUÇÃO DOS TRILHOS E CHAPAS DAS BANDAS DE RODAGEM E DE RESPONSABILIDADE DA CONSTRUTORA.
- EMBUTIMENTO E NIVELAMENTO NA COTA DO PISO DAS BANDAS DE RODAGEM PELA CONSTRUTORA.
- CONSULTAR MEMORIAL TÉCNICO "SCANIA_MINERBOFUCHS_MTSC_R00_070213" SOBRE PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SOLO CIMENTO.

TABELA DE CARACTERIZAÇÃO DO PISO - COTAÇÃO 2				
ESPESSURA	TIPO	VALORES	NORMA	UNIDADE
ESPESSURA DO CONCRETO (H)	TIPO	15	NORMA	cm
ACABAMENTO SUPERFICIAL	LAPIDADO			
SUB-BASE	TIPO	VALORES	NORMA	UNIDADE
BGS	REGULARIZAÇÃO			
COLCHÃO DRENANTE		≤ 14	NBR 9895	cm
EXPANSIBILIDADE		≤ 2%	NBR 9895	%
GRAU DE COMPACTAÇÃO (P. MODIF.)		≥ 98% PN	NBR 7182	%
SUB-LEITO	TIPO	VALORES	NORMA	UNIDADE
CBR(CS)		8		%
RECOMPACTAÇÃO				
EXPANSIBILIDADE		≤ 2%	NBR 9895	cm
GRAU DE COMPACTAÇÃO (P. NORMAL)		≥ 98% PN	NBR 7182	%
ARMADURA	TIPO	VALORES	NORMA	UNIDADE
TELA SUPERIOR	Q196			cm
TELA INFERIOR	Q196			cm
MÁXIMO FIBRA				kg/m ³
FIBRA DE VIDRO				kg/m ³
TENSÕES ADMISSÍVEIS	TIPO	VALORES	NORMA	UNIDADE
fck (COMPRESSÃO)	CONCRETO	30		MPa
fctm.k (TRAÇÃO)	CONCRETO	4,2		MPa
ABRANTIMENTO (SLUMP)	CONCRETO	104 / -2	NBR 7182/82	cm
MÓDULO DE ELASTICIDADE SECANTE	CONCRETO	ENR 26 E	NBR 8522	MPa
TEOR DE AR INCORPORADO	CONCRETO	3,0%	NBR-14100/02	%
EXSUDAÇÃO	CONCRETO	≤ 2,0%	NM 102/96	%
RETRAÇÃO POR SECAGEM	CONCRETO	≤ 0,04	ABR 98	mm/m
RELAÇÃO AGUA/CEMENTO	CONCRETO	≤ 0,6		
TIPOS DE CIMENTO	CONCRETO			
CONSUMO MÍNIMO DE CIMENTO	CONCRETO	350		kg/m ³
CONSUMO MÁXIMO DE CIMENTO	CONCRETO			kg/m ³
CONGELAMENTO MÁXIMO DE AGUA	CONCRETO			l/m ³
TEMPO DE INÍCIO DE PEGA	CONCRETO	APROX. 4 HORAS		HORAS
EXIGÊNCIAS EXECUTIVAS	TIPO	VALORES	NORMA	UNIDADE
PLANICIDADE - FI	MÉDIO/MÁXIMO	45/25	ABR 11	mm
NIVELAMENTO - FI	MÉDIO/MÍNIMO	35/25	ABR 11	mm
CLASSE DE RESISTÊNCIA A ABRASÃO	A2		NBR 12042	mm
CARGAS ADMISSÍVEIS	TIPO	VALORES	NORMA	UNIDADE
UNIFORMEMENTE DISTRIBUÍDA		12.000		kg/m ²
PORTA PALLETS (PES 130X130mm)				kg/spaldo
CARGA LINEAR				kg/m
ÁREAS	TIPO	VALORES	NORMA	UNIDADE
ÁREA INTERNA		1.356		m ²
ÁREA EXTERNA				m ²
OUTRAS ÁREAS				m ²

TABELA QUANTITATIVA		
MATERIAL	VALOR	UNIDADE
ÁREA DO PISO	1.356	m ²
CONCRETO fck = 30 MPa	204	m ³
TELA DE AÇO AÇO CA-60 Q503 (TELA DE REFORÇO)	39	postais
ISOPOR	334	m
TELA NERVURADA SUPERIOR Q196	109	postais
TELA NERVURADA INFERIOR Q196	109	postais
BARRA DE TRANSFERÊNCIA 20,0mm	848	un.
TRELÇA P/ BARRA DE TRANSFERENCIA H=7cm	270	m
TRELÇA P/ ESPAÇAMENTO DAS TELAS H=9cm	1.502	m

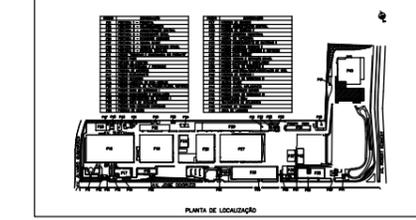
* NESTE QUANTITATIVO NÃO ESTÃO COMPUTADOS PERDAS.

LEGENDA:



ÍNDICE DE PLANICIDADE: NOTA

VALORES MÉDIOS	TODAS AS DIMENSÕES DE PROJETO
PP-48	FORAM FORNECIDAS PELA MINERBO FUCHS.
PP-30	



DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA			
DATA	TÍTULO DO ANEXO	ABREVIAÇÃO	TIPO
08.10.12	0024972_estrutura_externa_08_1012	PROJETO SOBRE O PISO	OC
08.11.12	0024450_estrutura_externa_081112	PROJETO SOBRE O PISO	OC
08.11.12	0024442_estrutura_externa	PROJETO SOBRE O PISO	OC
08.10.12	0024450_estrutura_externa	PROJETO SOBRE O PISO	OC
08.10.12	Projeto sobre o PISO e Base de Rodagem	PROJETO SOBRE O PISO	OC
08.01.13	MTSC_TRELAJE_DO_PISO	PROJETO SOBRE O PISO	OC

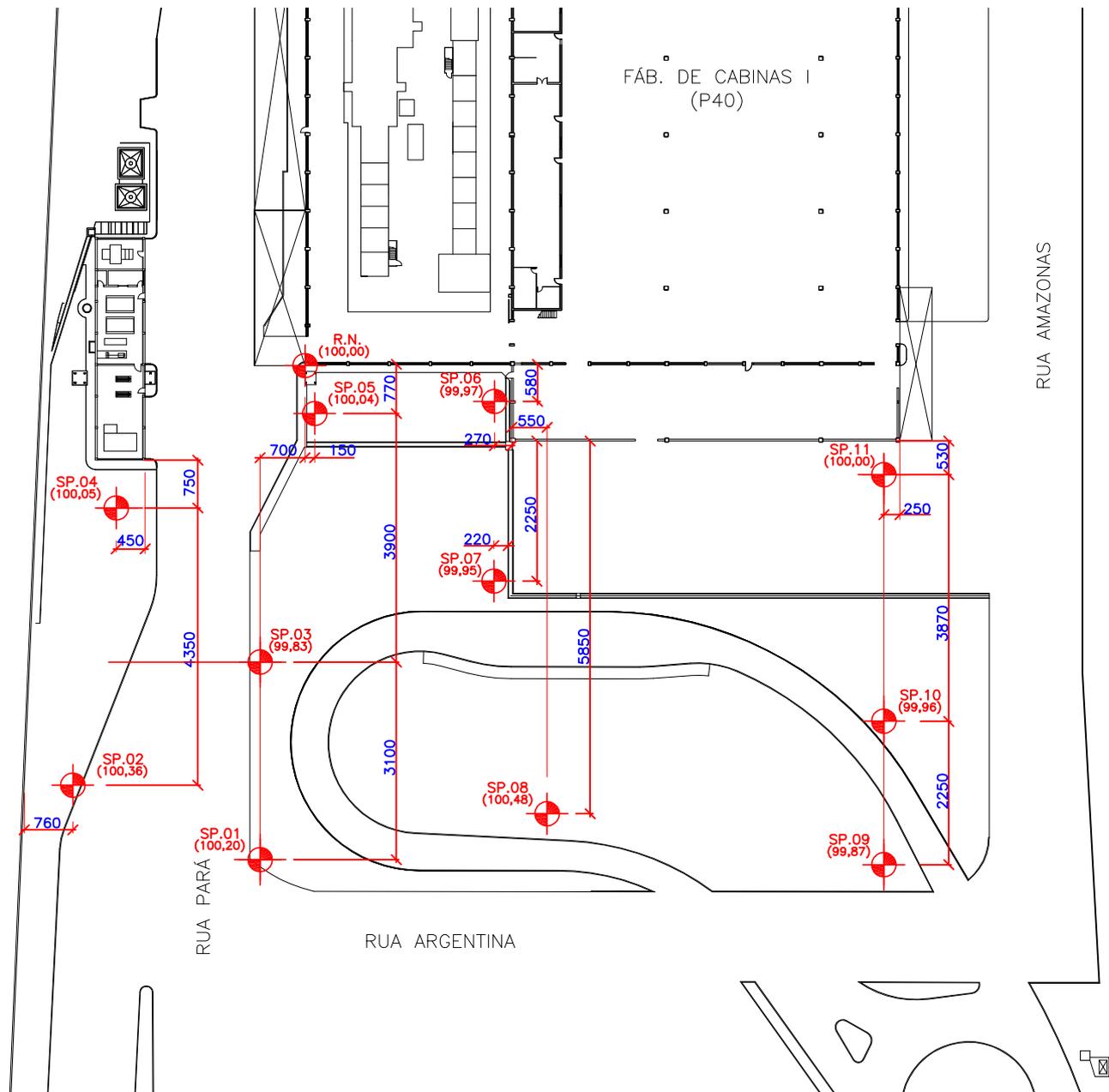
REV.	DATA	EMISSÃO	REVISÃO	OPER. CAD.	ENL.
OC	08/02/13	EMISSÃO PARA ORÇAMENTO		LF	EGT
OC	22/01/13	EMISSÃO PARA ORÇAMENTO		LF	EGT
OC	17/01/13	EMISSÃO FINAL		LF	EGT

MixDesign
Branco Engenharia Associados

IDENTIFICAÇÃO DO TORNEADOR: []
S.B. CAMPO: NBTC
PROJETO: DETALHAMENTO DO PISO EM CONCRETO
ÁREA EXTERNA FL.3

PROJETO	PROJETO	PROJETO	PROJETO
PROJETO: DETALHAMENTO DO PISO EM CONCRETO			

ANEXO D – SONDAGEM DO TERRENO



NOTAS:

1- MEDIDAS EM CENTÍMETROS

CPOI - COMPANHIA PAULISTA DE PROJETOS E OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA
 R. Jabaquara, 70 - Paraíso - Sto André/SP - Tel./Fax: 4437.8666 - cp.oi@terra.com.br - www.cpoi.com.br

CLIENTE: Scania Latin América Ltda

LOCAL: Avenida José Odorizzi, 151 - Vila Euro - São Bernardo do Campo/SP

ASSUNTO: LOCAÇÃO DOS PONTOS DE SONDAGEM



OBRA	FOLHA	ENG. RESPONSÁVEL	ESCALA	DATA	REV.
7311172	02/24	Alexandre Foti	sem esc.	21/07/2011	0



BOLETIM DE EXECUÇÃO DE SONDAGEM A PERCUSSÃO

CLIENTE: Scania Latin América Ltda
LOCAL: Avenida José Odorizzi, 151 - Vila Euro - São Bernardo do Campo/SP
OBRA: Nova fábrica de pintura de cabinas

SP.01

PROF. (m): 23,45
COTA: 100,20
OBRA N°: 7311172

CAMADAS DE SOLO				RESISTÊNCIA DO SOLO											
COTA (m)	NA	PROF. (m)	IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL	AMOSTRA	TORQUE (kgf.m)		GOLPES / PENETRAÇÃO (cm)				SPT				
					MÁX.	RES.	PESO	1°	2°	3°	SPT	Tmáx			
										10	20	30	40		
99,90		0,30m	ATERRO DE ARGILA SILTO ARENOSA, MARROM, COM DETRITOS VEGETAIS	1	3	2		1	1	1	2				
			SILTE ARGILO ARENOSO, BRANCO (CAULIM) E AMARELO, MICÁCEO, MUITO MOLE A MOLE	2	6	4	P	0	1	2	2	4			
98,20		2,00m	ROXO, AMARELO E CINZA	3	9	7	P	0	2	2	3	5			
				4	14	12	P	0	3	4	5	9			
				5	17	15	P	0	3	5	5	10			
				6	23	21	P	0	3	5	7	12			
				7	25	24	P	0	3	5	6	11			
			ROXO, CINZA E BRANCO (CAULIM), VARIEGADO	8	29	28	P	0	3	6	6	12			
				9	27	25	P	0	2	4	5	9			
				10	27	26	P	0	3	4	5	9			
				11	34	32	P	0	3	5	6	11			
			SILTE ARENO ARGILOSO, MICÁCEO, FOFO A COMPACTO	12	38	36	P	0	4	6	7	13			
				13	33	31	P	0	3	4	4	8			
				14	39	37	P	0	3	6	7	13			
			ROXO, CINZA E BRANCO (CAULIM), VARIEGADO	15	42	40	P	0	4	6	8	14			
				16	41	38	P	0	4	5	8	13			
				17	50	-	P	0	5	9	10	19			
				18	50	-	P	0	5	8	10	18			
				19	50	-	P	0	6	9	14	23			
			ROXO, MARROM E CINZA, VARIEGADO	20	50	-	P	0	7	11	15	26			

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES									
AVANÇO (m)			VARIÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA				OUTRAS		
TIPO	PROF. INI.	PROF. FINAL	PROFUNDIDADE (m)				REVESTIMENTO (m)		7,00
TRADO CAVADEIRA	0,00	6,00	DATA	HORA	NORMAL	BALDINHO	COTA DO NÍVEL DE ÁGUA		93,90
TRADO HELICOIDAL	-	-	12/07/2011	08:25	6,38	-	DATA DE INÍCIO		12/07/2011
LAVAGEM	6,45	23,00	12/07/2011	08:35	6,21	-	DATA DE TÉRMINO		12/07/2011
LAVAGEM POR TEMPO	10 min	-	12/07/2011	08:45	6,15	-	ESCALA		1/100
	10 min	-	13/07/2011	08:33	6,30	-	FOLHA N°		03/24
	10 min	-	NÍVEL DE ÁGUA				6,30	DATA DE EMISSÃO	

OBS: Amostras 17 a 23 não cisalhadas. **RESPONSÁVEL:** Eng. MSc. Alexandre Foti



BOLETIM DE EXECUÇÃO DE SONDAGEM A PERCUSSÃO

CLIENTE: Scania Latin América Ltda
LOCAL: Avenida José Odorizzi, 151 - Vila Euro - São Bernardo do Campo/SP
OBRA: Nova fábrica de pintura de cabinas

SP.01

PROF. (m): 23,45
COTA: 100,20
OBRA N°: 7311172

CAMADAS DE SOLO				RESISTÊNCIA DO SOLO																	
COTA (m)	NA	PROF. (m)	IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL	AMOSTRA	TORQUE (kgf.m)		GOLPES / PENETRAÇÃO (cm)				SPT										
					MÁX.	RES.	PESO	1°	2°	3°	SPT	T _{máx}									
76,75		23,45m	SILTE ARENO ARGILOSO, ROXO, MARROM E CINZA, VARIEGADO, MICÁCEO, FOFO A COMPACTO	21	50	-	P 0	6 15	10 15	14 15	24 30										
				22	50	-	P 0	8 15	12 15	16 15	28 30										
				23	50	-	P 0	7 15	14 15	19 15	33 30										

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES									
AVANÇO (m)			VARIAÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA PROFUNDIDADE (m)				OUTRAS		
TIPO	PROF. INI.	PROF. FINAL	DATA	HORA	NORMAL	BALDINHO	REVESTIMENTO (m)		7,00
TRADO CAVADEIRA	0,00	6,00					COTA DO NÍVEL DE ÁGUA		93,90
TRADO HELICOIDAL	-	-	12/07/2011	08:25	6,38	-	DATA DE INÍCIO		12/07/2011
LAVAGEM	6,45	23,00	12/07/2011	08:35	6,21	-	DATA DE TÉRMINO		12/07/2011
LAVAGEM POR TEMPO	10 min	-	12/07/2011	08:45	6,15	-	ESCALA		1/100
	10 min	-	13/07/2011	08:33	6,30	-	FOLHA N°		04/24
	10 min	-	NÍVEL DE ÁGUA		6,30		DATA DE EMISSÃO		21/07/2011
OBS: Amostras 17 a 23 não cisalhadas.						RESPONSÁVEL:			
						Eng. MSc. Alexandre Foti			



BOLETIM DE EXECUÇÃO DE SONDAGEM A PERCUSSÃO

CLIENTE: Scania Latin América Ltda
LOCAL: Avenida José Odorizzi, 151 - Vila Euro - São Bernardo do Campo/SP
OBRA: Nova fábrica de pintura de cabinas

SP.02

PROF. (m): 21,45
COTA: 100,36
OBRA N°: 7311172

CAMADAS DE SOLO				RESISTÊNCIA DO SOLO											
COTA (m)	NA	PROF. (m)	IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL	AMOSTRA	TORQUE (kgf.m)		GOLPES / PENETRAÇÃO (cm)				SPT				
					MÁX.	RES.	PESO	1°	2°	3°	SPT	T _{máx}			
												10	20	30	40
100,26		0,10m	ATERRO DE ARGILA SILTO ARENOSA, MARROM, COM DETRITOS VEGETAIS	1	8	6		2/15	2/15	3/15	5				
100,06		0,30m	ATERRO DE SILTE ARENO ARGILOSO, MARROM E CINZA, MICÁCEO	2	10	8	P/0	2/15	3/15	3/15	6				
			ROXO, CINZA E BRANCO (CAULIM)	3	13	10	P/0	2/15	3/15	4/15	7				
				4	15	13	P/0	3/15	4/15	4/15	8				
				5	18	16	P/0	3/15	4/15	5/15	9				
				6	16	13	P/0	2/15	2/15	3/15	5				
				7	16	15	P/0	2/15	3/15	3/15	6				
			ROXO, VERMELHO E CINZA, VARIEGADO	8	18	17	P/0	2/15	3/15	4/15	7				
				9	20	18	P/0	2/15	3/15	5/15	8				
				10	23	21	P/0	3/15	4/15	5/15	9				
			SILTE ARENO ARGILOSO, MICÁCEO, POUCO COMPACTO A COMPACTO	11	25	24	P/0	3/15	5/15	5/15	10				
				12	30	28	P/0	3/15	5/15	7/15	12				
				13	27	24	P/0	2/15	3/15	5/15	8				
				14	37	35	P/0	4/15	5/15	6/15	11				
				15	38	36	P/0	4/15	6/15	7/15	13				
			ROXO, CINZA E BRANCO (CAULIM)	16	50	-	P/0	5/15	7/15	10/15	17				
				17	50	-	P/0	5/15	8/15	10/15	18				
				18	50	-	P/0	6/15	9/15	10/15	19				
				19	50	-	P/0	6/15	10/15	15/15	25				
				20	50	-	P/0	5/15	9/15	16/15	25				

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES									
AVANÇO (m)			VARIACÃO DO NÍVEL DE ÁGUA				OUTRAS		
TIPO	PROF. INI.	PROF. FINAL	PROFUNDIDADE (m)				REVESTIMENTO (m)	7,00	
TRADO CAVADEIRA	0,00	6,00	DATA	HORA	NORMAL	BALDINHO	COTA DO NÍVEL DE ÁGUA	94,57	
TRADO HELICOIDAL	-	-	11/07/2011	14:31	6,40	-	DATA DE INÍCIO	11/07/2011	
LAVAGEM	6,45	21,00	11/07/2011	14:41	6,25	-	DATA DE TÉRMINO	11/07/2011	
LAVAGEM POR TEMPO	10 min	-	11/07/2011	14:51	6,14	-	ESCALA	1/100	
	10 min	-	12/07/2011	07:33	5,79	-	FOLHA N°	05/24	
	10 min	-	NÍVEL DE ÁGUA				5,79	DATA DE EMISSÃO	21/07/2011

OBS: Amostras 16 a 21 não cisalhadas. **RESPONSÁVEL:**
Eng. MSc. Alexandre Foti



BOLETIM DE EXECUÇÃO DE SONDAGEM A PERCUSSÃO

CLIENTE: Scania Latin América Ltda
LOCAL: Avenida José Odorizzi, 151 - Vila Euro - São Bernardo do Campo/SP
OBRA: Nova fábrica de pintura de cabinas

SP.03

PROF. (m): 21,45
COTA: 99,83
OBRA N°: 7311172

CAMADAS DE SOLO				RESISTÊNCIA DO SOLO														
COTA (m)	NA	PROF. (m)	IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL	AMOSTRA	TORQUE (kgf.m)		GOLPES / PENETRAÇÃO (cm)				SPT							
					MÁX.	RES.	PESO	1°	2°	3°	SPT							
															10	20	30	40
99,56		0,27m	ATERRO DE ARGILA SILTO ARENOSA, MARRON, COM DETRITOS VEGETAIS	1	4	3		1	1	1	2							
98,13		1,70m	ATERRO DE SILTE ARGILO ARENOSO, ROXO E MARRON, MICÁCEO	2	3	2	P/0	1	1	-	2							
				3	2	1	P/0	1	-	-	1							
				4	10	8	P/0	2	2	3	5							
95,98		3,85m	MARRON CLARO, AMARELO E CINZA	5	13	11	P/0	2	3	4	7							
				6	10	8	P/0	1	2	2	4							
				7	12	10	P/0	2	2	3	5							
				8	15	12	P/0	2	3	4	7							
				9	16	14	P/0	2	4	4	8							
			ROXO, CINZA E MARRON, VARIEGADO	10	15	13	P/0	2	3	4	7							
				11	20	17	P/0	3	3	5	8							
				12	23	19	P/0	3	3	6	9							
			SILTE ARENO ARGILOSO, MICÁCEO, FOFO A COMPACTO	13	26	24	P/0	4	5	7	12							
				14	30	24	P/0	4	6	7	13							
				15	33	27	P/0	4	6	8	14							
				16	39	33	P/0	4	7	8	15							
			ROXO, CINZA E MARRON, VARIEGADO	17	42	36	P/0	4	6	14	20							
				18	50	-	P/0	5	9	12	21							
				19	50	-	P/0	5	10	13	23							
				20	50	-	P/0	5	12	13	25							

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES									
AVANÇO (m)			VARIACÃO DO NÍVEL DE ÁGUA				OUTRAS		
TIPO	PROF. INI.	PROF. FINAL	PROFUNDIDADE (m)				REVESTIMENTO (m)		7,00
TRADO CAVADEIRA	0,00	6,00	DATA	HORA	NORMAL	BALDINHO	COTA DO NÍVEL DE ÁGUA		93,80
TRADO HELICOIDAL	-	-	11/07/2011	10:15	6,61	-	DATA DE INÍCIO		11/07/2011
LAVAGEM	6,45	21,00	11/07/2011	10:25	6,39	-	DATA DE TÉRMINO		11/07/2011
LAVAGEM POR TEMPO	10 min	-	11/07/2011	10:35	6,12	-	ESCALA		1/100
	10 min	-	12/07/2011	08:15	6,03	-	FOLHA N°		07/24
	10 min	-	NÍVEL DE ÁGUA		6,03	DATA DE EMISSÃO		21/07/2011	

OBS: Amostras 18 a 21 não cisalhadas. **RESPONSÁVEL:**
Eng. MSc. Alexandre Foti



BOLETIM DE EXECUÇÃO DE SONDAAGEM A PERCUSSÃO

CLIENTE: Scania Latin América Ltda
LOCAL: Avenida José Odorizzi, 151 - Vila Euro - São Bernardo do Campo/SP
OBRA: Nova fábrica de pintura de cabinas

SP.03

PROF. (m): 21,45
COTA: 99,83
OBRA Nº: 7311172

COTA (m)	NA	PROF. (m)	IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL	AMOSTRA	TORQUE (kgf.m)		GOLPES / PENETRAÇÃO (cm)				RESISTÊNCIA DO SOLO				
					MÁX.	RES.	PESO	1°	2°	3°	SPT	SPT T _{máx}			
												10	20	30	40
78,38		21,45m	SILTE ARENO ARGILOSO, ROXO, CINZA E MARROM, VARIEGADO, MICÁCEO, FOFO A COMPACTO	21	50	-	P 0	6 15	12 15	15 15	27 30				

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

AVANÇO (m)			VARIACÃO DO NÍVEL DE ÁGUA PROFUNDIDADE (m)				OUTRAS	
TIPO	PROF. INI.	PROF. FINAL	DATA	HORA	NORMAL	BALDINHO	REVESTIMENTO (m)	7,00
TRADO CAVADEIRA	0,00	6,00					COTA DO NÍVEL DE ÁGUA	93,80
TRADO HELICOIDAL	-	-	11/07/2011	10:15	6,61	-	DATA DE INÍCIO	11/07/2011
LAVAGEM	6,45	21,00	11/07/2011	10:25	6,39	-	DATA DE TÉRMINO	11/07/2011
LAVAGEM POR TEMPO	10 min	-	11/07/2011	10:35	6,12	-	ESCALA	1/100
	10 min	-	12/07/2011	08:15	6,03	-	FOLHA Nº	08/24
	10 min	-						
NÍVEL DE ÁGUA					6,03		DATA DE EMISSÃO	21/07/2011

OBS: Amostras 18 a 21 não cisalhadas.

RESPONSÁVEL:

Eng. MSc. Alexandre Foti



BOLETIM DE EXECUÇÃO DE SONDAGEM A PERCUSSÃO

CLIENTE: Scania Latin América Ltda
LOCAL: Avenida José Odorizzi, 151 - Vila Euro - São Bernardo do Campo/SP
OBRA: Nova fábrica de pintura de cabinas

SP.04

PROF. (m): 20,45
COTA: 100,05
OBRA N°: 7311172

CAMADAS DE SOLO				RESISTÊNCIA DO SOLO																	
COTA (m)	NA	PROF. (m)	IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL	AMOSTRA	TORQUE (kgf.m)		GOLPES / PENETRAÇÃO (cm)				SPT										
					MÁX.	RES.	PESO	1°	2°	3°	SPT	— SPT Tmáx									
													10	20	30	40					
99,95		0,10m	ATERRO DE ARGILA SILTO ARENOSA, MARROM, COM DETRITOS VEGETAIS	1	4	3		1	1	2	3										
			ATERRO DE SILTE ARENO ARGILOSO, MARROM, ROXO E CINZA, MICÁCEO	2	5	3	P/0	1	2	2	4										
				3	4	3	P/0	1	1	2	3										
96,25		3,80m		4	4	3	P/0	5	6	2	8										
95,55		4,50m		CASCALHO	5	2	1	P/0	1	1	-	2									
			ATERRO DE ARGILA SILTO ARENOSA, CINZA E MARROM	6	2	1	P/0	1	1	-	2										
	6,00			7	6	5	P/0	1	2	3	5										
93,05		7,00m		8	15	13	P/0	3	3	4	7										
			SILTE ARENO ARGILOSO, ROXO, CINZA E BRANCO (CAULIM), VARIEGADO, MICÁCEO, POUCO A MEDIANAMENTE COMPACTO	9	17	15	P/0	3	4	4	8										
				10	20	18	P/0	3	4	5	9										
				11	21	19	P/0	3	5	4	9										
				12	43	40	P/0	5	8	10	18										
				13	35	34	P/0	4	6	8	14										
				14	36	34	P/0	4	5	7	12										
				15	38	35	P/0	4	6	7	13										
				16	37	36	P/0	3	6	6	12										
				17	39	37	P/0	4	5	8	13										
				18	44	42	P/0	4	6	8	14										
				19	43	41	P/0	4	6	7	13										
80,05		20,00m			20	46	44	P/0	5	7	8	15									

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES									
AVANÇO (m)			VARIACÃO DO NÍVEL DE ÁGUA				OUTRAS		
TIPO	PROF. INI.	PROF. FINAL	PROFUNDIDADE (m)				REVESTIMENTO (m)		8,00
TRADO CAVADEIRA	0,00	5,00	DATA	HORA	NORMAL	BALDINHO	COTA DO NÍVEL DE ÁGUA		94,05
TRADO HELICOIDAL	-	-	11/07/2011	09:45	6,35	-	DATA DE INÍCIO		11/07/2011
LAVAGEM	5,54	20,00	11/07/2011	09:55	6,09	-	DATA DE TÉRMINO		11/07/2011
LAVAGEM POR TEMPO	10 min	-	11/07/2011	10:05	6,00	-	ESCALA		1/100
	10 min	-	12/07/2011	07:38	6,00	-	FOLHA N°		09/24
	10 min	-	NÍVEL DE ÁGUA				6,00	DATA DE EMISSÃO	

OBS: _____ RESPONSÁVEL: _____
Eng. MSc. Alexandre Foti



BOLETIM DE EXECUÇÃO DE SONDAGEM A PERCUSSÃO

CLIENTE: Scania Latin América Ltda
LOCAL: Avenida José Odorizzi, 151 - Vila Euro - São Bernardo do Campo/SP
OBRA: Nova fábrica de pintura de cabinas

SP.05

PROF. (m): 21,45
COTA: 100,04
OBRA N°: 7311172

CAMADAS DE SOLO				RESISTÊNCIA DO SOLO																
COTA (m)	NA	PROF. (m)	IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL	AMOSTRA	TORQUE (kgf.m)		GOLPES / PENETRAÇÃO (cm)				SPT									
					MÁX.	RES.	PESO	1°	2°	3°	SPT	— SPT — T _{máx}								
												10	20	30	40					
99,04		1,00m	ATERRO DE ARGILA SILTO ARENOSA, MARROM E ROXA	1	2	1					1									
		3,00m	MARROM ESCURO E ROXO, COM DETRITOS VEGETAIS	2	2	1	P	0	1	1		2								
			ATERRO DE SILTE ARGILO ARENOSO, MICÁCEO	3	4	3	P	0	1	1	1	2								
97,04			MARROM CLARO E CINZA, COM DETRITOS VEGETAIS	4	7	5	P	0	1	1	2	3								
			MARROM CLARO E CINZA	5	10	8	P	0	1	2	2	4								
			MARROM, ROXO E CINZA	6	12	10	P	0	2	2	3	5								
				7	15	12	P	0	2	3	3	6								
				8	6	5	P	0	1	1	1	2								
				9	8	5	P	0	1	1	2	3								
			ROXO, MARROM E CINZA, VARIEGADO	10	12	10	P	0	1	2	3	5								
				11	15	13	P	0	2	2	4	6								
			SILTE ARENO ARGILOSO, MICÁCEO, FOFO A COMPACTO	12	17	14	P	0	2	3	4	7								
				13	20	15	P	0	2	4	4	8								
				14	23	20	P	0	3	4	5	9								
			ROXO, MARROM E CINZA, VARIEGADO	15	26	23	P	0	3	5	6	11								
				16	29	25	P	0	3	7	8	15								
				17	33	31	P	0	4	8	12	20								
				18	36	32	P	0	4	10	11	21								
			CINZA, VERMELHO CLARO E BRANCO (CAULIM)	19	41	37	P	0	4	11	13	24								
				20	50	-	P	0	5	12	13	25								
80,04		20,00m										30								

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES									
AVANÇO (m)			VARIACÃO DO NÍVEL DE ÁGUA				OUTRAS		
TIPO	PROF. INI.	PROF. FINAL	PROFUNDIDADE (m)				REVESTIMENTO (m)		7,50
TRADO CAVADEIRA	0,00	6,00	DATA	HORA	NORMAL	BALDINHO	COTA DO NÍVEL DE ÁGUA		94,18
TRADO HELICOIDAL	-	-	11/07/2011	16:13	5,96	-	DATA DE INÍCIO		11/07/2011
LAVAGEM	6,45	21,00	11/07/2011	16:23	5,89	-	DATA DE TÉRMINO		12/07/2011
LAVAGEM POR TEMPO	10 min	-	11/07/2011	16:33	5,73	-	ESCALA		1/100
	10 min	-	13/07/2011	08:13	5,86	-	FOLHA N°		11/24
	10 min	-	NÍVEL DE ÁGUA		5,86	DATA DE EMISSÃO		21/07/2011	

OBS: Amostras 20 e 21 não cisalhadas. **RESPONSÁVEL:**
Eng. MSc. Alexandre Foti



BOLETIM DE EXECUÇÃO DE SONDAGEM A PERCUSSÃO

CLIENTE: Scania Latin América Ltda
LOCAL: Avenida José Odorizzi, 151 - Vila Euro - São Bernardo do Campo/SP
OBRA: Nova fábrica de pintura de cabinas

SP.06

PROF. (m): 22,45
COTA: 99,97
OBRA Nº: 7311172

CAMADAS DE SOLO				RESISTÊNCIA DO SOLO											
COTA (m)	NA	PROF. (m)	IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL	AMOSTRA	TORQUE (kgf.m)		GOLPES / PENETRAÇÃO (cm)				SPT				
					MÁX.	RES.	PESO	1°	2°	3°	SPT	T _{máx}			
										10	20	30	40		
99,67		0,30m	ATERRO DE SILTE ARGILO ARENOSO, ROXO, MARRON E CINZA, MICÁCEO	1	3	2		1	1	1	2				
				2	4	2	P/0	1	2	1	3				
				3	4	3	P/0	1	2	2	4				
			ROXO, CINZA E MARRON	4	7	5	P/0	2	2	3	5				
				5	7	5	P/0	2	2	2	4				
				6	10	8	P/0	2	2	4	6				
				7	13	11	P/0	2	3	4	7				
				8	10	9	P/0	1	2	2	4				
				9	12	10	P/0	2	2	2	4				
			ROXO, CINZA E BRANCO (CAULIM), VARIEGADO	10	13	10	P/0	2	2	3	5				
			SILTE ARENO ARGILOSO, MICÁCEO, FOFO A COMPACTO	11	17	13	P/0	2	3	4	7				
				12	23	19	P/0	2	3	5	8				
			ROXO, CINZA E BRANCO (CAULIM), VARIEGADO	13	26	25	P/0	3	3	6	9				
				14	25	21	P/0	3	3	5	8				
				15	27	24	P/0	3	4	6	10				
				16	30	27	P/0	3	5	7	12				
			ROXO, CINZA E VERMELHO CLARO, VARIEGADO	17	33	28	P/0	3	6	8	14				
				18	39	36	P/0	4	8	12	20				
				19	43	37	P/0	4	10	11	21				
				20	50	-	P/0	4	12	12	24				

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES									
AVANÇO (m)			VARIACÃO DO NÍVEL DE ÁGUA				OUTRAS		
TIPO	PROF. INI.	PROF. FINAL	PROFUNDIDADE (m)				REVESTIMENTO (m)		7,50
TRADO CAVADEIRA	0,00	6,00	DATA	HORA	NORMAL	BALDINHO	COTA DO NÍVEL DE ÁGUA		94,12
TRADO HELICOIDAL	-	-	12/07/2011	10:45	6,18	-	DATA DE INÍCIO		12/07/2011
LAVAGEM	6,45	22,00	12/07/2011	10:55	6,02	-	DATA DE TÉRMINO		12/07/2011
LAVAGEM POR TEMPO	10 min	-	12/07/2011	11:05	5,89	-	ESCALA		1/100
	10 min	-	13/07/2011	08:15	5,85	-	FOLHA Nº		13/24
	10 min	-	NÍVEL DE ÁGUA		5,85	DATA DE EMISSÃO		21/07/2011	

OBS: Amostras 20 a 22 não cisalhadas. **RESPONSÁVEL:**
Eng. MSc. Alexandre Foti



BOLETIM DE EXECUÇÃO DE SONDAAGEM A PERCUSSÃO

CLIENTE: Scania Latin América Ltda
LOCAL: Avenida José Odorizzi, 151 - Vila Euro - São Bernardo do Campo/SP
OBRA: Nova fábrica de pintura de cabinas

SP.06

PROF. (m): 22,45
COTA: 99,97
OBRA N°: 7311172

CAMADAS DE SOLO					RESISTÊNCIA DO SOLO										
COTA (m)	NA	PROF. (m)	IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL	AMOSTRA	TORQUE (kgf.m)		GOLPES / PENETRAÇÃO (cm)				SPT T _{máx}				
					MÁX.	RES.	PESO	1°	2°	3°	SPT	10	20	30	40
77.52		22,45m	SILTE ARENO ARGILOSO, ROXO, CINZA E VERMELHO CLARO, VARIEGADO, MICÁCEO, FOFO A COMPACTO	21	50	-	P 0	5 15	12 15	14 15	26 30				
				22	50	-	P 0	5 15	13 15	15 15	28 30				

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES									
AVANÇO (m)			VARIÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA PROFUNDIDADE (m)				OUTRAS		
TIPO	PROF. INI.	PROF. FINAL	DATA	HORA	NORMAL	BALDINHO	REVESTIMENTO (m)		7,50
TRADO CAVADEIRA	0,00	6,00					COTA DO NÍVEL DE ÁGUA		94,12
TRADO HELICOIDAL	-	-	12/07/2011	10:45	6,18	-	DATA DE INÍCIO		12/07/2011
LAVAGEM	6,45	22,00	12/07/2011	10:55	6,02	-	DATA DE TÉRMINO		12/07/2011
LAVAGEM POR TEMPO	10 min	-	12/07/2011	11:05	5,89	-	ESCALA		1/100
	10 min	-	13/07/2011	08:15	5,85	-	FOLHA N°		14/24
	10 min	-	NÍVEL DE ÁGUA			5,85	DATA DE EMISSÃO		21/07/2011

OBS: Amostras 20 a 22 não cisalhadas.

RESPONSÁVEL:

 Eng. MSc. Alexandre Foti



BOLETIM DE EXECUÇÃO DE SONDAGEM A PERCUSSÃO

CLIENTE: Scania Latin América Ltda
LOCAL: Avenida José Odorizzi, 151 - Vila Euro - São Bernardo do Campo/SP
OBRA: Nova fábrica de pintura de cabinas

SP.07

PROF. (m): 24,45
COTA: 99,95
OBRA N°: 7311172

CAMADAS DE SOLO				RESISTÊNCIA DO SOLO											
COTA (m)	NA	PROF. (m)	IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL	AMOSTRA	TORQUE (kgf.m)		GOLPES / PENETRAÇÃO (cm)				SPT				
					MÁX.	RES.	PESO	1°	2°	3°	SPT	Tmáx			
										10	20	30	40		
99,55		0,40m	ATERRO DE ARGILA SILTO ARENOSA, MARROM, COM DETRITOS VEGETAIS	1	4	2		1	2	1	3				
				2	3	2	P/0	1	1	2	3				
			ATERRO DE SILTE ARGILO ARENOSO, ROXO E CINZA, MICÁCEO	3	4	3	P/0	1	2	2	4				
				4	3	2	P/0	1	1	1	2				
96,15		3,80m		5	4	2	P/0	1	2	1	3				
			ATERRO DE ARGILA SILTO ARENOSA, MARROM	6	7	5	P/0	1	1	2	3				
				7	8	6	P/0	1	2	2	4				
			CINZA ESVERDEADO, MARRON E BRANCO (CAULIM)	8	11	10	P/0	2	2	3	5				
				9	12	9	P/0	1	2	3	5				
				10	15	11	P/0	2	2	3	5				
			CINZA ESVERDEADO, AMARELO E BRANCO (CAULIM)	11	20	18	P/0	2	3	3	6				
				12	21	18	P/0	2	2	4	6				
				13	26	21	P/0	2	3	5	8				
			SILTE ARENO ARGILOSO, MICÁCEO, FOFO A COMPACTO	14	25	22	P/0	2	3	4	7				
				15	27	24	P/0	3	3	5	8				
				16	30	26	P/0	3	4	5	9				
			CINZA, VERMELHO CLARO E MARRON, VARIEGADO	17	33	29	P/0	3	5	5	10				
				18	35	31	P/0	3	5	7	12				
				19	39	33	P/0	4	6	7	13				
				20	43	37	P/0	4	8	13	21				

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES										
AVANÇO (m)			VARIACÃO DO NÍVEL DE ÁGUA				OUTRAS			
TIPO	PROF. INI.	PROF. FINAL	PROFUNDIDADE (m)				REVESTIMENTO (m)			
TRADO CAVADEIRA	0,00	6,00	DATA	HORA	NORMAL	BALDINHO	7,50			
TRADO HELICOIDAL	-	-	13/07/2011	08:50	6,36	-	COTA DO NÍVEL DE ÁGUA			
LAVAGEM	6,45	24,00	13/07/2011	09:00	6,18	-	93,88			
LAVAGEM POR TEMPO	10 min	-	13/07/2011	09:10	6,07	-	DATA DE INÍCIO			
	10 min	-	-	-	-	-	13/07/2011			
	10 min	-	-	-	-	-	DATA DE TÉRMINO			
			NÍVEL DE ÁGUA				6,07			21/07/2011

OBS: Amostras 21 a 24 não cisalhadas. **RESPONSÁVEL:**
Eng. MSc. Alexandre Foti



BOLETIM DE EXECUÇÃO DE SONDAGEM A PERCUSSÃO

CLIENTE: Scania Latin América Ltda
LOCAL: Avenida José Odorizzi, 151 - Vila Euro - São Bernardo do Campo/SP
OBRA: Nova fábrica de pintura de cabinas

SP.07

PROF. (m): 24,45
COTA: 99,95
OBRA N°: 7311172

CAMADAS DE SOLO				RESISTÊNCIA DO SOLO														
COTA (m)	NA	PROF. (m)	IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL	AMOSTRA	TORQUE (kgf.m)		GOLPES / PENETRAÇÃO (cm)				SPT							
					MÁX.	RES.	PESO	1°	2°	3°	SPT	T _{máx}						
			SILTE ARENO ARGILOSO, CINZA, VERMELHO CLARO E MARROM, VARIEGADO, MICÁCEO, FOFO A COMPACTO	21	50	-	P 0	5 15	10 15	11 15	21 30							
				22	50	-	P 0	5 15	12 15	13 15	25 30							
				23	50	-	P 0	6 15	13 15	14 15	27 30							
				24	50	-	P 0	6 15	15 15	15 15	30 30							
75,50		24,45m																

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES									
AVANÇO (m)			VARIACÃO DO NÍVEL DE ÁGUA				OUTRAS		
TIPO	PROF. INI.	PROF. FINAL	PROFUNDIDADE (m)				REVESTIMENTO (m)		
TRADO CAVADEIRA	0,00	6,00	DATA	HORA	NORMAL	BALDINHO	COTA DO NÍVEL DE ÁGUA	7,50	
TRADO HELICOIDAL	-	-	13/07/2011	08:50	6,36	-	DATA DE INÍCIO	13/07/2011	
LAVAGEM	6,45	24,00	13/07/2011	09:00	6,18	-	DATA DE TÉRMINO	13/07/2011	
LAVAGEM POR TEMPO	10 min	-	13/07/2011	09:10	6,07	-	ESCALA	1/100	
	10 min	-	-	-	-	-	FOLHA N°	16/24	
	10 min	-	-	NÍVEL DE ÁGUA		6,07	-	DATA DE EMISSÃO	21/07/2011
OBS: Amostras 21 a 24 não cisalhadas.						RESPONSÁVEL:			
						Eng. MSc. Alexandre Foti			



BOLETIM DE EXECUÇÃO DE SONDAAGEM A PERCUSSÃO

CLIENTE: Scania Latin América Ltda
LOCAL: Avenida José Odorizzi, 151 - Vila Euro - São Bernardo do Campo/SP
OBRA: Nova fábrica de pintura de cabinas

SP.08

PROF. (m): 25,45
COTA: 100,48
OBRA N°: 7311172

CAMADAS DE SOLO				RESISTÊNCIA DO SOLO												
COTA (m)	NA	PROF. (m)	IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL	AMOSTRA	TORQUE (kgf.m)		GOLPES / PENETRAÇÃO (cm)				SPT					
					MÁX.	RES.	PESO	1°	2°	3°	SPT	— SPT — Tmáx				
													10	20	30	40
100,38		0,10m	ATERRO DE ARGILA SILTO ARENOSA, MARROM, COM DETRITOS VEGETAIS	1	3	2		1/18	1/15	1/13	2	28				
			ATERRO DE SILTE ARENO ARGILOSO, MARROM, ROXO E CINZA, MICÁCEO	2	3	2	P 0	1/15	1/15	1/15	2	30				
				3	4	3	P 0	1/15	1/15	2/18	3	33				
96,78		3,70m		4	5	3	P 0	1/15	2/15	2/15	4	30				
				5	4	3	P 0	1/15	2/18	1/12	3	30				
			ATERRO DE SILTE ARGILO ARENOSO, MARROM, CINZA ESCURO E AMARELO, MICÁCEO	6	5	3	P 0	1/15	1/15	2/15	3	30				
				7	8	6	P 0	1/15	2/15	3/15	5	30				
93,48	7,01	7,00m		8	12	11	P 0	2/15	3/18	3/12	6	30				
	13/07/2011			9	14	12	P 0	2/15	3/15	4/15	7	30				
				10	16	13	P 0	3/15	4/15	4/15	8	30				
				11	18	16	P 0	3/15	3/15	5/15	8	30				
				12	18	17	P 0	3/15	4/15	5/15	9	30				
			SILTE ARENO ARGILOSO, ROXO, MARROM E CINZA, VARIEGADO, MICÁCEO, POUCO COMPACTO A COMPACTO	13	27	26	P 0	3/15	5/15	7/15	12	30				
				14	35	33	P 0	3/15	6/15	8/15	14	30				
				15	36	34	P 0	4/15	6/15	7/15	13	30				
				16	38	35	P 0	4/15	7/15	7/15	14	30				
				17	48	46	P 0	4/15	7/15	9/15	16	30				
				18	50	-	P 0	4/15	6/15	8/15	14	30				
				19	50	-	P 0	5/15	7/15	10/15	17	30				
80,48		20,00m		20	50	-	P 0	5/15	8/15	9/15	17	30				

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

AVANÇO (m)			VARIÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA				OUTRAS	
TIPO	PROF. INI.	PROF. FINAL	PROFUNDIDADE (m)				REVESTIMENTO (m)	8,00
TRADO CAVADEIRA	0,00	6,00	DATA	HORA	NORMAL	BALDINHO	COTA DO NÍVEL DE ÁGUA	93,47
TRADO HELICOIDAL	-	-	12/07/2011	12:40	6,88	-	DATA DE INÍCIO	12/07/2011
LAVAGEM	6,45	25,00	12/07/2011	12:50	6,63	-	DATA DE TÉRMINO	12/07/2011
LAVAGEM POR TEMPO	10 min	-	12/07/2011	13:00	6,55	-	ESCALA	1/100
	10 min	-	13/07/2011	08:36	7,01	-	FOLHA N°	17/24
	10 min	-	NÍVEL DE ÁGUA		7,01		DATA DE EMISSÃO	21/07/2011

OBS: Amostras 18 a 25 não cisalhadas.

RESPONSÁVEL:

Eng. MSc. Alexandre Foti



BOLETIM DE EXECUÇÃO DE SONDAAGEM A PERCUSSÃO

CLIENTE: Scania Latin América Ltda
LOCAL: Avenida José Odorizzi, 151 - Vila Euro - São Bernardo do Campo/SP
OBRA: Nova fábrica de pintura de cabinas

SP.08

PROF. (m): 25,45
COTA: 100,48
OBRA N°: 7311172

CAMADAS DE SOLO				RESISTÊNCIA DO SOLO											
COTA (m)	NA	PROF. (m)	IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL	AMOSTRA	TORQUE (kgf.m)		GOLPES / PENETRAÇÃO (cm)				SPT T _{máx}				
					MÁX.	RES.	PESO	1°	2°	3°	SPT	10	20	30	40
75,03		25,45m	SILTE ARENO ARGILOSO, ROXO, MARROM E CINZA, VARIEGADO, MICÁCEO, POUCO COMPACTO A COMPACTO	21	50	-	P 0	6 15	9 15	13 15	22 30				
				22	50	-	P 0	6 15	11 15	15 15	26 30				
				23	50	-	P 0	8 15	13 15	17 15	30 30				
				24	50	-	P 0	7 15	12 15	16 15	28 30				
				25	50	-	P 0	9 15	14 15	21 15	35 30				

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

AVANÇO (m)			VARIÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA PROFUNDIDADE (m)				OUTRAS	
TIPO	PROF. INI.	PROF. FINAL	DATA	HORA	NORMAL	BALDINHO	REVESTIMENTO (m)	8,00
TRADO CAVADEIRA	0,00	6,00					COTA DO NÍVEL DE ÁGUA	93,47
TRADO HELICOIDAL	-	-	12/07/2011	12:40	6,88	-	DATA DE INÍCIO	12/07/2011
LAVAGEM	6,45	25,00	12/07/2011	12:50	6,63	-	DATA DE TÉRMINO	12/07/2011
LAVAGEM POR TEMPO	10 min	-	12/07/2011	13:00	6,55	-	ESCALA	1/100
	10 min	-	13/07/2011	08:36	7,01	-	FOLHA N°	18/24
	10 min	-	NÍVEL DE ÁGUA			7,01		DATA DE EMISSÃO

OBS: Amostras 18 a 25 não cisalhadas.

RESPONSÁVEL:

Eng. MSc. Alexandre Foti



BOLETIM DE EXECUÇÃO DE SONDAAGEM A PERCUSSÃO

CLIENTE: Scania Latin América Ltda
LOCAL: Avenida José Odorizzi, 151 - Vila Euro - São Bernardo do Campo/SP
OBRA: Nova fábrica de pintura de cabinas

SP.09

PROF. (m): 30,45
COTA: 99,87
OBRA N°: 7311172

CAMADAS DE SOLO				RESISTÊNCIA DO SOLO											
COTA (m)	NA	PROF. (m)	IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL	AMOSTRA	TORQUE (kgf.m)		GOLPES / PENETRAÇÃO (cm)				SPT				
					MÁX.	RES.	PESO	1°	2°	3°	SPT	SPT T _{máx}			
												10	20	30	40
99,77		0,10m	ATERRO DE ARGILA SILTO ARENOSA, MARRON, COM DETRITOS VEGETAIS	1	4	3		1/15	2/15	2/15	4/30				
				2	6	4	P/0	2/15	2/15	2/15	4/30				
				3	5	4	P/0	1/15	2/15	3/18	5/33				
			ATERRO DE SILTE ARENO ARGILOSO, ROXO, CINZA E MARRON, MICÁCEO	4	4	3	P/0	1/15	1/15	2/15	3/30				
				5	6	4	P/0	1/15	2/15	2/15	4/30				
				6	3	2	P/0	1/15	1/15	1/15	2/30				
93,87		6,00m		7	3	2	P/0	1/15	1/15	2/15	3/30				
				8	5	4	P/0	1/15	2/15	2/15	4/30				
			ATERRO DE SILTE ARGILO ARENOSO, MARRON E ROXO, MICÁCEO	9	6	4	P/0	1/15	2/15	3/15	5/30				
				10	3	2	P/0	2/15	2/20	1/12	3/32				
89,97		9,90m		11	3	2	P/0	2/15	2/15	2/15	4/30				
89,47		10,40m	ARGILA ORGÂNICA, SILTO ARENOSA, PRETA, MOLE	11	3	2	P/0	2/15	2/15	2/15	4/30				
			AREIA FINA A MÉDIA, SILTO ARGILOSA, CINZA, FOFA	12	12	10	P/0	2/15	2/15	4/15	6/30				
88,07		11,80m		13	14	12	P/0	2/15	3/15	4/15	7/30				
				14	18	16	P/0	2/15	3/15	5/15	8/30				
			ROXO, MARRON E CINZA	15	24	22	P/0	3/15	4/15	5/15	9/30				
				16	29	28	P/0	3/15	5/15	6/15	11/30				
			SILTE ARENO ARGILOSO, MICÁCEO, POUCO COMPACTO A COMPACTO	17	34	32	P/0	3/15	5/15	8/15	13/30				
				18	35	33	P/0	3/15	5/15	7/15	12/30				
			ROXO, MARRON E CINZA	19	33	31	P/0	3/15	4/15	6/15	10/30				
				20	34	32	P/0	3/15	3/15	6/15	9/30				
79,87		20,00m													

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES									
AVANÇO (m)			VARIÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA				OUTRAS		
TIPO	PROF. INI.	PROF. FINAL	PROFUNDIDADE (m)				REVESTIMENTO (m)		8,90
TRADO CAVADEIRA	0,00	8,00	DATA	HORA	NORMAL	BALDINHO	COTA DO NÍVEL DE ÁGUA		92,37
TRADO HELICOIDAL	-	-	13/07/2011	08:33	8,08	-	DATA DE INÍCIO		13/07/2011
LAVAGEM	8,45	30,00	13/07/2011	08:43	7,87	-	DATA DE TÉRMINO		13/07/2011
LAVAGEM POR TEMPO	10 min	-	13/07/2011	08:53	7,80	-	ESCALA		1/100
	10 min	-	13/07/2011	17:32	7,50	-	FOLHA N°		19/24
	10 min	-	NÍVEL DE ÁGUA				7,50	DATA DE EMISSÃO	

OBS: Amostras 25 a 30 não cisalhadas. **RESPONSÁVEL:**
Eng. MSc. Alexandre Foti



BOLETIM DE EXECUÇÃO DE SONDAGEM A PERCUSSÃO

CLIENTE: Scania Latin América Ltda
LOCAL: Avenida José Odorizzi, 151 - Vila Euro - São Bernardo do Campo/SP
OBRA: Nova fábrica de pintura de cabinas

SP.09

PROF. (m): 30,45
COTA: 99,87
OBRA Nº: 7311172

CAMADAS DE SOLO					RESISTÊNCIA DO SOLO										
COTA (m)	NA	PROF. (m)	IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL	AMOSTRA	TORQUE (kgf.m)		GOLPES / PENETRAÇÃO (cm)				SPT				
					MÁX.	RES.	PESO	1°	2°	3°	SPT	SPT Tmáx			
													10	20	30
69,42	30,45m	30,45m	ROXO, MARROM E CINZA	21	35	33	P 0	3 15	4 15	6 15	10 30				
				22	43	40	P 0	3 15	5 15	8 15	13 30				
				23	42	40	P 0	4 15	6 15	7 15	13 30				
				24	47	45	P 0	4 15	8 15	6 15	14 30				
				25	50	-	P 0	4 15	6 15	8 15	14 30				
				26	50	-	P 0	3 15	5 15	7 15	12 30				
				27	50	-	P 0	4 15	7 15	8 15	15 30				
				28	50	-	P 0	5 15	9 15	12 15	21 30				
				29	50	-	P 0	6 15	10 15	14 15	24 30				
				30	50	-	P 0	6 15	12 15	17 15	29 30				
			CINZA, MARROM E BRANCO (CAULIM) SILTE ARENO ARGILOSO, MICÁCEO, POUCO COMPACTO A COMPACTO												
			CINZA, MARROM E BRANCO (CAULIM)												

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

AVANÇO (m)			VARIÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA PROFUNDIDADE (m)				OUTRAS	
TIPO	PROF. INI.	PROF. FINAL	DATA	HORA	NORMAL	BALDINHO	REVESTIMENTO (m)	8,90
TRADO CAVADEIRA	0,00	8,00					COTA DO NÍVEL DE ÁGUA	92,37
TRADO HELICOIDAL	-	-	13/07/2011	08:33	8,08	-	DATA DE INÍCIO	13/07/2011
LAVAGEM	8,45	30,00	13/07/2011	08:43	7,87	-	DATA DE TÉRMINO	13/07/2011
LAVAGEM POR TEMPO	10 min	-	13/07/2011	08:53	7,80	-	ESCALA	1/100
	10 min	-	13/07/2011	17:32	7,50	-	FOLHA Nº	20/24
	10 min	-	-	-	-	-	DATA DE EMISSÃO	21/07/2011
NÍVEL DE ÁGUA					7,50			

OBS: Amostras 25 a 30 não cisalhadas.

RESPONSÁVEL:

Eng. MSc. Alexandre Foti



BOLETIM DE EXECUÇÃO DE SONDAGEM A PERCUSSÃO

CLIENTE: Scania Latin América Ltda
LOCAL: Avenida José Odorizzi, 151 - Vila Euro - São Bernardo do Campo/SP
OBRA: Nova fábrica de pintura de cabinas

SP.10

PROF. (m): 26,45
COTA: 99,96
OBRA N°: 7311172

CAMADAS DE SOLO				RESISTÊNCIA DO SOLO																	
COTA (m)	NA	PROF. (m)	IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL	AMOSTRA	TORQUE (kgf.m)		GOLPES / PENETRAÇÃO (cm)				SPT										
					MÁX.	RES.	PESO	1°	2°	3°	SPT	— SPT Tmáx									
													10	20	30	40					
99,86		0,10m	ATERRO DE ARGILA SILTO ARENOSA, MARRON, COM DETRITOS VEGETAIS	1	3	2		1	1	1	2										
			ATERRO DE SILTE ARENO ARGILOSO, ROXO, MARRON E CINZA, MICÁCEO	2	5	3	P/0	1	2	2	4										
				3	6	4	P/0	1	2	2	4										
				4	6	5	P/0	1	2	3	5										
				5	5	4	P/0	1	2	2	4										
				6	4	3	P/0	1	1	2	3										
93,96		6,00m		ATERRO DE ARGILA SILTO ARENOSA, MARRON E AMARELA	7	5	3	P/0	1	2	2	4									
			8		5	4	P/0	2	1	2	3										
			9		5	4	P/0	1	1	2	3										
			10		11	9	P/0	1	3	3	6										
			CINZA ESVERDEADO, AMARELO E BRANCO (CAULIM)	11	16	14	P/0	2	3	5	8										
				12	17	15	P/0	3	4	5	9										
				13	16	13	P/0	3	3	4	7										
				14	23	21	P/0	3	5	7	12										
				15	29	28	P/0	4	6	8	14										
			SILTE ARENO ARGILOSO, MICÁCEO, POUCO COMPACTO A COMPACTO	16	36	34	P/0	5	6	7	13										
				17	37	36	P/0	4	5	9	14										
			CINZA, VERMELHO CLARO E BRANCO (CAULIM)	18	39	37	P/0	4	5	8	13										
				19	38	36	P/0	4	6	7	13										
				20	48	46	P/0	4	8	8	16										
79,96		20,00m																			

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES									
AVANÇO (m)			VARIÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA				OUTRAS		
TIPO	PROF. INI.	PROF. FINAL	PROFUNDIDADE (m)				REVESTIMENTO (m)		8,50
TRADO CAVADEIRA	0,00	7,00	DATA	HORA	NORMAL	BALDINHO	COTA DO NÍVEL DE ÁGUA		92,36
TRADO HELICOIDAL	-	-	13/07/2011	13:21	7,80	-	DATA DE INÍCIO		13/07/2011
LAVAGEM	7,45	26,00	13/07/2011	13:31	7,72	-	DATA DE TÉRMINO		13/07/2011
LAVAGEM POR TEMPO	10 min	-	13/07/2011	13:41	7,64	-	ESCALA		1/100
	10 min	-	13/07/2011	17:35	7,60	-	FOLHA N°		21/24
	10 min	-	NÍVEL DE ÁGUA		7,60	DATA DE EMISSÃO		21/07/2011	

OBS: Amostras 21 a 26 não cisalhadas. **RESPONSÁVEL:**
Eng. MSc. Alexandre Foti



BOLETIM DE EXECUÇÃO DE SONDAGEM A PERCUSSÃO

CLIENTE: Scania Latin América Ltda
LOCAL: Avenida José Odorizzi, 151 - Vila Euro - São Bernardo do Campo/SP
OBRA: Nova fábrica de pintura de cabinas

SP.10

PROF. (m): 26,45
COTA: 99,96
OBRA N°: 7311172

CAMADAS DE SOLO				RESISTÊNCIA DO SOLO											
COTA (m)	NA	PROF. (m)	IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL	AMOSTRA	TORQUE (kgf.m)		GOLPES / PENETRAÇÃO (cm)				SPT T _{máx}				
					MÁX.	RES.	PESO	1°	2°	3°	SPT	10	20	30	40
73,51	26,45m		CINZA, VERMELHO CLARO E BRANCO (CAULIM)	21	50	-	P 0	5 15	8 15	10 15	18 30				
			CINZA ESVERDEADO, AMARELO E BRANCO (CAULIM)	22	50	-	P 0	6 15	8 15	12 15	20 30				
			SILTE ARENO ARGILOSO, MICÁCEO, POUCO COMPACTO A COMPACTO	23	50	-	P 0	5 15	9 15	14 15	23 30				
			CINZA ESVERDEADO, AMARELO E BRANCO (CAULIM)	24	50	-	P 0	6 15	10 15	14 15	24 30				
				25	50	-	P 0	8 15	12 15	15 15	27 30				
				26	50	-	P 0	7 15	13 15	17 15	30 30				

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

AVANÇO (m)			VARIACÃO DO NÍVEL DE ÁGUA PROFUNDIDADE (m)				OUTRAS	
TIPO	PROF. INI.	PROF. FINAL	DATA	HORA	NORMAL	BALDINHO	REVESTIMENTO (m)	8,50
TRADO CAVADEIRA	0,00	7,00					COTA DO NÍVEL DE ÁGUA	92,36
TRADO HELICOIDAL	-	-	13/07/2011	13:21	7,80	-	DATA DE INÍCIO	13/07/2011
LAVAGEM	7,45	26,00	13/07/2011	13:31	7,72	-	DATA DE TÉRMINO	13/07/2011
LAVAGEM POR TEMPO	10 min	-	13/07/2011	13:41	7,64	-	ESCALA	1/100
	10 min	-	13/07/2011	17:35	7,60	-	FOLHA N°	22/24
	10 min	-	NÍVEL DE ÁGUA		7,60		DATA DE EMISSÃO	21/07/2011

OBS: Amostras 21 a 26 não cisalhadas.

RESPONSÁVEL:

Eng. MSc. Alexandre Foti



BOLETIM DE EXECUÇÃO DE SONDAGEM A PERCUSSÃO

CLIENTE: Scania Latin América Ltda
LOCAL: Avenida José Odorizzi, 151 - Vila Euro - São Bernardo do Campo/SP
OBRA: Nova fábrica de pintura de cabinas

SP.11

PROF. (m): 25,45
COTA: 100,00
OBRA Nº: 7311172

CAMADAS DE SOLO					RESISTÊNCIA DO SOLO													
COTA (m)	NA	PROF. (m)	IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL	AMOSTRA	TORQUE (kgf.m)		GOLPES / PENETRAÇÃO (cm)				SPT							
					MÁX.	RES.	PESO	1°	2°	3°	SPT	Tmáx						
													10	20	30	40		
99,73		0,27m	PISO DE CONCRETO	1	4	3		1	2	2	4							
			ROXO, CINZA E MARROM	2	4	2	P/0	1	1	2	3							
				3	3	2	P/0	1	1	1	2							
			ATERRO DE SILTE ARGILO ARENOSO, MICÁCEO	4	18	13	P/0	2	3	4	7							
				5	23	19	P/0	2	4	5	9							
			MARROM, ROXO E CINZA, COM MATÉRIA ORGÂNICA	6	22	17	P/0	3	3	4	7							
				7	25	23	P/0	3	4	5	9							
92,61		7,39m	ATERRO DE ARGILA SILTO ARENOSA, MARROM, VERMELHA E CINZA, COM ENTULHO	8	3	2	P/0	1	1	-	2							
91,74	7,67	8,26m		9	6	5	P/0	1	1	1	2							
	13/07/2011			10	10	8	P/0	1	2	2	4							
				11	13	12	P/0	1	2	3	5							
				12	15	13	P/0	2	2	3	5							
				13	19	14	P/0	2	3	3	6							
				14	23	20	P/0	2	3	4	7							
			SILTE ARENO ARGILOSO, ROXO, CINZA E MARROM, VARIEGADO, MICÁCEO, FOFO A COMPACTO	15	27	23	P/0	2	4	6	10							
				16	30	26	P/0	3	5	6	11							
				17	33	30	P/0	3	6	6	12							
				18	33	32	P/0	3	5	7	12							
				19	35	31	P/0	3	6	8	14							
80,00		20,00m		20	37	34	P/0	4	7	8	15							

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES									
AVANÇO (m)			VARIACÃO DO NÍVEL DE ÁGUA				OUTRAS		
TIPO	PROF. INI.	PROF. FINAL	PROFUNDIDADE (m)				REVESTIMENTO (m)		
TRADO CAVADEIRA	0,00	8,00	DATA	HORA	NORMAL	BALDINHO	8,50		
TRADO HELICOIDAL	-	-	13/07/2011	13:20	7,89	-	COTA DO NÍVEL DE ÁGUA 92,33		
LAVAGEM	8,45	25,00	13/07/2011	13:30	7,72	-	DATA DE INÍCIO 13/07/2011		
LAVAGEM POR TEMPO	10 min	-	13/07/2011	13:40	7,67	-	DATA DE TÉRMINO 13/07/2011		
	10 min	-	-	-	-	-	ESCALA 1/100		
	10 min	-	-	-	-	-	FOLHA Nº 23/24		
NÍVEL DE ÁGUA					7,67		DATA DE EMISSÃO 21/07/2011		

OBS: Amostras 24 e 25 não cisalhadas. **RESPONSÁVEL:**
Eng. MSc. Alexandre Foti



BOLETIM DE EXECUÇÃO DE SONDAAGEM A PERCUSSÃO

CLIENTE: Scania Latin América Ltda
LOCAL: Avenida José Odorizzi, 151 - Vila Euro - São Bernardo do Campo/SP
OBRA: Nova fábrica de pintura de cabinas

SP.11

PROF. (m): 25,45
COTA: 100,00
OBRA N°: 7311172

CAMADAS DE SOLO				RESISTÊNCIA DO SOLO												
COTA (m)	NA	PROF. (m)	IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL	AMOSTRA	TORQUE (kgf.m)		GOLPES / PENETRAÇÃO (cm)				SPT					
					MÁX.	RES.	PESO	1°	2°	3°	SPT	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> 10 20 30 40 </div>				
74,55		25,45m	SILTE ARENO ARGILOSO, ROXO, CINZA E MARROM, VARIEGADO, MICÁCEO, FOFO A COMPACTO	21	39	32	P 0	4 15	8 15	12 15	20 30					
				22	40	37	P 0	4 15	10 15	10 15	20 30					
				23	43	39	P 0	5 15	11 15	12 15	23 30					
				24	50	-	P 0	5 15	12 15	13 15	25 30					
				25	50	-	P 0	5 15	12 15	14 15	26 30					

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

AVANÇO (m)			VARIAÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA PROFUNDIDADE (m)				OUTRAS	
TIPO	PROF. INI.	PROF. FINAL	DATA	HORA	NORMAL	BALDINHO	REVESTIMENTO (m)	8,50
TRADO CAVADEIRA	0,00	8,00					COTA DO NÍVEL DE ÁGUA	92,33
TRADO HELICOIDAL	-	-	13/07/2011	13:20	7,89	-	DATA DE INÍCIO	13/07/2011
LAVAGEM	8,45	25,00	13/07/2011	13:30	7,72	-	DATA DE TÉRMINO	13/07/2011
LAVAGEM POR TEMPO	10 min	-	13/07/2011	13:40	7,67	-	ESCALA	1/100
	10 min	-	-	-	-	-	FOLHA N°	24/24
	10 min	-	-	NÍVEL DE ÁGUA		7,67	DATA DE EMISSÃO	21/07/2011

OBS: Amostras 24 e 25 não cisalhadas.

RESPONSÁVEL:

Eng. MSc. Alexandre Foti